

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
IX Ciclo

Il reperimento delle informazioni: analisi teorica e sperimentazione

Dottorando: Mizzaro Stefano

Relatore: prof. Longo Giuseppe
DEEI, Università di Trieste

Correlatore: prof. Tasso Carlo
Dipartimento di Matematica e Informatica
Università di Udine

Coordinatore: prof. Todero Franco
DEEI, Università di Trieste

Febbraio 1997

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
IX Ciclo

Il reperimento delle informazioni: analisi teorica e sperimentazione

Dottorando: Mizzaro Stefano

Relatore: prof. Longo Giuseppe
DEEI, Università di Trieste

Correlatore: prof. Tasso Carlo
Dipartimento di Matematica e Informatica
Università di Udine

Coordinatore: prof. Todero Franco
DEEI, Università di Trieste

Febbraio 1997

A Giusi

Indice

1	Introduzione e motivazioni	1
1.1	Introduzione	1
1.2	L'informazione	2
1.3	La società dell'informazione	3
1.4	Il reperimento delle informazioni	4
1.4.1	Definizioni generali	4
1.4.2	Il modello del reperimento delle informazioni	5
1.5	Problemi del reperimento delle informazioni	10
1.6	Obiettivi della tesi e contributi originali	12
1.7	Struttura della tesi	13
I	Analisi teorica	15
2	Una teoria epistemica del reperimento delle informazioni	17
2.1	Una teoria del reperimento delle informazioni	17
2.2	Uno scenario cognitivo	18
2.2.1	Agenti, stati epistemici ed elementi epistemici	19
2.2.2	Transizioni fra stati epistemici	21
2.3	Informazione	23
2.3.1	Dati, conoscenze e informazioni	23
2.3.2	Stato epistemico propedeutico	26
2.4	Bisogno informativo	28
2.4.1	Definizione di bisogno informativo	29
2.4.2	Ricerca, ricezione e uso di informazioni	33
2.4.3	Tipi di bisogno informativo	34
2.5	Pertinenza	35
2.6	Conclusioni	37
3	La pertinenza	39
3.1	Introduzione	39
3.2	Tipi di pertinenza	40
3.3	Le quattro dimensioni della pertinenza	40
3.3.1	Prima dimensione: risorse informative	41
3.3.2	Seconda dimensione: rappresentazioni del problema dell'utente	41

3.3.3	Terza dimensione: tempo	44
3.3.4	Quarta dimensione: argomento, compito e contesto	46
3.4	L'insieme parzialmente ordinato delle pertinenze	47
3.5	Il giudizio di pertinenza	49
3.6	Conclusioni	50
4	La storia della pertinenza	53
4.1	Introduzione	53
4.2	Storia della pertinenza	55
4.3	Prima del 1958	60
4.4	1959–1976	61
4.4.1	Fondamenti	61
4.4.2	Tipi	62
4.4.3	Surrogati	64
4.4.4	Criteri	65
4.4.5	Dinamicità	65
4.4.6	Espressione	66
4.4.7	Soggettività	66
4.4.8	La fine del periodo	68
4.5	1977–1997	68
4.5.1	Fondamenti	68
4.5.2	Tipi	71
4.5.3	Surrogati	73
4.5.4	Criteri	75
4.5.5	Dinamicità	77
4.5.6	Espressione	79
4.5.7	Soggettività	81
4.5.8	La fine del periodo	83
4.6	Conclusioni	84
II	Sperimentazione	89
5	Le interfacce intelligenti per il reperimento delle informazioni	91
5.1	Introduzione	91
5.2	Il reperimento delle informazioni intelligente	91
5.2.1	Modelli concettuali	92
5.2.2	Intermediari artificiali	93
5.2.3	Modellazione dell'utente	94
5.3	Interfacce intelligenti per il RI	94
5.4	IIRI: una rassegna	96
5.4.1	Le IIRI selezionate	98
5.4.2	Analisi delle IIRI selezionate	101
5.5	Conclusioni	105

6	Il prototipo FIRE	107
6.1	Introduzione	107
6.2	Architettura	108
6.2.1	L'Interfaccia Utente	109
6.2.2	Il Sistema di Sviluppo delle Basi di Conoscenza	110
6.2.3	Il Sistema Esperto di RI	111
6.2.4	Il Sistema di RI	112
6.3	Funzionamento	113
6.4	Il modulo IRES	116
6.4.1	Descrizione concettuale	116
6.4.1.1	Riformulazione e direzione di riformulazione	116
6.4.1.2	Tattiche e piani	117
6.4.1.3	Focus, candidati e ordinamento dei candidati	118
6.4.1.4	Flusso del controllo in IRES	119
6.4.2	Descrizione logica	119
6.4.2.1	Struttura delle basi di conoscenza di IRES	119
6.4.2.2	Tattiche e piani	120
6.4.2.3	Criteri per la scelta dei candidati	123
6.4.3	Descrizione tecnica	124
6.4.3.1	Flusso del controllo del processo di riformulazione	124
6.4.3.2	Tattiche e piani	126
6.4.3.3	Strutture dati nella <i>working memory</i>	126
6.4.3.4	Criteri per la preferenza dei candidati	129
6.4.3.5	Interfaccia con IRESFACE	130
6.5	Conclusioni	132
7	La valutazione di FIRE	135
7.1	Introduzione	135
7.2	Valutazione di interfacce per il RI	136
7.3	Valutazione di FIRE: scenario e obiettivi	137
7.3.1	Aiuti agli utenti di SRI	137
7.3.2	Obiettivi	138
7.4	Valutazione di FIRE: disegno sperimentale	138
7.4.1	Soggetti e gruppi sperimentali	139
7.4.2	Variabili indipendenti e dipendenti	139
7.4.3	Materiale e procedure	141
7.5	Valutazione di FIRE: risultati	142
7.5.1	Soddisfazione dell'utente	142
7.5.2	Valore aggiunto della riformulazione automatica	142
7.5.3	Importanza di tipi e modalità degli aiuti	144
7.6	Conclusioni	147

8	Conclusioni e sviluppi futuri	149
8.1	Il lavoro svolto	149
8.2	Il lavoro futuro	149
8.2.1	Ricerche teoriche	149
8.2.2	Ricerche sperimentali	150
8.2.2.1	Aiuto terminologico	150
8.2.2.2	Aiuto strategico	152
8.2.2.3	Modello del compito	154
A	Glossario	159

Elenco delle figure

1.1	Modello classico del RI.	6
1.2	Modello dettagliato del RI.	7
2.1	Agente, SE, mondo e sua rappresentazione.	19
2.2	Legami fra e partizioni di SE.	20
2.3	SE iniziale e finale di una transizione.	22
2.4	Transizioni di percezione e di ristrutturazione.	22
2.5	Una rete di SE.	23
2.6	L'interpretazione di un dato non dipende dall'intero SE.	26
2.7	K^{pre} contiene K^-	27
2.8	L'informazione portata da d dipende solo da K^{pre}	27
2.9	K^{pre} nelle transizioni di percezione e ristrutturazione.	28
2.10	Un BI come differenza fra SE.	30
2.11	Una rappresentazione più completa del BI.	30
2.12	Bisogno informativo percepito.	32
2.13	SE nella ricerca, ricezione e uso di informazioni.	33
2.14	K^{pre} in una situazione di BI confuso.	35
2.15	Pertinenza dell'informazione al BI.	36
3.1	Il "calderone" della pertinenza.	40
3.2	Rappresentazioni del problema dell'utente.	42
3.3	Le pertinenze come punti di uno spazio bidimensionale.	43
3.4	Albero dinamico delle trasformazioni delle rappresentazioni del problema.	45
3.5	L'insieme parzialmente ordinato delle pertinenze.	48
4.1	Numero di studi sulla pertinenza.	86
4.2	Numero cumulativo di studi sulla pertinenza.	87
5.1	IIRI = RI + IA + interazione uomo-macchina.	95
6.1	Architettura generale di FIRE.	108
6.2	L'interfaccia utente di FIRE: IRESFACE.	114
6.3	L'interfaccia utente di FIRE: FOLMAN.	115
6.4	Struttura delle basi di conoscenza di IRES.	120
6.5	Le fasi del processo di riformulazione.	125
6.6	Alcune regole per la preferenza dei candidati.	131

6.7	Traduzione in italiano della prima regola di figura 6.6.	132
6.8	Strutture LISP per il passaggio di dati fra IRES e IRESFACE.	133
7.1	Il BI A.	140
7.2	Il BI B.	140
7.3	Precisione media.	144
7.4	Richiamo medio.	144
8.1	Confronto fra modello del compito e documenti.	155

Elenco delle tabelle

4.1	Pubblicazioni sulla pertinenza.	57
4.2	Risultati dello studio di Janes.	82
4.3	Numero di studi per ogni categoria per ogni anno.	85
5.1	Le IIRI descritte in letteratura.	96
5.2	Tipi e fonti di conoscenza usati nei sistemi.	102
5.3	Interazione utente-sistema.	103
5.4	Espressione del BI dell'utente.	104
5.5	Tipi di modello utente.	105
7.1	Organizzazione dei soggetti in gruppi sperimentali.	139
7.2	Distribuzione della precisione.	143
7.3	Distribuzione del richiamo.	143
7.4	Soggetti migliori e peggiori: situazioni di tipo "niente" e "troppo".	146
7.5	Soggetti migliori e peggiori: tipi di modifiche dell'interrogazione.	146
8.1	CAD dei documenti nei due esempi.	157

Ringraziamenti

Molte persone hanno reso possibile la realizzazione di questa tesi di dottorato.

Il *Maestro* Giuseppe O. Longo, “Tartaruga” sempre prodiga di saggi consigli per i suoi “Achille” [Hof84]. Forse è vero che “ormai non fa più ricerca”, come si sente dire negli ambienti accademici. Ma se è vero, quanto ha potuto allora insegnare ai suoi allievi quando ancora faceva ricerca?

Coloro da cui ho imparato, nel corso degli anni, a *fare ricerca* (in ordine alfabetico): Giorgio Brajnik, Marco Colombetti, Carlo Tasso. In loro ho ammirato le capacità scientifiche, la costanza nel lavoro, la disponibilità e da loro ho cercato di apprendere, non spetta a me dire con quanto successo, tutto ciò. Il mio grazie a Giuseppe Longo e Carlo Tasso in modo particolare per avermi concesso la massima libertà nello scegliere l’argomento di ricerca.

Coloro con cui ho collaborato in questi tre anni di ricerche: tutti gli studenti che hanno collaborato al progetto FIRE; gli psicologi Danilo Fum, Antonella De Angeli e Irina Stultus, con i quali abbiamo effettuato l’esperimento di valutazione di FIRE; Marzio De Biasi, con cui ho lavorato e sto lavorando per implementare la prossima versione del modulo di aiuto terminologico di FIRE.

Un “collega” straniero, Mark Magennis, *for many advices, both on the scientific side and on the, probably more important, human side: Mark, you helped me to believe in my possibilities, and I owe a lot to you.*

I miei colleghi di dottorato, Agostino Dovier, Andrea Fusiello e Marino Miculan (non serve che vi chieda scusa per essere stato talvolta intrattabile: fra dottorandi ci si intende . . .) e Sua Serenità il T_EXGuru, sempre pronto a risolvere i miei quesiti :-).

Mamma e papà che, pur non condividendo le mie scelte, mi hanno sempre sostenuto, mio fratello Marco e tutti gli amici, che so di aver trascurato in questo periodo.

E infine “Micia Blu”, che mi fa tanta compagnia, e soprattutto Giusi, che ha condiviso con me i (pochi) momenti di esaltazione e i (molti) momenti di depressione di questi tre anni di dottorato, che ha sopportato le serate in cui rientravo tardi a cena, quelle in cui non rientravo affatto, il mio cattivo umore, i miei dubbi, le mie domande senza risposta, e che mi ha incoraggiato ogni volta che ne avevo bisogno. Giusi, GRAZIE.

Stefano Mizzaro

Dipartimento di Elettrotecnica, Elettronica e Informatica

Università di Trieste

Via Valerio 10 — 34100 Trieste — Italia

e

Dipartimento di Matematica e Informatica

Università di Udine

Via delle Scienze, 206 — Loc. Rizzi — 33100 Udine — Italia

Tel: +39 (432) 55.8456 — Fax: +39 (432) 55.8499

E-mail: mizzaro@dimi.uniud.it

WWW: <http://www.dimi.uniud.it/~mizzaro>

Capitolo 1

Introduzione e motivazioni

La possibilità offerta a chiunque di immettere i propri dati e le proprie opinioni sulle reti corrisponde a una crescente indifferenza per i dati e per le opinioni altrui: quando tutti possono parlare pochi vogliono ascoltare [Lon95]

E in che modo, Socrate, cercherai ciò che non sai assolutamente cosa sia? Quale delle cose che non sai ti proporrai di cercare? E se per caso t'imbatterai felicemente in essa, come saprai che è ciò che non conoscevi? . . . ad un uomo non è possibile cercare né ciò che sa, né ciò che non sa. Non cerca ciò che sa, perché lo sa e non ha affatto bisogno di cercarlo, né cerca ciò che non sa, perché non sa neppure cosa cercare.

[Pla87, pag. 489]

uno degli atti più complessi della comunicazione umana, . . . (con il quale) una persona tenta di descrivere a un'altra persona non qualcosa che sa, bensì qualcosa che non sa [Tay68]

1.1 Introduzione

Viviamo nell'*era dell'informazione*. Negli ultimi decenni la quantità e la varietà di informazioni disponibili sono enormemente aumentate rispetto al passato. Ciò rende senza dubbio importante e attuale la disciplina del *reperimento delle informazioni*, che si occupa di assistere l'utente nella selezione di informazioni interessanti. Tale disciplina si trova però ancora in uno stato embrionale, per quanto concerne sia la teoria sia le applicazioni, e presenta numerosi problemi e limitazioni, studiati in questa tesi.

La centralità dell'informazione non è però né un fenomeno solo tecnologico, né tipico degli ultimi decenni, come spesso si è portati a credere. Per comprendere questo scenario bisogna quindi adottare una visione più generale, analizzando il concetto di informazione, e collocarsi in un quadro storico più ampio, prendendo in considerazione avvenimenti che risalgono a qualche decennio fa. In questo capitolo introduttivo colloco la disciplina del reperimento delle informazioni in un contesto più ampio (paragrafi 1.2 e 1.3), la descrivo brevemente (paragrafo 1.4) e illustro i problemi che la riguardano (paragrafo 1.5). Su queste basi, nel paragrafo 1.6 presento gli obiettivi di questo lavoro

e i contributi originali in esso contenuti. Infine, nel paragrafo 1.7 delinea la struttura della tesi.

1.2 L'informazione

L'*informazione* è un argomento che da sempre ha suscitato l'interesse di persone appartenenti ai campi più disparati: filosofi, artisti, umanisti. Il mondo scientifico, dedicandosi allo studio di materia ed energia, ha trascurato per secoli il concetto di informazione ma, a partire all'incirca dalla metà di questo secolo, l'attenzione della scienza su questo argomento è aumentata notevolmente. Scienziati quali Gödel, Turing, Shannon, Wiener, von Bertalanffy, e altri, hanno effettuato importanti scoperte nel settore della logica matematica e hanno fondato le discipline dell'informatica, della teoria dell'informazione, della cibernetica, della teoria dei sistemi [Göd31, Tur36, Sha48, SW49, Wie48, vB68]. A partire da quegli anni, il concetto di informazione ha cominciato ad assumere un assetto più formale e sono stati costruiti i primi elaboratori elettronici in grado di memorizzare e gestire grandi quantità di dati, informazioni e conoscenze. Ma soprattutto ci si è resi conto che, accanto al mondo della materia, delle forze e dell'energia (il *Pleroma*, adottando la terminologia degli gnostici, di Carl Gustav Jung e di Bateson [Bat77, Bat84, BB89]), esiste un mondo dell'informazione, della conoscenza, del significato (la *Creatura*) in cui le ben note leggi della fisica sembrano non valere: le leggi di conservazione, valide per energia e quantità di moto, non sussistono per l'informazione; l'assenza di informazione può essere informazione; nella *Creatura*, qualsiasi cosa può rappresentare qualsiasi altra cosa; e così via [Lon95].

La *Creatura* sembra sfuggire alle capacità di comprensione e descrizione della scienza tradizionale (la fisica) ben più di quanto faccia il mondo fisico: la teoria dell'informazione di Shannon, probabilmente il maggior contributo teorico in questo settore, riesce a trattare in modo soddisfacente solo l'aspetto sintattico dell'informazione, e trascura semantica (significato) e pragmatica (uso) [Lon95]. La *scienza dell'informazione*¹ sembra trovarsi ancora in uno stato primordiale, ben lontana da discipline quali la meccanica, o la fluidodinamica, in cui a partire dalle definizioni formali di pochi semplici concetti si riescono a dedurre leggi fondamentali che permettono di descrivere e prevedere parecchi fenomeni. Vi sono due posizioni al riguardo.

Da un lato c'è chi ritiene che sia solo questione di tempo: in fondo la scienza dell'informazione è nata intorno al 1950, mentre le ultime rivoluzionarie scoperte della fisica, la relatività e la meccanica quantistica, hanno ormai ben più di cinquant'anni, per non parlare della fisica classica, vecchia di secoli. Inoltre, nel settore informatico, la tecnica sembra aver preso il sopravvento, relegando la cultura e la riflessione critica a un ruolo di secondo piano, facilitando la diffusione di un gergo incomprensibile ai non addetti ai lavori e impedendo

¹La locuzione "scienza dell'informazione" è qui da interpretare in modo letterale, come la *scienza* che studia l'*informazione*, e non come la scienza dei calcolatori, a cui mi riferisco con "informatica".

la crescita della neonata scienza (si veda [Roc94] per una descrizione di queste problematiche e per un tentativo di costruire una teoria dell'informazione analoga a quelle della fisica).

Dall'altro lato c'è chi assume una posizione più radicale, ma anch'essa giustificata, sostenendo che le leggi del Pleroma non sono trasferibili alla Creatura e che il problema è costituito dalla mancanza di strumenti di base adeguati per comprendere e descrivere l'universo dell'informazione. Quando Galileo Galilei ha ipotizzato che il colore di un grave che cade non è "importante" per comprenderne il moto e che quindi è possibile *astrarre* dalle caratteristiche non pertinenti per comprendere e descrivere un fenomeno fisico, e che tale descrizione può essere effettuata in linguaggio matematico, ha fatto due ipotesi fondamentali, sulle quali si è basata la scienza moderna. Tali ipotesi sono sembrate corrette per alcuni secoli, ma i paradossi della meccanica quantistica [Pen92] e del *caos* [Pri93] hanno cominciato a farle vacillare. La scienza dell'informazione potrebbe dare loro il colpo di grazia: forse, come sostenuto a esempio in [Dev91], non abbiamo a disposizione la matematica adatta per modellare l'informazione.

Non intendo qui prendere posizione su tali questioni (è a mio avviso prematuro farlo: forse solo il tempo ci dirà chi è nel giusto). Quello che è importante notare è che molto resta ancora da fare e che manca una teoria dell'informazione *completa*. Questa mancanza, come vedremo in seguito, si riflette anche sui problemi affrontati in questa tesi, riguardanti la disciplina del reperimento delle informazioni.

1.3 La società dell'informazione

Le radici dell'odierna società dell'informazione vanno quindi collocate quantomeno nell'immediato secondo dopoguerra, quando si è manifestato l'interesse del mondo scientifico per l'informazione. Come talora accade, la tecnologia ha recepito le scoperte scientifiche con un ritardo di una ventina d'anni, ma il ruolo della tecnologia (radio, televisione, calcolatori elettronici, reti), seppure successivo, non è stato senz'altro secondario rispetto a quello della scienza. È infatti grazie all'enorme diffusione dei calcolatori, alle connessioni via rete, all'utilizzo di supporti ad alta capacità quali i CD-ROM, che oggi si sentono sempre più spesso espressioni quali "problema del sovraccarico di informazioni", "troppe informazioni = nessuna informazione", "esplosione dell'informazione", "diluvio informazionale" o addirittura "caos informazionale".

Negli ultimi 5–10 anni, la crescita esponenziale del fenomeno *Internet* (oramai siamo a circa 50 milioni di utenti in tutto il mondo) ha accentuato questa situazione: ognuno di noi, disponendo di un calcolatore collegato in Internet, ha libero accesso a una banca dati multimediale, distribuita su tutto il globo, di proporzioni inimmaginabili fino a poco tempo fa, costituita da dati messi a disposizione su calcolatori collegati in rete. Su questa banca dati possiamo inserire i nostri dati, "navigare" e ricercare informazioni, con gli obiettivi più diversi (lavoro, studio, divertimento).

Solo il futuro ci dirà se prevarranno le visioni ottimistiche, come quella di Negroponte [Neg95], o se invece si avvereranno gli scenari più pessimistici, quale quello ipotizzato da Postman [Pos93]. Negroponte ritiene che arriveremo a realizzare una rete planetaria in cui si potranno trasportare non gli atomi, scomodi e costosi, ma i *bit*, leggeri ed economici, e che i calcolatori riusciranno a salire di livello, a costruire un *modello dell'utente*, a capire quali informazioni gli interessano e a selezionarle in modo autonomo e automatico. Secondo Postman corriamo invece il serio pericolo di restare vittime di una sorta di AIDS (*Anti-Information Deficiency Syndrome*): per riuscire a gestire tutti i dati disponibili avremo bisogno di più tecnologia informatica, ciò consentirà alla quantità di dati di lievitare, richiedendo ancora più tecnologia, e così via, in un circolo vizioso che porterà al collasso culturale.

Insomma, scienziati, tecnici e sociologi concordano che, grazie a scoperte di natura sia scientifica sia tecnologica, ci troviamo in questi anni nel bel mezzo di una vera e propria *rivoluzione informazionale*, che potrebbe rivelarsi di importanza paragonabile alla rivoluzione industriale dei secoli scorsi.

1.4 Il reperimento delle informazioni

È nello scenario appena descritto che vanno collocate discipline quali il *reperimento delle informazioni* (dall'inglese *information retrieval*), o il *filtraggio di informazioni* (dall'inglese *information filtering*), che studiano i sistemi di gestione e accesso a grandi quantità di dati non strutturati, di solito documenti scritti in linguaggio naturale. Rispetto agli anni passati, quando la quantità di informazione per ognuno di noi era inferiore (e la qualità superiore), il problema del sovraccarico di informazioni è più sentito, e la selezione di informazioni *pertinenti* diventa cruciale.

1.4.1 Definizioni generali

Il *Reperimento delle Informazioni* (RI) [vR79, Sal89, Ing92] è la disciplina che si occupa di studiare, progettare e realizzare sistemi informatici, denominati *Sistemi per il RI* (SRI), che consentano la memorizzazione, il reperimento e la manutenzione di grandi quantità di dati non strutturati. Il RI è tradizionalmente visto come una sotto-disciplina dell'informatica, ma è più corretto dire che il RI è un settore interdisciplinare che coinvolge, oltre all'informatica, la teoria dell'informazione, la logica, l'interazione uomo-calcolatore, la semiotica, la teoria delle situazioni, e altri settori disciplinari ancora.

Nel RI, per “dati” si intendono descrizioni di libri, articoli, atti di convegni, rapporti tecnici, e in generale qualsiasi tipo di documento che contenga parti strutturate e parti non strutturate, costituite di solito da testo in linguaggio naturale.² L'insieme di dati gestiti da un SRI è denominato *banca (di) dati*, o *collezione*. Talvolta le banche dati contengono l'intera copia di un documento (banche dati *full-text*), mentre più spesso contengono una descrizione

²Negli ultimi anni, grazie alla diffusione della multimedialità, si parla sempre più spesso di documenti multimediali, costituiti da testo, immagini, suoni, video, e così via.

bibliografica del documento (banche dati *bibliografici*), costituita da una parte strutturata, che comprende informazioni quali il titolo, il nome dell'autore, la casa editrice, la data di pubblicazione, alcune parole chiave, e una parte non strutturata in testo libero, costituita ad esempio da un sommario o dall'indice, che ne descrive in sintesi il contenuto.

La natura *non strutturata* dei dati differenzia i *Sistemi per il RI* (SRI) dai sistemi di gestione delle basi di dati [Dat89]. Tale differenza rende assai complesso il problema del RI, che non si può basare su precise chiavi d'accesso come avviene invece per le basi di dati: i sistemi di gestione delle basi di dati possono lavorare a livello *sintattico*, abbastanza ben compreso dal punto di vista teorico, mentre i SRI dovrebbero lavorare a un livello *semantico-pragmatico*, e lo stato odierno di scienza e tecnologia delle informazioni non permette di farlo. La soluzione tradizionale di tale problema si basa sull'utilizzo di una figura professionale, l'*intermediario di ricerca*, che funge da tramite tra l'utente (finale) e il SRI. Tale soluzione, sebbene efficace, non si adatta all'enorme espansione, in numero e complessità, delle banche dati e alla necessità di accedere all'informazione in esse contenuta da parte di un numero sempre maggiore di utenti.

Ci si può chiedere se il termine "informazioni" nella locuzione "reperimento delle informazioni", sebbene diventato ormai consueto, sia in qualche modo criticabile. Bisogna innanzi tutto distinguere fra: informazioni *potenziali*, o *implicite*, che potenzialmente possono cambiare lo stato di conoscenza di un agente, ma che possono anche rimanere allo stato potenziale; e informazioni *attuali* o *esplicite*, che vengono effettivamente ricevute da un agente e cambiano il suo stato di conoscenza. Ora, se per informazioni si intendono informazioni potenziali, la locuzione "reperimento delle informazioni" è senza dubbio corretta. Se si intendono informazioni attuali, allora un SRI non sembra "informare" l'utente riguardo all'oggetto della richiesta (non cambia la conoscenza dell'utente su tale argomento), come invece farebbe un sistema in grado di comprendere una domanda, di consultare qualche risorsa informativa e di fornire una risposta diretta. Un SRI si limita a restituire i documenti in cui l'utente può, in un secondo tempo, trovare l'informazione desiderata. Nel caso di banche di dati bibliografici, inoltre, il SRI restituisce solo schede bibliografiche dei documenti che potrebbero risultare utili all'utente, e quindi in tale caso il SRI si limita a informare sull'esistenza (o non esistenza) di documenti correlati alla sua richiesta, a fornirne l'indicazione bibliografica, e poco più. Fino a qualche anno fa questa era la situazione più diffusa [Lan79]. Ma se ciò è vero per i SRI classici, è meno vero per i SRI odierni, in cui l'interazione fra utente e sistema ha un ruolo importante e fa sì che l'utente riceva informazioni attuali già durante l'interazione con il SRI.

1.4.2 Il modello del reperimento delle informazioni

L'attività del RI viene di solito schematizzata come in figura 1.1, in cui è illustrato il *modello del RI* classico: utente e intermediario producono una rappresentazione dei desideri dell'utente comprensibile dal SRI (zona in alto

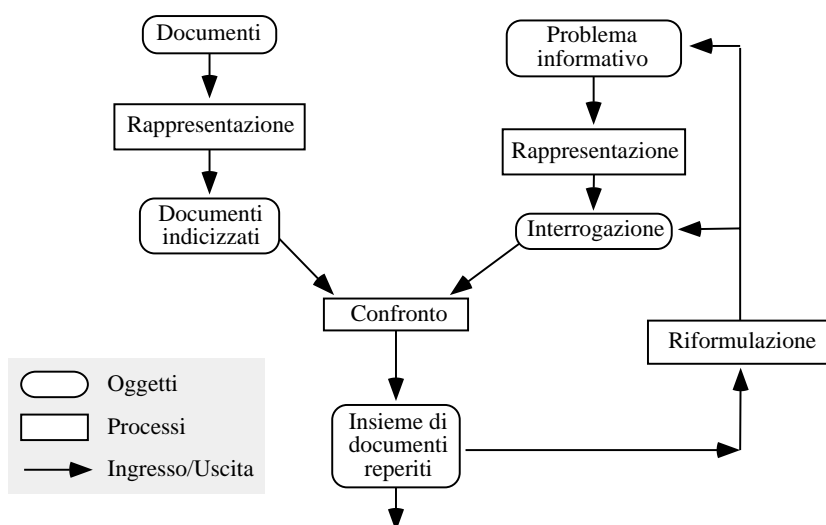


Figura 1.1: Modello classico del RI.

a destra), il SRI la confronta con le rappresentazioni dei documenti contenute nella collezione e restituisce un insieme di documenti. L'utente e l'intermediario giudicano la bontà di tale insieme e, se non sono soddisfatti, avviano la fase di riformulazione, in cui cercano di migliorare i risultati ottenuti.

Tale modello può essere raffinato come illustrato in figura 1.2, in cui vengono scomposti i processi e gli oggetti di figura 1.1 e vengono esplicitati i quattro attori principali che operano (in modo diretto o indiretto) sul SRI: l'*autore*, l'*indicizzatore*, l'*utente* e l'*intermediario*.

Nella parte in alto a sinistra di figura 1.2 è schematizzato il processo che dà origine alla banca dati: un autore, in base alle proprie conoscenze, idee, convinzioni, produce un *documento* (processo di *produzione del documento*); l'indicizzatore costruisce una rappresentazione di tale documento, denominata *surrogato* (processo di *indicizzazione*): dal documento vengono estratte le informazioni per i campi (strutturati e non) e a questi vengono aggiunte alcune chiavi di classificazione, che facilitano le successive operazioni di reperimento. Il surrogato viene poi inserito, insieme ad altri surrogati, nella banca dati sfruttando le funzioni messe a disposizione dal SRI (processo di *caricamento*).

Il resto della figura rappresenta l'utilizzo del SRI per il reperimento delle informazioni contenute nella banca dati; in tale fase vengono coinvolti gli altri due attori, l'utente e l'intermediario. La situazione in cui si trova l'utente di un SRI è descritta in modo esauriente da un punto di vista cognitivo in [Ing92]: egli si trova in una "situazione problematica", caratterizzata da uno stato di conoscenza *incompleto*, e ha quindi necessità di informazioni che gli permettano di colmare una sua lacuna conoscitiva; ossia, a un problema o scopo dell'utente corrisponde ciò che viene denominato *Bisogno Informativo* (BI). Preferisco usare il termine più specifico *Bisogno Informativo Effettivo* (BIE), per indicare che tale BI è quello corretto, reale, oggettivo, e non quello

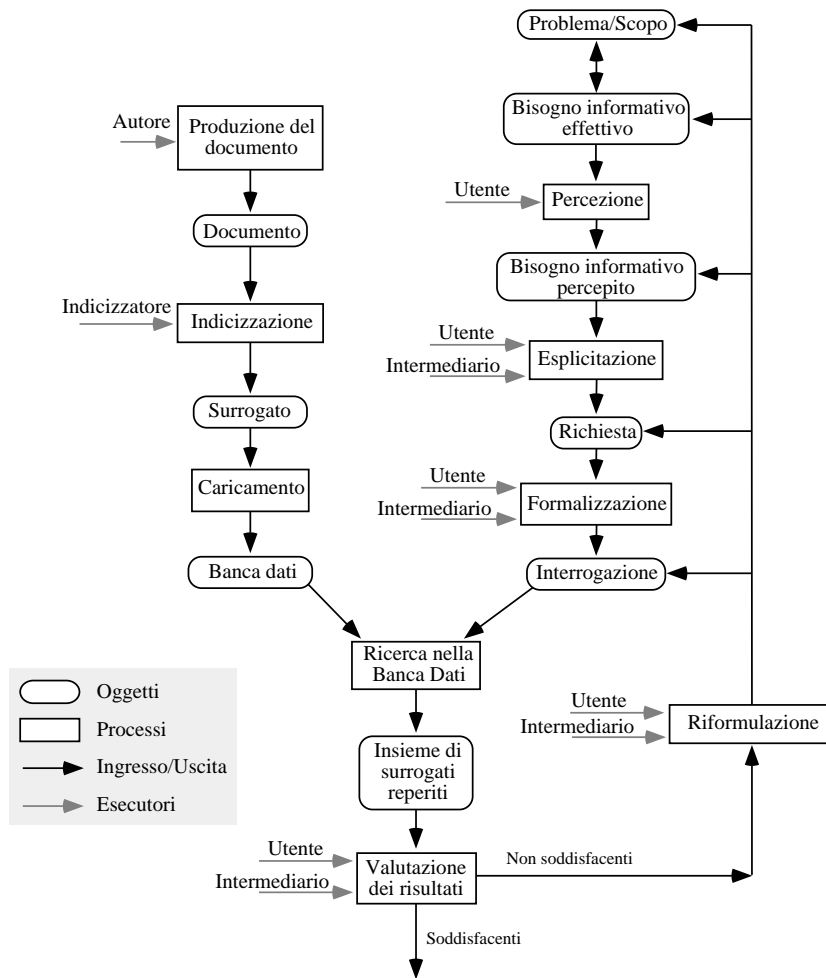


Figura 1.2: Modello dettagliato del RI.

percepito dall'utente (che chiamo *Bisogno Informativo Percepito*, BIP). Il BIP è inconscio, implicito nella mente dell'utente ed è il risultato della percezione che l'utente ha del BIE. Il processo di *percezione* è soggettivo e può dare origine a un BIP che rispecchi in modo più o meno corretto e completo il BIE, ossia il problema reale dell'utente. In seguito distinguerò quindi BIE e BIP, e talvolta parlerò in generale di BI.

Il BIP, come si è detto, è a livello inconsapevole o implicito; la sua *esplicitazione* è volta ad identificarne una rappresentazione esplicita, denominata *richiesta*. L'esplicitazione del BIP può essere più complessa di quanto sembri a prima vista: si pensi ad esempio al caso di un utente che non conosca la terminologia di un settore in cui sta ricercando informazioni. Il primo compito dell'intermediario è allora quello di aiutare l'utente ad esplicitare nel modo più corretto e completo possibile il suo BIP. Di solito, la richiesta è espressa in linguaggio naturale, scritto o orale, quindi facile da comprendere da parte dell'utente, ma non utilizzabile dal sistema per accedere alla banca dati.

È necessario quindi un processo di *formalizzazione*, che trasforma la richiesta in un'*interrogazione*, ossia una sequenza di comandi espressi nel linguaggio formale di interrogazione di quel particolare SRI. Tale trasformazione è solitamente effettuata dall'intermediario, al fine di evitare all'utente le difficoltà tecniche e pratiche connesse all'uso del SRI. La fase di formalizzazione comprende varie attività:

- intermediario e utente identificano il *contenuto concettuale* e la *struttura logica* della richiesta. Si tratta di (i) individuare i concetti presenti nella richiesta, ciascuno dei quali viene denominato *faccetta*, (ii) di esprimerli mediante un'opportuna terminologia, e di (iii) individuare la struttura logica della richiesta, espressa di solito mediante operatori logici (*and*, *or*, *not*) applicati alle faccette. Questa attività è denominata *concettualizzazione*;
- l'intermediario progetta la *strategia di ricerca*, ossia individua secondo quale impostazione debba essere organizzata la ricerca nella banca dati, quali concetti debbano essere ricercati per primi, secondo che modalità, quando debba intervenire una fase di valutazione dei risultati, e così via;
- l'intermediario seleziona le collezioni in cui effettuare la ricerca;
- l'intermediario, sulla base di strategia di ricerca, contenuto concettuale, struttura logica della richiesta (che sono espressi in una forma indipendente dal SRI su cui verrà poi effettuata la ricerca) e collezioni scelte genera l'interrogazione nel linguaggio del particolare SRI.

Quando l'interrogazione viene sottoposta al SRI, viene attivato un processo di *ricerca nella banca dati* dei surrogati che la soddisfano. I SRI oggi diffusi in commercio sono realizzati mediante i cosiddetti *indici invertiti*, che permettono, mediante la semplice specificazione di un dato termine (detto *termine di ricerca*), di accedere a tutti i surrogati che contengono quel termine.

Le tecnologie adottate per la realizzazione dei SRI sono varie e permettono diversi stili di interazione con i loro utilizzatori (utenti finali o intermediari); si veda [BC87] per una rassegna.

Spesso la prima formulazione dell'interrogazione non dà risultati soddisfacenti: ciò viene individuato nel processo di *valutazione dei risultati*, che viene effettuato insieme da utente e intermediario al fine di giudicare se i singoli documenti reperiti soddisfino il BI. Si può rendere quindi necessario un processo di ri-espressione del BIP, o di *reformulazione* (si veda [MC81]), che può essere anche iterato più volte fino a raggiungere l'obiettivo prefissato: in prima istanza l'identificazione di documenti potenzialmente utili per soddisfare il BIP, e in ultima analisi l'effettiva raccolta delle informazioni necessarie a risolvere il BIE che ha originato il BIP. L'intermediario interviene anche in questo processo, in quanto la fase di riformulazione avviene sotto il suo controllo. La riformulazione può avere anche un altro effetto, ossia aiutare l'utente a comprendere meglio il proprio BIP e quindi ad esprimerlo in modo più accurato. Le attività di percezione, esplicitazione, concettualizzazione, progettazione della strategia di ricerca e formalizzazione non sono quindi da ritenersi terminate una volta effettuata la formulazione della prima richiesta: esse continuano durante tutto il processo di riformulazione.

L'intermediario ha un ruolo essenziale per la buona riuscita della ricerca. Riassumendo quanto detto poc'anzi, si può dire che egli ha i compiti seguenti:

- aiutare l'utente ad esplicitare il BIP nella richiesta;
- tradurre la richiesta in interrogazione, e cioè:
 - aiutare l'utente a concettualizzare la richiesta, individuandone la struttura logica e il contenuto concettuale;
 - individuare la miglior strategia di ricerca;
 - selezionare le collezioni.
- aiutare l'utente a valutare i risultati;
- guidare l'utente durante la fase di riformulazione dell'interrogazione.

Inoltre l'intermediario provvede a proteggere l'utente da tutte le difficoltà tecniche legate all'utilizzo di un SRI. Per lo svolgimento di questi compiti l'intermediario ha a disposizione strumenti di ausilio alla ricerca contenenti conoscenze terminologiche sui domini trattati nelle banche dati, quali ad esempio thesaurus [Dan90], schemi di classificazione, vocabolari controllati, e soggetti. Inoltre l'intermediario conosce, almeno a grandi linee, i contenuti delle banche dati e i criteri utilizzati per l'indicizzazione dei documenti, si fa un'idea dell'utente con cui interagisce, sa organizzare l'intero processo di interazione fra utente e SRI, possiede alcune conoscenze sul dominio e sul particolare SRI utilizzato, conosce le tecniche più adatte per accedere alla banca dati, e ha buone capacità di interazione con gli utenti.

1.5 Problemi del reperimento delle informazioni

La disciplina del RI presenta numerosi problemi, dal punto di vista sia teorico sia sperimentale. Dal lato teorico, si riscontrano:

- la mancanza di una teoria formale del RI: nonostante vi siano alcune proposte alternative, il modello più diffuso è quello di figura 1.1. Ciò dipende senz'altro anche dalle difficoltà che si riscontrano nel caso più generale dell'informazione, viste nel paragrafo 1.2;
- il problema della *pertinenza*:³ il concetto di pertinenza è cruciale per il RI: l'obiettivo di un SRI è di reperire documenti *pertinenti*. Ma, nonostante la sua importanza, tale concetto non è ancora ben compreso.

Dal lato sperimentale, si hanno:

- le prestazioni inadeguate: chi ha provato a usare un SRI (o i cosiddetti *motori di ricerca* su Internet) ha potuto constatare di persona quanto le prestazioni dei SRI siano ben lontane dall'ideale;
- la mancanza di metodologie di valutazione associate: le misure di prestazione usuali (*richiamo* e *precisione*, dall'inglese *recall* e *precision*) non rispecchiano tutta la ricchezza dell'interazione fra utente e SRI, e la valutazione andrebbe inserita nel ciclo di implementazione di un SRI, al fine di ottenere oggettivi riscontri sulla bontà delle scelte progettuali effettuate.

A ciò va aggiunto il problema della *terminologia*: capita spesso di vedere termini usati in modo ambiguo (lo stesso termine per concetti differenti) o ridondante (più termini per lo stesso concetto), e le traduzioni dall'inglese all'italiano sono spesso scorrette.

Questi problemi derivano da svariate cause. I problemi di ordine teorico dipendono dalla carenza di una scienza dell'informazione: come illustrato nei paragrafi 1.2 e 1.3, vi sono dei problemi di base irrisolti, che hanno ripercussioni sulla giovane disciplina del RI. I problemi di ordine pragmatico sono dovuti a una serie di motivi:

- La difficoltà per l'utente di identificare ed esplicitare in modo adeguato il proprio BIP (ossia, la difficoltà a eseguire le operazioni di percezione, esplicitazione e concettualizzazione). Vari aspetti di questo problema fondamentale del RI sono stati identificati da diversi studiosi ed etichettati in vari modi: in [Tay68] si parla di *bisogno viscerale* (*visceral need*), in [BOB82a, BOB82b] di *stato di conoscenza anomalo* (*Anomalous State of Knowledge*, o ASK) e in [Ing92] di *bisogno confuso* (*muddled need*)

³Si osservi che il termine inglese *relevance* va tradotto in italiano con 'pertinenza' e non con 'rilevanza' (che, in realtà, significa 'importanza'), come spesso si fa: basta consultare un qualsiasi vocabolario inglese-italiano per convincersene.

e di *effetto etichetta* (*label effect*). I metodi che vengono usati per eliminare, o almeno limitare, le conseguenze di questo problema si basano in sostanza sull'interazione uomo-uomo (fra utente e intermediario), e gli intermediari capaci sono in grado di comprendere il BI dell'utente, il contesto in cui esso sorge, come cambia durante la ricerca, come la sua descrizione può mutare nel tempo, e così via.

- Il comportamento poco strutturato dell'utente durante la ricerca di informazione: egli può seguire strategie differenti, partire da vari punti e con obiettivi differenti. Ad esempio, l'utente può sapere dell'esistenza di alcuni documenti, o di alcuni autori; egli può conoscere qualche documento contenente (parecchie) indicazioni bibliografiche utili; egli può non avere bisogno di certi documenti potenzialmente utili perché già li conosce; egli può giudicare interessante un documento che non è pertinente all'argomento della ricerca ma è comunque utile per risolvere il suo problema.
- La scarsa conoscenza che l'intermediario e l'utente posseggono dei criteri usati per indicizzare i documenti, ossia le modalità con cui vengono scelte le parole chiave inserite nella descrizione del documento: a un certo termine possono essere attribuiti significati diversi, rendendo così più complicato il problema del reperimento dei documenti relativi a un certo BI. L'utente finale cioè non sa con esattezza come i concetti da lui cercati siano stati citati o descritti al momento dell'indicizzazione dei documenti. È ovvio quindi che accedendo al sistema in modo diretto, utilizzando come termini di ricerca solo quelli che l'utente finale specifica in una prima sintetica formulazione della sua richiesta, si ottengono dei risultati insoddisfacenti: è facile infatti ottenere documenti che contengono i termini di ricerca utilizzati in un contesto non attinente al bisogno informativo, oppure può accadere che non vengano estratti documenti utili semplicemente perché i riferimenti ai concetti di interesse in essi contenuti non sono espressi mediante i termini di ricerca utilizzati dall'utente, bensì in forma diversa (ad esempio mediante sinonimi, parafrasi o, peggio, mediante una o più frasi il cui significato fa riferimento indiretto ai concetti di interesse). Questo problema è noto come *problema del vocabolario* [FLGD87].
- Gli enormi volumi di dati archiviati: anche banche dati considerate di dimensioni non troppo grandi possono contenere parecchie decine di migliaia di documenti e banche dati di grandi dimensioni contengono diversi milioni di documenti. L'interrogazione relativa a una singola richiesta può portare quindi al reperimento di un numero eccessivo di documenti, di cui solo pochi risultano utili: è necessario quindi un dispendioso e difficile processo di analisi e affinamento del BI, che molto spesso non può essere svolto per limiti di tempo o di denaro.
- L'eterogeneità dei documenti contenuti in una banca dati: essi possono riguardare argomenti diversi, più o meno correlati fra di loro, trattati a

differenti livelli di specificità e con vari gradi di completezza. Ciò rende in pratica impossibile conoscere (da parte sia dell'intermediario sia dell'utente abituale) il contenuto di una banca dati, se non in modo approssimativo, e porta anche a una maggiore incoerenza di indicizzazione e al reperimento di documenti non attinenti.

È chiaro che la soluzione di guidare le operazioni di reperimento mediante la ricerca e successiva combinazione booleana dei termini di ricerca (la soluzione adottata nei SRI standard) non è adeguata a risolvere i problemi appena citati ed è invece preferibile un metodo che tenga conto della semantica dei documenti e delle richieste formulate dagli utenti del sistema. È proprio questo il motivo per cui gli utenti finali sono di solito costretti a ricorrere a un intermediario. Questa soluzione d'altro canto è insoddisfacente per almeno tre motivi:

- È costosa e impraticabile su larga scala (e, vista la diffusione del RI e delle banche dati, questa è una limitazione pesante).
- Non sempre permette il contatto diretto tra utente e banca dati. Talvolta ciò può essere positivo, ma in altri casi può risultare un serio ostacolo per l'utente [Bat90].
- Comunque l'intermediario è soggetto ad alcune limitazioni intrinseche alla propria natura umana: non può conoscere tutti i potenziali domini di interesse, può non essere aggiornato sugli ultimi cambiamenti intervenuti in quella particolare banca dati e sul linguaggio di interrogazione del SRI, può dimenticarsi dell'esistenza di strumenti di ricerca opportuni, e così via.

Pertanto, l'obiettivo di trasferire a un agente artificiale informatizzato almeno alcune funzioni dell'intermediario riveste un notevole interesse dal punto di vista sia teorico sia applicativo ed è stato uno degli obiettivi principali del settore del RI, in quanto può fornire concreti e utili strumenti per facilitare il reperimento di informazioni in grado di soddisfare i bisogni informativi degli utenti. Nello sviluppo di tali interfacce un ruolo rilevante è rivestito dalle tecniche di intelligenza artificiale, mediante le quali è possibile modellare i ragionamenti e le conoscenze utilizzati da un intermediario di ricerca.

1.6 Obiettivi della tesi e contributi originali

In questa tesi affronto i problemi irrisolti del RI descritti all'inizio del paragrafo precedente, dal lato sia teorico sia sperimentale, nella convinzione che in un settore così giovane debba esserci una sinergia fra le ricerche teoriche e quelle sperimentali. I contributi originali alla disciplina del reperimento delle informazioni contenuti in questa tesi sono numerosi, e testimoniati dalle pubblicazioni indicate:

- Una formalizzazione teorica del problema del RI e dei concetti di informazione, bisogno informativo e pertinenza [Miz96a, Miz96d] (il primo di questi lavori è stato premiato con il “CoLIS2 Young Scientist Award” quale migliore lavoro presentato da un giovane autore a tale conferenza), anche sulla base di alcune riflessioni di natura epistemologica sul concetto di conoscenza in intelligenza artificiale [Miz95a].
- Un’analisi approfondita del concetto di pertinenza, la proposta di un modello formale per individuare i vari tipi di pertinenza nel settore del RI [Miz95b, Miz96b, Miz96c, Miz97a] e, su tali basi, una classificazione completa, assente in letteratura, dei lavori pubblicati negli ultimi decenni su questo argomento [Miz96f, Miz97b].
- L’implementazione del prototipo FIRE, un SRI basato su tecniche di rappresentazione delle conoscenze che interagisce direttamente con l’utente, sostituendosi all’intermediario [BMT95, Miz94a].
- La valutazione sperimentale del prototipo FIRE, mediante un esperimento progettato con l’obiettivo di considerare anche le problematiche dell’interazione utente-sistema e la soddisfazione dell’utente [BMT96a, BMT96b, BMT96c].
- La proposta, la parziale implementazione e la parziale valutazione di alcune migliorie al prototipo FIRE, basate sui risultati della valutazione e sull’analisi teorica di informazione, bisogno informativo e pertinenza.
- Un glossario contenente una proposta di sistemazione della terminologia usata nel settore.

1.7 Struttura della tesi

Questa tesi è divisa in due parti:

- Parte I *Analisi teorica*, in cui si affrontano le tematiche teoriche. È divisa in tre capitoli:
 - *capitolo 2: Una teoria epistemica del reperimento delle informazioni*, in cui si descrive una formalizzazione teorica del RI da un punto di vista epistemico-cognitivo;
 - *capitolo 3: La pertinenza*, in cui si illustra una classificazione formale dei vari tipi di pertinenza;
 - *capitolo 4: Storia della pertinenza*, in cui, sulla base del capitolo precedente, si presenta una classificazione completa, assente in letteratura, dei lavori sulla pertinenza pubblicati nel passato.
- Parte II *Sperimentazione*, in cui si descrive il lavoro sperimentale svolto. È divisa in tre capitoli:

- *capitolo 5: Interfacce intelligenti per il reperimento delle informazioni*, in cui si illustra il settore delle interfacce intelligenti per il RI, ossia sistemi che utilizzano tecniche di intelligenza artificiale e interagiscono con l'utente supportandolo nell'attività del RI;
- *capitolo 6: Il prototipo FIRE*, in cui si descrivono architettura e funzionamento di FIRE, un prototipo di interfaccia intelligente per il RI, con particolare attenzione alla componente di FIRE in cui sono rappresentate le conoscenze di un intermediario di ricerca;
- *capitolo 7: La valutazione*, in cui si descrivono i problemi della valutazione dei SRI e si presenta l'esperimento di valutazione del prototipo FIRE.

Vi sono inoltre un capitolo di conclusioni (capitolo 8) che riassume il lavoro svolto e delinea gli sviluppi futuri originati dalle ricerche descritte in questa tesi e, in appendice, un glossario contenente una proposta di sistemazione della terminologia del settore.

Parte I

Analisi teorica

Capitolo 2

Una teoria epistemica del reperimento delle informazioni

Una teoria rigorosa dell'informazione non esiste ancora. Qua e là se ne può scorgere qualche elemento isolato: alcuni elementi sono in sé compiuti, ma è difficile integrarli in un tutto coerente. Si può dunque dire che non vi è un consenso generale sulle premesse, implicite o esplicite, da assumere a fondamento della teoria.

[Bro80a, pag. 125]

2.1 Una teoria del reperimento delle informazioni

È ben nota l'importanza, o meglio la necessità, di una teoria formale per una disciplina che voglia essere considerata una scienza. La disciplina del RI ha ormai più di quarant'anni, ma a tutt'oggi è priva di una struttura formale. Questa carenza è stata notata più volte in passato, ma è solo negli ultimi dieci anni che un consistente numero di ricercatori ha affrontato il problema. Primo fra tutti, van Rijsbergen [vR86a, vR86b] ha suggerito di utilizzare la *logica matematica* per descrivere il concetto di *pertinenza*, centrale nel RI: un documento d è pertinente a un'interrogazione q se $d \rightarrow q$ (dove \rightarrow è l'implicazione logica).

A partire dal lavoro pionieristico di van Rijsbergen, numerosi sono stati i tentativi di dare una descrizione formale del RI usando vari tipi di logica, la teoria delle probabilità, la teoria delle situazioni, e così via. Fra i lavori più importanti in questa direzione si possono ricordare:

- Nie [Nie89] suggerisce di usare la logica modale invece della logica classica, e di considerare anche l'implicazione inversa $q \rightarrow d$.
- Meghini, Sebastiani, Straccia e Thanos [MSST93, Seb94] usano la logica terminologica per rappresentare documenti e interrogazioni per mezzo dei termini che li e le compongono.

- Bruza, Huibers, Lalmas e van Rijsbergen [BH94, HLvR96, Lal96, vRL96] adottano la teoria delle situazioni [Bar89, BP83b, Dev91], talvolta affiancandola alla teoria dell'attestabilità (*evidence theory*)¹ [Dem68, Sha76], come quadro di riferimento per modellare il RI.
- Crestani e van Rijsbergen [CvR95a] propongono di usare la tecnica dell'*imaging*, sviluppata nell'ambito della logica condizionale [HSP81].
- Nie, Lepage e Brisebois [NBL95] non definiscono la pertinenza come una relazione fra documento e interrogazione, ma propongono, utilizzando una logica controfattuale, una definizione che consideri anche altri fattori quali la conoscenza che l'utente ha dell'argomento della ricerca, l'uso che egli intende fare dell'informazione ricevuta, e così via.
- Amati, Georgatos e van Rijsbergen [AvR96, AG96] adottano un'impostazione che sottolinea l'importanza della probabilità e della teoria dell'informazione [Lon80] rispetto alla logica.
- Chiaramella e Chevallet [CC96, Che92] suggeriscono di usare i grafi concettuali di Sowa per modellare la pertinenza ad un livello più semantico.

Tutti questi lavori (si veda anche [LB96] per una sintesi) si basano comunque sui concetti di documento e interrogazione. A mio avviso è invece necessario partire da concetti più fondamentali, quali *stati di conoscenza* dell'utente, *informazione* e *BI (bisogno informativo)*. Essi sono senz'altro meno osservabili di, ad esempio, termini e documenti, ma sono secondo me il corretto punto di partenza per poter dare le definizioni di base mancanti e devono essere inclusi in una teoria che voglia andare oltre agli aspetti puramente sintattici dell'informazione: termini e documenti dovrebbero essere i punti di arrivo di una teoria del RI e non i punti di partenza, come di solito si fa.

In questo capitolo propongo dunque una descrizione formale che si affianca ai precedenti lavori e si differenzia da essi in quanto si colloca a un livello più cognitivo, partendo dagli stati di conoscenza dell'utente e non da documenti e interrogazioni. L'importanza, l'utilità e l'efficacia del punto di vista cognitivo nel settore del reperimento delle informazioni [Ing92] sono unanimemente riconosciuti e testimoniati, ad esempio, da risultati quali i modelli MONSTRAT e MEDIATOR, che qui eviterò di illustrare nei particolari.

2.2 Uno scenario cognitivo

In questo paragrafo introduco e definisco alcuni concetti (*agenti cognitivi*, *stati epistemici*, *elementi epistemici*, *transizioni* fra stati epistemici e *inferenze*), che verranno utilizzati nel resto del capitolo.

¹Seguo la traduzione proposta da Andrea Sgarro [Sga96].

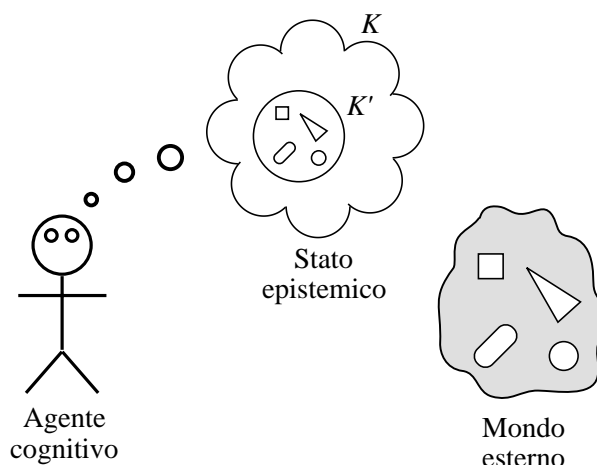


Figura 2.1: Agente, SE, mondo e sua rappresentazione.

2.2.1 Agenti, stati epistemici ed elementi epistemici

Supponiamo che il mondo sia popolato da *agenti cognitivi* (da qui in poi semplicemente *agenti*), che ogni agente posseda uno *stato epistemico* (SE), o stato di conoscenza, e che sia possibile separare un agente e il suo SE dal *mondo 'esterno'* (da qui in poi *mondo*), qualsiasi cosa esso sia. Tramite il suo sistema di percezione, un agente *percepisce* il mondo (o meglio una porzione del mondo), e la rappresenta nel suo SE. La parte dello SE che corrisponde alla porzione del mondo è detta *rappresentazione* della porzione nello SE, e può essere più o meno corretta (ossia ciò che contiene corrisponde in modo fedele a qualche oggetto del mondo) e completa (cioè, ogni aspetto del mondo è tenuto in considerazione). Un agente, sulla base del suo SE, può *agire* nel mondo. La figura 2.1 illustra intuitivamente questa situazione: l'agente percepisce una porzione del mondo e lo rappresenta in K' , un sotto-SE del suo SE K .

Ogni SE è una collezione di componenti atomiche, denominate *elementi epistemici* (EE). Ogni SE può quindi essere visto come un *insieme* di EE; in seguito userò la simbologia usuale della teoria degli insiemi: \in (appartenenza), \subseteq (inclusione), \setminus (differenza), \emptyset (insieme vuoto), \cup (unione), \cap (intersezione), e così via, con l'usuale significato esteso a SE ed EE. Allo stesso modo, parlerò di sotto-SE per indicare una collezione di EE contenuta in un'altra. Inoltre, indicherò con K (ed eventuali indici o apici) gli SE.

Per avere un'immagine più concreta di SE ed EE, si può pensare a parecchie alternative. Ad esempio:

- Teorie logiche (ossia insiemi di formule logiche) [GN87];
- Reti semantiche [Sow91];
- Insiemi di credenze (*beliefs*) [GN87];
- Situazioni [BP83b, Dev91, Dre81], si veda anche [Bru93, vRL96];

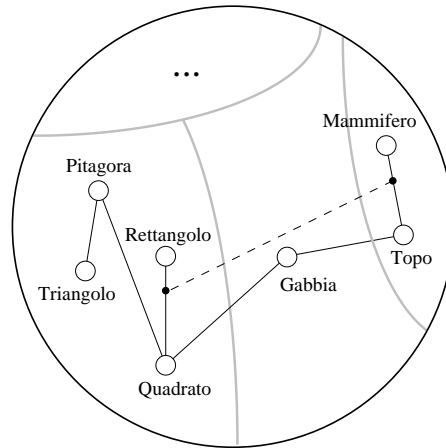


Figura 2.2: Legami fra e partizioni di SE.

- Modelli ricorsivi [Miz94b, Miz96e, Miz97c];
- Menti e idee [Bat77, Bat84, BB89].

Io non assumerò una posizione di preferenza per alcuna di queste alternative; cercherò anzi di rimanere a un livello di astrazione abbastanza elevato per comprenderle tutte.

Analizziamo più in particolare uno SE. Qualsiasi cosa SE ed EE siano, io supporrò che SE ed EE siano collegati da *legami*, in maniera simile a quanto avviene nei sistemi per il mantenimento della coerenza (*Truth Maintenance Systems*, o TMS) [Doy79] o nei modelli ricorsivi [Miz94b, Miz96e, Miz97c]. Ciò significa che uno SE può essere ripartito in sotto-SE, e che ogni partizione contiene gli EE collegati più strettamente. Si veda ad esempio la figura 2.2: gli EE che riguardano, diciamo, la geometria euclidea (quali i concetti di triangolo, quadrato, teorema di Pitagora, e così via) e gli EE riguardanti, diciamo, i mammiferi appartengono a due partizioni differenti. Queste partizioni, oltre a essere soggettive, non sono né assolute né nette, in quanto è praticamente sempre possibile trovare una catena di legami fra due SE (o EE): è una situazione *fuzzy*. Ad esempio, è possibile collegare un mammifero con un quadrato tramite gli EE riguardanti topi e gabbie. Inoltre, gli stessi legami devono essere considerati come un caso particolare di EE, in modo da potersi avere legami fra legami (e così via), come quello rappresentato in figura dalla linea tratteggiata (che collega due legami ‘isa’). Infine, le partizioni e i legami sono con ogni probabilità dinamici, e variano a seconda del contesto: è come se ci fosse uno strato di partizioni statico a un livello inferiore e a seconda del contesto (e quindi in modo dinamico) si scegliesse fra di esse la ‘vista’ più appropriata.

Lo scenario esposto finora è adottato in molti campi, ad esempio: intelligenza artificiale (sotto l’etichetta “logicismo” [GN87, Nil91]), semantica delle situazioni [Dev91], scienza cognitiva [Bar90, Gar87] e interazione uomo-calcolatore [DFAB93]. Questo scenario è criticabile sotto parecchi punti di

vista (si veda ad esempio [Bir91, MV92, Miz95a]) ma, come si vedrà fra poco, esso risulta utile per descrivere in modo formale l'interazione fra un utente e un sistema per il RI. Quindi, deve essere inteso come un'utile ipotesi di lavoro, e non come una verità assoluta; per brevità, eviterò di analizzare le numerose implicazioni filosofiche di queste problematiche. Inoltre, siccome le uniche componenti di un agente che interessano qui sono gli SE, assumerò che i sistemi di percezione di agenti differenti siano simili, anche se questa è ovviamente un'assunzione impegnativa.

2.2.2 Transizioni fra stati epistemici

Lo SE di un agente cambia con il passare del tempo. Quando ciò accade, dirò che ha avuto luogo una *transizione* fra uno SE iniziale K^I e uno stato finale K^F . Queste transizioni possono avvenire per due motivi differenti:

- Per inferenza (interna): l'agente ragiona, riflette e modifica il suo SE senza alcun ingresso dal mondo. Questo tipo di transizione è denominata *transizione inferenziale* ed è l'unico tipo di transizione che si può avere in un agente senza sistema di percezione.
- Per ricezione di informazioni: l'agente percepisce qualcosa (un dato, vedi oltre) attraverso il suo sistema di percezione, e ciò porta a una modifica del suo SE (ossia una transizione in un altro SE). Questo tipo di transizione è denominata *transizione non-inferenziale*. Il dato che causa una transizione non-inferenziale *porta* informazione. Si noti che qualsiasi cosa può essere un dato, anche nulla (ossia nessuna ricezione dal mondo), perché niente è diverso da qualcosa, e quindi può portare informazione [Bat77, Bat84]. Questo è il motivo per distinguere un'inferenza da un dato nullo.

La modifica che si ha nello SE durante una transizione può essere modellata da ciò che viene aggiunto allo SE (un sotto-SE indicato con K^+) e da ciò che viene rimosso (K^-). In figura 2.3 i due SE K^I (iniziale) e K^F (finale) sono rappresentati da cerchi, il sotto-SE K^+ aggiunto allo SE dal piccolo semicerchio bianco sul bordo di K^F , il sotto-SE rimosso K^- dal piccolo semicerchio nero e la transizione fra i due SE da una freccia etichettata con il dato corrispondente d (o da 'infer' se si tratta di una transizione inferenziale). Infine, a ogni SE è associato un istante di tempo (in figura, t_I e t_F sono rispettivamente gli istanti di tempo di K^I e K^F). Si noti che, oltre ad aggiungere nuovi EE (K^+), un dato o un'inferenza possono anche causare la rimozione di un sotto-SE (K^-): ciò accade, per esempio, quando un fatto è ritenuto vero nello SE precedente una transizione e falso nello SE seguente: gli EE che rappresentano la veridicità sono rimossi e gli EE che rappresentano la falsità aggiunti.

È importante notare che una transizione non-inferenziale fra due SE non è mera accumulazione di conoscenza. Le ricerche nel settore della revisione di credenze (*belief revision*) [AGM85, Gär88, KM91] si occupano di questo argomento. Vengono definiti tre tipi di transizioni: *espansione* (pura aggiunta

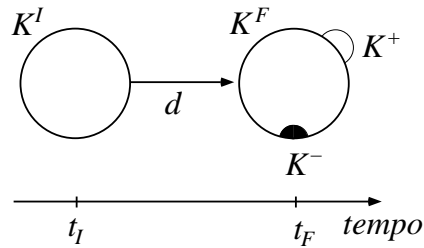


Figura 2.3: SE iniziale e finale di una transizione.

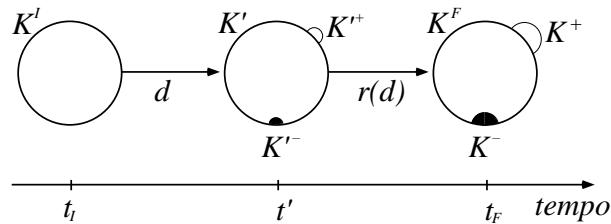


Figura 2.4: Transizioni di percezione e di ristrutturazione.

a uno SE), *contrazione* (rimozione di qualche EE) e *revisione* (modifica, ossia una contrazione seguita da una espansione). Tutti e tre i tipi di transizione devono mantenere alcune condizioni sugli SE: *coerenza* (un agente non può credere sia un fatto sia la sua negazione) e *onniscienza logica* (un agente crede tutte le conseguenze logiche di quello in cui crede). Parecchie riflessioni potrebbero essere effettuate su queste problematiche (ad esempio, se la coerenza e l'onniscienza logica non siano delle richieste troppo forti), ma esse ci porterebbero troppo lontano. Ciò che è importante notare è la necessità di un'operazione di ristrutturazione dello SE dopo la ricezione di un dato. Sulla base dello scenario presentato finora, questo viene spiegato per mezzo dei legami: gli EE collegati con gli EE aggiunti o rimossi saranno modificati a loro volta, in modo ricorsivo.

Quindi, la transizione non-inferenziale causata da un dato d può essere divisa in due componenti (si veda la figura 2.4):

- una prima transizione *di percezione* (etichettata con il dato d in figura) in cui il dato è percepito e qualche EE è immediatamente aggiunto a (o rimosso da) K^I , ottenendo così K' ;
- una seconda transizione *di ristrutturazione* (etichettata con $r(d)$, che sta per 'ristrutturazione causata dal dato d ') in cui l'operazione di ristrutturazione ha luogo e gli EE collegati con gli EE aggiunti (K'^+) o rimossi (K'^-) vengono interessati.²

²Naturalmente, ci sono i problemi di: (i) capire quando termina una transizione di percezione e comincia quella di ristrutturazione e (ii) riuscire distinguere fra i due tipi di

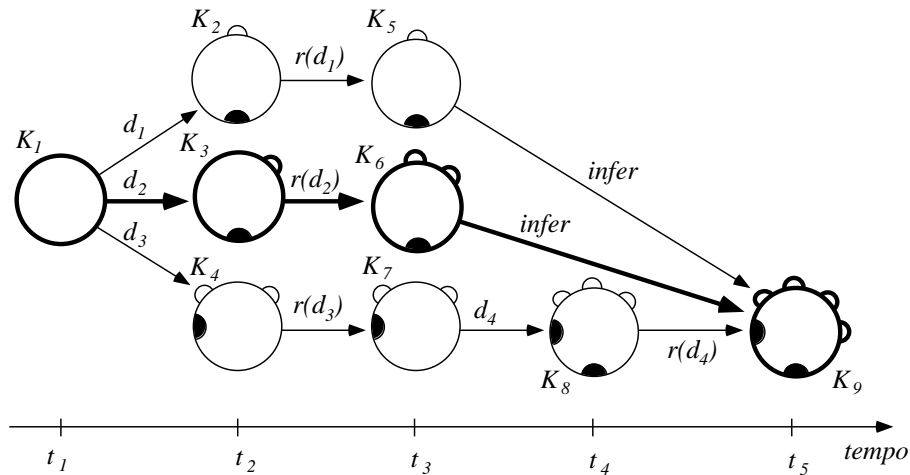


Figura 2.5: Una rete di SE.

In ogni modo, la modifica dello SE può essere completamente rappresentata da K^+ e K^- e quindi talvolta tratterò una transizione non-inferenziale come una transizione atomica.

Sulla base degli SE e delle transizioni, è possibile immaginare una *rete degli SE possibili* di un agente (alla Kripke [HC68]): i nodi della rete sono gli SE, fra cui alcuni reali (ossia prima o poi effettivamente SE dell'agente) e altri solo plausibili (che non diventano mai dell'agente, sebbene ciò possa in teoria accadere); gli archi della rete sono le transizioni da uno SE a un altro. La figura 2.5 rappresenta alcune transizioni fra possibili SE: gli SE e le transizioni sono plausibili, ma solo un cammino fra K_1 e K_9 è seguito nella realtà, ad esempio quello indicato con le linee più spesse, mentre gli altri SE rimangono solo plausibili.

Nei prossimi tre paragrafi, lo scenario descritto finora (SE, EE, legami, transizioni, K^+ , K^- e reti di SE) viene utilizzato per analizzare e meglio comprendere tre concetti centrali del RI: informazione, BI e pertinenza.

2.3 Informazione

In questo paragrafo propongo una definizione di informazione sulla base dei concetti introdotti in precedenza. Questa definizione consentirà di distinguere fra dati, conoscenza, informazione e significato, di discutere il problema della soggettività dell'informazione e di analizzare in modo più approfondito la natura degli SE.

2.3.1 Dati, conoscenze e informazioni

Assumiamo che la *conoscenza* esista solo all'interno degli SE.

transizione. Non indagherò su questi problemi.

Un *dato* è un'entità del mondo fisico che, una volta percepito da un agente, porta a una transizione non-inferenziale: lo SE dell'agente cambia da K^I a K^F , e il dato ha portato *informazione*.

Su queste basi, è possibile definire l'informazione portata da un dato in (almeno) due modi:

- in modo *oggettivo*, per cui l'informazione è inerente, contenuta nel dato;
- in modo *soggettivo*, o *contestuale*, per cui l'informazione non è inerente nel dato, ma dipende anche dallo SE dell'agente.

Qui scelgo la seconda alternativa: nelle figure 2.3 e 2.4, l'informazione portata dal dato d nella transizione fra K^I e K^F è definita come la coppia ordinata $\langle K^+, K^- \rangle$, un modo di esprimere la *differenza* fra i due SE K^I e K^F . Si noti che usando la differenza insiemistica \setminus si ha

$$\langle K^+, K^- \rangle = \langle K^F \setminus K^I, K^I \setminus K^F \rangle.$$

Quindi, lo SE ha un ruolo fondamentale in un agente che riceve dati: l'informazione ricevuta dipende dall'agente, e si dovrebbe dire che un dato è 'interpretato' (non 'ricevuto') da un agente sulla base del suo SE. Per dare una definizione formale di informazione, è necessario definire una funzione di *interpretazione*:

$$int: Dati \times SE \rightarrow SE$$

che, dati come argomenti un dato e uno SE, assume come valore lo SE che risulta dalla transizione. Sulla base di quanto detto nel paragrafo 2.2.2 (si veda la figura 2.4), questa funzione può essere scomposta nelle due componenti (percezione e ristrutturazione)

$$perc: Dati \times SE \rightarrow SE$$

$$ristr: Dati \times SE \rightarrow SE$$

nel modo seguente:

$$int(d, K) = ristr(d, perc(d, K)).$$

Utilizzando la funzione *int*, l'informazione che un dato d porta a un agente nello SE K^I può essere definita come

$$Info(d, K^I) = \langle K^+, K^- \rangle = \langle int(d, K^I) \setminus K^I, K^I \setminus int(d, K^I) \rangle.$$

Anche Bateson [Bat77, Bat84, BB89] e Brookes [Bro80a] definiscono l'informazione come una differenza, ma in modo leggermente diverso da quello proposto qui. Secondo Bateson, l'unità di informazione è la più piccola differenza che può generare una differenza: sulla base delle definizioni precedenti, la differenza di Bateson è un dato percepito (o percepibile). Brookes propone nella sua "Equazione fondamentale" della scienza dell'informazione

$$K[S] + \Delta I = K[S + \Delta S]$$

che “l’informazione è un piccolo bit di conoscenza”: una “struttura di conoscenza” $K[S]$ viene modificata dall’informazione ΔI in una nuova struttura di conoscenza $K[S + \Delta S]$. La proposta di Brookes è più simile alla mia rispetto alla proposta di Bateson, ma è comunque differente: conoscenza e informazione di Brookes sono misurate con le stesse unità di misura, e questo non è vero per l’informazione definita qui.

Si noti che il *significato* di un dato può essere definito in modo analogo all’informazione: in figura 2.4, il significato del dato d può essere definito come

$$\text{Significato}(d, K^I) = \langle K^{I+}, K^{I-} \rangle = \langle \text{perc}(d, K^I) \setminus K^I, K^I \setminus \text{perc}(d, K^I) \rangle.$$

L’adozione di una definizione di informazione soggettiva ha le seguenti due giustificazioni:

- Lo stesso dato può portare informazioni differenti. Ad esempio, se il dato è un enunciato in qualche linguaggio, un agente che comprende questo linguaggio può ottenerne informazioni, mentre un agente che non lo comprende non può. Inoltre, anche un singolo *bit* (ossia un dato atomico, come 0/1, vero/falso, acceso/spento) può portare un’enorme quantità di informazione ad un agente in un opportuno SE, cioè uno SE con un’alta conoscenza ‘potenziale’ (prendendo a prestito il termine dalla fisica), nel quale un singolo bit scatena una serie di transizioni con una grande differenza fra lo SE iniziale e quello finale. Infine, lo stesso dato può portare informazioni differenti non solo a due agenti distinti, ma anche allo stesso agente in due istanti di tempo differenti (se gli SE dell’agente sono diversi nei due istanti di tempo).
- Due dati differenti possono portare le stesse informazioni. Ad esempio, la stessa frase enunciata in due linguaggi differenti porta le stesse informazioni a un agente che comprende entrambi i linguaggi (e sa che il parlante li parla entrambi!); un numero espresso in differenti formati (8, VIII, 10_8 , 1000_2 , 20_4) porta la stessa informazione a un agente non ‘sensibile’ alla rappresentazione; un documento scritto con due differenti tipi di carattere (o con differenti grafie) porta la stessa informazione ad un agente che non noti tali differenze. Va però notato che, *potenzialmente* due dati differenti possono sempre portare informazioni differenti: due dati differenti portano *sempre* informazioni *potenziali* differenti, anche se l’informazione attuale è la stessa.

Nonostante la evidente soggettività dell’informazione, nella vita di tutti i giorni lo stesso dato porta talvolta, se non spesso, la stessa informazione ad agenti differenti. Ciò può essere giustificato da due considerazioni:

- Gli SE degli agenti che popolano il mondo reale (per la maggior parte esseri umani) sono simili per motivi genetici e sociali.³ In questo modo, diventa possibile parlare di informazione ‘potenziale’, e questa è

³Questo è meno vero se consideriamo persone di culture differenti, ad esempio europei e

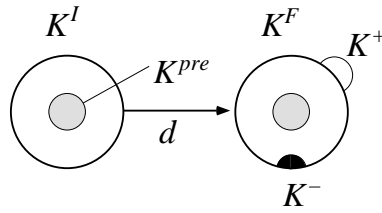


Figura 2.6: L'interpretazione di un dato non dipende dall'intero SE.

probabilmente una delle ragioni per cui abbiamo una *Teoria dell'Informazione* [Lon80], che dovrebbe forse essere denominata *teoria dei dati*, o *della trasmissione dell'informazione*, in cui l'informazione è oggettiva.

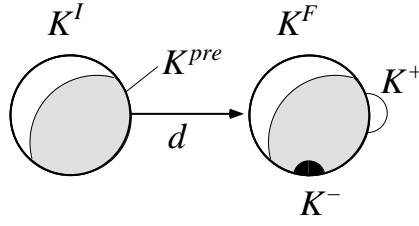
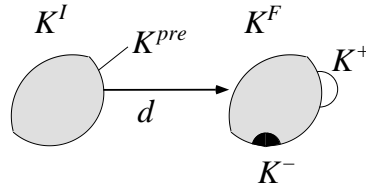
- L'informazione ricevuta per mezzo di un particolare dato non dipende dall'intero SE iniziale di un agente, ma solo da un sotto-SE, e quindi la soggettività è meno evidente (mentre è in pratica impossibile che due agenti differenti abbiano SE identici, è più probabile che si riescano a trovare due sotto-SE degli SE dei due agenti quantomeno simili). Questo punto è ripreso nel prossimo paragrafo.

2.3.2 Stato epistemico propedeutico

Esiste quindi un sotto-SE, che chiamo SE *propedeutico* (indicato con K^{pre}), tale che l'informazione ricevuta dall'agente non cambierebbe se lo SE dell'agente cambiasse, ma senza modifiche a K^{pre} , né se lo SE dell'agente fosse solo K^{pre} invece dello SE completo. Vediamo un esempio. Si consideri un agente che crede una versione errata del teorema di Pitagora (ad esempio $a^2 + b^2 > c^2$, invece della ben nota versione corretta $a^2 + b^2 = c^2$). Quando l'agente riceve la dimostrazione della versione corretta del teorema (un dato), il suo SE cambia di conseguenza. Con riferimento alla figura 2.6 (in cui la transizione non-inferenziale è trattata come una transizione atomica), si ha che: K^I è lo stato iniziale dell'agente; d è la dimostrazione della versione corretta del teorema; K^{pre} (il cerchio grigio in figura) è lo SE propedeutico e rappresenta le nozioni di triangolo, quadrato, e così via, necessarie per comprendere la dimostrazione del teorema; e infine K^- è il sotto-SE rappresentante la versione errata del teorema. Ovviamente, lo SE dell'agente può contenere altri EE oltre a K^+ , K^- e K^{pre} , ma ciò non è importante in questo esempio.

Da un punto di vista intuitivo, è possibile caratterizzare K^{pre} facendo riferimento a ciò che l'utente di un sistema per il RI deve fare con le informazioni ricevute (chiamato *work task or interest* in [Ing92, BI96, Ing96], *task* in [Miz95b, Miz96c, Miz96f, Miz97b] e *compito* nel prossimo capitolo). K^{pre} di-

asiatici, o differenti tipi di agenti, ad esempio esseri umani e calcolatori. Per inciso, questa potrebbe essere la spiegazione delle difficoltà incontrate in informatica, in particolar modo in intelligenza artificiale: una grande differenza fra gli SE dei due tipi di agenti, esseri umani e calcolatori.

Figura 2.7: K^{pre} contiene K^- .Figura 2.8: L'informazione portata da d dipende solo da K^{pre} .

pende dalle intenzioni dell'agente, dai suoi scopi e obiettivi: tutto ciò seleziona un sotto-SE dello SE iniziale e porta K^{pre} all'attenzione dell'agente. In modo più formale, dato uno SE iniziale K^I , uno SE finale K^F e una transizione etichettata con un dato d , K^{pre} viene definito (usando la funzione int) come uno SE tale che:

1. $K^{pre} \subseteq K^I$;
2. $Info(d, K^I) = Info(d, K^{pre})$;⁴
3. K^{pre} è minimale, ossia $\nexists K' \subseteq K^{pre}$ tale che valga la proprietà 2 precedente.

Si noti che sulla base di questa definizione si ottiene una restrizione su K^- e K^{pre} : $K^- \subseteq K^{pre}$ (con caso particolare $K^- = \emptyset$). Ciò significa che il sotto-SE rimosso deve essere una parte dello SE propedeutico, e ciò sembra ragionevole. La figura 2.6 dovrebbe essere quindi modificata come in figura 2.7. Inoltre, la figura 2.8 illustra come l'informazione portata da un dato dipenda solo da K^{pre} .

Se scomponiamo la transizione inferenziale nelle transizioni di percezione e di ristrutturazione, la situazione si fa più complicata. Lo SE propedeutico K^{pre} cambia dopo la ricezione di d , come illustrato in figura 2.9: K_1^{pre} (area grigio chiaro) è lo SE propedeutico per la transizione di percezione, K_2^{pre} (area

⁴Ossia,

$$\langle int(d, K^I) \setminus K^I, K^I \setminus int(d, K^I) \rangle = \langle int(d, K^{pre}) \setminus K^{pre}, K^{pre} \setminus int(d, K^{pre}) \rangle.$$

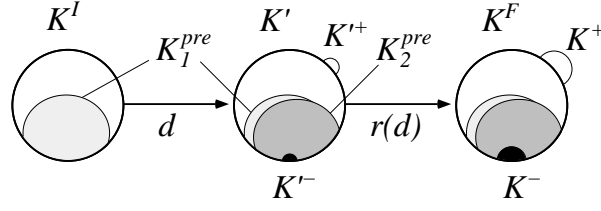


Figura 2.9: K^{pre} nelle transizioni di percezione e ristrutturazione.

grigio scuro) lo è per la transizione di ristrutturazione e lo stato propedeutico per l'intera transizione è $K^{pre} = K_1^{pre} \cup K_2^{pre}$. Le precedenti condizioni 1–3 valgono per questo K^{pre} e condizioni analoghe possono essere definite (usando le funzioni *perc* e *ristr*) per ognuna delle due transizioni:

- 1₁. $K_1^{pre} \subseteq K^I$;
- 2₁. $Significato(d, K^I) = Significato(d, K^{pre})$,⁵
- 3₁. K_1^{pre} è minimale, ossia $\nexists K \subseteq K_1^{pre}$ tale che valga la proprietà 2₁ precedente.
- 1₂. $K_2^{pre} \subseteq K^I$;
- 2₂. $\langle restr(d, K^I) \setminus K^I, K^I \setminus restr(d, K^I) \rangle = \langle restr(d, K_2^{pre}) \setminus K_2^{pre}, K_2^{pre} \setminus restr(d, K_2^{pre}) \rangle$;
- 3₂. K_2^{pre} è minimale, ossia $\nexists K \subseteq K_2^{pre}$ tale che valga la proprietà 2₂ precedente.

2.4 Bisogno informativo

Il concetto di (BI) è stato studiato per anni da parecchi studiosi, fra cui:

- Mackay [Mac60] ha parlato di “incompleteness of the picture of the world”, “inadequacy in what we may call his [the agent’s] ‘state of readiness’ to interact purposefully with the world around him in a particular area of interest”;
- Taylor [Tay68] ha distinto fra “visceral, conscious, formalized and compromised information need”, individuando quattro livelli di formazione della domanda;

⁵Ossia,

$$\langle perc(d, K^I) \setminus K^I, K^I \setminus perc(d, K^I) \rangle = \langle perc(d, K_1^{pre}) \setminus K_1^{pre}, K_1^{pre} \setminus perc(d, K_1^{pre}) \rangle.$$

- O'Connor [O'C68] ha notato la natura ambigua del concetto di BI;
- Belkin, Oddy e Brooks [BOB82a, BOB82b] hanno parlato di ASK, acronimo per "Anomalous State of Knowledge" (stato anomalo di conoscenza);
- Ingwersen [Ing86, Ing92] ha coniato due acronimi "alla ASK", ISK (per stato di conoscenza incompleto, "Incomplete State of Knowledge") e USK (per stato di conoscenza incerto, "Uncertain State of Knowledge"), unificando questi tre acronimi in un concetto comune. Egli ha inoltre proposto una distinzione in tre tipi fondamentali di BI: verificativo (*verificative*), conscio tematico (*conscious topical*) e confuso (*muddled*).

Nonostante questi (e altri) studi, e l'ampio uso del termine "bisogno informativo" nel settore del RI, ancora oggi questo concetto non è né pienamente compreso, né definito. In questo paragrafo il BI è analizzato sulla base dello scenario cognitivo e della definizione di informazione proposti in precedenza: viene proposta una definizione di BI, descritta l'attività dell'utente di un sistema per il RI, e illustrata la differenza fra i tre tipi di BI proposti da Ingwersen e menzionati poc'anzi.

2.4.1 Definizione di bisogno informativo

Che cos'è un BI? È (ovviamente) un *bisogno di informazione*. E quindi un BI può essere rappresentato per mezzo dell'informazione di cui si ha bisogno, tenendo in conto che l'informazione è la "differenza" fra due SE. Un primo tentativo di rappresentare graficamente la situazione è riportato in figura 2.10: un agente con uno SE iniziale K^I non ha la conoscenza per risolvere un problema, o raggiungere uno scopo, e quindi necessita di informazioni aggiuntive per passare in un adeguato SE, magari attraverso qualche SE intermedio (in questa e nelle seguenti figure, una freccia contenente tre punti sta per una catena di transizioni). La coppia

$$\langle K^F \setminus K^I, K^I \setminus K^F \rangle = \langle \bigcup_i K_i^+, \bigcup_i K_i^- \rangle = \langle K_1^+ \cup K_2^+ \cup \dots, K_1^- \cup K_2^- \cup \dots \rangle$$

è l'informazione di cui l'agente ha bisogno, in cui l'unione di più K^+ e K^- rimarca che l'informazione può essere ottenuta in più passi consecutivi.

Ma questa è una rappresentazione incompleta, in quanto un BI può, in generale, essere soddisfatto in diversi modi: non c'è un unico SE K^F in cui il problema è risolto, ma possono esistere differenti SE (denominati *finali* in seguito) e differenti cammini nella rete degli SE possibili per raggiungere ognuno di essi. La figura 2.11 rappresenta quindi in modo più completo la situazione: i cerchi tratteggiati indicano gli SE finali.

Alcuni degli SE finali di figura 2.11 possono però essere ridondanti: essi soddisfano sì il BI, ma contengono anche conoscenze aggiuntive inutili, o non usate. Solo gli SE minimali fra quelli tratteggiati dovrebbero essere considerati finali. In modo più formale, dato l'insieme

$$Kset = \{K_1^F, K_2^F, K_3^F, \dots\}$$

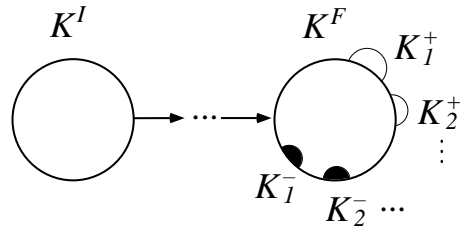


Figura 2.10: Un BI come differenza fra SE.

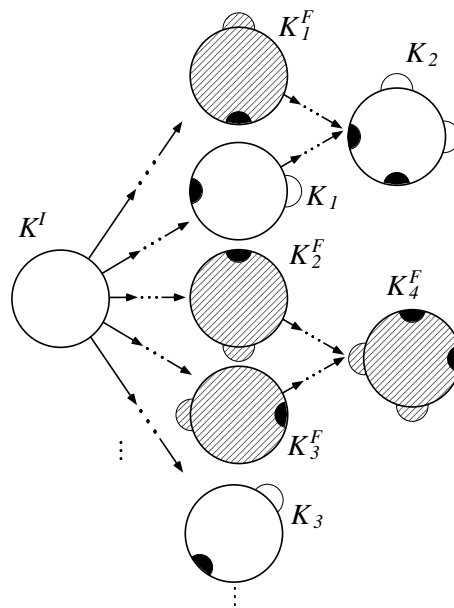


Figura 2.11: Una rappresentazione più completa del BI.

di tutti gli SE finali, gli SE ridondanti possono essere eliminati normalizzando $Kset$ in $Kset^*$ (l'insieme degli SE *finali minimali*) nel modo seguente:

$$Kset^* = \{K \mid K \in Kset \wedge \forall K' \in Kset (\exists (K' \mapsto K))\}$$

(dove $K' \mapsto K$ sta per una transizione da K' a K). In figura 2.11 abbiamo $Kset = \{K_1^F, K_2^F, K_3^F, K_4^F\}$ e $Kset^* = \{K_1^F, K_2^F, K_3^F\}$.

Ora è possibile definire il BI in uno SE K come un insieme di coppie, l'insieme delle informazioni di cui l'agente ha bisogno:

$$bi(K) = \{\langle K^* \setminus K, K \setminus K^* \rangle \mid K^* \in Kset^*\},$$

così che l'informazione di cui l'agente nello SE K ha bisogno è l'insieme delle informazioni che permettono di passare da K a uno SE finale minimale. Quindi, 'soddisfare il BI di un agente in uno stato K ' significa 'fornirgli una delle informazioni dell'insieme $bi(K)$ '.

Ovviamente, la figura 2.11 rappresenta (alcuni de) gli SE plausibili di un agente, ma solo alcuni di essi sono SE reali: l'agente segue un unico cammino. Inoltre, è evidente che è impossibile definire qual è l'informazione di cui un agente ha bisogno senza far riferimento allo stato finale.

Ma non è finita. Un agente rappresenta nel suo SE il mondo, e anche sé stesso nel mondo. Quindi, l'agente rappresenta nel suo SE anche il suo SE (o meglio la sua percezione del suo SE): una parte di ogni SE di figura 2.11 rappresenta l'intero scenario illustrato in figura 2.11. Perciò, abbiamo due BI (come già detto nel paragrafo 1.4.2): il *Bisogno Informativo Effettivo* (BIE), analizzato finora, e il *Bisogno Informativo Percepito* (BIP) dall'agente. La nuova situazione è rappresentata in figura 2.12, in cui sono aggiunte le rappresentazioni interne agli SE, e quindi il BIP.⁶

Per poter definire formalmente il BIP, è necessaria una *funzione di rappresentazione*

$$rappr : SE \times Mondo \rightarrow SE$$

che, dato uno SE e un oggetto del mondo, assume come valore la rappresentazione dell'oggetto nello SE: $rappr_K(x)$ è la rappresentazione dell'oggetto x nello SE K . Usando questa funzione, il BIP in uno SE K visto da un agente in uno SE \overline{K} può essere definito come:

$$bip_{\overline{K}}(K) = \{\langle rappr_{\overline{K}}(K^*) \setminus rappr_{\overline{K}}(K), rappr_{\overline{K}}(K) \setminus rappr_{\overline{K}}(K^*) \rangle \mid K^* \in rappr_{\overline{K}}(Kset^*)\}.$$

Vediamo di capire che cosa significa questa formula. Innanzi tutto, un agente può pensare al proprio BIP in uno SE differente (K) da quello in cui si trova (\overline{K}). Ad esempio, un agente nello SE K_3 di figura 2.12 può voler comprendere quale era il proprio BI quando egli si trovava nello SE K^I . In tal caso, \overline{K} è K_3 , e K è K^I . Inoltre, le differenze che nel caso del BIE erano fra

⁶Se all'interno di uno SE vi è la rappresentazione dello SE, vi sarà anche la rappresentazione della rappresentazione, e così via. Questo porta a una ricorsione infinita (a meno di punti fissi), che deve essere trattata in modo opportuno.

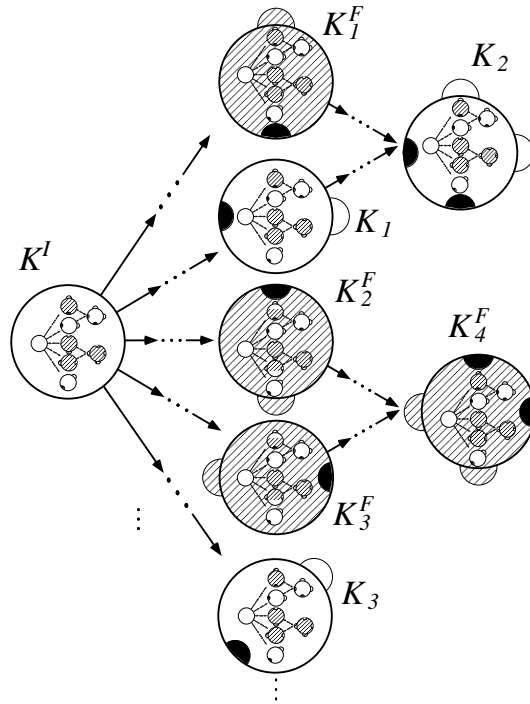


Figura 2.12: Bisogno informativo percepito.

SE plausibili, vanno qui calcolate fra le rappresentazioni di tali SE (i piccoli cerchi dentro ai cerchi in figura 2.12). Quindi, anche il BIP $bip_{\overline{K}}(K)$ è un insieme di coppie, ed è in generale differente dal BIE $bi(K)$. Più la funzione di rappresentazione è corretta e completa, più $bip_{\overline{K}}(K)$ diventa simile a $bi(K)$. In ogni modo, correttezza e completezza della funzione di rappresentazione $rapp_{\overline{K}}$ sono sufficienti, ma non necessari per avere $bip_{\overline{K}} = bi$.

Il BIE cambia col passare del tempo (a causa di ricezione di dati e inferenze interne dell'agente): da quello iniziale, a un tempo t_I , nello SE K^I , a quello finale, a un tempo t_F , nello SE K^F . Il BIP è una rappresentazione del BIE, e quindi sarà anch'esso dipendente dal tempo. Inoltre, si ricordi che una rappresentazione all'interno di uno SE non è affatto corretta e completa: un agente può avere bisogno di alcune informazioni e non esserne consapevole, o non avere bisogno di informazioni e credere di averne bisogno. Quindi, è probabile che il BIP tenda a diventare più simile al BIE col passare del tempo (o meglio, man mano che nuovi dati vengono ricevuti), in quanto l'agente percepisce in modo più corretto e completo il proprio BIE.

Si noti anche che, allo scopo di definire il BI, si è supposto che un agente rappresenti i suoi possibili SE (e l'insieme $Kset^*$), e ciò comporta tre assunzioni molto impegnative: (i) gli SE (e $Kset^*$) sono oggetti del mondo; (ii) un agente pensa in termini di SE e di transizioni fra di essi (mentre probabilmente ciò non avviene); (iii) l'agente rappresenta tutti i possibili SE.

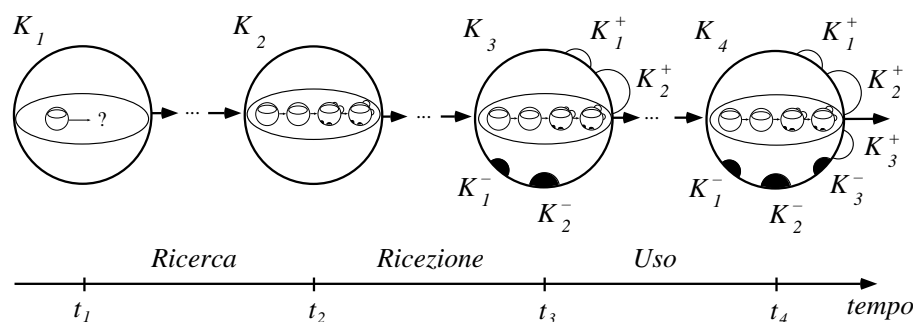


Figura 2.13: SE nella ricerca, ricezione e uso di informazioni.

2.4.2 Ricerca, ricezione e uso di informazioni

Analizziamo più a fondo i dettagli dello SE di un agente che cerca di soddisfare il suo BI usando un sistema per il RI. La sua attività può essere suddivisa in tre fasi, graficamente rappresentate in figura 2.13 (in cui sono riportati solo gli SE ‘reali’, e quelli non plausibili):⁷

Ricerca di informazioni, in cui l’agente cerca di capire *come* (ossia quali sono i passi da fare) soddisfare il suo BI. Alla fine di questa fase (K_2), il BIP è molto differente da quello iniziale (in K_1), mentre il resto dello SE non viene praticamente modificato. Se supponiamo che l’agente interagisca con un sistema per il RI, durante questa fase egli pianifica quali documenti leggere e come soddisfare il proprio BI (ovviamente, solo in modo approssimato, siccome nessuno può sapere il futuro con certezza).

In questa fase, l’utente di un sistema per il RI non è interessato in informazioni, ma piuttosto in *metainformazione*, ossia in informazione sull’informazione che otterrà nelle fasi successive. Nel caso delle banche dati bibliografici, la metainformazione è estratta dai surrogati dei documenti.

Ricezione di informazioni, in cui l’agente riceve i dati (in questo caso, i documenti) individuati nella fase precedente, li legge e studia allo scopo di raggiungere uno SE K^F adeguato che gli permetta di cominciare la fase seguente. In questa fase, lo SE dell’agente è modificato in modo consistente.

Uso dell’informazione, in cui l’agente usa l’informazione ricevuta per agire (ad esempio, scrive, o parla ad altre persone, o inferisce altre conoscenze, o magari non fa nulla). In quest’ultima fase, lo SE dell’agente è modificato solo con transizioni inferenziali.

⁷In realtà la situazione non è così lineare, in quanto non tutte le transizioni sono efficaci: alcune di esse potrebbero allontanare l’utente dalla soddisfazione del suo BI (invece di avvicinarlo ad esso). In ogni modo, l’utente, prima o poi, si rende conto di ciò e modifica di conseguenza il suo comportamento: c’è una sorta di retroazione.

Di solito, la ricerca nel settore del RI studia solo la prima fase, trascurando colpevolmente le altre due che dovrebbero invece essere tenute in considerazione. Riassumendo, si potrebbe e dovrebbe scrivere:

$$RI = \text{Ricerca di informazioni} + \\ \text{Ricezione di informazioni} + \\ \text{Uso di informazioni.}$$

2.4.3 Tipi di bisogno informativo

Si possono distinguere tre tipi fondamentali di BI, individuati sulla base di dati sperimentali in [Ing86, MI89, Ing92]:

- BI *verificativo* (*verificative need*): l'utente ha bisogno di trovare o verificare l'esistenza di documenti di cui già conosce l'autore, il titolo, ecc. È più un problema di basi di dati che di RI;
- BI *conscio tematico* (*conscious topical need*): l'utente ha bisogno di reperire documenti, di cui non ha riferimenti precisi, riguardanti un argomento a lui noto;
- BI *confuso* (*muddled topical need*): l'utente ha bisogno di reperire documenti relativi a un argomento con cui non ha familiarità allo scopo di colmare una lacuna conoscitiva. È un BI mal definito, ed è quello che crea più problemi all'utente.

La fase di ricezione delle informazioni di questi tre tipi di BI può essere descritta sulla base dello scenario cognitivo illustrato in precedenza. I primi due tipi di BI non presentano caratteristiche peculiari: una o più transizioni modificano lo SE dell'utente.⁸ Nel caso più interessante di un BI confuso (si veda la figura 2.14), si hanno alcune transizioni, con la caratteristica che lo SE propedeutico (area grigia in figura) cambia lungo la catena di transizioni: l'utente deve imparare qualcosa (ossia, ricevere alcune informazioni) per poter imparare qualcos'altro (ossia ricevere le informazioni di cui ha effettivamente bisogno). Ritornando all'esempio del teorema di Pitagora (paragrafo 2.3.2), in un BI confuso l'utente non conoscerebbe i concetti base della geometria euclidea (triangolo, quadrato, e così via) e li dovrebbe apprendere prima di comprendere il teorema.⁹ Quindi, nel caso di un BI confuso, le classiche tecniche di *espansione automatica dell'interrogazione* [Mag95, Mag97] non sembrano adeguate, e l'*espansione interattiva dell'interrogazione* [BMT95, BMT96a] sembra una strada obbligata.

⁸Comunque, il BI conscio tematico può essere interpretato come un BI confuso da un osservatore esterno (ad esempio un intermediario), in quanto si può verificare un *effetto etichetta* [Ing86, Ing92]: l'utente non esprime tutti gli EE, che sono comunque ben definiti.

⁹Si noti che gli SE propedeutici usati nella catena di transizioni sono sotto-SE dello SE finale che soddisfa il BI.

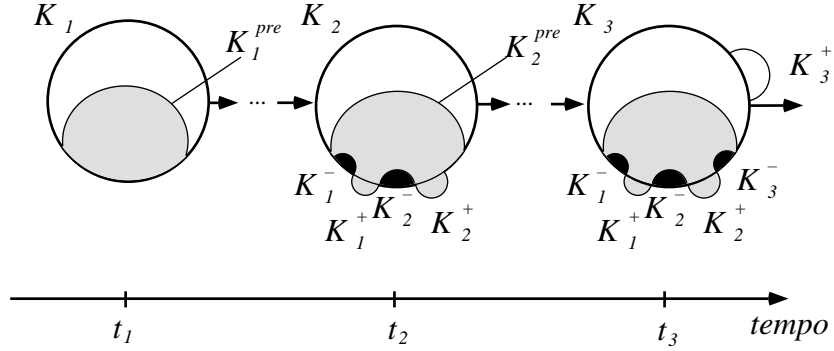


Figura 2.14: K^{pre} in una situazione di BI confuso.

2.5 Pertinenza

La pertinenza [Fro94, Miz97b, Sar75, Sch94, SEN90] è un altro concetto, cruciale nel settore del RI (e della scienza dell'informazione in generale) e carente di una sistemazione definitiva, che può essere definito e analizzato sulla base dello scenario presentato in questo capitolo.

Il concetto di pertinenza è già stato sfiorato nel paragrafo 2.3.2 nel quale ho illustrato come una parte dello SE iniziale di un agente possa non essere pertinente per l'interpretazione del dato. Ma questa pertinenza non è l'unica, e non è quella studiata nel settore del RI, nel quale si parla di informazione (o dati, ossia documenti) pertinenti a un BI (o a una delle sue espressioni, ossia richiesta o interrogazione; si veda il prossimo capitolo per una discussione dettagliata di questi argomenti). Vediamo come definire questo concetto.

La figura 2.15 illustra una rete di SE (le transizioni non-inferenziali non sono scomposte). Due transizioni possono avvenire a partire dallo SE iniziale K^I , a causa delle ricezioni di due dati diversi (d_a e d_b). Consideriamo per ora solo i due SE possibili all'istante t_2 (K_a^2 e K_b^2): se solo K_b^2 è uno SE finale (che soddisfa il BI), allora l'informazione $\langle K_b^+, K_b^- \rangle$ portata da d_b è pertinente, mentre l'informazione $\langle K_a^+, K_a^- \rangle$ portata da d_a non lo è.

In modo più generale e formale, dato un BI

$$bi = \{\langle K_1^+, K_1^- \rangle, \langle K_2^+, K_2^- \rangle, \dots\},$$

un'informazione $\langle K^+, K^- \rangle$ è pertinente a bi se e solo se c'è un'intersezione fra le due, ossia:

$$pert(\langle K^+, K^- \rangle, bi) \text{ sse } \exists i (K_i^+ \cap K^+ \neq \emptyset \vee K_i^- \cap K^- \neq \emptyset).$$

Ciò significa che un'informazione è pertinente al BI se essa aiuta a raggiungere uno SE che soddisfa il BI.¹⁰

¹⁰Si ricordi che gli SE propedeutici pertinenti devono essere sotto-SE dello SE finale (si veda la nota 9 alla fine del paragrafo 2.4.3).

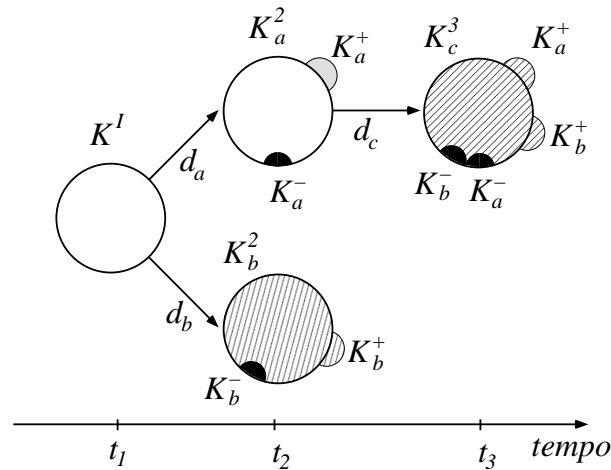


Figura 2.15: Pertinenza dell'informazione al BI.

La situazione non è comunque così semplice. Un'informazione può sembrare non pertinente al termine di una transizione e diventare pertinente a causa di una transizione successiva: la pertinenza dipende dal futuro. Per comprendere meglio, si consideri anche lo SE K_c^3 di figura 2.15 e si supponga che:

- una transizione successiva, da K_a^2 , causata dal dato d_c , abbia luogo;
- il sotto-SE K_a^+ di K_a^2 (ottenuto da d_a) sia una parte del sotto-SE propeudeutico per la transizione da K_a^2 a K_c^3 ;
- la transizione porti a K_c^3 che differisce da K_a^2 perché contiene K_b^+ e non contiene K_b^- (e quindi è una sorta di unione di K_b^2 e K_a^2).

Ma allora, d_a è pertinente: d_a sembra non pertinente all'istante t_2 (dopo che è stato percepito ed elaborato), mentre la sua pertinenza appare all'istante t_3 (un istante arbitrario successivo). In modo simile, un'informazione può sembrare pertinente prima e diventare non pertinente più tardi. Si noti inoltre che i dati d_a e d_c (che sono diversi) portano la stessa informazione $\langle K_b^+, K_b^- \rangle$, partendo da SE diversi.

Comunque, le definizioni di pertinenza proposte poc'anzi possono venire estese. L'estensione da informazioni a dati (ossia, nel caso di sistemi per il RI, documenti o surrogati), è immediata: un dato è pertinente se e solo se l'informazione portata lo è; il problema è che l'informazione portata da un dato non è univoca, come illustrato nel paragrafo 2.3.1, e quindi anche la pertinenza è soggettiva. Anche l'estensione da BIE a BIP è semplice, essendo entrambi insiemi di coppie (si veda il paragrafo 2.4.1). Si ricordi che il BIE può essere differente dal BIP, e quindi è possibile che un'informazione sia pertinente a uno solo dei due. Questa differenza probabilmente desce man mano che

l'agente, ricevendo dati, si avvicina a uno SE in cui il suo BIE è soddisfatto. Il prossimo capitolo è dedicato al confronto fra i differenti tipi di pertinenza.

2.6 Conclusioni

In questo capitolo ho proposto uno scenario cognitivo-epistemico per l'analisi formale dell'attività del RI, scenario che cerca di ovviare alla carenza di una teoria formale del RI. Vi sono numerosi e promettenti sviluppi futuri per questa linea di ricerca. Innanzi tutto, lo scenario dovrebbe essere arricchito in modo da comprendere anche:

- Un'analisi più dettagliata di ciò che compone gli SE. Le distinzioni fra conoscenza e metaconoscenza [GN87], fra conoscenza implicita ed esplicita [Neb90], fra conoscenza attuale e potenziale (se un agente conosce gli assiomi di una teoria, conosce anche tutti i teoremi della teoria? Ossia, è logicamente onnisciente?), e altre dovrebbero essere studiate. Anche i legami dovrebbero essere analizzati più in dettaglio, siccome sembrano avere un ruolo importante per le transizioni fra SE. Nel prossimo futuro intendo proseguire queste ricerche utilizzando quali componenti degli SE i *grafi concettuali* di Sowa [Sow84], già usati per formalizzazioni del RI [Che92, Mec95], e i *modelli ricorsivi* [Miz94b, Miz96e, Miz97c], confrontando queste due alternative.
- Una visione più dinamica degli SE. In questo capitolo, ho preferito considerare SE statici allo scopo di evitare i problemi relativi all'onniscienza logica [GN87]. Questa è la ragione per porre le inferenze fuori dagli SE. Ma l'interessante alternativa di includere le inferenze all'interno degli SE (e quindi entrare nell'area della revisione di credenze, [AGM85, Gär88, KM91]) dovrebbe essere considerata.
- Le intenzioni di un agente [Dev91]. Gli scopi e obiettivi hanno un ruolo cruciale nell'interpretazione di un dato, ed essi possono cambiare quando ha luogo una transizione.

Quando questo scenario arricchito sarà disponibile, l'analisi di BI e pertinenza dovrebbe essere riconsiderata in modo da comprendere altri tipi di pertinenza (le pertinenze della richiesta e dell'interrogazione sono diverse dalle pertinenze di BIE e BIP, come vedremo nel prossimo capitolo). Potrebbero essere studiati anche altri concetti, ad esempio il *compito* dell'utente di un sistema per il RI (ciò che deve fare con i documenti reperiti) dovrebbe risultare formalizzabile una volta introdotti obiettivi e scopi dell'agente. E anche la terna argomento, compito, contesto (si veda il prossimo capitolo) dovrebbe di conseguenza essere compresa in modo migliore.

Inoltre, anche un confronto con gli altri modelli teorici del RI (si veda il paragrafo 2.1) è importante. In quei modelli teorici il concetto di *probabilità*, completamente assente dallo scenario descritto in questo capitolo, sembra centrale. A questo proposito, una domanda interessante è se le probabilità siano

solo una conseguenza dell'*approssimazione* dei concetti *semantici* studiati qui con i concetti *sintattici* degli altri lavori. Infine, potrebbe essere utile una formalizzazione completa dello scenario proposto qui, per ottenere una teoria assiomatica.

Capitolo 3

La pertinenza

Relevance is the (A) of a (B) existing between a (C) and a (D) as determined by an (E). [Where:]

A: Measure, estimate, judgment, ...

B: Utility, matching, satisfaction, ...

C: Document, document representation, information provided, ...

D: Question, question representation, information need, ...

E: Requester, intermediary, expert, ...

[Sar75, pag. 328]

3.1 Introduzione

Come detto in precedenza, e unanimemente riconosciuto, la *pertinenza* è un concetto centrale nel RI. Inoltre, la pertinenza ha ormai quasi 40 anni (i primi lavori sono apparsi alla *International Conference for Scientific Information* del 1958), e non si può dire che in questi 40 anni sia stata trascurata: sono infatti stati pubblicati parecchi lavori (come vedremo nel prossimo capitolo) di carattere sia sperimentale sia teorico. Ma, nonostante la sua importanza per il RI e i numerosi studi pubblicati, la pertinenza non è ancora interamente compresa. Secondo me il problema è in buona parte causato dall'esistenza di *vari tipi di pertinenza*: il grande numero di studi effettuati ha portato all'adozione, forse non sempre motivata, di numerosi termini differenti per indicare concetti simili. Si è infatti parlato, oltre che di *relevance*, di *utility*, *usefulness*, *pertinence*, *topicality*, *user satisfaction* e altri ancora, ottenendo una specie di "calderone" della pertinenza (si veda la figura 3.1). Manca una classificazione omogenea, e in questo capitolo cerco appunto di mettere un po' di ordine, individuando e classificando i vari tipi di pertinenza. La classificazione qui proposta sarà usata nel prossimo capitolo come quadro di riferimento per analizzare i lavori degli ultimi decenni sulla pertinenza.

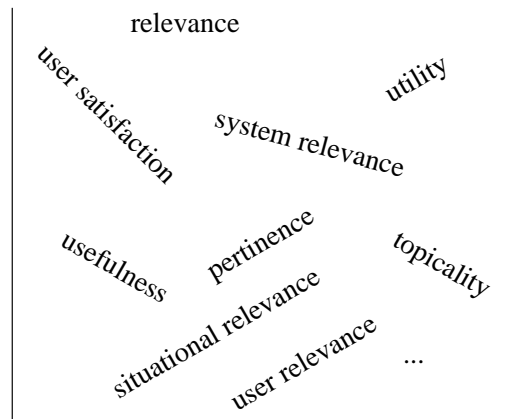


Figura 3.1: Il “calderone” della pertinenza.

3.2 Tipi di pertinenza

Nel capitolo precedente ho dato una definizione formale della pertinenza dell’informazione per il bisogno informativo. Qui resto a un livello più intuitivo: analizzo la pertinenza da un punto di vista differente, classificando le differenti pertinenze esistenti e individuando le relazioni fra di esse.

L’esistenza di varie pertinenze è stata avvertita già dagli anni ’60. Negli anni ’70 Saracevic ha cercato di riunire le varie definizioni proposte fino ad allora, ottenendo il risultato riassunto nella citazione di inizio capitolo. Quella ricetta per generare tutte le definizioni di pertinenza è quanto di meglio si abbia oggi a disposizione, almeno per quanto ne so. Secondo me, l’ordine che Saracevic sembra porre nel settore è però solo apparente: la sua definizione ha sì il pregio di evidenziare il fatto che esistono più pertinenze, ma contiene il seme della confusione che si può riscontrare ancora oggi, in quanto Saracevic mescola la pertinenza di per sé (punti C e D) con la *misura* della pertinenza (punti A ed E), non individua in modo chiaro il tipo di accoppiamento, di relazione fra le entità dei punti C e D e non considera le relazioni fra le varie pertinenze. L’analisi proposta qui cerca di superare queste limitazioni, tenendo separato il concetto di pertinenza (paragrafi 3.3 e 3.4) da quello del *giudizio* di pertinenza (paragrafo 3.5).

3.3 Le quattro dimensioni della pertinenza

Nei seguenti quattro sotto-paragrafi individuerò quattro dimensioni della pertinenza (analogamente a quanto fatto da Saracevic nella citazione di poc’anzi), che permetteranno di esplicitare le varie pertinenze esistenti come relazioni fra elementi di quattro insiemi e le relazioni fra di esse.

È ben noto [Lan79] che la pertinenza è una relazione fra due entità di due dimensioni, o gruppi, descritte nei primi due sotto-paragrafi.

3.3.1 Prima dimensione: risorse informative

Nella prima dimensione abbiamo:

Documento (D), il dato che l'utente di un sistema per il RI sta cercando per soddisfare il proprio BI;

Surrogato (S), una rappresentazione del documento, ovvero il dato che un sistema bibliografico per il RI restituisce all'utente;

Informazione (I), ciò che un dato (documento o surrogato) porta all'utente (si veda il capitolo precedente).

Un surrogato può assumere forme differenti; userò:

- S_{tit} se il surrogato è il titolo del documento;
- S_{abstr} se il surrogato è il sommario;
- S_{keyw} se il surrogato è una lista di parole chiave, o identificatori;
- S_{cit} se il surrogato è la citazione bibliografica, contenente di solito autore, titolo, data e luogo di pubblicazione, e così via;
- S_{extr} se il surrogato è un estratto del documento, ad esempio la prima e l'ultima frase;
- S_{X+Y} se il surrogato è formato da più di uno dei suddetti elementi.

Quando tutto ciò non sarà sufficiente, introdurrò ulteriore notazione *ad hoc*.

Si può quindi individuare un primo insieme, *l'insieme delle sorgenti di informazione*:

$$Sorg = \{S, D, I\}.$$

Su questo insieme definisco il seguente ordinamento:

$$S < D < I.$$

3.3.2 Seconda dimensione: rappresentazioni del problema dell'utente

Per illustrare le entità della seconda dimensione richiamo alcuni concetti esposti nel paragrafo 1.4 e analizzo da un punto di vista concettuale la situazione di un utente che si reca in un centro di documentazione e interagisce con un intermediario per ottenere servizi da un sistema per il RI. La presentazione proposta qui è una mia elaborazione di spunti ricavati da [BOB82a, BOB82b, Har92, Ing92, Tay68]; inoltre, qui ipotizzo la presenza di un intermediario umano, ma i punti essenziali della trattazione restano pressoché inalterati nel caso in cui l'utente interagisca direttamente con un sistema per il RI per utenti finali.

L'interazione fra utente e sistema per il RI è stata, ed è tuttora, oggetto di studio; i punti da tenere in considerazione in questa sede sono elencati qui di seguito e schematizzati in figura 3.2:

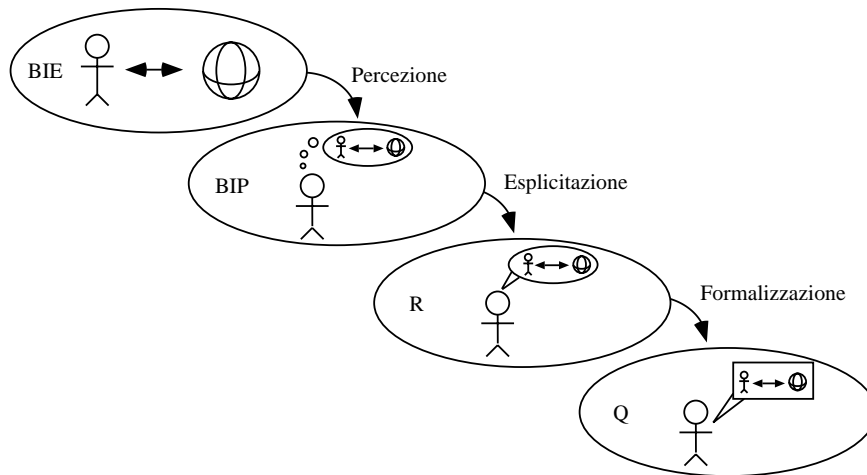


Figura 3.2: Rappresentazioni del problema dell'utente.

- L'utente che interagisce con un sistema per il RI si trova in una 'situazione problematica': egli ha un problema da risolvere, o uno scopo da raggiungere, e necessita di informazioni per fare ciò. Questa situazione problematica può essere rappresentata per mezzo di un BIE (Bisogno Informativo Effettivo), che l'utente percepisce in maniera più o meno corretta e completa ottenendo il BIP (Bisogno Informativo Percepito).¹
- L'operazione di *percezione*, ossia di passaggio da BIE a BIP, non è semplice come potrebbe sembrare di primo acchito: l'utente si viene spesso a trovare in una situazione (ASK, ISK, USK, si veda il paragrafo 2.4) in cui vuole colmare una propria lacuna conoscitiva su un settore del quale non ha una buona conoscenza (altrimenti non avrebbe tale lacuna), quindi spesso egli non comprende esattamente ciò di cui ha bisogno, e di conseguenza la percezione del BIE può avvenire in modo non corretto o non completo.
- Il BIP è implicito nella mente dell'utente, e può essere esplicitato (operazione di *esplicitazione*), ottenendo come risultato la *Richiesta* (R), o *bisogno informativo esplicito*. Nei centri di documentazione, questa operazione è molto frequente e avviene ogni volta che l'utente spiega all'intermediario umano di che cosa ha bisogno o che documenti vuole. In questi casi il linguaggio adottato per la rappresentazione della R è il linguaggio naturale, scritto od orale, ma si potrebbe pensare anche a linguaggi differenti, ad esempio un linguaggio grafico, o il linguaggio a gesti dei sordomuti, e così via.
- Così come la percezione, anche l'operazione di esplicitazione non è sem-

¹Si veda il paragrafo 2.4.1 per le definizioni formali di BIE e BIP.

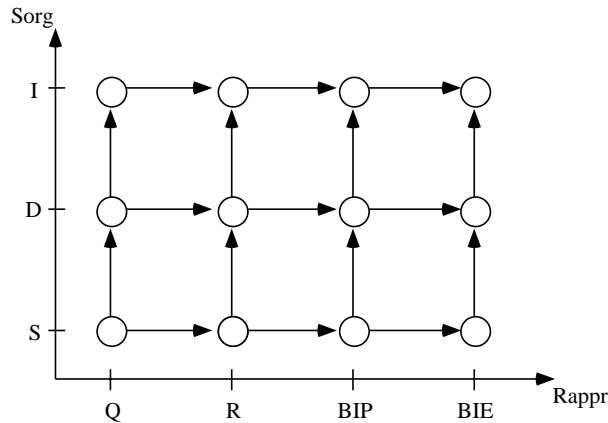


Figura 3.3: Le pertinenze come punti di uno spazio bidimensionale.

plice, in quanto intervengono i fenomeni noti col nome di *effetto etichetta* (*label effect*) [Ing92] e *problema del vocabolario* [FLGD87].

- La R non è adatta ad essere compresa da un sistema per il RI tradizionale e deve essere tradotta in un linguaggio (formale) di interrogazione: l'operazione è denominata *formalizzazione* e il risultato *interrogazione* (Q, dall'inglese *query*), o *bisogno informativo formalizzato*. Di solito la formalizzazione è effettuata dall'intermediario, che conosce il linguaggio di interrogazione, e anche essa non è semplice in quanto il linguaggio da utilizzare è, rispetto al linguaggio in cui è formulata la R, meno comprensibile dall'utente e meno espressivo.

La seconda dimensione della pertinenza è quindi individuata dall'*insieme delle rappresentazioni del problema*:

$$Rappr = \{BIE, BIP, R, Q\},$$

ordinato nel modo seguente:

$$Q < R < BIP < BIE.$$

Sulla base di quanto visto finora, la pertinenza può essere vista come una relazione fra due entità, una per ogni dimensione: si può parlare di pertinenza di un surrogato all'interrogazione, o di pertinenza dell'informazione ricevuta al BIE, e così via. Questo spazio bidimensionale è rappresentato graficamente, insieme all'ordinamento indotto sulle pertinenze dagli ordinamenti definiti su *Sorg* e *Rappr*, in figura 3.3: ogni pertinenza, ossia ogni punto dello spazio, è rappresentata da un cerchio bianco in figura e l'ordinamento è rappresentato dalle frecce. L'ordinamento indica quanto una pertinenza sia vicina alla pertinenza dell'informazione al BIE, che è quella che in ultima analisi interessa all'utente.

La pertinenza sembra quindi un punto in uno spazio bidimensionale; ma le pertinenze individuate finora non sono tutte quelle possibili, né l'ordinamento proposto è completo, in quanto due ulteriori dimensioni devono essere considerate. La prima di esse è il tempo.

3.3.3 Terza dimensione: tempo

La descrizione dello scenario presentata finora (figura 3.2) è incompleta, in quanto statica; per avvicinarsi alla realtà occorre considerare i punti seguenti:

1. Talvolta, se non spesso, la prima Q non porta a ottenere i risultati (cioè i documenti reperiti) desiderati ed è necessario modificarla (e questa affermazione risulta senza dubbio sensata alla luce della problematicità delle operazioni di intrinsecazione, esplicitazione e formalizzazione illustrata poc'anzi). Di solito questa modifica è effettuata dall'intermediario, con l'eventuale coinvolgimento dell'utente: basandosi sui documenti reperiti dalla prima Q, ed eventualmente utilizzando thesauri e tecniche morfologiche, l'intermediario modifica la Q.
2. Durante l'interazione fra utente, intermediario e sistema, anche la R dell'utente può risultare modificata (operazione di ri-espressione della R). Lo è (quantomeno in modo implicito) ogni qualvolta utente e intermediario si rendono conto che, ad esempio, bisogna aggiungere un termine sinonimo nella Q, ma può esserlo, in modo esplicito, se l'utente si accorge di non aver ben esplicitato il BIP, lo fa presente all'intermediario e gli comunica la nuova R.
3. Durante l'interazione fra utente, intermediario e sistema, l'utente può rendersi conto di aver male percepito il proprio BIE, e la visione di documenti (o surrogati) e termini relativi al BIE possono senza dubbio facilitare questo processo. Ne risulta quindi che anche il BIP può mutare durante l'interazione (operazione di migliore comprensione del BIP).

Queste considerazioni portano a modificare il quadro di figura 3.2, rendendolo più dinamico; la situazione ottenuta è schematizzata in figura 3.4, in cui è illustrato l'albero dinamico delle trasformazioni delle rappresentazioni del problema, che generalizza la catena di trasformazioni di figura 3.2 introducendovi la variabilità nel tempo.

In figura 3.4 si possono individuare quattro livelli, rappresentati graficamente dalle ellissi in grigio, denominati livello BIE, livello BIP, livello R e livello Q. Dal BIE dell'utente, bie_0 , per mezzo di operazioni di percezione, esplicitazione e formalizzazione (le 3 frecce scure più a sinistra in figura ed etichettate rispettivamente con *perc*, *espl* e *form*), si arriva a un BIP iniziale bip_0 , a una R iniziale r_0 e a una Q iniziale q_0 (e questa è la situazione di figura 3.2). Come descritto nel punto 1 precedente, la Q può venire modificata ('puntini' al livello Q in figura), raffinando così la rappresentazione del BIE. Durante il processo di modifica della Q, come indicato nel punto 2 precedente, l'utente può ri-esprimere la R (freccia chiara etichettata con $form^{-1}$ in figura

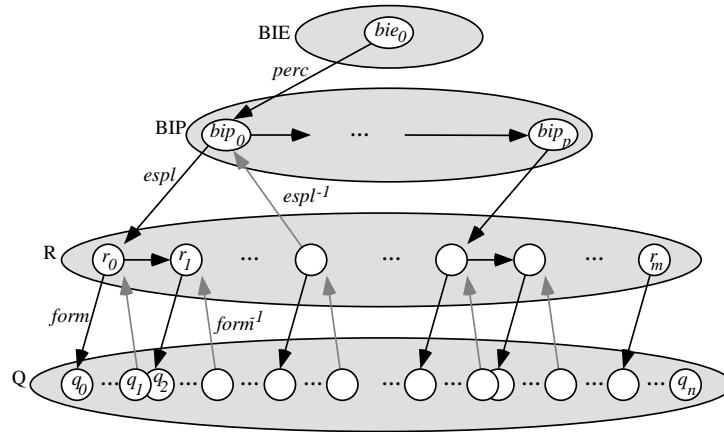


Figura 3.4: Albero dinamico delle trasformazioni delle rappresentazioni del problema.

dal livello Q al livello R e freccia da r_0 a r_1), dopodiché vengono ripetute le operazioni di formalizzazione e modifica della Q. L'utente può anche (punto 3) comprendere meglio il proprio BIE (freccia chiara etichettata con $espr^{-1}$ dal livello R al livello BIP e freccia al livello BIP), e poi ripetere il procedimento.

Riassumendo: col passare del tempo, per mezzo di percezione, esplicitazione, formalizzazione, modifiche della Q, ri-espressioni della R e maggiore comprensione del BIE, si passa da una Q iniziale q_0 che non rappresenta correttamente il BIE a una Q finale q_n che lo rappresenta in modo più corretto. In base all'albero dinamico di figura 3.4 è possibile definire *l'insieme* (discreto e totalmente ordinato) *degli istanti di tempo*:

$$\begin{aligned} \text{Tempo} = \{ & t(bie_0), t(bip_0), t(r_0), t(q_0), t(q_1), t(r_1), t(q_2), \dots, \\ & t(bip_p), \dots, t(r_m), \dots, t(q_n), t(f) \}. \end{aligned}$$

Questo insieme contiene gli istanti di tempo corrispondenti a tutte le rappresentazioni del problema di figura 3.4, più $t(f)$ che rappresenta l'istante di tempo in cui l'utente ha soddisfatto il suo BIE. L'ordinamento su *Tempo*, che è quello che si ha leggendo gli elementi da sinistra a destra, è indotto dal normale ordinamento temporale.

Si osservi che l'utente può rendersi conto della sua errata percezione del BIE (punto 3) anche quando, dopo la sua interazione con un sistema per il RI, usa i documenti reperiti: in tal caso, egli può recarsi di nuovo al centro di documentazione e ripetere le operazioni di esplicitazione e formalizzazione, con tutto quel che segue. L'uso dei documenti può però portare anche a un nuovo BIE, correlato con quello originale, ma differente. Lo schema di figura 3.4 comprende la prima di queste due possibilità (è il caso del punto 3 illustrato poc'anzi), mentre per tenere in conto la seconda possibilità bisogna pensare a un nuovo albero.

3.3.4 Quarta dimensione: argomento, compito e contesto

Le tre dimensioni viste finora sono costituite da insiemi totalmente ordinati (e finiti). La quarta e ultima dimensione è un po' più complessa delle precedenti, ed è costituita da un insieme ordinato solo in modo parziale. Per introdurre questa dimensione consideriamo l'esempio di un utente che debba preparare un breve seminario introduttivo di venti minuti su, diciamo, il concetto di pertinenza nel RI. Supponiamo inoltre che l'utente non conosca a fondo l'argomento e che abbia poco tempo a disposizione per preparare il seminario. È ovvio che, in questa situazione, gli sono potenzialmente utili documenti riguardanti l'*argomento* del seminario: la pertinenza.

Si pensi però a un documento molto lungo (ad esempio gli atti di un congresso) sull'argomento in questione: esso non è in realtà utile per l'utente, che non ha il tempo di leggerlo. Lo stesso si ha per un documento troppo specialistico (ad esempio un articolo sugli atti di un congresso), in quanto non adatto per il *compito* che l'utente deve svolgere, in questo caso per il tipo di seminario (introduttivo) che l'utente deve preparare. Inoltre, anche se le caratteristiche di un documento (e/o dell'informazione da esso fornita) sembrano adattarsi al compito che l'utente deve svolgere, non è detto che il documento sia comunque utile per l'utente. Si potrebbe infatti avere un documento non comprensibile dall'utente (perché scritto in una lingua non conosciuta, o perché fa uso di concetti di base non noti) o, al contrario, un documento già noto all'utente, e che quindi non gli porta alcuna informazione aggiuntiva. Questo porta ad aggiungere una terza componente, denominata *contesto*.

Quindi è vero che l'argomento è un aspetto importante da tenere in considerazione, ma vi sono anche altre *componenti* negli elementi di *Sorg* e *Rappr* che non vanno trascurate. Riassumendo, si possono individuare 3 componenti:

Argomento (*To*, dall'inglese *topic*) che indica il tema, l'area disciplinare e i concetti che devono essere trattati dai documenti di interesse per l'utente. Ad esempio, “la pertinenza nel RI”, o “l'utilizzo di tecniche di intelligenza artificiale nella realizzazione di sistemi per il RI”, o “sistemi intelligenti per la supervisione di impianti”.

Compito (*Ta*, dall'inglese *task*) che indica l'attività che l'utente deve svolgere con i documenti reperiti. Ad esempio, “preparare un seminario introduttivo”, o “predisporre una rassegna di diversi approcci sperimentali”.

Contesto (*Co*) che indica tutto ciò che non rientra né nell'argomento né nel compito, ma che influenza comunque la conduzione della ricerca di informazioni e l'utilità dei documenti reperiti e che, in generale, dipende dall'utente e dalla sua situazione specifica. Il contesto include ad esempio la conoscenza di documenti da parte dell'utente (e quindi la non utilità di documenti già noti), o le conoscenze e capacità dell'utente di comprendere documenti di un certo tipo, o scritti in una certa lingua.

Sulla base delle componenti, si può definire l'*insieme delle componenti*

$$Comp = \mathcal{P}(To, Ta, Co) - \emptyset$$

(in cui $\mathcal{P}(x)$ è l'insieme delle parti di x , ossia l'insieme dei sottoinsiemi di x), che contiene quindi *una o più* delle tre componenti. Anche $Comp$ può essere ordinato, in modo parziale, utilizzando l'inclusione di insiemi.

L'importanza del compito (oltre all'argomento) comincia ad essere riconosciuta nel settore del RI, si veda ad esempio [BI96]. Ma, come mostrato dall'esempio precedente, vi sono anche altri aspetti che, seppure ancora non ben compresi, vanno tenuti in considerazione: la *comprensibilità*, la *novità*, e altri ancora, che accomuno sotto l'etichetta di 'contesto'. In questo senso, il settore del RI ha parecchio in comune con (e molto da imparare da) quello della *scoperta di conoscenza nelle basi di dati* (o KDD, da *Knowledge Discovery in Databases* [FPSM92]), in cui i concetti di 'comprensibilità' e 'interesse' per l'utente hanno un ruolo centrale [Kod96].

3.4 L'insieme parzialmente ordinato delle pertinenze

A questo punto si può dire che un *Sorg* è pertinente a un *Rappr* a un tempo *Tempo* per quanto concerne una o più *Comp*. Più formalmente, si può definire l'*insieme delle pertinenze* come prodotto cartesiano:

$$Pert = Sorg \times Rappr \times Tempo \times Comp.$$

Per individuare in modo univoco un particolare tipo di pertinenza, indicherò con $p(x, y, t, z)$ la pertinenza di x rispetto a y al tempo t per quanto concerne la componente z . Ad esempio, la pertinenza di un surrogato S per l'interrogazione Q al tempo $t(bie_0)$ per la componente argomento è indicata con $p(S, Q, t(bie_0), \{To\})$ (la *tematicità*, o *topicality* tradizionale), mentre $p(I, BIE, t(f), \{To, Ta, Co\})$ è la pertinenza che interessa all'utente. Userò inoltre il simbolo '?' per indicare un valore indefinito; così $p(?, R, t(f), \{To\})$ indica una pertinenza fra una risorsa informativa non nota e la R al tempo $t(f)$ per quanto concerne la componente argomento. Il simbolo '_' sarà utilizzato per indicare un valore qualsiasi: così, ad esempio, $p(-, -, ?, \{To, Ta, Co\})$ indica l'insieme delle pertinenze a un istante di tempo non specificato rispetto a tutte e tre le componenti. Inoltre, talvolta ometterò i parametri: ad esempio, $p(D, R)$ indica una non meglio specificata pertinenza del documento alla richiesta. Infine, talvolta userò BI per indicare sia BIE che BIP .

Riassumendo, ogni pertinenza può essere vista come un punto in uno spazio quadridimensionale, e i valori delle quattro dimensioni sono:

1. $Sorg = \{S, D, I\}$;
2. $Rappr = \{BIE, BIP, R, Q\}$;

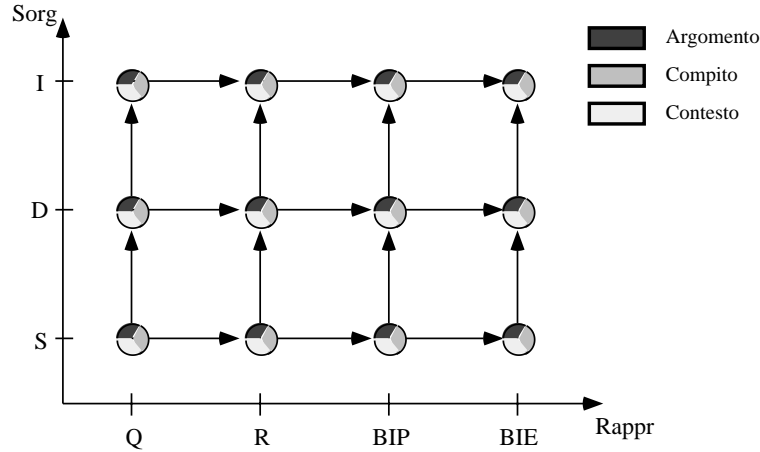


Figura 3.5: L'insieme parzialmente ordinato delle pertinenze.

3. $Tempo = \{t(bie_0), t(bip_0), t(r_0), t(q_0), t(q_1), t(r_1), t(q_2), \dots, t(bip_p), \dots, t(r_m), \dots, t(q_n), t(f)\};$
4. $Comp = \mathcal{P}(To, Ta, Co) - \emptyset.$

Le pertinenze sono inoltre ordinate: $p(I, BIE, t(f), \{To, Ta, Co\})$ è la pertinenza massima dell'ordinamento, mentre $p(S, Q, t(bie_0), \{To\})$, $p(S, Q, t(bie_0), \{Ta\})$ e $p(S, Q, t(bie_0), \{Co\})$ sono quelle minimali.

Più formalmente, l'ordinamento parziale \prec su $Pert$ è definito nel modo seguente, sulla base degli ordinamenti degli insiemi $Sorg$, $Rappr$, $Tempo$ e $Comp$:

$$\forall x_1, y_1 \in Rappr, \forall x_2, y_2 \in Sorg, \forall x_3, y_3 \in Tempo, \forall x_4, y_4 \in Comp, \\ p(x_1, x_2, x_3, x_4) \prec p(y_1, y_2, y_3, y_4) \\ \text{sse} \\ \forall i (x_i \not\prec y_i) \wedge \exists j (x_j < y_j).$$

Una rappresentazione grafica completa e comprensibile di questo spazio quadridimensionale parzialmente ordinato è difficile da trovare. La figura 3.5 estende la figura 3.3 aggiungendovi la dimensione delle componenti (i tre livelli di grigio), ma il tempo non vi appare: $p(S, Q, -, \{To\})$ è rappresentato dalla parte grigio scuro del cerchio a sinistra in basso di figura, mentre $p(I, BIE, -, \{To, Ta, Co\})$ è il cerchio completo in alto a destra. L'ordinamento è (parzialmente) rappresentato, oltre che dalle frecce, dall'inclusione fra gli elementi appartenenti a un cerchio.

L'ordinamento parziale delle pertinenze proposto qui definisce quanto una particolare pertinenza sia vicina alla pertinenza a cui l'utente è interessato (e, probabilmente, quanto è difficile misurarla), e mostra come sia troppo semplicistico parlare di *pertinenza orientata al sistema* (*system relevance*) o *tematicità* (*topicality*) in contrapposizione a *pertinenza orientata all'utente* (*user relevance*), come spesso viene fatto (si veda il prossimo capitolo).

3.5 Il giudizio di pertinenza

Un *giudizio* di pertinenza è l'assegnamento di un valore di una pertinenza da parte di un giudice a un dato istante di tempo. In modo analogo a quanto fatto finora, è possibile dire che vi sono differenti tipi di giudizi di pertinenza, che possono essere classificati lungo cinque dimensioni:

1. Il tipo di pertinenza giudicata (discusso nei paragrafi precedenti);
2. Il tipo di giudice (ad esempio, è possibile distinguere fra l'utente e una persona esterna);
3. Che cosa il giudice può usare fra surrogato, documento e informazione per esprimere il suo giudizio di pertinenza. Questa è la stessa dimensione usata per la pertinenza, ma è necessaria in quanto, ad esempio, il giudice può stabilire la pertinenza di un documento sulla base del surrogato;
4. Che cosa il giudice può usare fra interrogazione, richiesta, BIP e BIE per esprimere il suo giudizio (dimensione necessaria per le stesse ragioni del precedente punto 3);
5. L'istante di tempo in cui il giudizio di pertinenza viene effettuato (ovviamente, in un dato istante, un giudice può giudicare la pertinenza che si ha in un altro istante).

Anche l'*insieme dei giudizi di pertinenza* può essere definito come un prodotto cartesiano di cinque insiemi:

$$\text{Giudizio} = \text{Pert} \times \text{Giudice} \times \text{Sorg} \times \text{Rappr} \times \text{Tempo},$$

dove $\text{Giudice} = \{\text{utente}, \text{non-utente}\}$ è l'*insieme dei possibili giudici*, e gli altri quattro insiemi sono quelli definiti in precedenza. Per individuare univocamente un particolare tipo di giudizio di pertinenza, indicherò con $g(x, y, z, w, t)$ il giudizio della pertinenza x , espresso al tempo t dal giudice y usando z e w . Ad esempio, $g(p(D, R, t(f), \{To\}), \text{non-utente}, S, Q, t(q_0))$ è il giudizio della pertinenza del documento alla richiesta al tempo $t(f)$ rispetto alla componente argomento effettuato da un non-utente sulla base del surrogato e della interrogazione al tempo $t(q_0)$ (ossia ciò che fa un sistema per il RI). Anche in questo caso, userò '_', '?' e, quando non necessari, ometterò i parametri.

Si noti che le due domande "Quale tipo di pertinenza giudicare?" e "Quale tipo di giudizio di pertinenza effettuare?" sono differenti: una volta deciso di giudicare una specifica pertinenza, si possono usare differenti tipi di giudizio di pertinenza per fare ciò. Ad esempio, si può giudicare $p(D, R, t(f), \{To, Ta, Co\})$ usando il documento D e la richiesta R, o solo il surrogato S e l'interrogazione Q (un sistema per il RI lo fa).

3.6 Conclusioni

La classificazione dei vari tipi di pertinenza proposta in questo capitolo è utile per illustrare l'attività di realizzazione di sistemi per il RI per utenti finali. Per costruire sistemi che cerchino di massimizzare la pertinenza che interessa all'utente, $p(I, BIE, t(f), \{To, Ta, Co\})$, si deve risalire lungo l'ordinamento \prec . Per fare ciò, si può procedere in quattro direzioni indipendenti:

- risalire lungo *Sorg* e quindi, ad esempio, passare da banche dati bibliografiche a banche dati *full-text*;
- risalire lungo *Rappr* e quindi passare ad esempio da sistemi che accettano una Q in linguaggio formale a sistemi per il RI che siano in grado di trattare una R in linguaggio naturale;
- risalire lungo *Tempo* e quindi preferire un sistema per il RI che consenta e stimoli un'effettiva interazione fra utente e sistema, e che porti a un'iterazione dei processi di intrinsecazione, esplicitazione, formalizzazione, modifica della Q, ri-espressione della R e maggiore comprensione del BI, rispetto a un sistema che, usando le parole della Bates, “accetta una richiesta in linguaggio naturale, va a cercare nel negozio di informazioni e restituisce all'utente l'insieme ideale dei documenti migliori” [Bat90, pag. 575].
- risalire lungo *Comp* e quindi ad esempio costruire sistemi per il RI che non lavorino solo sull'aspetto argomento ma trattino anche le altre componenti;

Dalla classificazione delle varie pertinenze si possono anche dedurre alcuni *postulati di impotenza* (prendendo a prestito il termine da Swanson, [Swa88]) per il RI; ad esempio:

- $p(-, R, t(q_n), -)$ è la massima pertinenza trattabile da un sistema per il RI senza utilizzare conoscenza incerta, in quanto né BIE né futuro possono essere conosciuti con certezza;
- $p(S, -, -, -)$ è la massima pertinenza trattabile in sistemi per il RI per banche dati bibliografiche. Per poter andare oltre (più in alto), sono necessari sistemi per il RI *full-text*.

Inoltre, la classificazione qui introdotta può ovviamente essere usata come griglia per classificare e meglio comprendere i lavori sulla pertinenza effettuati da altri autori. Questo è l'argomento del prossimo capitolo.

Un'altra osservazione è che il carattere dinamico della pertinenza porta a riconsiderare il *relevance feedback* (ossia l'utilizzo dei giudizi di pertinenza espressi dall'utente durante la riformulazione): la pertinenza espressa durante l'interazione è differente da $p(I, BIE, t(f), \{To, Ta, Co\})$ e quindi non è detto che un documento giudicato pertinente durante l'interazione lo sia poi effettivamente.

Lo studio presentato qui lascia aperte numerose possibilità per lavori futuri. Senz'altro la scomposizione in argomento, compito e contesto necessita di ulteriori studi, per verificare innanzi tutto se sia corretta, e poi se possa essere estesa, raffinata e definita in modo più formale. Un'altra ricerca interessante riguarda i legami fra le varie pertinenze: in questo capitolo ho definito un ordinamento su di esse; è pensabile definire anche una *metrica* per misurare quanto sono vicine pertinenze differenti? L'importanza di questa linea di ricerca è dovuta alle immediate ripercussioni pratiche: infatti, essa permetterebbe di scegliere in modo oggettivo fra le possibili direzioni per lo sviluppo di sistemi per il RI più efficaci illustrate all'inizio del paragrafo. Questa metrica va a mio avviso definita sulla base di un'attività sperimentale, che permetta di confrontare le differenze fra pertinenze adiacenti. In questa direzione vanno ad esempio i seguenti studiosi che hanno comparato due differenti pertinenze:

- Cooper ha distinto fra $p(?, ?, ?, \{To\})$ e $p(?, ?, ?, \{To, Ta, Co\})$ [Coo73a, Coo73b]:

... relevance ... has to do with 'aboutness' (or 'pertinence' or 'topic-relatedness') and is ultimately defined in terms of logical implication, whereas 'utility' is a catch-all concept involving not only topic relatedness but also quality, novelty, importance, credibility, and many other things

[Coo73a, pagg. 91–92]

- Saracevic *et al.* hanno studiato le correlazioni fra $p(S, R, ?, \{To\})$ e $p(S, BIE, ?, \{To, Ta, Co\})$ (da loro denominate rispettivamente 'relevance' e 'utility') [SKCT88, SK88a, SK88b].
- Regazzi ha confrontato $p(S, R, ?, \{To\})$ e $p(S, R, ?, \{To, Ta, Co\})$, trovandole simili:

Half of the judges were asked to rate the documents on how relevant the documents were to the search *topic*; the other half rated the same documents on the basis of the document's perceived *utility* for the individual judge. ... The study finds that there is *no operational difference* between the relevance-theoretic and the utility-theoretic model of evaluation

[Reg88, pag. 235], il corsivo è mio.

- Nella valutazione sperimentale del sistema FIRE (descritta nel capitolo 7) si sono usate due differenti pertinenze, ossia $p(S, R, ?, \{To\})$ e $p(S, R, ?, \{To, Ta\})$.

Infine, accenno ad alcuni problemi e domande che nascono spontaneamente da quanto detto finora:

- Come classificare le differenti pertinenze? In questo capitolo è stata presentata una proposta, ma forse si può fare di meglio. Domande più specifiche: Le quattro dimensioni proposte sono corrette? Servono altre dimensioni?

- Quale pertinenza usare nella valutazione di sistemi per il RI? Nelle classiche valutazioni di sistemi per il RI, quali Cranfield [CMK66] e TREC [Har93], la pertinenza usata $p(S, R, ?, \{To\})$ si situa piuttosto in basso nell'ordinamento qui proposto, ma il tentativo di salire lungo l'ordinamento [BI96] si scontra con parecchi problemi: sembra esserci un "Principio di indeterminazione" della pertinenza, ovvero "più ci si avvicina alla pertinenza di interesse dell'utente, più è difficile misurarla".

Capitolo 4

La storia della pertinenza

Perché la scienza dell'informazione è nata in modo autonomo e non, come sarebbe stato più logico, nell'ambito della gestione delle biblioteche e della documentazione? La ragione di ciò ha a che fare con la pertinenza . . . perché sia efficace, la comunicazione scientifica deve riguardare non l'informazione nelle sue vecchie accezioni, bensì l'informazione pertinente.

[Sar75, pagg. 323–324]

Fin dagli anni quaranta e primi anni cinquanta, quando la scienza dell'informazione cominciò a delinearsi come una disciplina a sé stante, la sua base concettuale primaria è stata la pertinenza . . . nella scienza dell'informazione una mole enorme di articoli sono basati su ricerche in cui viene impiegato il concetto di pertinenza senza che si sappia bene che cosa essa significhi. . . senza capire che cosa la pertinenza rappresenti per gli utenti, sembra difficile figurarsi un sistema capace di reperire informazioni pertinenti per gli utenti.

[SEN90, pagg. 755–756]

. . . la pertinenza è considerata l'aspetto più fondamentale e controverso della scienza dell'informazione. . . All'inizio, i teorici dell'informazione si resero conto che il concetto di pertinenza era essenziale per progettare, costruire e valutare i sistemi informativi. Non esisteva tuttavia un consenso generale sulla precisa natura della pertinenza e, soprattutto, sulla possibilità di sfruttarla nella costruzione o nella valutazione dei sistemi. . . e questo consenso non è stato raggiunto neppure oggi.

[Fro94, pag. 124]

4.1 Introduzione

In questo capitolo descrivo la storia della pertinenza nei campi della documentazione, della scienza dell'informazione e del reperimento delle informazioni. *Perché* scrivere un capitolo sulla storia della pertinenza? E *come* scriverlo? Alla prima domanda si possono dare le seguenti risposte:

- Ho già ricordato nei capitoli precedenti come la pertinenza sia uno dei concetti centrali, se non *il* concetto centrale, per i settori della documentazione, della scienza dell'informazione e del RI; nelle citazioni all'inizio del capitolo, Saracevic sostiene che la pertinenza sia la ragione per

la nascita della scienza dell'informazione; Schamber, Eisenberg e Nilan (seconda citazione) rimarcano come la pertinenza sia un concetto 'fondamentale e centrale' per la scienza dell'informazione; e Froehlich (ultima citazione) ricorda l'importanza della pertinenza nella costruzione e valutazione di SRI.

- La pertinenza non è un concetto ben compreso, come già ricordato nel capitolo precedente e come evidenziato nelle ultime due citazioni. La sua storia, se presentata nel modo opportuno, può essere molto utile per capire meglio che cosa essa sia.
- Non c'è nessun lavoro recente che descriva in modo completo la storia della pertinenza. In realtà, alcune rassegne esistono [Sar70a, Sar70c, Sar75, Sar76, SEN90, Sch94], ma le prime quattro hanno ormai più di venti anni, e le ultime due non sono così complete, schematiche e metodiche come quelle di Saracevic. Inoltre, nessuna di queste rassegne descrive in modo esaustivo la letteratura sulla pertinenza, mentre qui cerco di trattare *tutto* il lavoro effettuato negli ultimi 40 anni, includendo qualsiasi articolo che mi sembri "pertinente alla pertinenza".
- Questo lavoro si può situare a un livello superiore a quello delle rassegne menzionate poc'anzi; esso può essere considerato una sorta di indice alla, o bibliografia ragionata della, letteratura sulla pertinenza, e può essere usato come primo passo nell'avvicinarsi allo studio della pertinenza.

Per la seconda domanda (come scrivere questo capitolo):

- La pertinenza è un concetto molto studiato in vari settori: filosofia, psicologia, intelligenza artificiale, comprensione del linguaggio, e così via. In questa sede io rimarrò all'interno dei settori della documentazione, scienza dell'informazione e RI.
- Cercherò di essere il più possibile oggettivo. Un modo oggettivo per analizzare la storia di un concetto è basarsi su tutti i lavori pubblicati (o ampiamente conosciuti) su quel concetto. Ovviamente, vi sono alcuni problemi: un lavoro può essere descritto in più articoli, o più lavori in un unico articolo, o alcuni lavori possono non essere affatto descritti, e così via; potrebbe accadere che io trascuri qualche articolo; ho dovuto scegliere in modo soggettivo quali articoli siano "pertinenti alla pertinenza"; e ho dovuto interpretare, sempre in modo soggettivo, il lavoro di altri studiosi allo scopo di riassumerlo. Comunque, io credo che questo modo di procedere consenta di ottenere una buona, se non la migliore, approssimazione oggettiva.
- Un ulteriore problema da affrontare è la complessità: molti articoli "pertinenti alla pertinenza" sono stati pubblicati (circa 160, come vedremo fra poco), da differenti punti di vista e con numerose interrelazioni fa di

essi. Un semplice elenco in ordine cronologico risulterebbe del tutto incomprensibile. Per presentare l'intera storia in un modo comprensibile, sono senz'altro necessari uno stile schematico e l'adozione di una griglia in cui collocare i vari lavori: la classificazione e la notazione introdotte nel capitolo precedente saranno usate per questo scopo.

Una volta letto questo capitolo, il lettore dovrebbe: conoscere la storia della pertinenza, sapere meglio che cosa è la pertinenza, e sapere come procedere per studiarla per conto proprio.

Nel prossimo paragrafo introduco i tre periodi in cui ho diviso la storia della pertinenza ('Prima del 1958', '1959–1976' e '1977–1997') e i sette aspetti (fondamenti metodologici, differenti tipi di pertinenza, criteri extra-tematici, ossia che vanno oltre al tema o argomento, usati dagli utenti, modi di espressione del giudizio di pertinenza, natura dinamica della pertinenza, tipo di rappresentazione del documento adottata e accordo fra giudici differenti) sulla base dei quali i lavori sulla pertinenza sono analizzati. Seguono tre paragrafi, in ognuno dei quali è presentato un periodo, e due paragrafi finali di discussione e conclusioni.

4.2 Storia della pertinenza

Ho diviso la storia della pertinenza nei tre periodi convenzionali 'Prima del 1958', '1959–1976' e '1977–1997' e nei sette sotto-argomenti seguenti:

- 1. Fondamenti** La pertinenza può essere definita da differenti punti di vista, usando vari strumenti matematici e approcci concettuali. Una linea di ricerca è dedicata a questi aspetti fondazionali.
- 2. Tipi** Come visto nel capitolo precedente, esistono vari tipi di pertinenza, ognuno dei quali presenta punti forti e debolezze. Questo è ovviamente un punto importante: è fondamentale sapere di quale pertinenza si sta parlando.
- 3. Surrogati** Il tipo di surrogato usato può influenzare il giudizio di pertinenza e la pertinenza stessa. Siccome la maggior parte degli odierni SRI non è *full-text*, anche questo aspetto è cruciale. La *qualità* di un surrogato è una misura di quanto il giudizio di pertinenza espresso sulla base del surrogato $g(S)$ è simile al giudizio di pertinenza espresso sulla base dell'intero documento $g(D)$.
- 4. Criteri** Pertinenza e tematicità sono differenti, come già detto più volte. Una linea di ricerca è dedicata alla elicitazione (da esperti o utenti) di criteri *extra-tematici* (*beyond topical*) usati dagli utenti che esprimono i loro giudizi di pertinenza.
- 5. Dinamicità** La pertinenza è un fenomeno dinamico: per lo stesso giudice, un documento può essere pertinente a un certo istante di tempo

e non pertinente più tardi, o viceversa. Sono particolarmente studiate le dipendenze fra documenti: i documenti visionati per primi possono influenzare la pertinenza di quelli successivi.

- 6. Espressione** Molti tipi di giudizi umani sono intrinsecamente incoerenti, e ciò vale anche per il giudizio di pertinenza. Il problema è pertanto l'*espressione* del giudizio di pertinenza: qual è il modo migliore per far sì che i giudici si esprimano in modo coerente? Sono state proposte e usate parecchie alternative: il giudizio di pertinenza dicotomico (sì/no), che è quello tradizionale; le *scale di valutazione per categorie* (*category rating scales*), che permettono di esprimere il giudizio di pertinenza tramite un valore scelto da una scala finita contenente di solito da 3 a 11 elementi; e la *stima della magnitudine* (*magnitude estimation*), in cui il giudice può usare qualsiasi numero razionale positivo. Nella stima della magnitudine, è importante l'espressione fisica del giudizio. Di solito si usano: numeri (numeri più grandi indicano pertinenza maggiore), segmenti (*line-length*, il giudice traccia un segmento, segmenti più lunghi indicano pertinenza maggiore) e forza o intensità, di solito della stretta di mano (*hand-grip*, maggiore è la forza misurata da un dinamometro, maggiore è la pertinenza).
- 7. Soggettività** La pertinenza è soggettiva: giudici differenti possono esprimere giudizi differenti (e spesso lo fanno). È quindi importante capire se, quando e quanto: (i) i giudizi di pertinenza espressi da (gruppi di) giudici differenti sono coerenti; (ii) il giudizio di pertinenza espresso dall'utente $g(-, utente)$ si accorda con quello espresso da una persona differente dall'utente $g(-, non-utente)$.

Nella tabella 4.1 sono riportate in ordine cronologico tutte le pubblicazioni sulla pertinenza che ho reperito. La prima colonna contiene l'anno, la seconda i nomi degli autori, la terza la citazione bibliografica e la quarta riassume il tipo della ricerca, e può assumere uno o più dei seguenti valori: 'C' (Concettuale), indica un articolo che tratta aspetti metodologici; 'S' (Sperimentale), indica un lavoro che descrive un esperimento; 'R' (Rassegna), etichetta un articolo che descrive altri lavori precedenti; e 'T' (Teorico), indica un articolo teorico o matematico. Le etichette delle ultime 7 colonne indicano se il lavoro tratta uno dei sette aspetti descritti poc'anzi: 'Fo' sta per fondamentali, 'Ti' per tipi, 'Su' per surrogati, 'Cr' per criteri, 'Di' per dinamicità, 'Es' per espressione, e 'So' per soggettività. La tabella è divisa in due parti, corrispondenti rispettivamente ai periodi '1959–1976' e '1977–1997'.

Ognuno dei prossimi tre paragrafi è dedicato alla presentazione di un periodo. Il paragrafo 4.3 descrive in modo sintetico gli albori degli studi sulla pertinenza mentre i due paragrafi successivi (4.4 e 4.5) sono divisi in sette sotto-paragrafi, ognuno dei quali presenta un aspetto particolare della ricerca sulla pertinenza, e in un'ulteriore sotto-paragrafo ('La fine del periodo') che chiude i paragrafi. All'interno di ogni sotto-paragrafo, i vari lavori (un lavoro può essere descritto in più di un articolo) sulla pertinenza sono presentati in

Tabella 4.1: Pubblicazioni sulla pertinenza.

A.	Autori	Ref.	Tipo	Fo	Ti	Su	Cr	Di	Es	So
59	Vickery	[Vic59a]	C		•					
	Vickery	[Vic59b]	C		•					
60	Bar-Hillel	[BH60]	C		•					
	Maron, Kuhns	[MK60]	CTS	•	•					
61	Rath, Resnick, Savage	[RRS61]	S			•				
	Resnick	[Res61]	S			•				
63	Doyle	[Doy63]	C	•						
	Fairthorne	[Fai63]	C		•					
	Rees, Saracevic	[RS63]	C				•			
64	Barhydt	[Bar64]	S							•
	Goffman	[Gof64]	T					•		
	Hillman	[Hil64]	SC	•						
	Resnick, Savage	[RS64]	S			•				
65	Hoffman	[Hof65]	S							•
	Taube	[Tau65]	C		•					
66	Goffman, Newill	[GN66]	C		•					
	Rees	[Ree66]	S	•	•					•
	Rees, Saracevic	[RS66]	C		•			•		•
67	Barhydt	[Bar67]	S							•
	Cuadra, Katter	[CK67b]	S				•		•	•
	Cuadra, Katter	[CK67a]	S				•		•	•
	Cuadra, Katter	[CK67c]	S				•			•
	Dym	[Dym67]	S							
	Goffman, Newill	[GN67]	TC	•						•
	Hagerty	[Hag67]	S			•				
	Katter	[Kat67]	S			•				
	O'Connor	[O'C67]	C							•
	Rees, Schulz	[RS67]	S		•		•		•	•
	Shirey, Kurfeerst	[SK67]	S							
	Weis, Katter	[WK67]	S			•			•	
	68	Katter	[Kat68]	S						•
Lesk, Salton		[LS68]	S							•
O'Connor		[O'C68]	CS		•					
Paisley		[Pai68]	C		•					
Wilson		[Wil68]	C	•						
69	Gifford, Baumanis	[GB69]	S							•
	O'Connor	[O'C69]	S							•
	Saracevic	[Sar69]	S			•				
70	Foskett	[Fos70]	C		•					
	Goffman	[Gof70]	TC	•						•
	Saracevic	[Sar70c]	R							
	Saracevic	[Sar70b]	SC	•						
	Saracevic	[Sar70a]	RC	•						
71	Cooper	[Coo71]	T	•			•			
72	Foskett	[Fos72]	C		•					
73	Belzer	[Bel73]	SC			•				
	Cooper	[Coo73b]	C		•		•			
	Cooper	[Coo73a]	C		•		•			
	Thompson	[Tho73]	S			•				
	Wilson	[Wil73]	C	•	•					
74	Kemp	[Kem74]	C		•					
	Kochen	[Koc74]	T	•				•		

Tabella 4.1: (continua)

A.	Autori	Ref.	Tipo	Fo	Ti	Su	Cr	Di	Es	So
75	Saracevic	[Sar75]	R	•						
76	Saracevic	[Sar76]	R	•						
77	Bookstein	[Boo77]	T		•					
	Davidson	[Dav77]	S							•
	Maron	[Mar77]	C	•						
	Robertson	[Rob77]	RC	•						
	Swanson	[Swa77]	C		•					
	Tessier, Crouch, Atherton	[TCA77]	C							•
78	Cooper, Maron	[CM78]	T	•						
	Figueiredo	[Fig78]	S							•
	Marcus, Kugel, Benenfeld	[MKB78]	S			•				
	Wilson	[Wil78]	C			•				
79	Bookstein	[Boo79]	CT		•					
	Kazhdan	[Kaz79]	S			•				•
	Koll	[Kol79]	S						•	
	Lancaster	[Lan79]	CR		•					
80	Brookes	[Bro80b]	C					•		
81	Koll	[Kol81]	S						•	
	Tessier	[Tes81]	CS	•						
82	Boyce	[Boy82]	C		•					
83	Bookstein	[Boo83]	T					•		
84	Ellis	[Ell84]	C	•						
85	Meadow	[Mea85]	C					•		
	Rorvig	[Ror85]	S						•	
86	Eisenberg	[Eis86]	S					•	•	
	Eisenberg, Barry	[EB86]	S					•		
	Foster	[Fos86]	R						•	
	Meadow	[Mea86]	C					•		
	Swanson	[Swa86]	C		•					
	Taylor	[Tay86]	C				•			
	van Rijsbergen	[vR86b]	T	•						
	van Rijsbergen	[vR86a]	T	•						
87	Eisenberg, Hu	[EH87]	S						•	
	Rorvig	[Ror87]	S			•				
88	Eisenberg	[Eis88]	S					•	•	
	Eisenberg, Barry	[EB88]	S					•		
	Halpern, Nilan	[HN88]	SC				•		•	
	Nie	[Nie88]	T	•						
	Nilan, Peek, Snyder	[NPS88]	SC				•		•	
	Regazzi	[Reg88]	S		•		•	•		•
	Rorvig	[Ror88]	R						•	
	Saracevic, Kantor	[SK88b]	S		•					
	Saracevic, Kantor	[SK88a]	S		•					
	Saracevic, Kantor, Chamis, Trivison	[SKCT88]	S		•					
Swanson	[Swa88]	C					•		•	
Tiamiyu, Ajiferuke	[TA88]	T					•			
89	Janes	[Jan89]	T	•						
	Nie	[Nie89]	T	•						
	van Rijsbergen	[vR89]	T	•						
90	Katzer, Snyder	[KS90]	C					•		
	O'Brien	[O'B90]	C		•					

Tabella 4.1: (continua)

A.	Autori	Ref.	Tipo	Fo	Ti	Su	Cr	Di	Es	So
	Purgailis Parker, Johnson	[PJ90]	S					•		
	Rorvig	[Ror90]	S						•	
	Sandore	[San90]	S		•					
	Schamber, Eisenberg, Nilan	[SEN90]	RC	•						
91	Bruza, van der Weide	[BvdW91]	T	•						
	Froehlich	[Fro91]	C		•					
	Gordon, Lenk	[GL91]	T	•						
	Janes	[Jan91a]	S						•	
	Janes	[Jan91b]	S			•			•	
	Schamber	[Sch91b]	S				•			
	Schamber	[Sch91a]	S				•			
	Su	[Su91]	S	•						
92	Bruza, van der Weide	[BvdW92]	T	•						
	Burgin	[Bur92]	S							•
	Froehlich, Eisenberg	[FE92]	CR							
	Harter	[Har92]	C	•	•			•		
	Janes, McKinney	[JM92]	S						•	•
	Lalmas, van Rijsbergen	[LvR92]	T	•						
	Nie	[Nie92]	T	•						
	Park	[Par92]	S				•			
	Su	[Su92]	S	•						
93	Barry	[Bar93]	S				•			
	Bruza	[Bru93]	T	•						
	Cool, Belkin, Kantor	[CBK93]	S				•			
	Janes	[Jan93]	S						•	
	Lalmas, van Rijsbergen	[LvR93]	T	•						
	Meghini, Sebastiani, Straccia, Thanos	[MSST93]	T	•						
	Park	[Par93]	S				•			
	Thomas	[Tho93]	S				•			
	Wilson	[Wil93]	C	•						
94	Barry	[Bar94]	S				•			
	Bruce	[Bru94]	SC				•	•	•	
	Froehlich	[Fro94]	RC							
	Hersh	[Her94]	C		•					
	Howard	[How94]	S				•			
	Janes	[Jan94]	S						•	•
	Ottaviani	[Ott94]	CT					•		
	Park	[Par94]	C	•						
	Schamber	[Sch94]	R				•			
	Sebastiani	[Seb94]	T	•						
	Smithson	[Smi94]	S					•		
	Soergel	[Soe94]	C		•					
	Su	[Su94]	S	•						
	Sutton	[Sut94]	C					•		
	Wang	[Wan94]	S				•	•		•
95	Brajnik, Mizzaro, Tasso	[BMT95]	S		•					
	Crestani, van Rijsbergen	[CvR95a]	T	•						
	Crestani, van Rijsbergen	[CvR95b]	T	•						
	Nie, Brisebois, Lepage	[NBL95]	T	•						
	Brajnik, Mizzaro, Tasso	[BMT96a]	S		•					
	Ellis	[Ell96]	C							•

Tabella 4.1: (continua)

A.	Autori	Ref.	Tipo	Fo	Ti	Su	Cr	Di	Es	So
	Harter	[Har96]	CR							•
	Lalmas	[La196]	T	•						
	Lalmas, van Rijsbergen	[LvR96]	T	•						
	Saracevic	[Sar96]	R		•					

ordine cronologico (e in ordine alfabetico se sono pubblicati nello stesso anno). Ovviamente, un lavoro che tratti più di un aspetto apparirà più volte, in sotto-paragrafi differenti; inoltre è impossibile descrivere in questa sede *tutti* gli aspetti di ogni lavoro, e quindi ne presento solo una breve sintesi.

4.3 Prima del 1958

L'inizio della storia della pertinenza può essere fatto risalire a parecchi secoli fa, con l'avvento delle prime biblioteche: i primi utenti di queste biblioteche avevano già a che fare con il problema di trovare informazioni *pertinenti*. Questo periodo è caratterizzato da una pertinenza *implicita*: la nozione di pertinenza è alla base di parecchi studi, ma non appare mai alla superficie, e quasi nessuno ne parla esplicitamente. Gli eventi principali sono:

- Nel XVII secolo, con la pubblicazione delle prime riviste scientifiche, nasce il meccanismo di comunicazione ancora oggi adottato nel settore scientifico, e la nozione di pertinenza diviene più centrale, seppure ancora non menzionata.
- Nel nostro secolo, parecchi studi, effettuati da Lotka [Lot26], Bradford [Bra34], Zipf [Zip49], Urquhart [Urq59], Price [Pri65] su ciò che anni dopo verrà denominata bibliometrica [Pri69] possono essere considerati le prime basi formali della pertinenza (si veda [Sar75]).
- Negli anni '30 e '40, secondo Saracevic [Sar75], S. C. Bradford è il primo a parlare di articoli pertinenti a un argomento.
- Negli anni '50, i pionieri del RI Mooers [Moo50], Perry [Per51], Taube [Tau55] e Gull [Gul56] costruiscono i primi SRI, e notano che non tutti gli elementi reperiti sono pertinenti.

È chiaro che la nozione di pertinenza è “da qualche parte lì fuori”, nascosta dietro la ricerca di articoli nella letteratura scientifica, gli studi bibliometrici, i SRI, e così via, ma non è esplicitamente riconosciuta, è nascosta, implicita. Questo periodo termina nel 1958, con la ‘International Conference for Scientific Information (ICSI)’, in cui il concetto di pertinenza è esplicitamente riconosciuto.

4.4 1959–1976

Le presentazioni di Vickery alla ICSI nel 1958 [Vic59a, Vic59b], riconosciute all'unanimità quali pietre miliari nella storia della pertinenza, generano un considerevole numero di studi nel periodo '1959–1976'. Questo periodo è ben descritto in alcuni lavori di rassegna di Saracevic [Sar70a, Sar70c, Sar75, Sar76], e anche in [SEN90], quindi non entrerà nei dettagli del lavoro effettuato in quegli anni.

Come detto in precedenza, questo paragrafo è diviso in sotto-paragrafi, ognuno dei quali presenta un particolare aspetto della ricerca sulla pertinenza. Ogni sotto-paragrafo è chiuso da un breve riassunto della corrispondente linea di ricerca.

4.4.1 Fondamenti

I lavori che esplorano i fondamenti della pertinenza sono:

Maron e Kuhns [MK60] esortano all'adozione della probabilità nella definizione della pertinenza, e affermano che il giudizio di pertinenza non può essere dicotomico (sì/no).

Doyle [Doy63] sostiene che la pertinenza è troppo evasiva per essere un criterio affidabile per la valutazione di SRI.

Hillman [Hil64] parte dalle definizioni di 'concetto', 'formazione di un concetto' e 'correlazione concettuale' per definire la pertinenza. Un esperimento mostra che la definizione formale di un concetto non può essere effettuata sulle basi di giudizi di similarità formulati da umani, e viene quindi schematizzato un approccio alternativo.

Rees [Ree66] nota che la definizione di pertinenza dovrebbe basarsi su concetti quali l'informazione portata da un documento, la 'conoscenza precedente' dell'utente e l' 'utilità' dell'informazione per l'utente.

Goffman e Newill [GN67, Gof70] confrontano la diffusione di idee e la diffusione di malattie, e trattano la pertinenza come una misura dell' 'efficacia del contatto'. Essi dimostrano matematicamente che la pertinenza è una relazione di equivalenza (perché più di una risposta è possibile) e che la banca dati risulta quindi partizionata in classi di equivalenza.

Wilson [Wil68] nota che un documento tematico può essere giudicato non interessante dall'utente se, ad esempio, egli lo conosce già, o conosce i suoi contenuti.

Saracevic [Sar70a, Sar70b, Sar75, Sar76] sintetizza alcune distribuzioni statistiche studiate in bibliometrica, le quali presentano la caratteristica comune che, in un insieme, un piccolo sottoinsieme di elementi appare più spesso, mentre la maggior parte degli elementi appare solo di rado. Ciò è vero sostituendo 'elementi appare' con: 'documenti sono reperiti',

‘autori e citazioni bibliografiche appaiono in letteratura’, ‘parole appaiono in un documento’, e così via. Saracevic suggerisce che la pertinenza è il concetto alla base di questi fenomeni.

Cooper [Coo71] definisce formalmente la pertinenza basandosi su nozioni (conseguenza logica e minimalità) prese in prestito dalla logica matematica. Innanzi tutto, Cooper definisce che una frase s è pertinente a un'altra frase r (o alla sua negazione logica $\neg r$) se s appartiene a un insieme minimale di premesse M che ha r come conseguenza logica. In simboli:

$$\text{pertinente}(s, r) \text{ iff } \exists M (s \in M \wedge M \models r \wedge M - s \not\models r).$$

Quindi, un documento D è visto come un insieme di frasi

$$D = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$$

, e la sua pertinenza a una richiesta r è definita come:

$$\text{pertinente}(D, r) \text{ sse } \exists i (\text{pertinente}(s_i, r)).$$

Wilson [Wil73] cerca di migliorare la definizione di Cooper e usa il termine *pertinenza situazionale* (*situational relevance*). Egli introduce la ‘situazione’, la ‘scorta di informazioni’ e lo ‘scopo’ dell’utente, e afferma che la probabilità e la logica induttiva, oltre alla logica deduttiva usata da Cooper, devono essere usate nella definizione della pertinenza.

Kochen [Koc74] definisce una funzione matematica che, dati un utente e una richiesta, assegna un valore di utilità ad ogni documento. Egli nota anche le limitazioni della sua definizione, che non considera la ‘situazione’ che può influenzare le preferenze dell’utente.

Le problematiche fondazionali sono affrontate usando vari strumenti matematici, e vengono gettate le basi per il lavoro effettuato in seguito: Maron e Kuhns [MK60] per il RI probabilistico; Cooper [Coo71] e Wilson [Wil73] per l’uso della logica matematica; e Rees [Ree66] e Wilson [Wil68] per l’importanza, per la pertinenza di un documento, delle conoscenze già acquisite dall’utente.

4.4.2 Tipi

I lavori riguardanti l’esistenza di vari tipi di pertinenza sono:

Vickery [Vic59a, Vic59b] presenta alla conferenza ICSI una distinzione fra la tematicità o pertinenza ad un soggetto (*relevance to a subject*, da lui intesa come $p(D, Q, \{To\})$) e la pertinenza dell’utente (*user relevance*, che si riferisce a ciò di cui l’utente ha bisogno, ossia $p(I, BIE, \{To, Ta, Co\})$).

- Bar-Hillel** [BH60] mette in discussione la tematicità ($p(-, -, \{To\})$), sostenendo che le distanze fra documenti, o argomenti, non possono essere misurate.
- Maron e Kuhns** [MK60] notano che la pertinenza di un documento a una richiesta ($p(D, R)$) è differente dalla pertinenza di un documento al BI ($p(D, BI)$), suppongono che le due pertinenze siano correlate, e verificano sperimentalmente questa ipotesi.
- Fairthorne** [Fai63] sostiene che la pertinenza debba essere misurata sulla sola base delle parole nel documento e nella richiesta ($p(D, R)$). Se si considera anche l'individualità dell'utente, allora ogni testo è pertinente ad ogni richiesta da qualche punto di vista.
- Taube** [Tau65] critica la nozione di pertinenza alla Cranfield (la pertinenza di un surrogato a una richiesta, $p(S, R)$).
- Goffman e Newill** [GN66] distinguono fra *relevance* ($p(D, R)$) e *pertinence* ($p(D, BI)$).
- Rees e Saracevic** [RS66] rimarcano che la pertinenza a una richiesta ($p(-, R)$) è differente dalla pertinenza al BI ($p(-, BI)$).
- Rees e Schultz** [Ree66, RS67] distinguono fra *relevance* ($p(I, BI)$) e *usefulness*, che include caratteristiche individuali del giudice.
- O'Connor** [O'C68], discutendo l'espressione 'soddisfare il BI di un utente', parla implicitamente di tre tipi di pertinenza, $p(S, Q)$, $p(I, BIP)$ e $p(I, BIE)$.
- Paisley** [Pai68] distingue 'pertinenza percepita' e 'utilità percepita', la quale include ad esempio quanto facile sia ottenere e leggere un documento.
- Foskett** [Fos70, Fos72] differenzia la pertinenza alla richiesta ($p(-, R)$), che egli denomina *relevance* e la pertinenza al BI ($p(-, BI)$), che egli chiama *pertinence*. La prima è considerata una nozione 'pubblica' e 'sociale', che deve essere stabilita da un consenso generale nel settore; la seconda è invece una nozione 'privata', che dipende di solito dall'utente e dal suo BI.
- Cooper** [Coo73a, Coo73b] distingue fra *logical relevance* (ossia tematicità, $p(-, -, \{To\})$) e *utility* ($p(-, -, \{To, Ta, Co\})$). Egli sostiene che è la seconda che deve essere usata nella valutazione dei SRI.
- Wilson** [Wil73] distingue esplicitamente tra la sua 'pertinenza situazionale' ($p(I, BIP)$) e la pertinenza dell'informazione al BIE ($p(I, BIE)$).
- Kemp** [Kem74] continua il lavoro di Foskett, sottolineando che la *relevance* è oggettiva, mentre la *pertinence* non lo è.

L'esistenza di differenti tipi di pertinenza è riconosciuta già in questi primi anni, sebbene le analisi si rivelino spesso miopi se confrontate con la classificazione del capitolo precedente: parecchi autori si limitano a notarla [Vic59a, Vic59b, MK60, GN66, RS66, Ree66, RS67, O'C68, Pai68, Fos70, Fos72, Wil73], mentre altri vanno oltre e affermano che un certo tipo di pertinenza è migliore di un altro [Fai63, Co073a, Co073b, Kem74].

4.4.3 Surrogati

Le ricerche con l'obiettivo di capire come i vari tipi di surrogati influenzino il giudizio di pertinenza sono:

Rath, Resnick e Savage [RRS61, Res61, RS64] esplorano, effettuando uno studio sperimentale, le differenze fra i giudizi di pertinenza espressi utilizzando vari tipi di surrogati (titolo, sommario, parole chiave, citazione bibliografica, estratto) e loro combinazioni, e l'intero documento. Più in dettaglio, gli autori confrontano $g(-, -, S_{tit})$, $g(-, -, S_{abstr})$, $g(-, -, S_{keyw})$, $g(-, -, S_{cit})$, $g(-, -, S_{extr})$, $g(-, -, S_{abstr+cit})$, $g(-, -, S_{keyw+cit})$ e $g(-, -, D)$, non trovando alcuna differenza significativa.

Hagerty [Hag67] confronta $g(-, -, D)$, $g(-, -, S_{tit})$ e $g(-, -, S_{abstr})$, con sommari di lunghezze differenti (30, 60 e 300 parole). L'autrice rileva che la qualità del surrogato (si veda il paragrafo 4.2) aumenta con la sua lunghezza.

Katter [Kat67] confronta $g(-, -, S_{keyw})$ (il giudizio di pertinenza espresso sulla base di un surrogato costituito da parole chiave) e $g(-, -, D)$ (il giudizio espresso sulla base dell'intero documento).

Weis e Katter [WK67] confrontano la pertinenza di vari tipi di surrogati (S_{abstr} , S_{keyw} , S_{extr} , S_{tit}), constatando che sommari ed estratti hanno una qualità maggiore dei titoli.

Saracevic [Sar69] confronta $g(-, -, S_{title})$, $g(-, -, S_{abstract})$ e $g(-, -, D)$, notando differenze significative.

Belzer [Bel73] si basa sulla Teoria dell'informazione di Shannon e Weaver, e mostra che l'*entropia* di vari tipi di surrogato (sommario, primo paragrafo e ultimo paragrafo) può essere usata per prevedere la qualità del surrogato.

Thompson [Tho73] studia se la presenza o l'assenza del sommario influenzi sia la corrispondenza fra un primo veloce giudizio di pertinenza e il giudizio finale, sia il tempo usato per esprimere il giudizio. Egli non trova nessuna differenza.

Alcuni di questi studi, ad esempio [Hag67, WK67], suggeriscono che la qualità del surrogato cresce con la sua lunghezza, mentre altri, ad esempio [RRS61, Res61, RS64, Tho73], sostengono che non vi sono differenze significative. Comunque, tutti concordano che un aumento della lunghezza del surrogato non ne peggiora la qualità.

4.4.4 Criteri

Solo pochi studi di questo periodo analizzano i criteri extra-tematici adottati dagli utenti nel giudicare la pertinenza:

Rees e Saracevic [RS63] studiano variabili e condizioni che influenzano l'accordo fra differenti giudizi di pertinenza e presentano alcune ipotesi che sembrano comportare un alto grado di accordo.

Cuadra e Katter [CK67a, CK67b, CK67c] trovano 38 variabili (ad esempio, stile, specificità, livello di difficoltà dei documenti) che influenzano il giudizio di pertinenza.

Rees e Schultz [RS67] notano che i giudizi di pertinenza sono incoerenti e influenzati da circa 40 variabili. Essi rilevano anche che più informazioni a disposizione del giudice comportano giudizi più restrittivi.

Cooper [Coo71, Coo73a, Coo73b] suggerisce che l'«utilità» dipende da parecchi fattori extra-tematici, fra cui: accuratezza, credibilità, fonte della pubblicazione, data recente, autore, e così via.

Gli studi di Cuadra e Katter [CK67a, CK67b, CK67c] e di Rees e Schultz [RS67] mostrano come il giudizio di pertinenza dipenda da molte variabili extra-tematiche:

1. il tipo di rappresentazione del documento;
2. il modo in cui è espressa la richiesta;
3. le caratteristiche del giudice (ad esempio la sua conoscenza dell'argomento su cui la ricerca è effettuata);
4. il modo di esprimere il giudizio;
5. la situazione, il contesto, in cui il giudizio è espresso.

Ma questa linea di ricerca avrà una grande espansione nel prossimo periodo, come vedremo più avanti.

4.4.5 Dinamicità

I lavori che studiano il carattere dinamico della pertinenza sono:

Goffman [Gof64] dimostra, usando la teoria matematica delle *misure*, che la pertinenza non è una relazione fra la richiesta e ogni singolo documento: perché la pertinenza sia una misura, bisogna considerare anche le relazioni fra documenti.

Rees e Saracevic [RS66] affermano che il giudizio di pertinenza espresso da un giudice varia nel tempo.

Kochen [Koc74] nota che l'ordine di presentazione dei documenti può influenzare le preferenze dell'utente.

Gli studi riguardanti la natura dinamica della pertinenza sono, in questo periodo, molto pochi. Viene comunque notato che il giudizio di pertinenza può variare nel tempo e dipendere dall'ordine di presentazione dei documenti.

4.4.6 Espressione

Gli studi che esplorano le problematiche connesse all'espressione del giudizio di pertinenza sono:

Cuadra e Katter [CK67a, CK67b] mostrano che i giudizi di pertinenza umani sono influenzati da un buon numero di condizioni al contorno, mettendo così in discussione l'affidabilità di questi giudizi. Gli autori notano anche che i giudici che devono esprimere il proprio giudizio usando scale di valutazione per categorie preferiscono avere un alto numero di categorie fra cui scegliere.

Rees e Schultz [RS67] studiano gli effetti di differenti tecniche di *scaling* sull'affidabilità dei giudizi.

Weis e Katter [WK67] usano una scala di valutazione per categorie a nove punti per misurare la corrispondenza dei giudizi di pertinenza espressi sulla base di differenti rappresentazioni dei documenti.

Katter [Kat68] confronta i metodi di valutazione (*rating*) con i metodi di ordinamento (*ranking*), e i metodi di ripartizione in categorie con i metodi di stima della magnitudine, senza trovare un metodo del tutto affidabile.

Questi studi non stabiliscono *il* metodo più affidabile per l'espressione del giudizio di pertinenza. Essi sono comunque importanti, in quanto saranno la base degli studi del periodo successivo, ed evidenziano alcuni fenomeni quali: metodi differenti possono produrre giudizi differenti; i giudici che utilizzano le scale di valutazione per categorie preferiscono avere un elevato numero di categorie a disposizione e usano prevalentemente gli estremi delle scale; e così via.

4.4.7 Soggettività

Gli studi che analizzano la variazione dei giudizi di pertinenza fra giudici differenti sono:

Barhydt [Bar64, Bar67] introduce le seguenti misure di similarità fra giudizi di pertinenza di utenti e non-utenti: *sensibilità* (*sensitivity*, la percentuale dei documenti giudicati pertinenti dal non-utente fra quelli giudicati pertinenti dall'utente) e *specificità* (*specificity*, la percentuale dei documenti giudicati non pertinenti dal non-utente fra quelli giudicati non

pertinenti dall'utente). L'*efficacia* è la sintesi di sensibilità e specificità in un'unica misura:

$$\text{efficacia} = \text{sensibilità} + \text{specificità} - 1.$$

Inoltre, l'autore confronta i giudizi di pertinenza dicotomici espressi da esperti dell'argomenti ed esperti di SRI, ottenendo un'efficacia media di 0.35.

Hoffman [Hof65] studia la coerenza dei giudizi di pertinenza fra differenti gruppi di giudici (inter-coerenza) e fra giudici dello stesso gruppo (intra-coerenza).

Rees e Saracevic [RS66] notano che il giudizio di pertinenza è soggettivo e non inerente in un documento, e concludono che la pertinenza di un documento per un utente può essere giudicata solo dall'utente stesso.

Rees e Schultz [Ree66, RS67] trovano circa 40 variabili che influenzano il giudizio di pertinenza, fra le quali 'quantità di informazione disponibile' e 'caratteristiche del giudice' (maggiore quantità di informazione a disposizione e maggiore inclinazione scientifica dei giudici comportano livelli di pertinenza inferiori).

Cuadra e Katter [CK67a, CK67b, CK67c] studiano 38 variabili che influenzano il giudizio di pertinenza, raggruppate in 5 classi che comprendono il giudice, la situazione di giudizio, e il modo in cui il giudizio viene espresso.

O'Connor [O'C67] studia gli effetti delle richieste non chiare sui giudizi di pertinenza: egli suggerisce che se la richiesta non è chiara differenti giudici la interpreteranno in modi differenti, e quindi l'accordo fra di essi sarà basso. Sono studiati vari tipi di richieste non chiare, e vengono espressi alcuni suggerimenti su come formulare richieste chiare.

Goffman e Newill [GN67, Gof70] dimostrano matematicamente, paragonando la diffusione delle idee con la diffusione delle malattie, che la pertinenza dipende da quello che il giudice già sa.

Lesk e Salton [LS68] ottengono un accordo del 30% fra i giudizi di pertinenza espressi da utenti e da non-utenti. Essi definiscono una *ipotesi forte* (le differenze nei giudizi di pertinenza non influenzano la valutazione delle prestazioni di SRI) e una *ipotesi debole* (le differenze nei giudizi di pertinenza non influenzano i confronti di prestazioni fra differenti metodi per il RI). Inoltre, gli autori notano che i giudizi di pertinenza sono più restrittivi man mano che aumenta la conoscenza dell'argomento da parte del giudice.

Gifford e Baumanis [GB69] mostrano come la co-occorrenza di termini nei sommari spieghi l'accordo fra giudizi di pertinenza.

O'Connor [O'C69] suggerisce, sulla base di evidenze sperimentali, che una discussione fra i giudici può cambiare i giudizi di pertinenza e superare eventuali disaccordi.

In questo periodo il problema della soggettività è notato, ma non viene proposta nessuna soluzione. Comunque, alcuni concetti utili sono stabiliti: efficacia, sensibilità e specificità [Bar64, Bar67]; intra- ed inter-coerenza di gruppi di giudici [Hof65]; ipotesi forte e debole [LS68]; e discussione fra giudici per superare i disaccordi [O'C69] (ma si vedano anche [Gul56, Har96]).

4.4.8 La fine del periodo

Questo periodo è chiuso alla metà degli anni 70 da alcuni lavori di rassegna di Saracevic, che riassumono gli studi effettuati e gettano le basi per le ricerche degli anni seguenti:

Saracevic [Sar70a, Sar70c, Sar75, Sar76] passa in rassegna gli articoli sulla pertinenza pubblicati nel periodo '1959–1976' e presenta un quadro di riferimento per classificare le varie nozioni di pertinenza proposte fino ad allora.

Gli studi di Cuadra e Katter [CK67a, CK67b, CK67c] e di Rees e Schultz [RS67] sono i più importanti di questo periodo. Essi appaiono in più paragrafi, e (insieme ai lavori di rassegna di Saracevic) saranno i lavori più citati nel prossimo periodo.

4.5 1977–1997

L'ultimo periodo della pertinenza comincia nel 1977 (appena dopo i lavori di rassegna di Saracevic) e continua fino a oggi. Questo paragrafo descrive tale periodo e, come detto, è diviso negli stessi sotto-paragrafi del precedente.

4.5.1 Fondamenti

Parecchi lavori continuano a discutere le problematiche fondazionali:

Maron [Mar77] parla di *attinenza* (*aboutness*), un concetto centrale per la teoria dell'indicizzazione. Egli usa l'espressione 'subjective about', e sostiene che l'attinenza è molto complessa, soggettiva e non misurabile.

Robertson [Rob77] sintetizza alcuni lavori sull'interpretazione probabilistica della pertinenza.

Cooper e Maron [CM78] notano, dal punto di vista della teoria dell'indicizzazione, che la pertinenza non è una decisione dicotomica, ma va misurata per gradi.

- Tessier** [Tes81] propone una misura onnicomprensiva della pertinenza, che valuti l'intero processo di ricerca di informazioni tramite una media di punteggi di soddisfazione.
- Ellis** [Ell84] mette in dubbio l'uso della pertinenza per stabilire le prestazioni di un SRI. Egli parla di un 'paradosso della pertinenza', che può essere riassunto con: più si usa la "vera" pertinenza, meno la si può misurare.
- van Rijsbergen** [vR86a, vR86b, vR89] riporta all'attenzione degli studiosi l'uso della logica matematica per modellare la pertinenza (e, in generale, il RI), dopo più di dieci anni da [Coo71, Wil73]: se il documento e l'interrogazione sono rappresentati rispettivamente dalle formule logiche d e q , allora il documento è pertinente all'interrogazione se l'implicazione logica $d \rightarrow q$ è vera.
- Nie** [Nie88, Nie89, Nie92] si basa sulla logica modale e sulla semantica dei mondi possibili di Kripke [Che80] per modellare la pertinenza di un documento (rappresentato da un mondo possibile) all'interrogazione (rappresentata da una formula) usando la relazione di accessibilità fra mondi possibili. Questo approccio permette di modellare la presenza di un thesaurus e l'espansione dell'interrogazione.
- Janes** [Jan89] suggerisce che i giudizi di pertinenza possono essere visti (prendendo a prestito alcuni concetti dalla *teoria della ricerca*) come un processo di *scoperta*. L'*incertezza*, insita in questo processo, può essere modellata probabilisticamente e diminuisce all'aumentare del tempo e delle informazioni a disposizione del giudice, che ha quindi più probabilità di effettuare una decisione (un giudizio) corretta.
- Schamber, Eisenberg e Nilan** [SEN90] si uniscono alla visione della pertinenza orientata all'utente (in contrapposizione a quella orientata al sistema). Essi sostengono che la pertinenza è un concetto multidimensionale, cognitivo e dinamico, e ciò nonostante sistematico e misurabile.
- Bruza e van der Weide** [BvdW91, BvdW92, Bru93] propongono un approccio logico in cui la relazione di derivabilità è indebolita. Vengono definiti due tipi di derivazione: 'stretta' (rappresentata da \vdash) e 'plausibile' (rappresentata da \vdash); ognuna di esse ha i propri assiomi, e un documento d è pertinente a un'interrogazione q se vale almeno $d \vdash q$.
- Gordon e Lenk** [GL91] adottano un approccio formale, usando (i) la teoria dei segnali unita alla teoria delle decisioni e (ii) la teoria dell'utilità, e mettono in discussione il principio di ordinamento delle probabilità *probability ranking principle* nel RI. Secondo questo principio, un SRI (probabilistico) assegna a ogni documento nella collezione un *retrieval status value* (una predizione di quanto il documento è pertinente per l'utente) sulla base dell'interrogazione. Dopodiché gli n documenti con i valori più alti vengono presentati all'utente. Questa politica è analizzata, e risulta opportuna (ed ottima) solo se si verificano tre condizioni:

(1) i *retrieval status values* sono effettivamente le *probabilità* che i documenti siano pertinenti; (2) questi valori sono privi di incertezza (ossia essi sono numeri, non intervalli); e (3) i giudizi di pertinenza dell'utente sono mutualmente indipendenti. Se queste condizioni non valgono, una strategia alternativa potrebbe ridurre il 'rischio' di presentare all'utente documenti non pertinenti.

Su [Su91, Su92, Su94] considera 20 misure (divise in 4 gruppi: pertinenza, efficienza, utilità e soddisfazione dell'utente) per la valutazione di un SRI, e crea una nuova misura (successo) che rappresenta il successo globale della ricerca giudicato dall'utente. L'autrice ottiene, osservando utenti reali che effettuano ricerche su banche dati in linea, che 7 misure su 20 sono correlate con il successo, e che la precisione (una misura del gruppo pertinenza) non lo è.

Harter [Har92] applica la teoria della *pertinenza psicologica* di Sperber e Wilson [SW86] al concetto di pertinenza nella scienza dell'informazione, ottenendo un'elegante descrizione e conclusioni molto interessanti per il RI e la bibliometrica.

Lalmas e van Rijsbergen [LvR92, LvR93, LvR96, Lal96] usano la *teoria delle situazioni* [Bar89, BP83b, Dev91] per modellare la pertinenza in modo simile a quanto fatto da Nie [Nie88, Nie89, Nie92]: un documento è una situazione s , un'interrogazione è un *tipo* φ e il documento è pertinente all'interrogazione se esiste un *flusso* di informazioni che proviene dalla situazione s e conduce a una situazione s' tale che $s' \models \varphi$.

Meghini, Sebastiani, Straccia e Thanos [MSST93, Seb94] usano la *logica terminologica*: un documento è un individuo, un concetto è una classe di documenti, un'interrogazione è un concetto, le relazioni fra concetti e documenti sono modellate con assiomi e la pertinenza è modellata da un operatore di *instance assertion* (un documento è pertinente a un concetto se il documento è istanza del concetto). In [Seb94] viene aggiunta la probabilità.

Wilson [Wil93] discute il problema dell'efficienza nella comunicazione scientifica. Egli parte dall'assunzione che per avere efficienza è necessario che vengano comunicate informazioni *pertinenti*, e non semplicemente informazioni. La domanda se la comunicazione scientifica sia efficiente o meno è ritenuta fondamentale e ancora senza risposta.

Park [Par94] sostiene l'adozione di un *paradigma naturalistico* di ricerca (in contrapposizione a quello *razionalistico*) per lo studio della pertinenza. L'autrice sostiene che l'attenzione vada posta sull'utente, non sul sistema, e che un approccio qualitativo sia inevitabile se si vuole comprendere il comportamento dell'utente che ricerca informazioni.

Crestani e van Rijsbergen [CvR95a, CvR95b] usano la tecnica del *logical imaging* derivata dalla logica condizionale [HSP81], in cui la valutazione

di un condizionale ha luogo nel più vicino mondo possibile. I mondi possibili modellano i termini, le formule modellano documenti e interrogazioni, e i gradi di pertinenza sono calcolati sulla base delle relazioni semantiche fra termini.

Nie, Lepage e Brisebois [NBL95] usano il *logical imaging* [HSP81] per modellare la pertinenza di un documento a un'interrogazione. Questo approccio comprende un modello dell'utente (conoscenze, esperienze precedenti, e così via): ogni mondo possibile modella un possibile stato di conoscenza dell'utente, un documento è una formula ed è pertinente se è compatibile con lo stato di conoscenza associato al mondo.

Osservando questa linea di ricerca, è facile notare da un lato la crescente presenza (soprattutto verso la fine del periodo '1977–1997) di approcci orientati all'utente e cognitivi [SEN90, Har92, Par94, Su91, Su92, Su94], e dall'altro il tentativo di definire una logica per il RI: il lavoro seminale di van Rijsbergen [vR86a, vR86b, vR89] ha causato la nascita di un numero considerevole di studi che negli anni seguenti hanno continuato a proporre modelli più raffinati e complessi [Nie88, Nie89, Nie92, BvdW91, BvdW92, Bru93, LvR92, LvR93, LvR96, Lal96, MSST93, Seb94, CvR95a, CvR95b, NBL95]. Inoltre, mentre nel periodo '1959–1976' sembravano esserci due posizioni estreme, sintetizzate dal 'paradosso della pertinenza' di Ellis [Ell84], nel periodo seguente gli approcci cognitivi hanno cercato di affrontare la pertinenza 'soggettiva, non misurabile' in modo più ottimistico [SEN90]. Infine, appaiono i primi studi che trattano la pertinenza di un insieme di documenti anziché quella di un singolo documento [GL91].

4.5.2 Tipi

L'analisi dei vari tipi di pertinenza continua:

Bookstein [Boo77, Boo79] distingue fra la pertinenza di un documento, assegnata dall'utente, e la previsione della pertinenza di un documento, assegnata dal SRI e chiamata *Retrieval Status Value* (RSV). Egli nota che RSV e pertinenza possono non coincidere, e quindi i documenti con gli RSV più alti non sono necessariamente i più pertinenti.

Swanson [Swa77, Swa86] definisce due 'schemi di riferimento' per la pertinenza. Nel primo, la pertinenza è vista come una relazione fra gli elementi reperiti e i bisogni dell'utente; nel secondo ci si basa invece sull'interrogazione dell'utente. Nel secondo schema la pertinenza è identificata con la tematicità ($p(D, Q, \{To\})$), e ritenuta più oggettiva, osservabile e misurabile; nel primo, la tematicità non è sufficiente per assicurare la pertinenza, una nozione più soggettiva ed evasiva ($p(D, BI, \{To, Ta, Co\})$).

Lancaster [Lan79] definisce la *pertinence* come la relazione fra un documento e una richiesta giudicata dall'utente ($g(p(D, R), utente)$) e la *re-*

levance come la stessa relazione, ma giudicata da un giudice esterno ($g(p(D, R), \text{non-utente})$).

Boyce [Boy82] propone di dividere la pertinenza in tematicità e informatività (*informativeness*), e di dividere in due fasi il processo di reperimento: una prima fase dedicata al reperimento di tutti i documenti tematici e una seconda fase per individuare i documenti informativi (ossia, quelli che portano informazione all'utente) fra quelli tematici.

Regazzi [Reg88] definisce, per il suo studio sperimentale, *pertinence*, intesa come $p(S, R, \{To\})$, e *utility*, intesa come $p(S, R, \{To, Ta, Co\})$, non notando (in un esperimento di laboratorio, e quindi non con utenti reali) nessuna differenza fra le due.

Saracevic, Kantor, Chamis e Trivison [SKCT88, SK88a, SK88b] presentano un vasto studio del comportamento di chi ricerca informazioni. Essi analizzano parecchi fattori (raggruppati in 14 categorie) che influenzano la valutazione di una ricerca. Fra le varie misure usate nell'esperimento, gli autori definiscono la pertinenza ($p(S, R, \{To\})$) e l'utilità globale per l'utente dei risultati della ricerca, trovando una buona correlazione fra queste due misure.

O'Brien [O'B90] discute l'importanza della pertinenza nella valutazione degli *Online Public Access Catalogues* (OPAC). L'autrice evidenzia che la pertinenza è una caratteristica centrale, ma la maggiore incertezza e la natura dinamica del mondo degli OPAC (mancanza di intermediari, utenti eterogenei, nessuna restrizione nel tempo di uso del sistema, pertinenza come una parte di una situazione complessa di ricerca di informazioni, e così via) rispetto al mondo dei SRI rendono la 'pertinenza oggettiva' ($p(I, BI, \{To, Ta, Co\})$) più difficile da ottenere e misurare e la 'pertinenza soggettiva' ($p(D, Q, \{To\})$) meno importante.

Sandore [San90] suggerisce di analizzare $g(p(D, -, t(f), -), \text{utente}, t(f))$, la pertinenza giudicata dall'utente una volta che questi abbia risolto il suo problema. L'autrice colleziona circa 200 giudizi di pertinenza espressi da alcuni utenti circa due settimane dopo aver effettuato la ricerca. In questo modo, gli utenti hanno modo di rivedere i risultati della ricerca, e i loro giudizi dovrebbero essere più affidabili. Sandore trova una moderata correlazione fra la soddisfazione degli utenti e la precisione della ricerca.

Froehlich [Fro91] afferma che la pertinenza è una *categoria naturale*, e quindi acquisita tramite esperienza, e non tramite definizioni. Egli parla anche di 'polarità' ('dualità' potrebbe essere un altro termine) della pertinenza: da un lato abbiamo la tematicità e il suo universo (una visione più sociale), e dall'altro lato c'è il contesto dell'utente (una visione più individuale).

Harter [Har92] deriva, dall'applicazione della 'pertinenza psicologica' al RI, che 'essere sul tema' non è una condizione né necessaria né sufficiente per 'essere pertinente'.

Hersh [Her94] esplora le limitazioni della tematicità ($p(D, Q, \{To\})$) e della 'pertinenza situazionale' ($p(I, BI, \{To, Ta, Co\})$) nel dominio medico, trovando che né una né l'altra sono adeguate per valutare un SRI. Egli poi suggerisce un quadro di riferimento per la valutazione di SRI che usi entrambi i tipi di pertinenza: la prima per verificare la bontà di approcci differenti all'indicizzazione e al reperimento, la seconda per misurare l'impatto dei SRI sugli utenti. Egli inoltre afferma che un terzo aspetto, che vada oltre la nozione di pertinenza, deve essere esplorato, allo scopo di misurare il risultato dell'intera interazione fra utente e sistema.

Soergel [Soe94] riassume, nell'introduzione di un suo articolo sull'indicizzazione, alcune definizioni di tematicità, pertinenza e utilità proposte fino ad allora. Un'entità è tematica se essa può, in principio, aiutare a rispondere alla domanda dell'utente. Un'entità è pertinente se tematica e 'appropriata' per l'utente (ossia, l'utente può comprenderla e usare le informazioni ottenute). Un'entità è utile se pertinente e se essa dà all'utente informazioni 'nuove' (non già conosciute).

Brajnik, Mizzaro e Tasso [BMT95, BMT96a] presentano la valutazione di un'interfaccia intelligente a un SRI, in cui: (i) non solo la tematicità ($p(D, R, \{To\})$), ma anche l'utilità ($p(D, R, \{To, Ta\})$) è misurata (e un'alta correlazione fra le due è trovata); e (ii) la qualità dell'interazione sistema-utente e la soddisfazione dell'utente sono esplorate.

Saracevic [Sar96] passa in rassegna quattro quadri di riferimento riguardanti la natura della pertinenza: *sistemi*, *comunicazione*, *situazionale* e *psicologico*, e propone un quinto quadro di riferimento, *interattivo*, basato su un modello stratificato del RI, in cui l'interazione avviene a vari livelli. L'autore suggerisce che esiste un sistema di varie pertinenze interdipendenti che interagiscono in modo dinamico.

La classificazione proposta nel capitolo precedente mostra come tutte le distinzioni proposte da questi autori siano riduttive: parecchi studi di entrambi i periodi ('1959–1976' e '1977–1997') confondono la pertinenza del sistema con la tematicità, non considerano tutti i tipi di pertinenza esistenti, e così via. In ogni modo, nel secondo periodo alcuni studi [Reg88, SKCT88, SK88a, SK88b, San90, BMT95, BMT96a] cercano di misurare pertinenze ritenute in precedenza non misurabili, talvolta confrontando due tipi di pertinenza differenti; in tal modo essi si avvicinano alla pertinenza 'massima' di figura 3.5.

4.5.3 Surrogati

Alcuni studi continuano il lavoro degli anni sessanta con l'obiettivo di comprendere come il giudizio di pertinenza sia influenzato dai differenti tipi di surrogati:

Marcus, Kugel e Benefeld [MKB78] confrontano il giudizio di pertinenza espresso sulla base di vari tipi di surrogato (titolo, sommario, parole chiave e parole chiave che compaiono nell'interrogazione) e dell'intero documento. I risultati suggeriscono una *ipotesi di lunghezza* (*length hypothesis*): la qualità di un surrogato è direttamente proporzionale alla sua lunghezza.

Wilson [Wil78] nota che la pertinenza di un surrogato può essere differente dalla pertinenza di un documento, perché *qualsiasi* caratteristica di un documento lo può rendere pertinente all'utente, e ogni surrogato è più corto del documento. Egli sostiene inoltre l'adozione di SRI che vadano oltre la tematicità.

Kazhdan [Kaz79] confronta i giudizi di pertinenza ottenuti per mezzo di sette differenti tipi di surrogati (titolo, sommario, titolo più un estratto, e così via), ottenendo una differenza 'non trascurabile', ma notando altresì che l'ordinamento relativo della qualità dei sette differenti surrogati non cambia.

Rorvig [Ror87] rileva che i giudizi di pertinenza espressi sulla base di documenti ($g(-, D)$) e surrogati (sommari, $g(-, S_{abstr})$) sono simili se il documento è un'immagine e il surrogato è una descrizione testuale.

Janes [Jan91b] studia come il giudizio di pertinenza cambi man mano che l'informazione a disposizione dell'utente aumenta. Gli utenti vedono in sequenza 3 surrogati dello stesso documento, scelti fra titolo, sommario, parole chiave e citazione bibliografica, in vari ordini. Un *indice di movimento* (*motion index*) misura il cambiamento del giudizio man mano che un nuovo surrogato viene presentato. L'autore conclude che i sommari sono i tipi di surrogati più importanti, seguiti dai titoli e da citazioni bibliografiche e parole chiave. Inoltre, l'*ipotesi di lunghezza* è contraddetta da questi risultati.

La distinzione fra '1959–1976' e '1977–1997' non sembra influenzare gli studi sui surrogati: la storia di questo problema sembra scorrere in modo continuo dal 1959 a oggi (sebbene non vi siano studi negli ultimi 5 anni). Credo che due siano le pietre miliari di questa linea di ricerca: l'ipotesi di lunghezza [MKB78] e lo studio di Janes [Jan91b], uno dei più completi e sistematici.

Nella maggior parte di questi studi (in entrambi i periodi), i giudizi basati sui surrogati tendono a diventare simili a quelli basati sull'intero documento man mano che il surrogato è arricchito: la qualità di S_{tit} è la più bassa, seguita da S_{keyw} , S_{extr} e S_{abstr} . Comunque alcuni autori ottengono risultati differenti, ad esempio Janes [Jan91b]; ciò suggerisce che l'ipotesi di lunghezza [MKB78] sia troppo superficiale: anche la qualità (semantica) dei termini che compongono un surrogato, oltre alla loro quantità (sintassi), andrebbe considerata.

4.5.4 Criteri

Durante il periodo ‘1959–1976’, i criteri extra-tematici venivano individuati da esperti. Questa linea di ricerca è proseguita, soprattutto alla Syracuse University, con un approccio differente: i criteri vengono elicitali direttamente dagli utenti. Le espressioni *criteri definiti dagli utenti* e *caratteristiche dei documenti* sono spesso usate:

Taylor [Tay86] propone il seguente elenco di criteri adottati dagli utenti che scelgono informazioni (ossia, che esprimono giudizi di pertinenza dicotomici): (1) facilità di uso, (2) riduzione di rumore, (3) qualità, (4) adattabilità (abilità a rispondere al problema dell’utente), (5) risparmio di tempo e (6) risparmio di denaro.

Halpern, Nilan, Peek e Snyder [HN88, NPS88] schematizzano una metodologia per (i) elicitare i criteri adottati dagli utenti nella valutazione delle *sorgenti* di informazione, e (ii) individuare gli istanti di tempo in cui questi criteri vengono usati. In uno studio preliminare, gli autori rilevano 40 criteri, fra cui: credenziali, reputazione, fiducia, esperienza, amore, considerazioni finanziarie, considerazioni di tempo, e così via.

Regazzi [Reg88] chiede a 32 giudici di valutare l’importanza di cinque attributi di documenti (autore, titolo, sommario, fonte della pubblicazione e data della pubblicazione) e di sei attributi dell’informazione (accuratezza, completezza, argomento, carattere indicativo, tempestività e trattamento), trovando preferenze molto differenti fra i vari giudici.

Schamber [Sch91a, Sch91b] studia la valutazione dell’informazione (multimediale) ricevuta da parte degli utenti di un sistema informativo meteorologico, rilevando dieci criteri, raggruppati in tre categorie: (1) informazione (accuratezza, tempestività, specificità, prossimità geografica), (2) fonte (affidabilità, accessibilità, verificabilità tramite altre fonti), (3) presentazione (dinamismo, qualità di presentazione, chiarezza).

Park [Par92, Par93] elicita da utenti universitari alcuni criteri che influenzano il giudizio di pertinenza, raggruppati in tre categorie: (1) ‘contesto interno’, contenente criteri concernenti l’esperienza precedente dell’utente (ad esempio, l’esperienza nella letteratura dell’argomento, o l’educazione ricevuta); (2) ‘contesto esterno’, fattori concernenti la ricerca che sta avendo luogo (ad esempio, scopo della ricerca, stadio della ricerca); e (3) ‘contesto del (contenuto del) problema’, rappresentante le motivazioni e l’uso previsto dell’informazione (ad esempio, ottenere le definizioni, o classificazioni, di qualcosa)

Barry [Bar93, Bar94] identifica 23 ‘categorie di criteri’, classificate nei seguenti 7 ‘gruppi di categorie di criteri’: (1) contenuto informativo del documento, (2) esperienza dell’utente, (3) credenze e preferenze dell’utente, (4) altre fonti di informazione all’interno dell’ambiente, (5) fonti

dei documenti, (6) documenti come entità fisiche e (7) situazione dell'utente. Tre criteri sono originali: efficacia di una tecnica presentata nel documento, consenso all'interno del settore e relazione fra utente e autore.

Cool, Belkin e Kantor [CBK93] elicitano da circa 300 soggetti 60 criteri alla base dei giudizi di utilità dei documenti, suddivisi in sei categorie: (1) tema, (2) contenuto/informazione (concetti e fatti contenuti nei documenti), (3) formato, (4) presentazione, (5) valore e (6) sé stesso (bisogno o uso personali del documento).

Thomas [Tho93] identifica 18 fattori, raggruppati in quattro categorie, che influenzano i giudizi di pertinenza espressi da studenti di dottorato in un ambiente non familiare: (1) fonte di informazioni e conoscenze, (2) sensazioni di incertezza (affettive, pragmatiche, culturali e accademiche), (3) pazienza e coordinazione e (4) possibilità di stabilire relazioni professionali.

Bruce [Bru94] individua alcune 'caratteristiche del documento' (autore, titolo, parole chiave, fonte di pubblicazione e data di pubblicazione) e 'attributi dell'informazione' (accuratezza, completezza, contenuto, ricchezza di stimoli, tempestività, trattamento) che i giudici possono usare nell'espressione del loro giudizio di pertinenza. L'autore suggerisce che l'importanza attribuita dal giudice a ognuno di questi parametri cambi durante la ricerca di informazioni.

Howard [How94] usa la *teoria dei costrutti personali* sviluppata da Kelly [Kel55] per elicitare i 'costrutti personali' (ossia, criteri) adottati nel giudizio di pertinenza. L'autrice elicitava da 5 giudici le giustificazioni individuali per i loro giudizi di pertinenza o non pertinenza di 14 documenti, e quindi chiede ad altri tre soggetti di raggruppare questi criteri in due modi: (1) per similitudine e (2) per fuoco, ossia tematicità e informatività (concernenti l'utente e l'uso dell'informazione). Si ottengono tre (uno per soggetto) insiemi di gruppi di costrutti personali simili, rispettivamente con cardinalità 7, 13 e 12. Due dei tre soggetti concordano che 39 costrutti vadano etichettati come tematici, e 24 come informativi; solo 5 costrutti non vengono etichettati. I risultati suggeriscono a Howard che tematicità e informatività appaiono nel modello mentale della pertinenza, e che la tematicità sia più importante dell'informatività.

Schamber [Sch94] nota che la percentuale di criteri originali scoperti negli studi più recenti è molto bassa, e quindi conclude che: (i) sembra esserci un insieme finito di criteri e (ii) probabilmente quasi tutti i criteri sono ormai stati identificati.

Wang [Wan94] esegue un esperimento di *think aloud* con 25 utenti reali allo scopo di individuare e ordinare criteri utente basati su 'elementi informativi dei documenti' su conoscenze personali dell'utente. I criteri, in ordine decrescente di importanza, e gli 'elementi informativi dei documenti'

corrispondenti sono: tematicità, (titolo, sommario, posizione geografica), orientamento/livello (titolo, sommario, autore, rivista), qualità (autore, rivista, tipo di documento), area tematica (area tematica dell'autore, rivista), novità (titolo, autore), attualità (data di pubblicazione), autorevolezza (autore) e relazione/origine (autore).

Questa linea di ricerca è rimasta latente per parecchi anni, fino alla pubblicazione dei lavori pionieristici [HN88, NPS88]. Dal 1988 al 1994 si è avuto un incremento consistente di pubblicazioni, dovuto agli studi empirici (spesso tesi di dottorato) di Schamber [Sch91a, Sch91b, Sch94], Park [Par92, Par93], Thomas [Tho93], Cool, Belkin e Kantor [CBK93], Barry [Bar93, Bar94], Bruce [Bru94], Howard [How94] e Wang [Wan94]. L'importanza di questi studi dovrebbe essere evidente: l'esistenza di fattori extra-tematici che influenzano il giudizio di pertinenza è confermata; i criteri elicitati direttamente dagli utenti coincidono con quelli proposti, o elicitati, dagli esperti negli studi del periodo '1959–1976'; sembra che gli utenti siano in grado di individuare e discutere i criteri extra-tematici; i criteri sembrano ormai essere identificati e assodati; ed essi possono (e dovrebbero) essere considerati nella costruzione di una nuova generazione di SRI extra-tematici. Comunque, la maggior parte degli studi sono, per stessa ammissione degli autori, di tipo esplorativo e preliminari. Ciò, unito alla giovane età di questi studi, consiglia prudenza e ulteriore lavoro in questa direzione.

4.5.5 Dinamicità

Parecchi studi del periodo '1977–1997' analizzano come i giudizi di pertinenza siano dipendenti dal tempo, soprattutto a causa dei documenti visionati in precedenza:

Brookes [Bro80b] nota che i documenti reperiti da un SRI sono fra loro simili, e quindi il giudizio di pertinenza di un documento è inevitabilmente influenzato dai documenti visionati in precedenza. L'autore presume che l'utilità dei documenti successivi possa essere solo diminuita (e non aumentata) da quelli precedenti.

Bookstein [Boo83] definisce un modello matematico basato sulla teoria statistica delle decisioni che non considera ogni documento isolato dagli altri, ma contempla le interazioni fra documenti.

Meadow [Mea85, Mea86] evidenzia il fatto che la richiesta cambia mentre l'utente interagisce con il SRI, e sostiene che ciò impedisce la misura della pertinenza.

Eisenberg e Barry [Eis86, EB86, Eis88, EB88] presentano un'evidenza sperimentale dell'*effetto dell'ordine di presentazione* (*presentation order effect*), ossia del fatto che l'ordine di presentazione dei documenti influenza la pertinenza e il giudizio di pertinenza. Questo fenomeno è più evidente

quando viene usata una scala di valutazione per categorie, e meno evidente usando la stima della magnitudine. La ricerca non è comunque definitiva, e gli autori invocano ulteriori studi.

Regazzi [Reg88] attribuisce all'apprendimento una parte della dinamicità della pertinenza osservata nel suo esperimento.

Swanson [Swa88] afferma, nel suo 'terzo postulato di impotenza', che la pertinenza di un documento dipende dagli altri documenti visionati dall'utente.

Tiamiyu e Ajiferuke [TA88] propongono un modello matematico che contempli le dipendenze fra documenti. Gli autori definiscono una 'funzione di pertinenza totale' che assegna la pertinenza a un insieme di documenti non semplicemente sommando le pertinenze dei singoli documenti dell'insieme, ma considerando le relazioni di 'sostituibilità' (pertinenza di un documento diminuita da un altro documento) e di 'complementarità' (pertinenza di un documento aumentata da un altro documento) fra documenti.

Katzer e Snyder [KS90] criticano l'assunzione che il BI di un utente non cambi durante l'interazione con il SRI. Su queste basi, delineano una metodologia per la valutazione di SRI in cui si richiede all'utente di scrivere, durante l'interazione con il SRI, tre versioni del proprio BI. Queste tre versioni vengono confrontate per trovarne le differenze, e l'ultima versione viene usata per il giudizio di pertinenza.

Purgailis Parker e Johnson [PJ90] constatano sperimentalmente che l'effetto dell'ordine di presentazione scoperto da Eisenberg e Barry non si presenta se all'utente di un SRI vengono presentati meno di 15 documenti, (usando una scala di giudizi di pertinenza a tre punti). Questo fenomeno sembra invece verificarsi quando gli utenti devono esaminare più di 15 documenti.

Harter [Har92] deriva dall'applicazione della 'pertinenza psicologica' al RI che lo stato mentale dell'utente, e quindi la pertinenza, cambia man mano che i documenti vengono letti, e che il giudizio di pertinenza reale può aver luogo solo dopo la lettura dell'intero documento.

Bruce [Bru94] descrive un quadro di riferimento per osservare l'evoluzione temporale dell'importanza attribuita dall'utente ad alcuni parametri che influenzano il giudizio di pertinenza. L'autore propone tre istanti chiave: il momento in cui l'utente ha un problema ($t(bie_0)$), l'intervallo che va dalla prima all'ultima interrogazione sottoposte al SRI ($t(r_0) - t(q_n)$) e l'istante in cui l'utente ha soddisfatto il suo BIE ($t(f)$).

Ottaviani [Ott94] propone un modello matematico dei giudizi di pertinenza basato sulla *teoria dei frattali*: l'informazione ricevuta da un utente che interagisce con un SRI lo forza a cambiare la sua richiesta; quindi

vengono ricevute nuove informazioni, la richiesta viene ri-modificata, e così via, in un modo simile a un frattale.

Smithson [Smi94] usa come soggetti 21 studenti che preparano una dissertazione, e misura tre tipi di pertinenza: alla fine della ricerca, alla fine del progetto di ricerca, ed esaminando le citazioni nelle dissertazioni finali dei soggetti. I giudizi di pertinenza di ogni soggetto cambiano radicalmente.

Sutton [Sut94] studia il comportamento di alcuni avvocati che ricercano informazioni e interagiscono con un SRI per banche dati legali *full-text*. L'autore descrive il *modello mentale* della legge che viene costruito e aggiornato dall'avvocato, e mostra come questo modello venga modificato dall'interazione fra l'avvocato e il SRI.

Wang [Wan94] ricava sperimentalmente che i criteri usati da un utente per stabilire la pertinenza di un documento, e gli 'elementi informativi dei documenti' su cui questi criteri sono basati, variano da documento a documento.

Anche per il numero di questi studi, come per quelli riguardanti i criteri, c'è una crescita considerevole negli ultimi anni (a partire dal 1986). Gli argomenti di ricerca principali di questo periodo sono: (i) l'esistenza di un 'effetto dell'ordine di presentazione' [Bro80b, Eis86, EB86, Eis88, EB88, Swa88, PJ90]; (ii) la natura dinamica di interrogazione, richiesta, BIP e BIE, che giustifica almeno in parte la natura dinamica della pertinenza [Mea85, Mea86, KS90, Ott94]; (iii) le variazioni nei giudizi di pertinenza, che possono essere spiegate da considerazioni cognitive basate su apprendimento [Reg88], su modelli mentali [Har92, Sut94] e su criteri [Wan94]; (iv) l'importanza dell'istante temporale in cui la pertinenza è misurata [Bru94, Smi94]; (v) la proposta di alcuni modelli matematici [Boo83, TA88].

Questi studi hanno importanti conseguenze per la costruzione di SRI. Infatti, essi confermano la tesi, sostenuta da molti studiosi [Bat89, Bat90, BOB82a, BOB82b, Ing92], che c'è la necessità di SRI *interattivi* ed *iterativi*, ossia sistemi che, stimolando una comunicazione di informazioni continua e bidirezionale, ottengono un'efficace interazione con l'utente.

4.5.6 Espressione

Gli studi del periodo '1959–1976' non avevano trovato alcuna risposta soddisfacente al problema dell'espressione del giudizio di pertinenza. Questo argomento è di nuovo studiato nei lavori seguenti:

Koll [Kol79, Kol81] riporta all'attenzione il problema dell'espressione del giudizio di pertinenza, dopo circa dieci anni in cui è stato ignorato. L'autore mostra che giudizi di pertinenza *intervally scaled* possono essere usati per confrontare ipotesi su sistemi alternativi.

Rorvig [Ror85] mostra che è possibile ottenere misure transitive intervallari di giudizi umani ogni volta che lo si desidera.

Eisenberg [Eis86, Eis88] trova che la tecnica di stima della magnitudine è appropriata per la misura della pertinenza, e che essa sembra più robusta, rispetto alle variazioni di contesto, delle scale di valutazione per categorie. Eisenberg nota anche un *effetto del contesto*: i giudizi di pertinenza per un particolare documento sembrano influenzati dagli altri documenti giudicati contemporaneamente.

Eisenberg e Hu [Eis86, EH87] esaminano i giudizi di pertinenza dicotomici e rilevano che, usando le scale di valutazione per categorie, il limite fra pertinenza e non pertinenza è al di sotto del valore di metà scala.

Foster [Fos86] analizza il lavoro di Rorvig e critica alcune delle sue conclusioni.

Halpern, Nilan, Peek e Snyder [HN88, NPS88] propongono una metodologia, derivata principalmente dal *Sense-Making* di Dervin [Der83], per elicitare i criteri che gli utenti adottano durante la valutazione della fonte di informazioni. Gli autori affermano che questa metodologia è efficace.

Rorvig [Ror88] passa in rassegna lo sviluppo della psicométrica e l'applicazione di tecniche di misurazione psicométriche al RI. Egli evidenzia alcuni precedenti lavori improduttivi e alcuni errori, causati entrambi da una conoscenza incompleta della psicométrica, e sottolinea l'importanza del lavoro eseguito alla System Development Corporation e fino ad allora trascurato [WK67].

Rorvig [Ror90] propone di sostituire gli usuali giudizi di pertinenza con giudizi di *preferenza* di un documento rispetto a un altro. Egli mostra alcuni risultati sperimentali che sembrano confermare l'affidabilità di questo approccio.

Janes [Jan91a] conferma i risultati descritti in [Eis86, EH87]: quando i giudici riducono i loro giudizi scalari a giudizi dicotomici, il limite fra pertinente e non pertinente è al di sotto del valore di metà scala.

Janes e McKinney [Jan91b, JM92, Jan94] usano la stima della magnitudine a lunghezza di segmento per esplorare la coerenza dei giudizi di pertinenza, e il loro lavoro conferma l'affidabilità di questo metodo.

Janes [Jan93] analizza i giudizi di pertinenza espressi tramite scale di valutazione per categorie nei propri studi e negli studi degli anni sessanta. Egli nota che i giudici usano soprattutto gli estremi delle scale, e conclude che la pertinenza sembra essere principalmente dicotomica.

Bruce [Bru94] trova empiricamente che la stima della magnitudine (stima numerica e forza della stretta di mano) è appropriata per l'espressione dell'importanza attribuita alle varie caratteristiche di documenti e informazione, e per misurare come tale importanza vari nel tempo.

Parecchi di questi studi affrontano le problematiche dell'espressione del giudizio di pertinenza tramite l'applicazione di strumenti psicometrici e psicologici [Ror88], ottenendo risultati più incoraggianti degli studi del periodo precedente. Infatti, molti studi del periodo '1977–1997' [Eis86, Eis88, Jan91b, JM92, Jan94, Bru94] sembrano dimostrare che la stima della magnitudine (stima numerica, lunghezza di segmenti, e forza della stretta di mano) è un metodo per l'espressione del giudizio di pertinenza efficace e affidabile, ed è preferibile sia ai giudizi espressi tramite scale di valutazione per categorie sia a quelli dicotomici.

4.5.7 Soggettività

La soggettività dei giudizi di pertinenza è analizzata dai seguenti ricercatori:

Davidson [Dav77] trova sperimentalmente che quasi tutta la soggettività nei giudizi di pertinenza è sistematica e dipende da due variabili: (1) esperienza e interesse del giudice nell'area della ricerca e (2) apertura del giudice nei confronti dell'informazione, ossia attitudini del giudice a percepire i messaggi come informativi.

Tessier, Crouch e Atherton [TCA77] notano che, oltre alla pertinenza, molte caratteristiche influenzano la soddisfazione dell'utente (ad esempio, il tipo di interazione con l'intermediario, la posizione della biblioteca, e così via).

Figueiredo [Fig78] rileva una concordanza del 57.2% fra i giudizi di pertinenza di bibliotecari e utenti espressi su una scala di valutazione per categorie di tre punti.

Kazhdan [Kaz79] trova evidenza sperimentale a supporto dell'ipotesi debole di Lesk e Salton (si veda il paragrafo 4.4.7), ma non a supporto della loro ipotesi forte.

Regazzi [Reg88] sostiene che le caratteristiche del giudice spiegano la maggior parte delle differenze fra giudizi di pertinenza. Egli confronta 8 gruppi differenti di 4 giudici, gruppi ottenuti combinando 3 parametri: 'tipo' (ricercatore o studente), 'livello' (anziano o giovane) e 'specializzazione' (biomedicina o scienze sociali). I giudizi di pertinenza sono influenzati dal gruppo a cui il giudice appartiene: il parametro più importante è la specializzazione, seguita da livello e tipo.

Swanson [Swa88] afferma che i giudizi di tematicità possono essere incoerenti, soprattutto quando espressi da non utenti, e che i risultati della valutazione di SRI dipendono più dalle circostanze in cui il giudizio viene espresso che non dal sistema stesso.

Burgin [Bur92] trova un buon accordo (dal 40% al 55%) fra giudici di 4 gruppi differenti (utenti, esperti di ricerche in linea, e due tipi di esperti dell'argomento, più e meno esperti) che giudicano documenti *full-text*.

Janes e McKinney [JM92] confrontano i giudizi di pertinenza espressi dagli utenti con quelli espressi da non utenti (studenti di scienza dell'informazione e studenti di psicologia), trovando una specificità dello 0.62 e una sensibilità dello 0.68.

Janes [Jan94] confronta i giudizi espressi da utenti e da non utenti di: pertinenza (non definita), tematicità (somiglianza all'argomento) e utilità (per l'utente). I giudici appartengono a 3 gruppi differenti: studenti del primo anno di una scuola di scienze dell'informazione e delle biblioteche, studenti esperti della stessa scuola e bibliotecari accademici. Lo studio è di natura esplorativa (nessuna pretesa di affidabilità statistica e mancanza della definizione di pertinenza, tematicità e utilità) e i risultati sono sintetizzati in tabella 4.2 (adattata da [Jan94]):

	Sensitività	Specificità
Studenti del primo anno	0.861	0.557
Studenti esperti	0.778	0.844
Bibliotecari accademici	0.694	0.773

Tabella 4.2: Risultati dello studio di Janes.

Wang [Wan94] prova sperimentalmente che i criteri usati dagli utenti per stabilire la pertinenza di un documento e gli 'elementi informativi dei documenti' su cui questi criteri sono basati, variano da utente a utente.

Ellis [Ell96] studia il problema della misura delle prestazioni dei SRI, e sostiene che l'uso dei giudizi di pertinenza per misurare l'efficacia del reperimento è differente dall'uso di uno strumento (ad esempio, un termometro) per misurare una quantità fisica (temperatura): nel primo caso, i metodi psicologici sono più adatti.

Harter [Har96] analizza la letteratura riguardante i fattori che influenzano i giudizi di pertinenza e la valutazione sperimentale dei SRI. Egli conclude che l'assunzione (su cui si basano gli esperimenti alla Cranfield) che le variazioni nei giudizi di pertinenza non influenzano in modo significativo la misura delle prestazioni di un SRI non è supportata. Egli suggerisce un nuovo approccio agli esperimenti di valutazione, in cui differenti 'tipi di problemi' (differenti tipi di ricercatori, richieste e documenti pertinenti) sono valutati separatamente.

La soggettività della pertinenza sembra preoccupare meno nel periodo '1977-1997' che nel periodo '1959-1976', anche in virtù degli studi che aiutano a capire perché e come questo fenomeno si manifesta, ossia quali sono le condizioni (caratteristiche dei giudici, ma anche criteri e dinamicità, si vedano i sotto-paragrafi precedenti) che portano a incoerenze [Dav77, Reg88, Bur92, Jan94]. Questa linea di ricerca ha ovviamente importanti conseguenze (analizzate in [Har96]) per la valutazione dei SRI.

4.5.8 La fine del periodo

Il periodo ‘1977–1997’ della storia della pertinenza è chiuso da alcuni lavori di rassegna:

Schamber, Eisenberg e Nilan [SEN90] passano in rassegna il lavoro sulla pertinenza e classificano vari approcci sotto le etichette ‘multidimensionali’, ‘cognitivi’ e ‘dinamici’. Gli autori individuano quindi le assunzioni alla base dei lavori analizzati e propongono una prospettiva alternativa basata su assunzioni differenti.

Froehlich e Eisenberg [FE92] sono i moderatori di un forum sulla pertinenza. I lavori presentati in quella sede saranno più tardi pubblicati in [JAS94].

Froehlich [Fro94] introduce il numero speciale del Journal of the American Society for Information Science sull’argomento della pertinenza [JAS94], elencando sei temi comuni ai lavori in quel numero: (1) l’incapacità di definire la pertinenza; (2) l’inadeguatezza della tematicità; (3) la varietà dei criteri adottati dagli utenti e che influenzano il giudizio di pertinenza; (4) la natura dinamica del comportamento di chi ricerca informazioni; (5) la necessità di metodologie appropriate per lo studio del comportamento di chi ricerca informazioni; e (6) la necessità di modelli cognitivi più completi per il progetto e la valutazione di SRI. Inoltre, Froehlich propone una sintesi degli articoli pubblicati in quel numero: (1) la pertinenza dell’utente non può essere definita in senso preciso o ‘Cartesiano’; (2) la pertinenza è una categoria naturale, derivata dall’esperienza; (3) la distinzione fra *relevance* (oggettiva) e *pertinence* (soggettiva) non è la stessa per utenti e bibliotecari; (4) la tematicità è il cuore della pertinenza; (5) il giudizio di pertinenza è basato su un insieme finito di criteri; (6) l’ermeneutica può costituire un buon riferimento per modellare i criteri degli utenti e i SRI.

Schamber [Sch94] propone, nel primo capitolo di ARIST dedicato interamente alla pertinenza, tre temi fondamentali con relative domande: (1) Comportamento (Quali fattori contribuiscono al giudizio di pertinenza? Quali processi sono implicati dal giudizio di pertinenza?); (2) Misura (Qual è il ruolo della pertinenza nella valutazione di SRI? Come si dovrebbe misurare il giudizio di pertinenza?); e (3) Terminologia (Come si dovrebbe chiamare la pertinenza, o meglio i vari tipi di pertinenza?) L’autrice non risponde a queste domande, ma passa in rassegna la letteratura su questi argomenti (concentrandosi sul periodo 1983–1994). La rassegna è divisa in cinque parti: (1) *Background*, in cui propone tre differenti visioni della pertinenza (sistema, informazione e situazione) sulla base del classico modello di interazione del RI; (2) Valutazione e misura, in cui l’autrice discute di richiamo, precisione, utilità e soddisfazione; (3) Fattori ed effetti, in cui descrive i fattori che influenzano il giudizio di pertinenza; (4) Criteri utente, in cui vengono riportati risultati recenti

sui criteri identificati dagli utenti; e (5) Modelli e contesti, in cui vengono delineati i modelli interdisciplinari e gli approcci teorici alla pertinenza e vengono discussi alcuni problemi metodologici.

La caratteristica principale di questo periodo è un passaggio da studi orientati al sistema a studi che, spesso basati sul lavoro di Belkin, Oddy e Brooks [BOB82a, BOB82b], Dervin [Der83], e MacMullin e Taylor [MT84, Tay86] (si veda anche [DN86]), assumono una prospettiva più cognitiva e orientata all'utente.

4.6 Conclusioni

Sulla base della classificazione presentata nel capitolo precedente, ho presentato la storia della pertinenza tramite una rassegna esaustiva della letteratura. La storia è stata divisa in tre periodi: 'Prima del 1958', '1959–1976' e '1977–1997'. Ho presentato solo una breve descrizione del primo periodo (paragrafo 4.3), mentre i lavori pubblicati durante i periodi '1959–1976' (paragrafo 4.4) e '1977–1997' (paragrafo 4.5) sono stati analizzati e classificati sotto sette aspetti differenti (fondamenti, tipi, surrogati, criteri, dinamicità, espressione e soggettività).

Ho già delineato un'analisi dei vari lavori alla fine dei sotto-paragrafi per ogni categoria e degli interi periodi alla fine dei paragrafi per ogni periodo. Qui continuo l'analisi da un punto di vista più generale.

Il numero totale di lavori discussi in questo capitolo è 158 (si veda la tabella 4.1 all'inizio del capitolo). Il numero medio di studi per anno è più alto nel periodo '1977–1997': per il periodo '1958–1976' è $54/18 = 3$; per il periodo '1977–1997' è $104/20 = 5.2$. La pertinenza è tutt'oggi un argomento di ricerca interessante.

Un'analisi più raffinata può essere effettuata sulla base delle sette categorie di lavori. La tabella 4.3 riporta il numero di lavori per ogni anno e per ogni categoria, con il totale per ogni periodo. Il totale è 193, più grande di 158, perché alcuni lavori ricadono in più di una categoria. I dati di tabella 4.3 sono rappresentati in forma grafica nelle figure 4.1 e 4.2. Si nota subito che:

- C'è un incremento nel numero di studi nella metà degli anni sessanta e negli ultimi 10 anni circa;
- Gli studi sui fondamenti (Fo) e tipi (Ti) sono i più numerosi; gli studi sui surrogati (Su) sono i meno numerosi; e le altre categorie sono simili;
- Gli studi riguardanti i fondamenti (Fo), i criteri (Cr) e l'espressione (Es) presentano un notevole incremento in quantità nell'ultimo periodo, soprattutto negli ultimi 10 anni circa, mentre i lavori nelle altre categorie hanno uno sviluppo più uniforme.

	Fo	Ti	Su	Cr	Di	Es	So	Tot
59		2						2
60	1	2						3
61			2					2
62								0
63	1	1		1				3
64	1		1		1		1	4
65		1					1	2
66	1	3			1		2	7
67	1	1	3	4		4	7	20
68	1	2				1	1	5
69			1				2	3
70	3	1					1	5
71	1			1				2
72		1						1
73	1	3	2	2				8
74	1	1			1			3
75	1							1
76	1							1
Tot	14	18	9	8	3	5	15	72
77	2	2					2	6
78	1		2				1	4
79		2	1			1	1	5
80					1			1
81	1					1		2
82		1						1
83					1			1
84	1							1
85					1	1		2
86	2	1		1	3	3		10
87			1			1		2
88	1	4		3	5	4	2	19
89	3							3
90	1	2			2	1		6
91	3	1	1	2		2		9
92	5	1		1	1	1	2	11
93	4			4		1		9
94	3	2		5	5	2	2	19
95	3	1						4
96	2	2					2	6
Tot	32	19	5	16	19	18	12	121
Tot	46	37	14	24	22	23	27	193

Tabella 4.3: Numero di studi per ogni categoria per ogni anno.

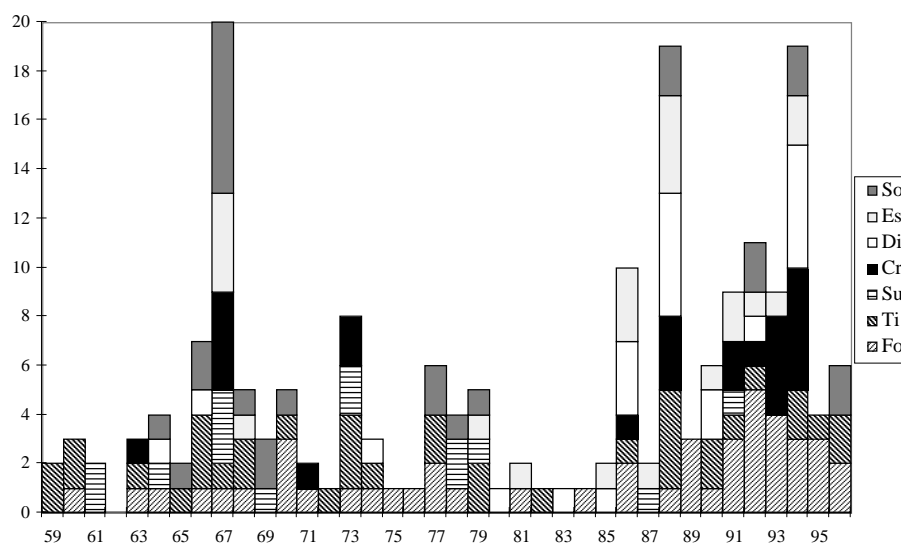


Figura 4.1: Numero di studi sulla pertinenza.

È difficile capire e interpretare in modo corretto la storia di qualcosa mentre quel qualcosa sta ancora accadendo. È la differenza fra uno storico e un giornalista. Nonostante ciò, cercherò di interpretare i precedenti dati quantitativi per ottenere alcune conclusioni qualitative.

Nello scrivere questo capitolo ho implicitamente assunto che siamo alla fine di un periodo. Questa sensazione è confermata dal fatto che negli ultimi anni sono apparsi parecchi studi e alcuni lavori di rassegna: [SEN90, Fro94, Miz97b, Sch94]. La situazione è in questo momento molto simile a quella che all'inizio degli anni settanta condusse ai lavori di rassegna di Saracevic. Inoltre, sembra chiaro che il periodo '1959–1976' è più orientato a una pertinenza inerente nel documento e nell'interrogazione: alcuni problemi vengono notati, ma supposti trascurabili da un punto di vista pragmatico. Nel periodo '1977–1997' questi problemi vengono affrontati e i ricercatori cercano di capire, formalizzare e misurare una pertinenza più soggettiva, dinamica e multidimensionale: la ricerca sulla pertinenza sta risalendo lungo l'insieme parzialmente ordinato di figura 3.5.

Oltre a presentare la storia della pertinenza, questo capitolo, insieme al precedente, dovrebbe aiutare a meglio comprendere la pertinenza stessa. Allo scopo di evidenziare quanto questo concetto sia allo stesso tempo fondamentale e non ancora ben compreso, concludo il capitolo riportando le frasi che chiudono i tre più importanti lavori di rassegna apparsi in letteratura:

Rispetto al secondo dopoguerra, quando nacque la scienza dell'informazione, abbiamo oggi raggiunto una comprensione molto più ampia, chiara e profonda del concetto di pertinenza nella comunicazione. Ma la strada da percorrere è ancora molto, molto lunga.

[Sar75, pag. 339]

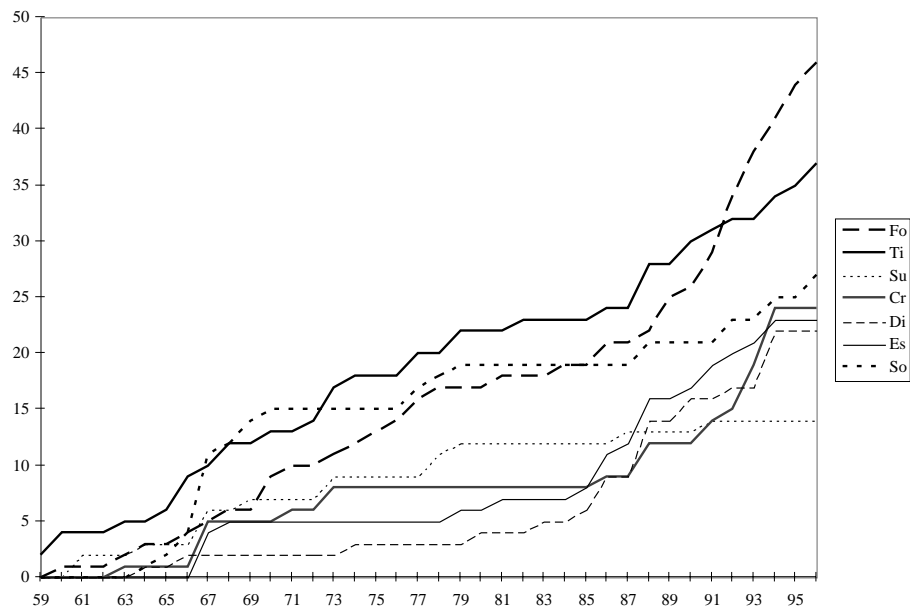


Figura 4.2: Numero cumulativo di studi sulla pertinenza.

Riteniamo che la ricerca di una definizione della pertinenza rappresenti uno dei cimenti più ardui ed entusiasmanti della scienza dell'informazione. Superandolo, entreremo nel Duemila.

[SEN90, pag. 774]

...la pertinenza è un aspetto indispensabile per capire il comportamento comunicativo dell'uomo. Queste ricerche dovrebbero essere agevolate individuando i tratti comuni ai vari punti di vista e non ostacolate sottolineandone le discrepanze. La pertinenza rappresenta un settore di ricerca improbo, stimolante, ricco e, senza dubbio, pertinente.

[Sch94, pag. 36]

Parte II

Sperimentazione

Capitolo 5

Le interfacce intelligenti per il reperimento delle informazioni

5.1 Introduzione

L'analisi presentata nella prima parte della tesi evidenzia come sia necessario implementare SRI più “semanticici”, che riescano a trattare pertinenze più “alte” nell'ordinamento del capitolo 3. In questa seconda parte affronto questo problema con un taglio pragmatico, descrivendo le attività di implementazione e valutazione di un SRI. Più in dettaglio, mi occupo di interfacce intelligenti per il RI, ossia di sistemi realizzati tramite tecniche di intelligenza artificiale e che interagiscono direttamente con l'utente.

In questo capitolo introduco il settore delle interfacce intelligenti per il RI. Nella prima parte illustro le motivazioni che ne hanno causato la nascita e lo definisco in modo più preciso: riprendo i problemi del RI illustrati nel capitolo 1, descrivo come si sia tentato di adottare tecniche di intelligenza artificiale per superare questi problemi, dando origine al settore del RI intelligente (paragrafo 5.2), ed evidenzio come l'idea di realizzare SRI che interagiscano direttamente con l'utente abbia avuto un'importante parte in queste ricerche (paragrafo 5.3). Nella seconda parte del capitolo (paragrafo 5.4) analizzo il lavoro già svolto in questo settore, presentando una rassegna delle più rappresentative interfacce intelligenti per il RI realizzate negli ultimi anni.

5.2 Il reperimento delle informazioni intelligente

Ho già illustrato nel paragrafo 1.5 i numerosi problemi che evidenziano l'inadeguatezza dei SRI classici: la difficoltà per l'utente a esplicitare il proprio BI (stato anomalo di conoscenza, BI confusi, effetto etichetta, problema del vocabolario), il comportamento non strutturato dell'utente alla ricerca di informazioni, e così via. Questi problemi, e le prestazioni scarse dei SRI classici, hanno dato origine al settore di ricerca noto con il termine di *RI Intelligente*

(RII) [Cro87, Bro87], dedicato allo studio, allo sviluppo e alla sperimentazione di SRI Intelligenti, ossia quella categoria di sistemi informatici che gestiscono banche dati e che sono basati, per qualche loro componente, su tecnologie sviluppate nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale (IA) o, più specificamente, dei Sistemi Basati sulla Conoscenza [RK91, Fum94, GT94], quali ad esempio una base di conoscenza usata per inferenze terminologiche, oppure una rete neurale per confrontare un documento con una richiesta. Il ruolo dell'IA sembra essere necessario in quanto alcuni dei problemi da risolvere sono definibili con difficoltà (non è chiaro quali siano l'input e l'output del problema, né si può definire in maniera formale, completa e corretta la relazione che intercorre tra essi). Pertanto, dato che le tecniche di IA permettono di rappresentare e ragionare su conoscenza euristica e di realizzare processi di adattamento e apprendimento, esse risultano le più adatte a essere incluse in sistemi sofisticati per il RI.

La ricerca nel settore del RII è multidisciplinare, in quanto coinvolge discipline e problematiche che vanno da aspetti tecnici legati al RI ad altri legati all'interazione uomo-macchina, all'elaborazione del linguaggio naturale, ai sistemi basati su conoscenza. La classificazione che segue, sebbene non esaustiva, fornisce una breve descrizione di quelle che sono le direzioni principali di ricerca che la comunità scientifica ha seguito nell'ultimo decennio.

5.2.1 Modelli concettuali

Una prima direzione è relativa alla definizione di *modelli concettuali* di riferimento di quelle che dovrebbero essere le funzionalità ideali di un SRI intelligente. Nel corso degli anni vari gruppi di ricerca hanno analizzato in dettaglio il comportamento tipico degli utenti durante la ricerca di informazioni, in contesti generali oppure in situazioni più specifiche (ad esempio la ricerca di informazioni che avviene nell'ambito di un team di progettisti durante l'attività di progettazione di qualche artefatto; oppure la ricerca di immagini da una base di dati pittorica), al fine di evidenziare e caratterizzare obiettivi, problemi, metodi, strumenti e competenze che permettano di comprendere il problema della ricerca delle informazioni così come esso viene percepito da un utente finale. In queste ricerche vengono identificati e descritti i comportamenti di un utente, i problemi in cui esso si imbatte e il tipo di supporto di cui egli necessita da parte di un intermediario. I più noti modelli proposti sono MONSTRAT [BBB⁺87] e MEDIATOR [Ing92]. Entrambi propongono una serie di funzionalità del sistema che vanno dal sintetizzare un'interrogazione al costruirsi un modello dell'utente, dallo scegliere la banca dati più adatta a un BI al supportare l'utente nella valutazione dell'utilità dei documenti reperiti.

In questa linea di ricerca si colloca anche il lavoro di Bates [Bat90], dedicato a identificare il confine più opportuno tra il ruolo dell'uomo e quello della macchina in un IIRI. In particolare, Bates propone di usare due dimensioni indipendenti per analizzare il problema:

- il *livello di coinvolgimento*: che specifica come il controllo dell'interazione viene distribuito tra i due partecipanti. Bates prevede cinque livelli:

(*i*) l'utente ha il controllo totale dell'interazione e l'interfaccia si limita a eseguire i semplici comandi che le vengono impartiti; (*ii*) l'interfaccia è in grado, su richiesta, di proporre in maniera contestuale un insieme di possibili attività; (*iii*) l'interfaccia è in grado di svolgere, su richiesta, anche attività piuttosto complesse; (*iv*) l'interfaccia "osserva" il comportamento dell'utente e fornisce suggerimenti; infine (*v*) l'interfaccia risolve in maniera completamente automatica tutto il problema di ricerca.

- il *livello di astrazione* delle attività svolte dall'interfaccia, le quali possono essere suddivise in: (*i*) mosse, (azioni atomiche quali, ad esempio l'inserimento di un operatore booleano), (*ii*) tattiche (insiemi di mosse volte a migliorare la ricerca), (*iii*) stratagemmi (insiemi di tattiche e di azioni atomiche che sfruttano la struttura della specifica banca dati) e (*iv*) strategie (piani globali per affrontare la ricerca).

Quali combinazioni di scelte possano essere fatte sulle due dimensioni al fine di ottimizzare l'efficacia delle prestazioni di un IIRI rimane un problema aperto e rappresenta un difficile passo del progetto dell'interfaccia. Non va dimenticato infatti che l'accesso *diretto* dell'utente al sistema, non mediato cioè dalla presenza di un intermediario umano, comporta una serie di limitazioni significative:

- il linguaggio di comunicazione con un intermediario artificiale è assai meno espressivo e flessibile del linguaggio naturale utilizzato con l'intermediario umano;
- la "larghezza di banda" del canale di interazione tra utente e calcolatore è assai più ristretta di quella tra uomo e uomo e ciò limita l'efficacia della comunicazione, in termini sia qualitativi sia quantitativi;
- il dialogo risulta assai impoverito a causa delle limitate capacità cognitive del calcolatore e in particolare del modello molto semplificato (se non addirittura assente) che il calcolatore possiede sull'utente.

5.2.2 Intermediari artificiali

Un'altra direzione di ricerca mira allo studio e allo sviluppo di sistemi che svolgano il ruolo di *intermediari artificiali* fornendo aiuto all'utente in modo da risolvere, almeno in parte, i problemi che affliggono il RI. Le ricerche in questa direzione, complementari a quelle descritte in precedenza, si articolano in vari sotto-obiettivi. C'è chi ha studiato il problema di realizzare una biblioteca virtuale in cui gli utenti hanno a disposizione la possibilità di scegliere le "stanze" in cui trovare libri di determinate categorie (ad esempio romanzi d'avventura per ragazzi, fantascienza, e così via). Nell'ambito di questo progetto (denominato Bookhouse, [MP89]) sono stati studiati a fondo i comportamenti e le strategie di ricerca adottate dagli utenti, nonché l'efficacia di vari strumenti grafici e di manipolazione messi a disposizione degli utenti finali. Bookhouse

di per sé non cerca di comprendere il BI, ma offre all'utente un insieme di strumenti che gli permettono di raggiungere le informazioni che sta cercando.

Un altro sotto-obiettivo di ricerca concerne la realizzazione di sistemi basati sulla conoscenza che emulano, almeno in parte, le attività di un intermediario umano, inclusa la capacità di comprendere (almeno grossolanamente) il BI. È il caso del progetto I3R [CT87, TC89], del sistema della Gauch [Gau90, GS89, GS91, GS93], di RUBRIC [MTDS85, TAAC87] e di FIRE (si vedano i prossimi due capitoli). In questi tipi di sistemi le conoscenze rappresentate codificano le strategie e le tattiche tipicamente utilizzate dagli intermediari umani per soddisfare i BI. Queste conoscenze possono essere indipendenti dal dominio (e quindi possono venir applicate dal sistema a qualsiasi BI), oppure possono riguardare aspetti specificamente legati al dominio (ad esempio, a RUBRIC è possibile fornire regole che permettono di definire il concetto "information retrieval" in base ai termini "information" e "retrieval" in modo che esso possa venir inferito, magari con diversi gradi di certezza, a partire da espressioni presenti nel testo come "retrieval of information", "information retrieval" o "retrieval from unstructured information sources").

Questo approccio, incentrato sullo sviluppo di basi di conoscenza di dominio, viene seguito non solo da coloro che intendono realizzare dei meccanismi per riconoscere determinati concetti a partire dal testo (come in RUBRIC), ma anche nei sistemi in cui si desidera rappresentare le definizioni dei concetti in base alle relazioni semantiche che possono intercorrere tra essi. È questo il caso di EP-X [SSG89, SSS⁺89], un sistema che utilizza una base di conoscenza concettuale del dominio (la chimica) allo scopo di ottenere una chiara definizione del BI.

5.2.3 Modellazione dell'utente

Un'ulteriore categoria di approcci al RII è costituita da ricerche aventi come obiettivo quello di affrontare il problema della *modellazione dell'utente* nel contesto del RI. Sistemi come Grundy [Ric79] o UMT [BGT90, BT94] sono stati sviluppati per studiare metodi automatici per acquisire dall'utente informazioni che possono venir usate per migliorare l'interazione con esso. Il sistema cerca di costruirsi un *modello dell'utente* [Dan86] in termini delle conoscenze che egli possiede, delle sue preferenze di interazione o di soluzione del problema. Il modello viene poi usato per decidere in che modo formulare una determinata domanda, o se fornire una spiegazione all'utente e a che livello di dettaglio.

5.3 Interfacce intelligenti per il RI

La disciplina delle *interfacce intelligenti per il RI* (IIRI), sotto-disciplina del RI intelligente, è costituita dall'intersezione di tre aree, come illustrato in figura 5.1: RI, interazione uomo-macchina [DFAB93, NL95] e intelligenza artificiale. Si può notare come molti dei lavori richiamati in precedenza possano essere considerati un contributo alla realizzazione di IIRI.

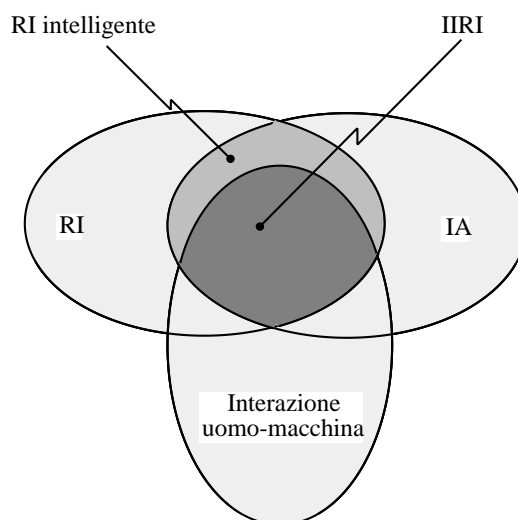


Figura 5.1: $IIRI = RI + IA + \text{interazione uomo-macchina}$.

Alternativamente, lo studio delle IIRI può essere visto come un settore della disciplina delle interfacce per il RI. Un'*interfaccia per il RI* [Ing92, Mar92] è un programma che interagisce con l'utente finale e controlla un SRI sottostante che accede ad alcune risorse informative; un'IIRI è un'interfaccia per il RI che usa tecniche di IA. La distinzione è dunque piuttosto sottile, in quanto è difficile definire in modo preciso l'IA.

Un'interfaccia (intelligente o meno) per il RI ha comunque l'obiettivo di rendere l'utente capace di operare in modo efficace senza l'aiuto di un intermediario umano. Nella maggior parte dei casi, né l'utente né il sistema posseggono conoscenze sufficienti per soddisfare in modo autonomo il BI: l'utente ha difficoltà a gestire strategie di ricerca e situazioni complesse; il sistema non è in grado di stabilire la pertinenza dei documenti reperiti. Quindi interfaccia e utente devono *cooperare*, stabilendo un dialogo con l'obiettivo di soddisfare il BI.

L'assenza dell'intermediario umano dallo scenario ha parecchie conseguenze. Gli utenti esplorano in modo autonomo lo spazio delle risorse informative, selezionano ed esaminano informazioni e controllano il processo di ricerca; gli utenti non devono rendere espliciti i loro problemi e non devono fronteggiare possibili difficoltà di comunicazione interpersonale. D'altro canto, gli utenti possono sentire la mancanza dell'aiuto concettuale e delle abilità specialistiche che un intermediario umano può fornire. Essi risentono spesso dei problemi ricordati nel paragrafo 5.2, il cui effetto è di solito limitato dall'intermediario umano: problema del vocabolario, stato anomalo di conoscenza, esplicitazione di BI confusi, effetto etichetta, e così via. Gli utenti possono anche avere bisogno di aiuto sui comandi dell'interfaccia, o sulle informazioni che appaiono sullo schermo. Inoltre, come suggerito dagli studi riassunti nel paragrafo 5.2.1, le interfacce devono implementare le numerose funzionalità previste

da modelli quali MONSTRAT e MEDIATOR e supportare, con un confine uomo-macchina dinamico, il comportamento non strutturato degli utenti alla ricerca di informazioni. Infine, questi sistemi dovrebbero essere in grado di effettuare complesse attività di spiegazione delle operazioni eseguite [Bel88].

Non deve quindi sorprendere che progettare e realizzare interfacce intelligenti per il RI sia difficile. I problemi affrontati in tutte e tre le discipline che costituiscono il settore delle IIRI sono difficili, e il settore interdisciplinare risultante è quindi ovviamente complesso. Non esiste nessun modello teorico assodato delle funzionalità che un'IIRI deve fornire: vi sono alcune proposte, quali i modelli MONSTRAT e MEDIATOR o il lavoro di Bates (si veda il paragrafo precedente), ma il numero e la complessità dei problemi affrontati sono tali che essi possono facilmente diventare intrattabili, a meno che i progettisti non identifichino livelli di analisi specifici e si concentrino su analisi, implementazione e valutazione di particolari opzioni (si veda ad esempio [BM90]).

Nonostante tutti questi ostacoli, negli ultimi dieci anni sono state sviluppati parecchi prototipi di IIRI, i più significativi dei quali sono descritti nel prossimo paragrafo.

5.4 IIRI: una rassegna

Questo paragrafo presenta una rassegna delle IIRI, e ha due obiettivi: essere un utile punto di ingresso per la vasta letteratura sulle IIRI e indicare le funzionalità che un IIRI ideale dovrebbe possedere. Lo stile della descrizione, analogamente a quanto fatto nel capitolo 4 è molto schematico, allo scopo di ottenere le massime sintesi e chiarezza.

La tabella 5.1 riporta le IIRI descritte in letteratura negli ultimi dieci anni. In ogni colonna sono riportati: il nome del sistema (per le righe etichettate con un asterisco il nome del sistema non esiste e ho quindi usato il nome dell'autore), la data della sua realizzazione (derivata dalle referenze bibliografiche) e le referenze bibliografiche principali.

Tabella 5.1: Le IIRI descritte in letteratura.

Nome	Anno	Referenze
THOMAS	1977	[Odd77]
RITA	1978	[Wat78]
EUREKA	1979	[BEK79]
CITE	1979	[DR79]
GRUNDY	1979-83	[Ric79, Ric83]
TTIRS	1980	[WP80]
CSIN	1981	[HB81]
CONIT	1981	[MR81a, MR81b]
Shoval (*)	1981-85	[Sho85]
IIDA	1982	[M ⁺ 82, Mea82]
OL'SAM	1982	[Tol82]
OASIS	1982-85	[Wil85, WG82]
IRUS	1983	[BB83]

Tabella 5.1: (continua)

Nome	Anno	Referenze
IR-NLI	1983-86	[BGT87a, GT83]
OKAPI	1983-95	[FHB94]
POISE	1984	[CL84]
NP-X	1984	[SC84]
CIRCE	1985	[ARP85]
RABBIT	1985	[CC85]
RUBRIC	1985-87	[MTDS85, TAAC87]
EP-X	1985-89	[SSG89, SSS ⁺ 89]
FIRSTUSER	1986	[CB86]
FRED	1986	[JLNPS86]
RESEARCHER	1986	[Leb86]
CANSEARCH	1986-87	[Pol86, Pol87]
Eurisko	1987	[BFG87]
IRNLI-II	1987	[BGT87b, BGT90]
IOTA	1987	[CD86, CD87]
GRANT	1987	[CK87]
CODER	1987	[Fox87]
COALSORT	1987	[MC87]
IMIS	1987	[WS87]
PROBIB-2	1987	[WS87]
PLEXUS	1987-88	[VB87, VBR87]
I3R	1987-89	[CT87, TC89]
TOPIC	1988	[Cis88]
OAKDEC	1988	[Mea88]
ODA	1988	[MTN88]
MenUSE	1988	[Pol88]
KIRA	1988	[SPea88]
Tome	1988-89	[Vic88]
EUROMATH	1989	[MI89]
OFFICER	1989	[CKTP89]
KIWI	1989	[KIW89]
BOOKHOUSE	1989	[MP89]
OAK	1989	[MCBC89]
MOSS	1989	[MTW89]
ESOCKS	1989	[YITM89]
IANI	1989	[Yli89]
Gauch (*)	1989-90	[Gau90, GS89, GS91, GS93]
ISIR	1990	[Qiu90]
SIMPR	1990	[SVS90]
RADA	1990	[TSP90]
AI-STARS	1990-93	[ABF ⁺ 90, AF93]
INQUERY	1992	[CCH92]
LYBERWORLD	1994	[HKW94]
FIRE	1995-96	[BMT95, BMT96a]

Fra tutti questi sistemi ho selezionato i più rappresentativi (i sedici in grassetto nella tabella), che dapprima descrivo brevemente (paragrafo 5.4.1) e poi analizzo più in dettaglio (paragrafo 5.4.2). La selezione è effettuata sulla base delle funzionalità fornite dai sistemi, e non vuole assolutamente essere un'indicazione della loro bontà.

5.4.1 Le IIRI selezionate

I sistemi selezionati, in ordine temporale, sono i seguenti:

CITE permette all'utente di esprimere il suo BI per mezzo di una richiesta in linguaggio naturale. Il sistema traduce la richiesta in un'interrogazione per MEDLINE (una banca dati medica) e restituisce un insieme di documenti ordinato. Esso permette anche l'espansione dell'interrogazione tramite *relevance feedback*: l'utente può giudicare la pertinenza dei documenti reperiti, e i termini di MeSH (Medical Subject Heading, il vocabolario controllato di MEDLINE) contenuti nei documenti pertinenti sono aggiunti automaticamente all'interrogazione.

GRUNDY interagisce con l'utente, ponendogli domande con gli obiettivi di costruire, aggiornare, rifinire e rivedere un modello dell'utente, modello che viene usato per suggerire all'utente un romanzo per lui interessante. I modelli utente sono implementati tramite stereotipi gerarchicamente organizzati. All'utente viene assegnato uno stereotipo contenente caratteristiche quali età, sesso, perseveranza, indipendenza, preferenze politiche, e così via. Un valore numerico, una stima di confidenza e una o più giustificazioni sono assegnate a ogni caratteristica. Sulle basi dei valori delle caratteristiche dello specifico utente, il sistema seleziona il romanzo più adeguato; se l'utente non lo accetta, GRUNDY cerca di capire quali caratteristiche devono venire modificate, eventualmente pone ulteriori domande e propone qualcosa di diverso.

CONIT interagisce con l'utente per mezzo di menù e di un semplice linguaggio a comandi. L'utente esprime il suo bisogno sottoforma di un insieme di termini e il sistema sceglie automaticamente a quale delle banche dati disponibili (DIALOG, ORBIT, MEDLINE) spedire l'interrogazione.

Shoval ha l'obiettivo di riformulare l'interrogazione inserita dall'utente tramite *spreading activation* in un thesaurus. La *spreading activation* viene attivata a partire dai termini dell'interrogazione, è governata da una base di conoscenza a regole di produzione, e i passi eseguiti possono essere spiegati all'utente.

RUBRIC accetta in ingresso una descrizione, basata su regole, del BI dell'utente. Ad esempio, le due regole

$$\begin{aligned} & \text{"information" AND "retrieval"} \\ & \Rightarrow \text{"information retrieval"} \quad (0.6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{"information" ADJACENT "retrieval"} \\ & \Rightarrow \text{"information retrieval"} \quad (0.9) \end{aligned}$$

significano che un documento contenente entrambi i termini "information" e "retrieval" ha una probabilità dello 0.6 di essere attinente all'argomento "information retrieval", e che questa probabilità sale allo 0.9 se i due termini sono adiacenti. La rappresentazione a regole viene poi

tradotta in un'interrogazione booleana. Questo sistema è interessante e originale: l'utente è la fonte della conoscenza di dominio, e la descrizione del BI può essere più precisa e flessibile che nei tradizionali sistemi booleani. I problemi nascono quando l'utente ha un BI mal definito, e quindi non conosce la terminologia del settore in cui sta effettuando la ricerca, o quando egli non ha abbastanza tempo per specificare completamente il suo bisogno.

EP-X cerca di lavorare a un livello semantico: la sua conoscenza di dominio è rappresentata come una gerarchia di *frames* (e quindi è più ricca di un tradizionale thesaurus), e questa conoscenza è usata per capire l'interrogazione dell'utente (un insieme di termini) e per riformularla. L'attività di riformulazione non è una semplice espansione dell'interrogazione, in quanto vengono anche risolte ambiguità linguistiche.

CANSEARCH è un'interfaccia a menù che aiuta l'utente a formulare un'interrogazione per MEDLINE usando termini da MeSH. MeSH è organizzato gerarchicamente, con relazioni di termine-più-generale e di termine-più-specifico fra i termini; il sistema propone una serie di menù sulla base di questa gerarchia.

IOTA è un prototipo di sistema esperto con l'obiettivo di sperimentare l'efficacia delle tecniche di intelligenza artificiale nel RI. Il sistema accetta in ingresso una richiesta in linguaggio naturale e, usando tecniche di linguistica computazionale (parsing, apprendimento di nuovi termini dal contesto) e conoscenze linguistiche (due vocabolari, un thesaurus), la traduce in un'interrogazione booleana. IOTA non effettua una ricerca in una banca dati reale, ma in un unico documento indicizzato per parole chiave. Esso effettua anche una limitata espansione automatica dell'interrogazione, inserendo termini più generali derivati dal thesaurus e modificando la struttura logica dell'interrogazione booleana.

PLEXUS pone domande all'utente per costruirne un modello e per ottenere una descrizione in linguaggio naturale del suo BI. La richiesta è tradotta in forma booleana tramite un'analisi semantica (il sistema ha un dizionario contenente i termini del dominio, il giardinaggio, e una descrizione del loro significato) e usando una lista di stop-words e algoritmi di estrazione della radice morfologica; l'interrogazione booleana ottenuta viene spedita a un SRI sottostante. Se non vengono reperiti documenti, comincia la fase di riformulazione automatica: alcune delle tattiche (basate sia sulla struttura dell'interrogazione sia sul significato dei termini) contenute in una base di conoscenza vengono applicate con l'obiettivo di modificare l'interrogazione per reperire almeno un documento.

I3R è una delle più complete IIRI. È basata su un'architettura a *blackboard*, con sette sistemi esperti in cooperazione ('User Model Builder', 'Request Model Builder', 'Domain Knowledge Expert', e così via) coordinati da un 'Control Expert'. All'inizio dell'interazione, il sistema interroga l'utente

per costruirne un modello (per mezzo di stereotipi) allo scopo di scegliere lo stile di interazione migliore. Su queste basi, il sistema cerca poi di costruire un modello del BI, e quindi effettua la ricerca nella banca dati. Se i risultati della ricerca non sono soddisfacenti, viene infine avviata la fase di riformulazione: l'utente può navigare in una rete ipertestuale di concetti e termini filtrati dal sistema, valutare documenti e inserire nuovi termini nell'interrogazione.

EUROMATH cerca di modellare il BI dell'utente in un modo più completo di quello tradizionale. Esso chiede agli utenti (matematici), oltre alla classica componente argomento (capitolo 3), anche il tipo del BI (verificativo, simile a uno precedente, conscio tematico, mal definito). Queste informazioni, che sono verificate continuamente sulla base del comportamento dell'utente durante l'interazione, sono usate per scegliere la migliore modalità di interazione con l'utente. Anche il tipo preferito dei documenti viene richiesto all'utente, e usato nella fase di reperimento. Quindi, EUROMATH costruisce e mantiene una forma primitiva di modello utente, che usa sia per l'interazione sia per la ricerca.

BOOKHOUSE supporta, tramite un'interfaccia basata su icone, il reperimento e l'indicizzazione di documenti da parte di, rispettivamente, utenti inesperti e bibliotecari. Questo sistema è supportivo: non simula un intermediario umano, ma supporta l'utente che lavora in modo autonomo.

Gauch supporta l'utente durante la ricerca di passi pertinenti in una banca dati *full-text*. Il sistema accetta una interrogazione booleana e il numero di passi desiderati, effettua una ricerca e, se i risultati non sono soddisfacenti (il numero di passi desiderati e reperiti non corrispondono), avvia una fase di riformulazione automatica, nella quale le basi di conoscenza del sistema (conoscenza di dominio, ossia termini da thesaurus e algoritmi di estrazione della radice morfologica, e conoscenza esperta, ossia tattiche [Bat79b]) sono usate per modificare l'interrogazione e reperire il numero di passi desiderato. L'interrogazione può essere modificata in tre modi: aggiunta o rimozione di termini correlati, rilassamento o rinforzo degli operatori di prossimità, e modifiche strutturali degli operatori booleani.

ISIR mette a disposizione dell'utente un'interfaccia grafica che permette di effettuare ricerche in varie banche dati commerciali connesse via TELNET e di navigare nei thesauri dei database (INSPEC, MeSH, ERIC) con un'unica sintassi.

AI-STARS usa conoscenze linguistiche (analisi morfologica, algoritmi di estrazione della radice, thesauri) per migliorare l'indicizzazione dei documenti e l'interpretazione e l'espansione dell'interrogazione. AI-STARS accetta in ingresso una richiesta in linguaggio naturale, la traduce in un'interrogazione booleana e la presenta all'utente in maniera simile a uno *spread-*

sheet, aiutando l'utente a capire il significato degli operatori booleani (*and* e *or*) e permettendogli di manipolare direttamente i termini, trascinandoli con il mouse per modificare l'interrogazione. Il sistema può anche aggiungere o sostituire termini nell'interrogazione, fornendo così aiuto per la riformulazione.

FIRE (si vedano i prossimi due capitoli per una descrizione completa) ha l'obiettivo principale di emulare alcune delle funzionalità di un intermediario umano, interagendo direttamente con gli utenti finali e supportandoli durante la fase di riformulazione dell'interrogazione. Queste funzionalità sono realizzate in FIRE per mezzo di esplicite rappresentazioni di conoscenze sulle capacità degli intermediari (tattiche [Bat79b] e piani, ossia sequenze predefinite di tattiche che gli intermediari umani usano per riformulare l'interrogazione) e sul dominio delle banche dati (thesauri e conoscenze morfologiche). FIRE permette all'utente di inserire un'interrogazione booleana, di reperire documenti pertinenti, e di leggerli e classificarli. Se l'utente non è soddisfatto dei risultati ottenuti, può avviare la fase di riformulazione, in cui FIRE seleziona e controlla una strategia generale per una riformulazione semi-automatica: partendo dalla rappresentazione iniziale del BI, il sistema propone all'utente un insieme di termini alternativi o aggiuntivi, fra i quali l'utente può scegliere quelli che meglio descrivono il suo bisogno.

5.4.2 Analisi delle IIRI selezionate

In questo sotto-paragrafo presento quattro tabelle per analizzare le principali caratteristiche delle IIRI selezionate. Le tabelle riportano rispettivamente caratteristiche riguardanti: le conoscenze usate nei sistemi, l'interazione sistema-utente, la rappresentazione del BI e il modello utente costruito dal sistema. I valori nelle celle delle tabelle sono: ● per 'presente', ○ per 'parziale', una cella vuota per 'assente' e ? per 'non noto'.

Nella tabella 5.2 sono descritti i tipi di *conoscenze* usati nelle IIRI e le fonti da cui queste conoscenze sono state ottenute. Le colonne hanno il significato seguente:

Tipi raggruppa le colonne che rappresentano i tipi di conoscenze posseduti dal sistema. Le lettere nelle intestazioni delle colonne stanno rispettivamente per conoscenze riguardanti:

R: (RI) l'attività di RI;

S: (Sistema) il SRI sottostante l'interfaccia;

D: (Dominio) il dominio della banca dati, spesso limitate alla conoscenza terminologica, rappresentata da un thesaurus;

P: (Popolazione) la popolazione di utenti, ossia le caratteristiche possedute dagli utenti di un particolare sistema;

U: (Utente) lo specifico utente che interagisce con il sistema.

Conoscenze	Tipi					Fonti				
	R	S	D	P	U	U	P	L	A	E
CITE	•	•	•				?	•	?	?
GRUNDY	•		•	•	•		•			
CONIT		•								
Shoval	•		•				•	?		
RUBRIC	•	•	•			•	•	?		
EP-X	•	•	•				•	•	•	
CANSEARCH		•	•				?	?		?
IOTA	•	•	•	•	•	•	•	•		•
PLEXUS	•	•	•	•	◦	◦	•	•	•	•
I3R	•	•	•	•	•	•	•	•		
EUROMATH	•	•	•	•	•		•	•		
BOOKHOUSE	•	•	•	•				•	•	
Gauch	•	•	•				•	•		
ISIR	•	•	•				•	•		
AI-STARS	•	•	•				?	?	?	?
FIRE	•	•	•				•	•		•

Tabella 5.2: Tipi e fonti di conoscenza usati nei sistemi.

Fonti raggruppa le possibili fonti usate per ottenere le conoscenze rappresentate nel sistema:

- U:** Utenti;
- P:** Progettisti;
- L:** Letteratura;
- A:** Analisi di protocollo;
- E:** Esperti (intermediari umani).

La tabella 5.3 riassume alcuni aspetti dell'*interazione* fra utente e sistema. Il significato delle colonne è:

Modalità raggruppa le colonne concernenti le modalità dell'interazione:

- C:** Linea di Comando;
- N:** Linguaggio Naturale;
- M:** Menù;
- F:** Finestre;
- I:** Icone;
- G:** Grafica.

Controllo indica chi (il sistema o l'utente) ha l'iniziativa dell'interazione. Può assumere i valori seguenti:

Interazione	Modalità						Controllo	Generalità		
	C	N	M	F	I	G		Ad	Am	I
CITE		•					S			S
GRUNDY	•		•				S	•	◦	A
CONIT	•	◦	•				U		◦	?
Shoval	•						S			S
RUBRIC				•			U	•		A
EP-X		•					S			S
CANSEARCH			•				U		•	A
IOTA		•					S	•	•	S
PLEXUS		•					S			S
I3R		•	•	•		•	M	•	◦	A
EUROMATH			•	•		•	M	•	•	S
BOOKHOUSE					•	•	U	•	•	A
Gauch	•						S			S
ISIR			•	•			U		•	S
AI-STARS		•				•	M		•	A
FIRE			•	•		◦	M		•	S

Tabella 5.3: Interazione utente-sistema.

S: Sistema;

U: Utente;

M: Misto.

Generalità raggruppa le colonne riguardanti aspetti generali dell'interazione:

Ad: (Adattabile) indica se il sistema adatta il suo comportamento allo specifico utente;

Am: (Amichevole) indica se il sistema è semplice da usare per un utente inesperto;

I: (Intermediario) descrive l'approccio scelto nel progetto del sistema. Può assumere i valori seguenti:

S per un sistema che Simula l'intermediario umano;

A per un sistema che segue un approccio Alternativo.

La tabella 5.4 descrive alcuni aspetti della rappresentazione del *bisogno informativo* dell'utente. Il significato delle colonne è:

Argomento raggruppa le colonne che descrivono come l'argomento del BI viene comunicato dall'utente al sistema:

B: Booleano;

Bisogno informativo	Argomento				Ta & Co			Strumenti				
	B	F	T	L	O	V	T	E	F	C	D	Cl
CITE				•				•	•			
GRUNDY			•									
CONIT			•									
Shoval			•					•				
RUBRIC	•					◦						
EP-X		•	•		?	•		•				
CANSEARCH			•					◦				
IOTA	•			•				•		◦		
PLEXUS	•			•				E				
I3R	•		•	•	•	•		•	•	•	•	•
EUROMATH	•	•			•	•	•	•	•	•		
BOOKHOUSE	•				•	•	•	•		◦	•	•
Gauch	•	•			◦	•		•				
ISIR			•					◦		•		
AI-STARS	•	•		•				•				
FIRE	•	•			•	•		•	•	•		•

Tabella 5.4: Espressione del BI dell'utente.

F: Faccette (una faccetta è un insieme di termini, in *or* logico, rappresentanti un concetto);

T: Termine singolo;

L: Linguaggio Naturale.

Ta & Co raggruppa le colonne che descrivono se compito e contesto della ricerca (si veda il capitolo 3) sono comunicate dall'utente al sistema:

O: Obiettivi della ricerca (ad esempio, alto richiamo o alta precisione);

V: Vincoli sulla ricerca (ad esempio, il numero di documenti reperiti desiderato);

T: Tipo del BI (ad esempio, verificativo, conscio tematico o confuso).

Strumenti raggruppa le colonne che descrivono quali strumenti supportano l'utente nell'espressione del suo bisogno. Ogni colonna indica se il sistema possiede strumenti per:

E: Espansione dell'interrogazione (aggiunta o rimozione ai termini nell'interrogazione di altri termini correlati);

F: *relevance Feedback* (aggiunta all'interrogazione di termini estratti dai documenti pertinenti);

C: *browsing* di Concetti (permettere all'utente di navigare nella conoscenza di dominio del sistema);

Modello Utente	LT	BT	Can.	Ind.	Espl.	Ded.	Stat.	Din.
GRUNDY	•		•	•	•	•		•
IOTA		•	•			•	•	
PLEXUS		•	•		•	?	•	
I3R	•		•	•	•		•	◦
EUROMATH		•	•		•		•	
BOOKHOUSE			•				•	
FIRE	•		•	•	•	•		•

Tabella 5.5: Tipi di modello utente.

D: *browsing* di Documenti (permettere all'utente di navigare fra i documenti);

Cl: Classificazione di documenti (permettere all'utente di classificare i documenti reperiti in pertinenti o non pertinenti, utili o non utili, ecc.).

La tabella 5.5 riporta le caratteristiche del *modello utente* dei sistemi (solo per i sistemi che hanno un modello utente, si veda la tabella 5.2); anche FIRE è incluso, sebbene le sue capacità di modellazione dell'utente non siano ancora integrate nel sistema, ma solo previste. Ogni colonna indica se il modello utente:

LT e BT: (Lungo Termine e Breve Termine) è memorizzato o non memorizzato alla fine della sessione per essere riutilizzato;

Can. e Ind. (Canonico e Individuale) rappresenta un utente canonico o l'utente effettivo;

Espl. e Ded. (Esplicitamente richiesto e Dedotto) è costruito ponendo domande all'utente o deducendo informazioni dal comportamento dell'utente;

Stat. e Din. (Statico e Dinamico) cambia durante la sessione.

5.5 Conclusioni

In questo capitolo ho descritto il settore delle interfacce intelligenti per il reperimento delle informazioni. Dopo aver introdotto le IIRI come un sotto-settore del reperimento delle informazioni intelligente (paragrafi 5.2 e 5.3), ho presentato una rassegna che descrive e analizza alcune delle più rappresentative IIRI (paragrafo 5.4). Questa rassegna è utile da un lato per avere una visione ad alto livello delle IIRI esistenti, e dall'altro lato in quanto può servire come base per individuare un insieme di funzionalità che un sistema ideale deve possedere e fornire le specifiche dettagliate di questo sistema. Queste specifiche, essendo basata su sistemi già realizzati, dovrebbero essere implementabili

in modo più semplice di modelli teorici onnicomprensivi quali MONSTRAT e MEDIATOR.

Capitolo 6

Il prototipo FIRE

6.1 Introduzione

In questo capitolo descrivo il sistema FIRE (*Flexible Information Retrieval Environment*), un prototipo di interfaccia intelligente per il RI, che si inserisce nel filone di ricerca riguardante lo studio e la realizzazione di interfacce intelligenti per il RI che siano in grado di emulare alcune delle prestazioni tipiche degli intermediari umani (si veda il paragrafo 5.2.2): FIRE interagisce direttamente con l'utente, coadiuvandolo durante le fasi di concettualizzazione, riformulazione dell'interrogazione e catalogazione dei documenti reperiti. Questo sistema è stato realizzato nell'ambito del Progetto FIRE, svolto in collaborazione con la Datamat S.p.A. di Roma nell'ambito del Progetto Finalizzato "Sistemi Informatici e Calcolo Parallelo" del Consiglio Nazionale delle Ricerche. In generale le tematiche affrontate nel progetto riguardano i sistemi intelligenti di interfaccia cooperativa e flessibile per utenti finali di sistemi di basi di dati bibliografici. In particolare gli obiettivi del progetto FIRE si focalizzano su due aspetti:

- Aspetti generali. Essi riguardano: (i) la definizione, la realizzazione e la sperimentazione di un'interfaccia evoluta per basi di dati bibliografici; e (ii) la proposta di criteri metodologici e tecniche specifiche per la sperimentazione e la valutazione di interfacce cooperative e flessibili per sistemi di basi di dati bibliografici.
- Supporto alla ricerca delle informazioni. Questi obiettivi riguardano: (i) la modellizzazione della conoscenza di cui è dotato il sottosistema dedicato a svolgere le funzioni di comprensione delle richieste formulate dall'utente e di riformulazione delle richieste stesse al fine di renderle più aderenti agli effettivi scopi informativi dell'utente; e (ii) il progetto e la realizzazione di questo sottosistema mediante tecniche di intelligenza artificiale.

Per realizzare le capacità di FIRE, è utilizzata la rappresentazione esplicita di diversi tipi di conoscenze:

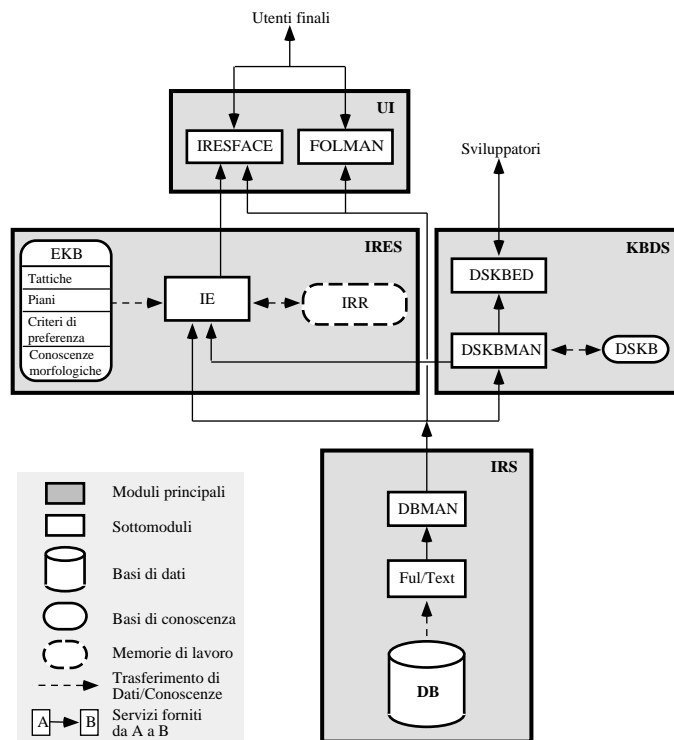


Figura 6.1: Architettura generale di FIRE.

- Conoscenza esperta dell'intermediario umano, ossia le tecniche che un intermediario usa per interagire con l'utente e per progettare la strategia di ricerca e la conoscenza sulle modalità di accesso alla banca dati (informazioni sui campi esistenti in ciascun surrogato di documento, sui comandi d'accesso, e così via).
- Conoscenza terminologica, che consente di scegliere i termini nelle fasi di concettualizzazione del BI e di riformulazione dell'interrogazione, e contiene sia conoscenza dello specifico dominio della banca dati (thesaurus, vocabolari, e così via), sia conoscenza morfologica generale, utilizzata per inserire nell'interrogazione termini troncati o varianti morfologiche dei termini già presenti.

Questo capitolo è strutturato nel modo seguente: nel paragrafo 6.1 descrivo l'architettura di FIRE, nel paragrafo 6.3 illustro il suo funzionamento e nel paragrafo 6.4 presento nei dettagli il cuore di FIRE, il modulo IRES.

6.2 Architettura

L'architettura complessiva di FIRE è illustrata in figura 6.1. Il sistema è composto dai seguenti 4 moduli principali:

- l'Interfaccia Utente (*User Interface*, UI), dedicata a fornire agli utenti finali tutti gli strumenti di accesso al sistema;
- il Sistema di Sviluppo delle Basi di Conoscenza (*Knowledge Base Development System*, KBDS), dedicato a fornire un supporto interattivo e possibilmente (semi)automatico agli sviluppatori del sistema, e in particolare agli ingegneri della conoscenza, ossia a coloro che analizzano e modellano la conoscenza degli esperti umani che svolgono l'attività che si desidera emulare con il sistema esperto;
- il Sistema Esperto di RI (*Information Retrieval Expert System*, IRES), dedicato all'emulazione dell'intermediario umano nelle sue tipiche attività di supporto alla formulazione delle richieste, di progetto della strategia di ricerca, di accesso vero e proprio al SRI e di valutazione dei risultati ottenuti;
- il Sistema di RI (*Information Retrieval System*, IRS), dedicato alla memorizzazione dei documenti e all'accesso agli stessi mediante un sistema tradizionale di tipo booleano basato su indici invertiti.

L'intero sistema è implementato su una rete di *workstation* Unix; si sono utilizzati diversi linguaggi di programmazione: il modulo DBMAN è implementato in C, parte del modulo IRES in XPSE, una libreria LISP per la programmazione basata su regole di produzione sviluppata presso il Laboratorio di Intelligenza Artificiale dell'Università di Udine, l'Interfaccia Utente in CLIM (Common Lisp Interface Manager), una libreria di routine grafiche per interfacciare LISP e X-Window System, e il resto del sistema in Lucid Common LISP.

I quattro moduli principali e le loro componenti sono illustrati nei prossimi sottoparagrafi; il modulo IRES, il cuore di FIRE, è descritto in dettaglio nel paragrafo 6.4.

6.2.1 L'Interfaccia Utente

Lo scopo di questo modulo è di permettere l'interazione fra FIRE e l'utente finale. L'interfaccia utente è composta da due sottomoduli:

- IRESFACE (*IRES interFACE*), che costituisce il principale canale di comunicazione con l'utente, a cui permette di:
 - comunicare al sistema la propria richiesta sotto forma di interrogazione booleana e di *vincoli sulla ricerca* (costituiti dal numero di documenti desiderati, espresso mediante un intervallo, e dal cosiddetto *obiettivo della ricerca*, che può essere 'alta precisione' se l'utente è interessato a reperire solo documenti attinenti e 'alto richiamo' se l'utente è interessato a reperire tutti i documenti attinenti contenuti nella banca dati);
 - visualizzare i surrogati reperiti;

- selezionare termini da aggiungere all'interrogazione durante la fase di riformulazione.
- FOLMAN (*FOLder MANager*), che permette all'utente di classificare i documenti reperiti in categorie (prefissate o definite ad hoc dal singolo utente) quali 'pertinente', 'non pertinente', 'utile', 'non utile', e così via.

La comunicazione utente-sistema è progettata secondo le seguenti caratteristiche: (i) è basata sul modello orientato a finestre, menu e mouse, guidato da eventi; (ii) permette all'utente di ottenere il controllo sul sistema qualora egli lo desideri; (iii) permette all'utente di svolgere attività di monitoraggio, debugging e visualizzazione di varie informazioni relative al funzionamento di FIRE.

6.2.2 Il Sistema di Sviluppo delle Basi di Conoscenza

Scopo del sottosistema KBDS è di permettere all'ingegnere della conoscenza di sviluppare agevolmente e in modo interattivo le varie basi di conoscenza di cui FIRE dispone.

Le attività di inserimento e modifica delle conoscenze sono fondamentali al fine di realizzare un'agevole sperimentazione di FIRE. Il ruolo di questo sottosistema è quindi considerato molto importante per un'effettiva realizzazione di un sistema di interfaccia evoluto, in quanto le conoscenze, esperte e in particolar modo terminologiche sullo specifico dominio, sono presenti in notevolissima quantità. Per questo motivo, in versioni future di FIRE è previsto l'utilizzo di strumenti per l'acquisizione (semi) automatica della conoscenza (ad esempio editor intelligenti, moduli di elaborazione automatica di conoscenze terminologiche da testi in linguaggio naturale, ecc.).

Le componenti del KBDS sono:

- La base di conoscenza DSKB (Domain Specific Knowledge Base), che include conoscenza terminologica riguardante i possibili argomenti trattati durante le sessioni con gli utenti. Questa base di conoscenza è basata sul contenuto di un thesaurus, ossia un dizionario di termini, in relazione tra loro, riguardanti il settore di interesse della banca dati. In particolare le relazioni tra termini sono le seguenti: 'Termine-più-specifico' ('NT', da Narrower Term), 'Termine-più-generale' ('BT', da Broader Term), 'Termine-correlato' ('RT', da Related Term), 'Termine-usato-per' ('UFT', da Used For Term), e 'Termine-da-usare' ('UT', da Use Term). La DSKB contiene anche altre informazioni, di solito non contenute in un thesaurus, quali il *posting count* dei termini (il numero delle citazioni presenti nella banca dati) e il loro livello di specificità (la profondità nella gerarchia BT/NT).
- Il modulo DSKBED (DSKB EDitor), un'interfaccia a menu e finestre che consente all'utente sviluppatore l'accesso alla DSKB, al fine di visionarne il contenuto e di aggiungere nuovi termini e nuove relazioni.

- Il modulo DSKBMAN (DSKB MANager), che implementa le funzioni di gestione (lettura e modifica) della DSKB.

Nella versione attuale del prototipo, il modulo KBDS è quindi limitato allo sviluppo e alla gestione della DSKB e permette di esaminarla, definirne nodi e archi, e modificare le informazioni associate ai nodi.

6.2.3 Il Sistema Esperto di RI

IRES, descritto in dettaglio nel paragrafo 6.4, è un sistema basato sulla conoscenza che emula alcune delle operazioni svolte dall'intermediario umano; questo modulo si occupa in particolare di fornire supporto all'utente durante la riformulazione, suggerendogli le opportune modifiche da effettuare all'interrogazione in modo da esprimere in modo più preciso e completo il BI e produrre quindi risultati migliori.

IRES si occupa anche delle operazioni di formalizzazione e ricerca nella banca dati (operazioni che IRES è in grado di eseguire in modo autonomo). La riformulazione è comunque l'attività peculiare di IRES, e quindi la descrizione fornita qui riguarda le componenti di IRES dedicate a questa attività.

Le componenti di IRES sono:

- la base di conoscenza EKB (*Expert Knowledge Base*), contenente conoscenze che rappresentano la competenza e le abilità di un intermediario umano;
- la memoria di lavoro IRR (*Internal Request Representation*) che racchiude lo stato corrente del problema, ossia una rappresentazione dell'interrogazione, dei risultati reperiti e degli obiettivi dell'utente;
- il motore inferenziale IE (*Inference Engine*) che in base al contenuto della IRR seleziona e applica le conoscenze più appropriate, procedendo in tal modo nell'attività di emulazione dell'intermediario.

IRES necessita anche di conoscenza terminologica sul dominio, reperita nella base di conoscenza DSKB descritta nel sotto-paragrafo precedente.

La EKB può essere suddivisa in: tattiche, piani, criteri di preferenza e conoscenze morfologiche. Queste conoscenze sono sfruttate per supportare l'utente durante la riformulazione, la quale risulta essere una sequenza di operazioni di modifica dell'interrogazione, proposte dal sistema e confermate o meno dall'utente.

Una *tattica* è un'operazione atomica di modifica dell'interrogazione. Le tattiche implementate in IRES sono derivate da quelle illustrate in [Bat79b, Bat79a]; esempi di tattiche sono: aggiungere a una faccetta i termini 'RT' (o 'BT' o 'NT') di un termine già appartenente alla faccetta, aggiungere a una faccetta il termine troncato di un termine già incluso nella faccetta, disattivare un termine, ecc. L'esecuzione delle tattiche può richiedere quindi l'accesso alle conoscenze terminologiche contenute nella DSKB e l'utilizzo delle conoscenze morfologiche.

Un *piano* è una sequenza predefinita di una o più tattiche. Il raggruppamento delle tattiche in piani è giustificato da due motivi. Da un punto di vista concettuale, non sempre esistono criteri per poter scegliere in modo chiaro fra due tattiche alternative, oppure può essere sensato far seguire in ogni caso l'applicazione di una tattica a un'altra. Da un punto di vista pragmatico, l'utilizzo dei piani permette di ottenere una maggiore efficienza temporale del sistema. Un esempio di piano è la successione delle 3 tattiche che, partendo da un dato termine in una faccetta, vi aggiungono i termini troncati, i termini correlati da una relazione di tipo RT nella DSKB, e i termini morfologicamente simili. Si osservi che un piano (e una tattica) vengono applicati a un termine dell'interrogazione (denominato *focus*).

Le possibili operazioni di modifica dell'interrogazione sono quindi individuate univocamente dal piano da applicare e dal focus a cui applicarlo. L'individuazione del focus è ovviamente importante quanto la scelta del piano da applicare: la coppia $\langle \text{focus}, \text{piano} \rangle$ è denominata *candidato*.

Per scegliere quale piano eseguire in una data situazione, i candidati vengono ordinati secondo un ordine di preferenza (che in generale è parziale) e quindi viene scelto uno dei massimali rispetto all'ordinamento. I *criteri di preferenza* della EKB si basano su parametri del candidato quali: tipo del piano (alcuni piani saranno, in certe situazioni, preferibili ad altri), caratteristiche del focus (ad esempio, il suo *posting count*), caratteristiche della faccetta a cui il focus appartiene (ad esempio, il *posting count* della faccetta) e così via. Due esempi di criteri sono i seguenti:

- se l'interrogazione ha due faccette, ognuna contenente un unico termine, e si deve reperire un numero di documenti maggiore di quello reperito dall'interrogazione attuale, è preferibile cominciare ad aggiungere termini sinonimi nella faccetta con il *posting count* minore fra le due (faccetta che è il 'collo di bottiglia' della situazione);
- se l'utente sta effettuando una ricerca ad alta precisione, preferire i piani che non contengono operazioni di troncamento dei termini.

Le *conoscenze morfologiche* sono basate su algoritmi di troncamento quali quello di Porter [Por80] e sono utilizzate per individuare la radice morfologica di una parola e per trovare termini morfologicamente simili, cioè con la stessa radice.

6.2.4 Il Sistema di RI

Il modulo IRS è incaricato di gestire le banche dati a cui FIRE può accedere ed è costituito da due sottomoduli:

- *Ful/Text*, il vero e proprio gestore degli archivi sottostanti, costituito da un pacchetto commerciale di RI fornito dalla Datamat S.p.A.
- DBMAN (*Data Base MANager*), che fornisce agli altri moduli i servizi necessari per l'accesso alle banche dati, rendendo indipendente il resto di FIRE dal particolare sistema di IR utilizzato.

Una banca dati è costituita da una serie di archivi che rappresentano i documenti e le loro informazioni accessorie (indici, ecc.). FIRE può lavorare su più banche dati bibliografiche; nella versione attuale, ne sono disponibili 3:

- INSPEC, ricavata dalla banca dati INSPEC e relativa alle applicazioni industriali delle tecniche di intelligenza artificiale, contenente 20.000 documenti;
- USENET, ricavata raccogliendo circa 5.000 messaggi di Usenet, estratti da vari gruppi di interesse nell'area informatica;
- BSF (Bibliografia Storica Friulana), costituita da circa 5.500 documenti relativi ad aspetti storici, economici e giuridici della vita montana del Friuli-Venezia Giulia.

6.3 Funzionamento

Il modulo con cui l'utente interagisce è l'Interfaccia Utente: all'inizio della sessione egli può scegliere la banca dati su cui effettuare le ricerche, dopodiché può inserire le informazioni che caratterizzano la sua richiesta. In base a ciò il modulo IRES progetta e costruisce una strategia di ricerca adeguata alle richieste ricevute. Il funzionamento del sistema prevede diverse modalità di interazione con l'utente al fine di garantire il massimo grado di comprensione dei suoi bisogni e di adattamento alle specifiche caratteristiche (terminologiche) della banca dati interrogata. Quando la strategia di ricerca è sufficientemente completa, questa viene formalizzata in un'interrogazione per il Sistema di RI che provvede a effettuare le ricerche nella banca dati, ottenendo così i primi risultati. Questi vengono presentati all'utente che può fornire delle indicazioni correttive al fine di raffinare la vecchia strategia, di permettere nuove riformulazioni e di ri-interrogare la banca dati. La sessione termina quando l'utente ritiene soddisfacenti i risultati ottenuti.

La figura 6.2 presenta due finestre di IRESFACE. Quella grigio scuro è la FIRE Main Window, in cui l'utente comunica al sistema la propria richiesta sotto forma di struttura logica e contenuto concettuale: questa poi viene tradotta dal sistema in un'interrogazione in forma booleana.

È quindi compito dell'utente individuare i concetti che esprimono nel modo migliore (almeno in prima approssimazione) il proprio BI, specificare i termini con cui i concetti possono essere espressi e raggruppare i termini in faccette organizzate in una certa struttura logica. Per fare ciò, l'utente ha a disposizione il Query Panel, mostrato a sinistra in figura (zona grigio scuro) e contenente la specifica della richiesta esemplificativa "Neural Networks AND (Aerospace Control OR Flight Control)". Accanto a ogni termine, sono specificati il *grado di interesse* (deciso dall'utente per indicare quanto il termine corrispondente è importante per la ricerca), il *posting count* e un indicatore che segnala se il termine è incluso o meno nella DSKB. L'utente può inoltre specificare, tramite una nuova finestra non presente in figura, i *campi di ricerca* per ogni termine, ossia in quali parti del surrogato vada ricercato il termine corrispondente.

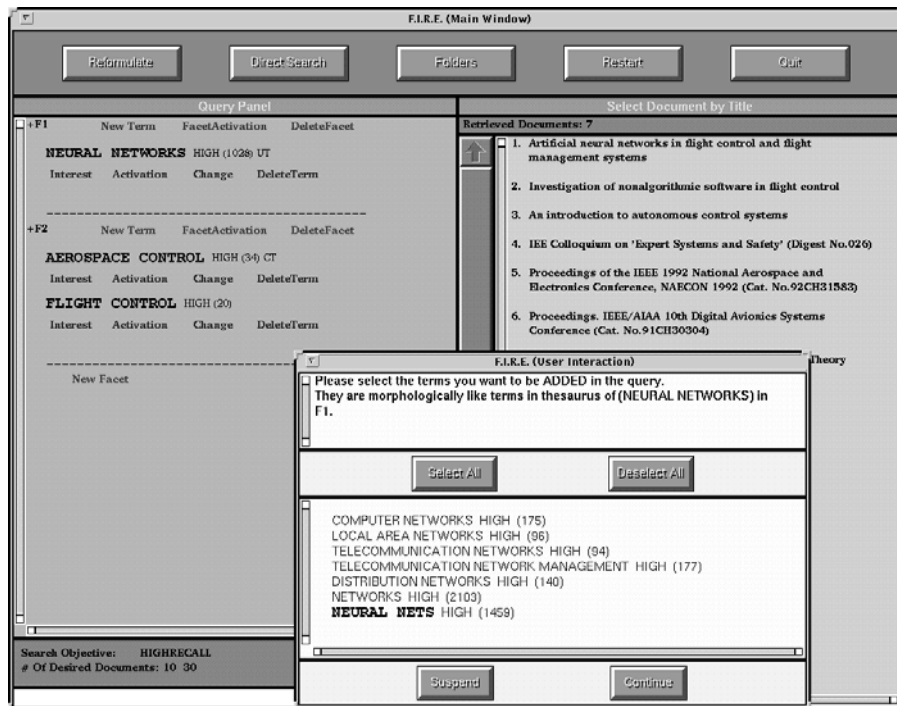


Figura 6.2: L'interfaccia utente di FIRE: IRESFACE.

Nella parte alta della FIRE Main Window sono a disposizione dell'utente cinque bottoni:

- **Direct Search**, che reperisce i (titoli dei) documenti che soddisfano la interrogazione;
- **Reformulate**, che avvia la fase di riformulazione;
- **Folders**, che consente all'utente di richiamare il FOLMAN per catalogare i documenti reperiti, suddividendoli in pertinenti, non pertinenti, utili, non utili, ecc.;
- **Restart**, che consente di inizializzare il sistema;
- **Quit**, per terminare la sessione e uscire da FIRE.

A destra sono visualizzati i titoli dei documenti reperiti (che l'utente può consultare selezionandone il titolo).

La finestra in grigio chiaro mostra invece il tipo di supporto che FIRE è in grado di fornire all'utente durante la riformulazione: in questa finestra FIRE visualizza una lista di termini (ricavati tramite l'applicazione di una tattica) che possono essere usati per raffinare l'interrogazione. L'utente può accettare alcuni termini, selezionandoli col mouse (in grassetto in figura) che vengono aggiunti nell'interrogazione.

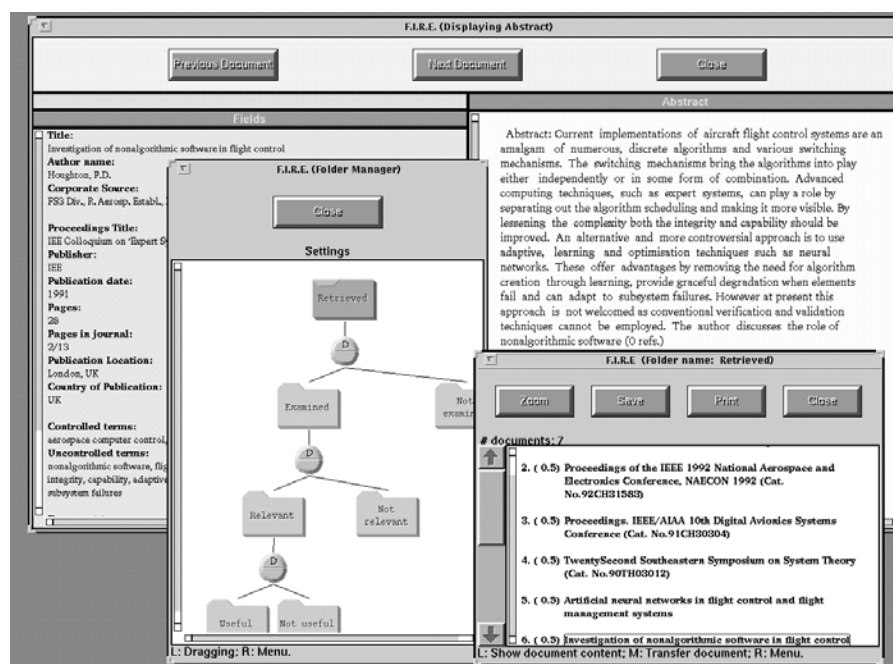


Figura 6.3: L'interfaccia utente di FIRE: FOLMAN.

In figura 6.3 è mostrato il FOLMAN, lo strumento che permette all'utente la classificazione dei documenti. Nell'angolo in basso a destra sono visualizzati i titoli di alcuni documenti; l'utente può trascinare con il mouse un documento in una delle cartelle della parte sinistra della figura, organizzate gerarchicamente, oppure consultare il documento (finestra sullo sfondo).

L'interazione FIRE-utente può avvenire in due modalità, *manuale* e *semiautomatica*. Nel primo caso, l'utente utilizza FIRE come un normale sistema booleano (sfruttando le potenzialità fornite dall'interfaccia a finestre): esprime il proprio BI, effettua una ricerca, esamina i titoli dei documenti reperiti, ne visiona il contenuto e li classifica usando il FOLMAN.

Se i risultati sono soddisfacenti, l'interazione con FIRE termina, altrimenti l'utente deve modificare l'interrogazione iniziale. Se ad esempio la ricerca precedente ha reperito pochi documenti l'utente può espandere l'interrogazione aggiungendo termini sinonimi a quelli utilizzati in precedenza. Per individuare i sinonimi, l'utente può consultare le descrizioni dei documenti reperiti, o utilizzare un thesaurus cartaceo. Una volta modificata l'interrogazione, il procedimento viene iterato: si effettua una nuova ricerca, si valuta l'insieme di documenti reperiti dal sistema e così via.

Le potenzialità di FIRE vengono sfruttate appieno con la modalità di interazione semiautomatica, innescata dal bottone **Reformulate**: FIRE guida il processo di riformulazione, suggerendo le modifiche da effettuare all'interrogazione. È importante notare il carattere *supportivo* di FIRE: il sistema non modifica autonomamente l'interrogazione, ma si limita a suggerire le modifiche

all'utente, il quale accetta o meno le proposte del sistema.

6.4 Il modulo IRES

Questo paragrafo descrive in dettaglio il cuore del sistema FIRE: il modulo IRES, contenente le conoscenze utilizzate dal sistema per interagire con l'utente. La descrizione è effettuata a livelli di dettaglio crescenti nei prossimi tre sotto-paragrafi: usando la terminologia in [GT94], IRES viene presentato dapprima a livello *concettuale*, poi a livello *logico* e infine a livello *tecnico*.

6.4.1 Descrizione concettuale

In questo paragrafo il modulo IRES è descritto a un livello *concettuale*: sono illustrati i concetti di riformulazione, direzione di riformulazione, tattiche, piani, focus, candidati, ordinamento dei candidati e viene sinteticamente descritto il flusso del controllo in IRES.

6.4.1.1 Riformulazione e direzione di riformulazione

Come già detto, la *riformulazione* è l'attività svolta insieme da sistema e utente al fine di meglio definire e comprendere il BI espresso in precedenza dall'utente. Il compito principale del sistema è la proposta all'utente di opportune modifiche da apportare all'interrogazione al fine di esprimere in modo più preciso e completo il BI; l'utente deve scegliere fra queste modifiche quelle secondo lui più appropriate. La riformulazione è quindi una sequenza di *Operazioni di Modifica dell'Interrogazione* (OMI), proposte dal sistema e confermate o meno dall'utente.

Un altro concetto importante per comprendere l'attività di IRES è quello di *Direzione di Riformulazione* (DR). Si ricordi che l'utente, oltre a indicare i termini che caratterizzano il proprio BI, specifica anche un intervallo indicante il numero di documenti desiderato ($[lb, hb]$, in cui **lb** sta per *lower bound* e **hb** sta per *higher bound*); la DR è definita in base a questo intervallo e al numero di documenti reperito dall'ultima ricerca (**RetrDocs**). Se **RetrDocs** < **lb**, IRES deve cercare di reperire un maggior numero di documenti, e in questo caso si dice che la DR è 'espandere' (o *expand*). Se al contrario **RetrDocs** > **hb**, la DR è 'restringere' (o *narrow*) e IRES cerca di modificare l'interrogazione in modo da reperire un numero di documenti inferiore. Durante la riformulazione, il sistema effettua delle ricerche al fine di decidere se arrestare la riformulazione: se la DR è **expand**, la riformulazione viene sospesa se **RetrDocs** \geq **lb**; simmetricamente, se la DR è **narrow**, la riformulazione viene sospesa se **RetrDocs** \leq **hb**.

A seconda della DR, la riformulazione deve quindi procedere in modi differenti, con OMI diverse nei due casi. Se si deve espandere, si può ad esempio aggiungere termini sinonimi in *or* logico ad altri termini in una faccetta, o eliminare una o più faccette. Se si deve restringere, fra le OMI possibili vi

sono l'eliminazione di termini, l'introduzione di termini in *or* in faccette *negative* (ossia in faccette contenenti termini che non devono essere presenti nei documenti reperiti), l'aggiunta di faccette o l'eliminazione di *campi di ricerca* di alcuni termini.

In FIRE, le OMI implementate sono solo quelle che lavorano sui termini e possono essere suddivise in tre gruppi: quelle che aggiungono nuovi termini nell'interrogazione, quelle che ne eliminano e quelle che sostituiscono un termine con un altro. In realtà, in FIRE non si eliminano i termini in modo definitivo, ma ci si limita a *disattivarli*: un termine disattivato rimane visualizzato (con un aspetto grafico differente) nel **Query Panel**, in modo che l'utente possa in seguito riattivarlo, ma questo termine non ha nessuna influenza nelle ricerche sulla banca dati.

Le OMI che aggiungono termini necessitano di un modo per reperire o generare un insieme di termini alternativi a quelli presenti nell'interrogazione e di un criterio per scegliere fra di essi; le OMI che disattivano termini necessitano di criteri per scegliere quali termini disattivare fra i termini dell'interrogazione. Le OMI che sostituiscono termini necessitano di entrambi, in quanto una sostituzione può essere vista come una disattivazione seguita da un'aggiunta.

Per reperire i nuovi termini con cui modificare l'interrogazione IRES ha a disposizione la DSKB e le tecniche morfologiche. Se alcuni dei termini dell'interrogazione compaiono nella DSKB, *navigando* su di essa (ovvero reperendo i termini in relazione con i termini di partenza) si possono infatti raggiungere termini correlati da relazioni semantiche con i termini presenti nell'interrogazione. Le conoscenze morfologiche permettono di individuare termini presenti nella DSKB e simili morfologicamente (termini con la stessa radice) a quelli che occorrono nell'interrogazione ovvero i *troncamenti* di essi.

Nel caso che nell'interrogazione iniziale compaiano termini non appartenenti al thesaurus, il sistema cerca di trovare termini a essi correlati nel thesaurus, se possibile controllati; questo perché la riformulazione, essendo basata sulla navigazione nella DSKB, ha ovviamente maggiore efficacia se i termini nell'interrogazione sono termini controllati del thesaurus. Questa operazione viene effettuata tramite analisi morfologica (reperimento nel thesaurus dei termini simili morfologicamente a un termine dato) o sfruttando il *lead-in vocabulary* (ossia le relazioni UT della DSKB).

In generale, è possibile scegliere in ogni momento fra più OMI alternative; restano quindi da illustrare le OMI in modo dettagliato e i criteri implementati in IRES per scegliere in modo sensato quale fra di esse applicare di volta in volta. Questi argomenti sono affrontati nei prossimi sotto-paragrafi.

6.4.1.2 Tattiche e piani

Per descrivere le OMI che IRES propone all'utente è necessario definire i concetti di tattica e piano. Una *tattica* è un'OMI *atomica* (non scomponibile) per IRES. Per quanto concerne la scelta delle OMI da proporre all'utente, IRES non lavora a livello di tattiche, ma di sequenze di tattiche: le tattiche sono

raggruppate in sequenze cablate denominate *piani*. Quindi IRES sceglie quale piano eseguire sulla base di alcuni *criteri di preferenza*, dopodiché l'effettiva esecuzione del piano corrisponde all'esecuzione in sequenza delle tattiche che lo compongono.

Due esempi di piani sono: la successione delle 3 tattiche che propongono all'utente di aggiungere in una faccetta i termini, rispettivamente, morfologicamente simili, 'RT' e troncati di un termine di partenza già appartenente alla faccetta; la successione delle 2 tattiche che propongono di aggiungere in una faccetta i termini, rispettivamente, morfologicamente simili e 'RT' di un termine di partenza già appartenente alla faccetta. Il primo piano sarà di solito utilizzato in una situazione in cui l'obiettivo è 'alto richiamo', il secondo in una ricerca ad 'alta precisione', in quanto non effettua troncamenti, operazioni che aumentano il richiamo ma peggiorano la precisione.

La navigazione sulla DSKB avviene quindi in modo predeterminato, attraverso l'uso di tattiche e piani. Un elenco completo delle tattiche e dei piani implementati in IRES sarà riportato nel sotto-paragrafo 6.4.2.2.

6.4.1.3 Focus, candidati e ordinamento dei candidati

Sono qui illustrati i metodi adottati da IRES per scegliere quale piano proporre all'utente fra tutti quelli in teoria proponibili.

Si osservi che un piano (e una tattica) vanno applicati a un termine dell'interrogazione: si naviga sul thesauro a partire da un termine dell'interrogazione, si tronca un termine dell'interrogazione, si disattiva un termine dell'interrogazione, e così via. In IRES, il *focus* è il termine da cui partire per eseguire un'operazione di modifica dell'interrogazione (ossia un piano). Terminata l'esecuzione del piano, il focus viene ricalcolato, in quanto l'interrogazione potrebbe essere differente.

Dovrebbe risultare chiaro a questo punto che le possibili operazioni di modifica all'interrogazione sono individuate univocamente dal piano da applicare e dal focus a cui applicarlo. L'individuazione del focus è ovviamente importante quanto la scelta del piano da applicare: la coppia $\langle \text{focus}, \text{piano} \rangle$ è denominata *candidato*.

Per scegliere quale OMI effettuare fra tutte quelle possibili, è sufficiente ordinare i candidati secondo un ordine (che in generale sarà parziale) di preferenza e scegliere uno dei massimali rispetto a questo ordinamento: se l'ordinamento è effettuato secondo criteri corretti, ai candidati massimali corrispondono le operazioni di modifica dell'interrogazione preferibili. Questi criteri di preferenza saranno ovviamente basati sulle caratteristiche del candidato: tipo del piano (alcuni piani saranno, in certe situazioni, preferibili ad altri), caratteristiche del termine (ad esempio il suo *posting count*, ossia il numero di documenti che contengono quel termine), caratteristiche della faccetta a cui il termine appartiene (ad esempio, il *posting count* della faccetta) e così via. Esemplicando, se si deve espandere un'interrogazione costituita da due faccette ognuna contenente un unico termine, è preferibile aggiungere sinonimi nella faccetta con il *posting count* minore fra le due, in quanto è il 'collo

di bottiglia' della situazione. Questi criteri costituiscono, come si vedrà nei prossimi paragrafi, una parte della EKB di IRES.

6.4.1.4 Flusso del controllo in IRES

Per terminare la descrizione a livello logico di IRES ne è qui schematizzato il flusso del controllo, ossia la successione delle operazioni effettuate in IRES durante la riformulazione.

IRES opera in modo ciclico: individua i candidati ammissibili, ne sceglie un massimale ed esegue l'OMI corrispondente, ossia il piano del candidato. Dopodiché, IRES calcola un nuovo insieme di candidati (essendo l'interrogazione modificata, questo sarà differente dall'insieme di candidati del passo precedente), ri-individua i massimali, ecc., ripetendo finché non si verifichino le condizioni per terminare il processo di riformulazione. Queste condizioni, nell'IRES attuale, sono essenzialmente di due tipi: o il numero di documenti reperiti da un'interrogazione rientra nell'intervallo di documenti desiderati ($1b \leq \text{RetrDocs} \leq hb$) o il sistema ha esaurito tutte le alternative e non vi sono più operazioni di modifica dell'interrogazione possibili. Il primo di questi criteri implica che IRES, durante la riformulazione, esegua delle ricerche; anche il sapere qual è il momento adatto per effettuare una ricerca è quindi un'informazione contenuta nelle basi di conoscenza di IRES.

L'utente ha comunque la possibilità di interrompere il processo di riformulazione da interfaccia.

6.4.2 Descrizione logica

Questo paragrafo descrive il modulo IRES a un livello *logico*: si evita quindi di fare esplicito riferimento al codice mantenendosi a un livello più astratto. Vengono illustrate le basi di conoscenza utilizzate per rappresentare le conoscenze descritte nel paragrafo precedente. Nel sotto-paragrafo 6.4.2.1 è presentata la struttura generale delle basi di conoscenza di IRES; nei sotto-paragrafi 6.4.2.2 e 6.4.2.3 sono illustrate rispettivamente le tattiche e i piani implementati e i criteri per la scelta dell'ordine di esecuzione delle operazioni.

6.4.2.1 Struttura delle basi di conoscenza di IRES

Come detto, IRES è un sistema esperto che modella in basi di conoscenza le conoscenze normalmente utilizzate da un intermediario al fine di simulare l'attività durante la fase di riformulazione. Questa simulazione consiste principalmente nel proporre nuovi termini alternativi o aggiuntivi a quelli già presenti nell'interrogazione.

Si è detto in precedenza che le basi di conoscenza di IRES sono la DSKB, che contiene conoscenza terminologica, e l'EKB, che contiene conoscenze relative alla navigazione sulla DSKB (ossia tattiche, piani e criteri per la scelta dei candidati migliori). In realtà, la struttura delle basi di conoscenza di IRES può essere schematizzata in modo più dettagliato: in figura 6.4 si vede come l'EKB sia composta dai criteri per la scelta dei candidati e da tattiche e piani

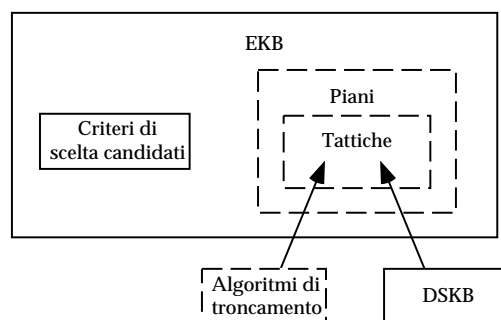


Figura 6.4: Struttura delle basi di conoscenza di IRES.

(i rettangoli con i bordi tratteggiati indicano conoscenze di tipo algoritmico). La definizione di tattiche e piani ha però bisogno di conoscenze di tipo terminologico, fornite dalla DSKB, e di tipo morfologico, fornite da algoritmi di troncamento. In FIRE vi sono due di questi algoritmi: per la lingua inglese si è implementato l'algoritmo di Porter [Por80] e per la lingua italiana un più semplice algoritmo basato su un elenco di suffissi.

6.4.2.2 Tattiche e piani

È qui riportato l'elenco completo delle tattiche implementate in IRES, insieme al loro effetto. Le tattiche sono raggruppate in 3 gruppi: quelle che aggiungono termini, quelle che ne sostituiscono e quelle che ne disattivano. Con $\langle \text{nome-tattica} \rangle(\mathbf{t})$ si intende che la tattica va applicata al termine \mathbf{t} .

Tattiche che aggiungono termini:

- **parallel-ut**(\mathbf{t}): propone all'utente una lista di termini da aggiungere nella faccetta in cui compare \mathbf{t} e aggiunge in questa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a \mathbf{t} da una relazione di tipo UT nel thesaurus. È importante in quanto può essere usata per aggiungere termini controllati a termini non controllati che compaiono nell'interrogazione;
- **parallel-rt**(\mathbf{t}): propone all'utente una lista di termini da aggiungere nella faccetta in cui compare \mathbf{t} e aggiunge in questa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a \mathbf{t} da una relazione di tipo RT nel thesaurus;
- **super-add**(\mathbf{t}): propone all'utente una lista di termini da aggiungere nella faccetta in cui compare \mathbf{t} e aggiunge in questa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a \mathbf{t} da una relazione di tipo BT nel thesaurus, quindi termini più generali;
- **sub-add**(\mathbf{t}): propone all'utente una lista di termini da aggiungere nella faccetta in cui compare \mathbf{t} e aggiunge in questa faccetta i termini confer-

mati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a t da una relazione di tipo NT nel thesaurus, quindi termini più specifici;

- **siblings-add(t)**: propone all'utente una lista di termini da aggiungere nella faccetta in cui compare t e aggiunge in questa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini "fratelli" di t , ossia gli NT dei BT di t ;
- **morph-add(t)**: propone all'utente una lista di termini da aggiungere nella faccetta in cui compare t e aggiunge in questa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono termini morfologicamente simili a t ;
- **truncate-add(t)**: propone all'utente il troncamento del termine t , da aggiungere nella faccetta di t e aggiunge in questa faccetta i termini confermati dall'utente.

Tattiche che sostituiscono termini:

- **parallel-ut-subst(t)**: propone all'utente una lista di termini da cui sceglierne alcuni per sostituire t . Quindi disattiva il termine t e aggiunge nella stessa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a t da una relazione di tipo UT nel thesaurus;
- **parallel-rt-subst(t)**: propone all'utente una lista di termini da cui sceglierne alcuni per sostituire t . Quindi disattiva il termine t e aggiunge nella stessa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a t da una relazione di tipo RT nel thesaurus;
- **morph-subst(t)**: propone all'utente una lista di termini da cui sceglierne alcuni per sostituire t . Quindi disattiva il termine t e aggiunge nella stessa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono termini morfologicamente simili a t ;
- **sub-subst(t)**: propone all'utente una lista di termini da cui sceglierne alcuni per sostituire t . Quindi disattiva il termine t e aggiunge nella stessa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a t da una relazione di tipo NT nel thesaurus, quindi termini più specifici;
- **super-subst(t)**: propone all'utente una lista di termini da cui sceglierne alcuni per sostituire t . Quindi disattiva il termine t e aggiunge nella stessa faccetta i termini confermati dall'utente. In questa lista compaiono i termini legati a t da una relazione di tipo BT nel thesaurus, quindi termini più generali.

Tattiche che disattivano termini:

- **deact(t)**: propone all'utente di disattivare il termine t ; se l'utente conferma, t viene disattivato.

Si osservi come la conoscenza morfologica sia rappresentata nelle tattiche **morph-add**, **morph-subst** e **truncate-add**, le quali utilizzano gli algoritmi di troncamento e di ricerca sul thesaurus di termini con la stessa radice.

Un piano è, come detto, una successione di tattiche. I piani definiti in IRES sono i seguenti:

1. tutte le sequenze di tattiche costituite da un'unica tattica;
2. **hr-exp-safe**, costituito dall'applicazione in sequenza delle tre tattiche **truncate-add**, **parallel-rt** e **morph-add**. Se applicato a termini in faccette positive, è utilizzato nell'espansione dell'interrogazione quando l'obiettivo è 'alto richiamo'; non viene applicato su termini di faccette negative, in quanto l'operazione di troncamento di termini in faccette negative è giudicata pericolosa;
3. **hr-exp-unsafe**, costituito dall'applicazione in sequenza delle tre tattiche **super-add**, **sub-add** e **siblings-add**. È utilizzato nell'espansione dell'interrogazione quando l'obiettivo è 'alto richiamo' (applicato a termini in faccette positive); può però essere utilizzato anche se la direzione di riformulazione è 'restringere', se applicato a termini di faccette negative;
4. **hp-exp-safe**, costituito dall'applicazione in sequenza delle due tattiche **parallel-rt** e **morph-add**. È utilizzato nell'espansione dell'interrogazione quando l'obiettivo è 'alta precisione': in tal caso si evitano le operazioni di troncamento. Inoltre, è utilizzato su termini appartenenti a faccette negative se la direzione di riformulazione è 'restringere';
5. **hp-exp-unsafe**, costituito dall'applicazione in sequenza delle tre tattiche **super-add**, **sub-add** e **siblings-add**. È utilizzato nell'espansione dell'interrogazione quando l'obiettivo è 'alta precisione' (su faccette positive) o durante il restringimento (su faccette negative).

La versione attuale di IRES non utilizza comunque tutti i piani del punto 1: solo quelli costituiti da una delle 5 tattiche **parallel-ut**, **parallel-ut-subst**, **morph-add**, **morph-subst** e **deact** vengono applicati durante il processo di riformulazione. I primi 4 sono utilizzati per cercare di ricondursi a termini controllati nel thesaurus (**parallel-ut** e **morph-add** se la direzione di riformulazione è 'espandere', **parallel-ut-subst** e **morph-add-subst** se la direzione di riformulazione è 'restringere'); il quinto piano (costituito dalla tattica **deact**) è utilizzato per disattivare termini (in faccette positive) se la direzione di riformulazione è 'restringere'.

I nomi dei piani sono scelti in modo da essere mnemonici: **hr** indica alto richiamo, **hp** alta precisione, **exp** indica che la direzione di riformulazione è di espansione e **safe** sta per piani che risultano più affidabili dei corrispondenti **unsafe**, ossia piani che è preferibile applicare prima (si è ipotizzato che l'esecuzione delle tattiche **truncate-add**, **parallel-rt** e **morph-add** vada eseguita prima rispetto alle **super-add**, **sub-add** e **siblings-add**).

6.4.2.3 Criteri per la scelta dei candidati

Questo sotto-paragrafo illustra in modo sistematico i criteri di preferenza fra candidati, introdotti nel sotto-paragrafo 6.4.1.3. Alcuni di questi criteri fanno riferimento al tipo di piano (e quindi indicano quale candidato preferire rispetto agli altri confrontando solo i piani dei candidati), altri fanno riferimento al focus (e quindi utilizzano le sue caratteristiche per determinare l'ordinamento di preferenza) e altri criteri ancora si basano sul focus sia sul piano.

I criteri sono divisibili in due gruppi, il primo relativo ai piani che aggiungono nuovi termini, il secondo relativo al piano che disattiva termini (**deact**). I criteri del primo gruppo sono:

- preferire i piani che aggiungono termini all'interrogazione a quelli che disattivano termini (l'aggiunta di termini definisce meglio il BI dell'utente, al contrario della disattivazione);
- preferire i piani 'safe' a quelli 'unsafe': **hr-exp-safe** a **hr-exp-unsafe** e **hp-exp-safe** a **hp-exp-unsafe** (come già accennato alla fine del sotto-paragrafo precedente, si è supposto che i piani 'safe' siano più affidabili ed efficaci);
- a parità di piano, in espansione, trattare prima le faccette con *posting count* basso e quindi preferire i candidati i cui termini appartengono a faccette con *posting count* più basso delle altre. La motivazione per questa scelta è che la faccetta con *posting count* minore è con maggiore probabilità quella che causa il reperimento di pochi documenti;
- a parità di piano e di *posting count* delle faccette, lavorare prima su termini con grado di interesse (si veda il paragrafo 6.3) per l'utente alto. Poiché il grado di interesse indica quanto un termine è importante per esprimere il BI dell'utente, è ovviamente opportuno cercare dapprima termini alternativi ai termini più importanti.

I criteri per il piano **deact** sono:

- se si devono disattivare termini (e quindi il piano del candidato è **deact**), preferire i termini con grado di interesse basso, in quanto meno importanti per la definizione del BI;
- se si devono disattivare termini, a parità di grado di interesse preferire i termini troncati (che hanno maggiori probabilità di reperire documenti non pertinenti rispetto ai corrispondenti non troncati);
- se si devono disattivare termini e a parità dei due fattori precedenti, preferire i termini in faccette con *posting count* basso, in quanto in questo modo si diminuisce senz'altro il limite inferiore del numero di documenti reperiti, e quindi con buona probabilità anche il numero di documenti reperiti effettivamente.

I criteri costituiscono una parte rilevante della conoscenza esperta rappresentata mediante regole di produzione nell'EKB di IRES, come si vedrà nel paragrafo 6.4.3. Da quanto detto finora si può forse ricavare l'impressione che l'espansione dell'interrogazione sia trattata in modo più accurato del restringimento. Questa impressione è corretta e ha due motivazioni: la prima è che mentre l'espansione e la definizione sempre più accurata del BI possono procedere di pari passo (aggiungendo nuovi termini in *or* logico si perseguono entrambi gli obiettivi), ciò non è vero per il restringimento, in quanto l'eliminazione di termini contrasta con la definizione completa del BI e l'aggiunta di termini in faccette negative presenta i noti problemi; la seconda motivazione, di natura pragmatica, è che invece il caso dell'espansione è stato sperimentato più a fondo, in quanto con le collezioni a disposizione di FIRE il problema del reperimento di un basso numero di documenti si presenta raramente.

6.4.3 Descrizione tecnica

In questo paragrafo l'implementazione di IRES è descritta a un livello più specifico, facendo riferimento al codice.

Come detto nel paragrafo 6.2, l'implementazione di IRES è realizzata utilizzando due differenti linguaggi: LISP e XPSE. Nel sotto-paragrafo 6.4.3.1 sono presentate le varie fasi seguite da IRES per scegliere le operazioni da effettuare sull'interrogazione durante la riformulazione; nel sotto-paragrafo 6.4.3.2 è illustrata l'implementazione di tattiche e piani; nei sotto-paragrafi 6.4.3.3 e 6.4.3.4 sono descritte le strutture dati e le regole XPSE utilizzate da IRES, e nel sotto-paragrafo 6.4.3.5 è illustrata l'interfaccia fra IRES e IRESFACE.

6.4.3.1 Flusso del controllo del processo di riformulazione

La riformulazione viene effettuata in varie fasi, illustrate in figura 6.5. I rettangoli indicano fasi, le ellissi sottofasi, le frecce illustrano il passaggio del controllo da una fase all'altra. Le fasi **search** e **suspend-ref** sono in realtà demoni. Ogni fase ha un obiettivo e il suo raggiungimento determina il passaggio alla fase successiva. Il flusso del controllo è gestito con regole di produzione, che possono richiamare funzioni LISP; come conseguenza di ciò, l'obiettivo di ogni fase è quello di asserire nella *Working Memory* (WM) alcuni fatti. Il controllo viene passato da una fase all'altra con il meccanismo dei *contesti*, tipico dei sistemi a regole di produzione [BFKM85].

La prima fase, denominata **start-ref**, ha lo scopo di inizializzare la WM. In pratica, asserisce alcuni fatti che indicano che l'attività di riformulazione è in corso e la direzione di riformulazione (**expand** se bisogna espandere o **narrow** se bisogna restringere l'interrogazione); per fare ciò, effettua una ricerca e confronta il numero di documenti reperiti con l'intervallo di documenti desiderati.

La seconda fase, **enter-in-thesaurus**, è utile nel caso che nell'interrogazione compaiano termini non appartenenti alla DSKB. Per raggiungere l'obiettivo di questa fase, che è quindi l'introduzione di termini controllati

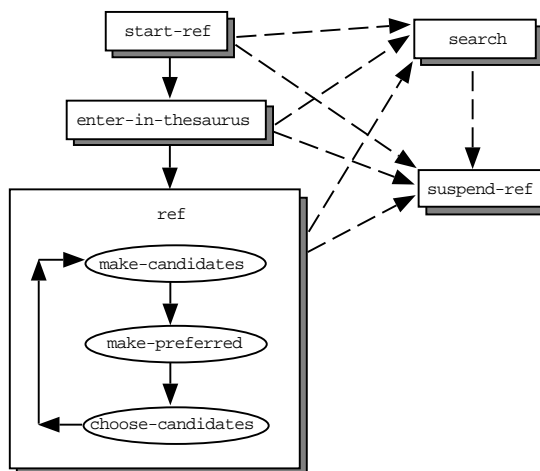


Figura 6.5: Le fasi del processo di riformulazione.

nell'interrogazione, vengono utilizzati i piani **parallel-ut** e **morph-add** (o **parallel-ut-subst** e **morph-subst** nel caso del restringimento dell'interrogazione): all'utente viene quindi chiesto di confermare l'aggiunta o la sostituzione di termini dell'interrogazione.

La fase successiva, denominata **ref**, esegue un passo di riformulazione, ossia modifica l'interrogazione eseguendo una sequenza di piani. È suddivisa in 3 sotto-fasi:

- **make-candidates**, che individua tutti i possibili candidati. Per ogni candidato viene asserito un fatto nella WM;
- **make-preferred**, che asserisce nella WM fatti che indicano quale(i) fra i candidati debba essere preferito rispetto agli altri. In questa fase si utilizzano i criteri per la preferenza fra candidati descritti nel sottoparagrafo 6.4.2.3;
- **choose-candidates**, che sceglie uno fra i candidati preferiti (le regole di preferenza dell'EKB definiscono un ordine parziale, non totale, sui candidati) e applica il piano corrispondente.

Una volta terminata l'esecuzione del piano prescelto, il procedimento viene iterato: il sistema sceglie i nuovi candidati, e così via, finché non si realizzano le condizioni per la terminazione.

In figura 6.5 compaiono anche altre due componenti: i *demoni* **search** e **suspend-ref**. Essi vengono attivati automaticamente quando nella WM si presentano opportune situazioni, quindi possono accendersi in una qualsiasi delle fasi illustrate in precedenza: questo fatto è rappresentato graficamente dalle frecce tratteggiate. Il demone **search**, che esegue una ricerca nella banca

dati con l'interrogazione attuale e ne memorizza il risultato nella WM, viene attivato quando il numero di modifiche dell'interrogazione effettuate a partire dalla ricerca precedente supera una certa soglia (fissata per ora a tre modifiche). Il demone `suspend-ref` viene invece attivato quando si verificano le condizioni per sospendere la riformulazione: se la direzione di riformulazione è `expand`, quando il numero di documenti reperiti è maggiore del limite inferiore dell'intervallo di documenti desiderati; se la direzione di riformulazione è `narrow`, quando il numero di documenti reperiti è minore del limite superiore dell'intervallo di documenti desiderati.

6.4.3.2 Tattiche e piani

Le tattiche sono implementate con funzioni LISP: ogni tattica è una funzione LISP e la sua esecuzione corrisponde con l'applicazione (`apply` del LISP) della funzione agli opportuni argomenti. Durante la chiamata di queste funzioni, IRES presenta all'utente la modifica dell'interrogazione proposta dal sistema, egli conferma in tutto o in parte la modifica e questa viene quindi eseguita.

La definizione di piani è realizzata per mezzo della funzione `plan-def`. Esempi di piani definiti in IRES sono:

```
(plan-def 'deact '(deact))
(plan-def 'hr-exp-safe
  '(truncate-add parallel-rt morph-add)).
```

La prima riga definisce il piano `deact` composto dall'unica tattica `deact`, e le due righe seguenti definiscono il piano `hr-exp-safe` composto dalla successione delle tre tattiche `truncate-add`, `parallel-rt` e `morph-add`. Un piano è una successione di tattiche e la sua esecuzione è quindi realizzata tramite l'esecuzione in sequenza delle tattiche che lo compongono.

Non scenderò più in dettaglio nella descrizione dell'implementazione di tattiche e piani; per ulteriori dettagli bisogna consultare il codice, ampiamente commentato.

6.4.3.3 Strutture dati nella *working memory*

In questo sotto-paragrafo sono illustrati i fatti utilizzati da IRES per memorizzare le seguenti informazioni nella WM:

- faccette, termini, obiettivo della ricerca e direzione di riformulazione, ricavati direttamente dall'interrogazione;
- piani;
- candidati (coppie termine-piano) e preferenze di candidati.

Una faccetta è rappresentata da un insieme di fatti del tipo:

```
(facet ?fc)
(f-sgn ?fc ?sgn)
(f-state ?fc ?state)
(f-pc ?fc ?pc)
(f-lowpc ?fc ?lowpc)
(f-di ?fc ?di)
```

con il seguente significato dei simboli (in XPSE, un oggetto che comincia con un punto di domanda indica una variabile):

- **facet**: ?fc è un codice di identificazione della faccetta. È usato in IRES per identificare in modo univoco una faccetta ed è nascosto all'utente;
- **f-sgn**: segno della faccetta. Può assumere i valori :positive (per faccette positive) o :negative (per faccette negative);
- **f-state**: flag che indica lo stato della faccetta. Può assumere i valori :active (per faccette attive) o :deactive (per faccette disattive);
- **f-pc**: *posting count* (stimato) della faccetta. Nella versione attuale è il massimo *posting count* dei termini che compaiono nella faccetta, ma si può pensare a una stima approssimata più precisa basata sui *posting count* dei termini della faccetta. Con una ricerca nella collezione, il *posting count* di una faccetta potrebbe essere calcolato in modo esatto; ciò non viene fatto per motivi di efficienza;
- **f-lowpc**: flag che indica se la faccetta ha un *posting count* sensibilmente più basso delle altre faccette. Assume il valore :lowpc per le faccette con *posting count* basso e :not-lowpc per le faccette con *posting count* alto;
- **f-di**: flag che indica il grado di interesse (*degree of interest*) della faccetta, ricavato effettuando una media dei gradi di interesse dei termini che la compongono. Può assumere i valori :high (per indicare un alto grado di interesse) o :low (per grado di interesse basso).

Un termine è rappresentato da un insieme di fatti del tipo:

```
(term ?tc ?tn ?fc)
(t-trunc ?tc ?trunc)
(t-owner ?tc ?owner)
(t-di ?tc ?di)
(t-state ?tc ?state)
(t-fields ?tc ?fields)
(t-sl ?tc ?sl)
(t-ct ?tc ?ct)
(t-pc ?tc ?pc)
(t-dskb ?tc ?dskb)
(t-age ?tc ?age)
```

in cui ogni attributo indica rispettivamente:

- **term**: ?**tc** è un codice identificativo del termine, ?**tn** è il termine vero e proprio (per semplificare le operazioni morfologiche, un termine è rappresentato internamente come lista di stringhe: ad esempio, il termine "neural networks" è ("neural" "networks")) e ?**fc** è il codice della faccetta a cui il termine appartiene (nel caso che un termine appartenga a due faccette differenti, vi saranno due fatti di tipo (**term ...**) con codici identificativi ?**tc** differenti);
- **t-trunc**: flag che indica se il termine è troncato, e in tal caso il valore è una lista del tipo (**truncated <term>**) (in cui <**term**> è il termine originale non troncato) o non troncato (e in tal caso il valore è **:integer**);
- **t-owner**: flag che indica l'origine del termine. Assume il valore **:user** se è un termine introdotto dall'utente, **:derived** se è un termine introdotto durante il processo di riformulazione;
- **t-di**: flag che indica il grado di interesse (*degree of interest*) del termine, introdotto dall'utente. Può assumere i valori **:high** (per indicare un alto grado di interesse) o **:low** (per grado di interesse basso);
- **t-state**: flag che indica lo stato del termine. Può assumere i valori **:active** (per termini attivi) o **:deactive** (per termini disattivi);
- **t-fields**: lista delle sigle dei campi di ricerca del termine, ossia le sigle dei campi della collezione su cui effettuare le ricerche per quel termine;
- **t-sl**: livello di specificità del termine ;
- **t-dskb**: flag di presenza nel thesaurus. Ha valore **:present** se il termine compare nella DSKB, **:not-present** altrimenti;
- **t-ct**: flag che indica se il termine è controllato (valore: **:ct**) o non controllato (valore: **:ut**). Questo flag ha senso solo per termini appartenenti al thesaurus;
- **t-pc**: *posting count* del termine;
- **t-age**: flag che indica se il termine è stato introdotto nell'interrogazione durante l'ultimo passo di riformulazione (valore: **:new**) o in precedenza (valore: **:old**).

Altre informazioni memorizzate nell'interrogazione sono la direzione di riformulazione e l'obiettivo della ricerca, rappresentate con un fatto del tipo:

(**direction ?dir ?obj**)

in cui `?dir` può assumere i valori `:exp` (per 'expand') o `:narr` (per 'narrow') e `?obj` può valere `:hp` (per 'high precision') o `:hr` (per 'high recall').

Come detto, tattiche e piani sono implementati tramite funzioni LISP. I piani sono comunque rappresentati anche nella WM, insieme ad alcune loro caratteristiche, al fine di poter scegliere il piano più appropriato alle circostanze. Per rappresentare i piani si usano fatti del tipo:

```
(plan-name (?dir ?obj ?sgn ?plan-name))
```

in cui per ogni piano sono indicati la direzione di riformulazione (`?dir`), l'obiettivo della ricerca (`?obj`), il segno delle faccette (`?sgn`) per cui è adatto e l'identificatore del piano (`?plan-name`). Ad esempio, alcuni dei fatti che modellano i piani definiti in IRES sono:

```
(plan-name (:exp :hr :positive hr-exp-safe))
(plan-name (:exp :hr :positive hr-exp-unsafe))
(plan-name (:exp :hp :positive hp-exp-safe))
(plan-name (:exp :hp :positive hp-exp-unsafe))
(plan-name (:exp ?#:a :negative deact)).
```

Con `:exp` si indica la direzione di riformulazione 'expand'; il simbolo `?#:a` indica la variabile anonima, ossia una variabile differente a ogni occorrenza.

I fatti che rappresentano i candidati sono del tipo

```
(candidate ?cc ?tc ?fc ?plan-name)
```

in cui `?cc` sta per il codice identificativo del candidato, `?tc` per il codice del termine a cui applicare il piano di identificatore `?plan-name` e `?fc` per il codice della faccetta in cui questo termine compare. Le preferenze fra i candidati sono modellate con fatti del tipo

```
(not-preferred ?cc),
```

in cui `?cc` è il codice del candidato. Si osservi che non è necessario calcolare tutte le relazioni di ordine fra i candidati: è sufficiente sapere, per ogni candidato, se esso sia o meno un elemento massimale rispetto all'ordinamento parziale dei candidati (si vedano i sotto-paragrafi 6.4.1.4 e 6.4.2.3), informazione ricavabile dai fatti (`not-preferred ?cc`).

6.4.3.4 Criteri per la preferenza dei candidati

I criteri di preferenza dei candidati sono rappresentati mediante regole di produzione, le quali indicano quali piani è preferibile adottare, su quali faccette e su quali termini, basandosi sull'interrogazione, sugli obiettivi della ricerca, sul numero di documenti reperiti e sull'intervallo di documenti desiderati (informazioni tutte contenute nella WM).

In figura 6.6 sono presentati alcuni esempi di regole dell'EKB, in sintassi XPSE: `gdefrule` definisce una regola, `gtell` asserisce un fatto nella WM e (`unknown ?x`) è vero se il fatto `?x` non compare nella WM. Infine, il fatto

(`task ...`) indica il contesto (si veda la figura 6.5) in cui la regola viene applicata; in questo caso il contesto è `make-preferred`. Al fine di ottenere una migliore comprensione, le regole in figura 6.6 sono una versione leggermente semplificata di quelle realmente implementate e la figura 6.7 contiene la traduzione in linguaggio naturale della prima regola.

6.4.3.5 Interfaccia con IRESFACE

Come detto, IRESFACE è l'interfaccia utente di FIRE, implementata in CLIM. Le strutture dati utilizzate in IRES e illustrate nei sotto-paragrafi precedenti non possono essere utilizzate direttamente dal CLIM, che ha invece bisogno di collegare a ogni elemento visualizzato un oggetto LISP a cui accedere tramite puntatore. A causa di ciò, l'interazione fra IRES e IRESFACE risulta piuttosto macchinosa, in quanto operazioni che potrebbero avvenire in modo automatico, quali il *redisplay* di alcune parti dell'interfaccia al momento opportuno (quando i valori vengono modificati) devono invece essere gestite da IRES, con un notevole calo della bontà di modularizzazione del sistema.

In un caso ideale, l'aggiornamento delle informazioni presentate all'utente dovrebbe essere compito dell'interfaccia, la quale dovrebbe monitorare di continuo i valori dei dati di interesse per l'utente ed effettuare le operazioni di visualizzazione opportune; in tal modo, IRES sarebbe svincolato da operazioni che non sono probabilmente di sua competenza.

Illustrando più in dettaglio l'interfaccia IRES-IRESFACE, quando l'utente avvia la riformulazione premendo il bottone `Reformulate`, IRESFACE passa la struttura dati rappresentante l'interrogazione a IRES, che si incarica di trasformarla in fatti nella WM, e il processo inverso deve ovviamente avvenire quando IRES comunica a IRESFACE la nuova interrogazione. Le strutture dati utilizzate nella WM per rappresentare l'interrogazione sono state descritte nel sotto-paragrafo 6.4.3.3; il passaggio di dati fra IRESFACE e IRES avviene utilizzando le strutture LISP illustrate in figura 6.8 (con i valori di default specificati).

Quindi la struttura `cufo-s` contiene una lista di strutture `facet-s` (nel campo `f1` della struttura `cufo-s`) e ognuna delle strutture `facet-s` contiene una lista (in `t1`) di strutture `term-s`. A questo punto, il significato dovrebbe essere chiaro se si confrontano queste strutture dati con i fatti della WM descritti nel sotto-paragrafo 6.4.3.3. Le funzioni incaricate di gestire le traduzioni fra fatti nella WM e strutture LISP sono la `get-query`, che legge nella WM i fatti relativi all'interrogazione e restituisce la struttura corrispondente, e la `define-query`, che partendo da una struttura asserisce nella WM i fatti corrispondenti.

Inoltre, siccome le modifiche che IRES (previa conferma dell'utente) apporta all'interrogazione non vengono automaticamente riportate sul `Query Panel`, è necessario che sia IRES a invocare, dopo ogni modifica, un *redisplay* dei *pane* opportuni.

```

(gdefrule PREF-HR-SAFE-PLANS
  ;; Preferire il piano hr-exp-safe al piano hr-exp-unsafe
  (and
    (task make-preferred)
    (direction :exp :hr)
    (candidate ?c1 ?#:a ?#:a hr-exp-safe)
    (candidate ?c2 ?#:a ?#:a hr-exp-unsafe)
    (unknown (not-preferred ?c2)))
  ->
  (gtell (not-preferred ?c2)))

(gdefrule PREF-F-LOWPC
  ;; A parita' di piano, preferire faccette con lowpc
  (and
    (task make-preferred)
    (direction :exp ?#:)
    (candidate ?c1 ?#: ?f1 ?p)
    (candidate ?c2 ?#: ?f2 ?p)
    (f-lowpc ?f1 :lowpc)
    (f-lowpc ?f2 :not-lowpc)
    (unknown (not-preferred ?c2)))
  ->
  (gtell (not-preferred ?c2)))

(gdefrule PREF-T-DI-HIGH
  ;; A parita' di piano e di f-lowpc, preferire termini con
  ;; di high
  (and
    (task make-preferred 4)
    (direction :exp ?#:)
    (candidate ?c1 ?t1 ?f1 ?p)
    (candidate ?c2 ?t2 ?f2 ?p)
    (f-lowpc ?f1 ?lowpc)
    (f-lowpc ?f2 ?lowpc)
    (t-di ?t1 :high)
    (t-di ?t2 :low)
    (unknown (not-preferred ?c2)))
  ->
  (gtell (not-preferred ?c2)))

```

Figura 6.6: Alcune regole per la preferenza dei candidati.

SE:

- il contesto è `make-preferred` (ossia se si stanno scegliendo i candidati massimali),
- la direzione di riformulazione e l'obiettivo sono rispettivamente `expand` e `alto richiamo`,
- vi è un candidato `?c1` il cui piano è `hr-exp-safe`,
- vi è un candidato `?c2` il cui piano è `hr-exp-unsafe`,
- non è noto il fatto che il candidato `?c2` sia non massimale,

ALLORA:

- asserisci il fatto che il candidato `?c2` non è un candidato massimale.

Figura 6.7: Traduzione in italiano della prima regola di figura 6.6.

6.5 Conclusioni

In questo capitolo ho illustrato il prototipo FIRE, descrivendo in particolare il modulo IRES, a livelli di dettaglio crescenti. FIRE è un primo prototipo, ed è tutt'ora in fase di sviluppo: le migliorie previste per FIRE saranno illustrate nel paragrafo 8.2. Nel prossimo capitolo descrivo la valutazione di FIRE, che ha contribuito a comprendere in quali direzioni procedere nello sviluppo del prototipo.

```

(defstruct (cufo-s)
  (fl nil)                ; facet list
  (tactic-done-facts nil) ; wm control facts list
  (search-obj 'high-recall) ; high-recall / high-precision
  (docs-int '(10 30))    ; desired docs. range

(defstruct (facet-s)
  (code nil)              ; Facet internal code
  (sgn :positive)         ; Facet sign
  (state :active)        ; Facet state
                          ; (:active/:deactive)
  (tl nil)                ; List of terms in this facet
  (pc nil)
  (lowpc nil)             ; :lowpc / :not-lowpc
  (di nil))              ; :high / :low

(defstruct (term-s)
  (name nil)              ; List of strings
  (fc nil)                ; Facet internal code
  (trunc :integer)        ; (truncated tn)/:integer
  (owner :derived)        ; :user/:derived
  (di :high)              ; :high/:low
  (state :active)         ; :active/:deactive
  (fields '())            ; Term fields list
  (sl nil)                ; Specificity level
  (ct nil)                ; :ct / :ut
  (pc nil)                ; Posting count
  (dskb nil)              ; :present / :not-present
  (age :new))             ; :new / :old

```

Figura 6.8: Strutture LISP per il passaggio di dati fra IRES e IRESFACE.

Capitolo 7

La valutazione di FIRE

7.1 Introduzione

Progettare e realizzare buone interfacce per il RI è difficile: lo spazio delle alternative di progetto è vasto e complesso; i modelli concettuali delle funzionalità degli intermediari (MONSTRAT e MEDIATOR, si veda il paragrafo 5.2.1) mostrano come sia necessario implementare un ricco insieme di funzionalità fra loro correlate; e altri studi, come quello della Bates [Bat90] (si veda il paragrafo 5.2.1), suggeriscono che quando gli utenti interagiscono con intermediari artificiali il confine fra utente e intermediario cambia dinamicamente (in termini di livello di astrazione e di coinvolgimento della macchina). Sembra quindi necessaria un'attività di *valutazione* sistematica già durante la costruzione dell'interfaccia per il RI, al fine di ottenere indicazioni sulle scelte effettuate, sulle soluzioni adottate e sullo sviluppo futuro del sistema.

Tuttavia, i criteri che devono essere usati per stabilire la qualità di un'interfaccia per il RI non sono sufficientemente compresi e stabiliti. Le metodologie di valutazione classiche adottate per i SRI tendono a considerare una formulazione ristretta del problema, spesso focalizzandosi sulle figure di precisione e richiamo e dimenticandosi degli utenti. Il comportamento dell'utente che ricerca informazioni e la sua interazione con il sistema sono invece fattori cruciali che bisogna considerare quando si vuole valutare un'interfaccia per il RI.

In questo capitolo discuto e valuto i differenti tipi di aiuto che un'interfaccia per il RI (o un intermediario umano) può fornire agli utenti e descrivo un esperimento, progettato sulla base di una metodologia originale, che determina importanza ed efficacia di vari tipi di aiuto e la migliore modalità per fornirli all'utente. L'esperimento è condotto utilizzando FIRE, un'interfaccia *intelligente* per il RI, ma la metodologia seguita e i risultati ottenuti sono validi anche nel caso più generale di un'interfaccia per il RI. Grazie all'adozione di una classificazione degli aiuti e a un insieme di variabili osservate che copre non solo l'efficacia della ricerca ma anche la soddisfazione dell'utente, è possibile analizzare il comportamento dell'utente, valutare FIRE in modo più approfondito di quanto si potrebbe fare con una metodologia di valutazione classica, e identificare linee guida generali per l'implementazione di interfacce

per il RI.

Il paragrafo 7.2 introduce la tematica della valutazione di interfacce per il RI; nel paragrafo 7.3 viene descritta una tassonomia di tipi di aiuto che un'interfaccia per il RI può fornire all'utente e, su questa base, vengono delineati gli obiettivi dell'esperimento di valutazione effettuato. L'esperimento viene descritto nei paragrafi successivi: nel paragrafo 7.4 illustro il disegno sperimentale e nel paragrafo 7.5 i risultati ottenuti. Infine, nel paragrafo 7.6 presento un'analisi dei risultati dell'esperimento, da cui ricavo alcune linee guida generali per il progetto di interfacce per il RI e alcune osservazioni sulla valutazione di interfacce di questo tipo.

7.2 Valutazione di interfacce per il RI

La valutazione di interfacce per il RI [TS92, RB92, SKCT88, SK88a, SK88b] può fare luce su parecchi punti ancora non compresi. I risultati degli esperimenti che studiano il comportamento di utenti che usano il sistema possono portare sia a una migliore comprensione del ruolo delle interfacce per il RI sia a identificare importanti tematiche nell'interazione uomo-macchina per il RI. E valutazioni *diagnostiche* sono essenziali per ottenere linee guida per il progetto e per determinare le scelte di progetto più promettenti.

La valutazione di interfacce per il RI è però difficile. Essa eredita le difficoltà della valutazione dei SRI: trattare il concetto sfuggivo di pertinenza (capitoli 3 e 4), avere a che fare con i problemi classici del RI, quali il problema del vocabolario, lo stato anomalo di conoscenza, l'effetto etichetta, l'esplicitazione di BI confusi, e così via (si veda il paragrafo 1.5). Ma la valutazione di interfacce per il RI porta in primo piano l'utente, i suoi BI, la sua interazione con il sistema. La conseguenza è la necessità di considerare misure non solo *quantitative* (come precisione e richiamo) ma anche aspetti *qualitativi* che sono più complessi da definire, acquisire e codificare come la percezione che l'utente ha dei risultati ottenuti e del processo di ricerca di informazioni. Inoltre, le valutazioni diagnostiche, il cui scopo è di determinare la bontà di scelte alternative (ad esempio, funzionalità e stili di interazione differenti), hanno bisogno di caratterizzare e misurare aspetti cognitivi che potrebbe essere difficile focalizzare e isolare da disturbi ambientali non desiderati.

La valutazione della soddisfazione dell'utente nel settore del RI è stata indagata in alcuni lavori precedenti [Dal90, DZ92, BP83a, DT88, DT89]. Tuttavia, spesso le tecniche di acquisizione dei dati adottate non sembrano le più appropriate: domande dirette (come "È stato facile usare il sistema?") portano di solito a risposte non attendibili; le interviste hanno bisogno di metodi complessi e di una grande mole di lavoro per codificare il ricco insieme di dati ricavato dalle risposte dei soggetti; e le tecniche di *think-aloud* non garantiscono che la verbalizzazione rispecchi il comportamento, né che non lo influenzi [NW77]. I differenziali semantici, le scale di valutazione per categorie, i metodi di stima della magnitudine, quando usati in modo appropriato, sembrano più accurati ed efficaci. La metodologia di valutazione descritta qui si differen-

zia dalle proposte classiche (Cranfield [CMK66] e TREC [Har93]) basate su precisione e richiamo, e cerca di risolvere questi problemi.

7.3 Valutazione di FIRE: scenario e obiettivi

In questo paragrafo presento una classificazione dei tipi di aiuto che un'interfaccia per il RI può fornire all'utente e, su queste basi, illustro gli obiettivi dell'esperimento di valutazione di FIRE.

7.3.1 Aiuti agli utenti di SRI

Gli aiuti che un'interfaccia per il RI può fornire all'utente durante l'interazione possono essere classificati secondo la seguente tassonomia (denominata *spazio degli aiuti*).

Per quanto concerne la *natura* dell'aiuto, si può distinguere fra:

- *aiuto tecnico*, che permette all'utente di interagire con l'interfaccia in modo efficace e soddisfacente. Ad esempio, evidenziando il ruolo di una certa opzione di controllo, o di un certo comando.
- *aiuto concettuale*, che supporta l'utente nella risoluzione di problemi correlati al processo di ricerca di informazioni. L'aiuto concettuale si può scomporre in:
 - *aiuto terminologico*, per arricchire il vocabolario che l'utente adotta quando esplicita il BI. Ad esempio, suggerendo liste di termini sinonimi;
 - *aiuto strategico*, per migliorare la capacità dell'utente di condurre una ricerca efficace. Ad esempio, per uscire da situazioni avverse, quali il reperimento di zero documenti.

L'aiuto è fornito tramite una sorta di dialogo, ossia una specifica interazione fra utente e interfaccia, che può avvenire in differenti *modalità*:

- *contestuale o generica* a seconda del contesto da cui dipende l'aiuto. Se dipende dallo specifico comportamento dell'utente e dalla situazione in cui egli si trova (ad esempio, suggerire un termine sinonimo di un termine appena aggiunto all'interrogazione dall'utente), allora è contestuale. Se si riferisce ad aspetti o suggerimenti generali (ad esempio, suggerire che la riduzione di concetti in *and* è un modo per allargare l'insieme di documenti reperiti) è generico.
- *su richiesta o autonomo*, a seconda di chi (utente o interfaccia) avvia il dialogo di aiuto. È su richiesta se l'aiuto segue un'esplicita richiesta dell'utente (ad esempio, una richiesta di termini sinonimi). È autonomo se è fornito automaticamente dall'interfaccia al verificarsi di una certa situazione (ad esempio, azioni dell'utente incoerenti con gli obiettivi,

come ridurre il numero di sinonimi per un'interrogazione che ha reperito zero documenti).

- *controllato dal sistema o controllato dall'utente*, a seconda di chi controlla l'evoluzione del dialogo. Ad esempio, un dialogo di aiuto controllato dall'utente potrebbe essere un'interazione in cui l'interfaccia offre all'utente la possibilità di navigare in una rete di termini correlati, e l'utente decide se navigare o meno, e in che direzioni. Un dialogo controllato dal sistema potrebbe presentare all'utente una lista di termini, chiedere all'utente di confermarne o selezionarne alcuni e continuare.

FIRE quindi fornisce aiuto terminologico in modalità contestuale, su richiesta e controllato dal sistema (ma l'utente può riprendere il controllo in ogni momento cliccando sul bottone **Suspend**).

7.3.2 Obiettivi

Due sono gli obiettivi dell'esperimento di valutazione di FIRE:

- determinare il valore aggiunto della riformulazione di FIRE;
- valutare l'importanza dei differenti tipi di aiuto e indagare sulle migliori modalità per fornirli.

Il primo obiettivo è motivato dalla mancanza di un metodo efficace per determinare i miglioramenti nella fase di sviluppo di un'interfaccia per il RI. Il secondo nasce dalla necessità di valutare differenti scelte di progetto riguardanti non solo l'aiuto terminologico, ma anche, più in generale, l'aiuto concettuale.

7.4 Valutazione di FIRE: disegno sperimentale

L'esperimento, progettato ed eseguito in collaborazione con un gruppo di psicologi, può essere classificato come [RB92]:

- Un esperimento *di laboratorio* (in contrapposizione a un esperimento *operativo*), in cui quindi sono usati BI indotti dagli sperimentatori (e non BI reali dei soggetti) e la collezione usata (20.000 documenti concernenti l'intelligenza artificiale) è più piccola delle collezioni reali.
- Un esperimento *diagnostico* (in contrapposizione a un esperimento *black-box*), teso quindi a ottenere informazioni utili per il progetto dell'interfaccia, e non solo a valutare le prestazioni del sistema.
- Un esperimento in cui sono usate misure sia *quantitative* sia *qualitative*, allo scopo di considerare le prestazioni della ricerca, la soddisfazione dell'utente e il suo comportamento (che cosa gli utenti chiedono, quanto spesso, quali strategie usano, e così via).

7.4.1 Soggetti e gruppi sperimentali

I soggetti coinvolti nell'esperimento sono 45 studenti del terzo e quarto anno del corso di laurea in informatica, con limitata conoscenza di SRI, delle tecniche per il RI e del dominio della collezione. Nessuno di essi ha in precedenza usato o visto usare FIRE. Dopo una fase di addestramento, ogni soggetto effettua due ricerche in due sessioni: la prima usando FIRE con la riformulazione disabilitata e la seconda usando il sistema completo. I soggetti vengono divisi in tre gruppi sulla base del tipo di aiuto ricevuto nella prima sessione, come illustrato nella tabella 7.1, nella quale:

- *TH* sta per un ausilio fornito per mezzo di un thesaurus cartaceo (ottenuto dalla DSKB di FIRE) che il soggetto può consultare manualmente;
- *ET* sta per un esperto umano che fornisce solo aiuto terminologico in modalità contestuale su richiesta;
- *ES* sta per un esperto umano che fornisce aiuto strategico in modalità generica su richiesta;
- *FIRE-* sta per FIRE senza riformulazione;
- *FIRE+* sta per il sistema completo.

	Gruppo TH	Gruppo ET	Gruppo ES
Sessione I	TH + FIRE-	ET + FIRE-	ES + FIRE-
Sessione II	FIRE+	FIRE+	FIRE+

Tabella 7.1: Organizzazione dei soggetti in gruppi sperimentali.

Nelle due sessioni, ai soggetti vengono dati (in ordine casuale) due BI (etichettati A e B, si vedano le figure 7.1 e 7.2). Ogni BI è costituito da un *argomento* e da un *compito* (si veda il paragrafo 3.3.4). I due BI sono progettati in modo da non reperire troppi documenti: per ognuno di essi, nella collezione sono presenti meno di 20 documenti.

7.4.2 Variabili indipendenti e dipendenti

Due *variabili indipendenti* sono dunque usate per creare i vari scenari: il *tipo di sistema* (con o senza riformulazione) e il *tipo di aiuto* (TH, ET, ES).

Le *variabili dipendenti* sono scelte per ottenere tre categorie di informazioni: sulla soddisfazione dell'utente, sulle prestazioni e sul comportamento dell'utente.

La *soddisfazione dell'utente* è misurata per mezzo di questionari in cui i soggetti valutano:

Immagina di lavorare per un'azienda che si occupa di reattori a fissione. Il laboratorio di ricerca ha dei problemi nello sviluppo di un progetto riguardante l'argomento:

Fault diagnosis of cooling systems in fission reactors

Il tuo superiore ti chiede di documentarti sulle applicazioni già esistenti in ambiti reali, per vedere come sono stati affrontati quei problemi.

Sulla base della tua esperienza precedente, immagina che nella collezione di FIRE ci siano non più di 20 documenti su questo argomento. Decidi quindi di effettuare una ricerca bibliografica per trovare e mettere nella cartella **Useful** sei articoli che riguardino in dettaglio sistemi reali o prototipi collaudati in condizioni reali.

Figura 7.1: Il BI A.

Immagina di essere un dottorando presso il Dipartimento di Informatica. Il tuo professore ti chiede con un preavviso di soli due giorni di preparare una lezione per gli studenti del primo anno. Il titolo della lezione è:

The role of human factors in interfaces for monitoring systems

Non hai alcuna preparazione su questo argomento e decidi quindi di usare FIRE per trovare riferimenti bibliografici. Il tuo professore ti suggerisce che dovrebbero esserci una quindicina di documenti su questo argomento, su cui tu non hai alcuna preparazione. Siccome hai poco tempo, leggerai solo i documenti più generali e introduttivi, scartando atti di conferenze e altri documenti troppo specifici. Metterai nella cartella **Useful** gli articoli scelti.

Figura 7.2: Il BI B.

- la qualità dell'informazione reperita;
- l'efficacia del sistema;
- la complessità del BI;
- l'aiuto ricevuto;
- l'influenza della riformulazione nel comprendere e applicare conoscenze strategiche;
- la relativa forza delle fonti di aiuto (thesaurus, esperto umano, riformulazione).

Gli indici delle *prestazioni* includono l'efficacia della ricerca, valutata in termini di precisione e richiamo rispetto a tematicità (usando la notazione dei capitoli 3 e 4, $p(S, R, \{To\})$) e utilità ($p(S, R, \{To, Ta\})$), valutate sulla base di quattro insiemi di documenti. I primi due insiemi sono costruiti a priori dagli sperimentatori, che hanno selezionato i documenti considerati tematici e utili. Gli altri due insiemi sono determinati a posteriori, selezionando i documenti

tematici e utili sulla base dei giudizi di tematicità e utilità espressi dai soggetti durante le loro ricerche.

Le informazioni sul *comportamento dell'utente*, ottenute tramite il *logging* automatico e la videoregistrazione delle sessioni, comprendono:

- il numero totale di ricerche effettuate dal sistema;
- il numero totale di ricerche effettuate dal soggetto;
- il numero totale di riformulazioni;
- il numero di faccette e termini per ogni interrogazione;
- gli obiettivi della ricerca definiti dal soggetto;
- il numero di termini suggeriti dal sistema;
- il numero di termini accettati dal soggetto;
- la durata della sessione;
- il tempo impiegato dal soggetto per costruire la prima espressione del BI;
- il numero totale di documenti trovati dal sistema;
- domande e azioni del soggetto.

7.4.3 Materiale e procedure

Per l'esperimento sono stati progettati tre questionari:

- Q1 per raccogliere, tramite domande chiuse e scale di Likert (un particolare tipo di scala di valutazione per categorie), genere, età, esperienza nel RI con e senza calcolatori, conoscenza della lingua inglese e attitudine nei confronti dell'uso dei calcolatori nel RI;
- Q2 per ottenere (con differenziali semantici e scale di Likert) la soddisfazione del soggetto rispetto al sistema, ai risultati della ricerca e al tipo di aiuto disponibile;
- Q3 per misurare (con *line-length*) la valutazione del soggetto sull'attività di ricerca globale e sul tipo di aiuto preferito.

L'esperimento è diviso in tre fasi:

1. *Fase di addestramento*: ogni soggetto viene introdotto all'esperimento con una presentazione informale, compila il questionario Q1, legge le istruzioni riguardanti il sistema senza riformulazione (FIRE-), osserva lo sperimentatore che effettua una ricerca dimostrativa ed effettua una ricerca di prova per proprio conto (entrambi questi BI, per le due ricerche di addestramento, sono gli stessi per tutti i soggetti).

2. *Fase sperimentale*: si comunica al soggetto quale tipo di aiuto ha a disposizione e gli viene sottoposto il primo BI. Egli ha 30 minuti per effettuare la ricerca, alla fine della quale compila il questionario Q2. Successivamente, gli vengono consegnati il BI per la seconda sessione e le istruzioni per l'uso del sistema con la riformulazione (FIRE+). Dopo un'altra mezz'ora, il soggetto compila un nuovo questionario Q2.
3. *Fase post-sperimentale*: il soggetto compila il questionario Q3.

7.5 Valutazione di FIRE: risultati

Questo paragrafo è diviso in tre parti in cui sono riportati i risultati più importanti emersi dall'analisi di questionari, log e materiale videoregistrato.

7.5.1 Soddisfazione dell'utente

Le analisi statistiche dei dati derivati da Q1 mostrano che il campione dei soggetti è omogeneo, così come lo sono i tre gruppi sperimentali.

La soddisfazione dei soggetti è determinata tramite Q2 sulla base di quattro variabili: soddisfazione per l'informazione ricevuta, per il sistema usato, per il processo di ricerca e per l'aiuto ricevuto. Molto spesso queste quattro variabili risultano strettamente correlate; in questi casi parlerò di soddisfazione. Durante la prima sessione, i BI non influenzano la soddisfazione: non c'è nessuna correlazione fra prestazioni e soddisfazione. Invece, durante la seconda sessione c'è una forte dipendenza della soddisfazione dal BI: i soggetti che lavorano sul BI A risultano più soddisfatti dei soggetti che lavorano su B (la correlazione fra prestazioni e soddisfazione per il sistema è 0.35, $p < .05$, fra prestazioni e soddisfazione per l'informazione ricevuta è 0.5, $p < .05$).

Se si osserva l'andamento della soddisfazione dell'utente fra la prima e la seconda sessione, si ha che per il BI A essa cresce (FIRE+ porta a una maggiore soddisfazione per l'informazione ricevuta e per il processo di ricerca, come si rileva dall'analisi della varianza: rispettivamente $F = 7.9, p < .01$; $F = 5.3, p < .05$), mentre per il BI B la soddisfazione dell'utente decresce ($F > 7.3, p < .01$).

Una domanda del questionario Q3 chiede quale sia il sistema preferito per eventuali ricerche future. I soggetti che hanno usato FIRE+ sul BI A (più facile), lo preferiscono ($F = 6.4, p < .05$). Indipendentemente dal BI, i soggetti più autonomi (quelli che hanno posto meno domande nella prima sessione) e i soggetti del gruppo ET affermano che FIRE+ ha dato un aiuto determinante per soddisfare il loro BI ($F = 3.4, p < .05$).

7.5.2 Valore aggiunto della riformulazione automatica

Le misure dell'efficacia della ricerca effettuate sulla base dei quattro insiemi di documenti (a seconda di giudizi a priori o a posteriori e a seconda di tematicità e utilità) hanno un'alta correlazione, e portano a conclusioni analoghe. I dati riportati qui si riferiscono ai giudizi di utilità a priori.

Le tabelle 7.2 e 7.3 contengono media (μ), deviazione standard (σ), mediana (M) e intervallo interquartile (IQR) di precisione e richiamo per i due BI e per i vari gruppi nelle due sessioni; le figure 7.3 e 7.4 illustrano in forma grafica le medie di precisione e richiamo per i vari gruppi e sessioni.

Precisione		Sessione I				Sessione II			
		μ	σ	M	IQR	μ	σ	M	IQR
A	TH	37.3	26	43	38.5	29.8	23	30	32.8
	ET	29.5	22	31	29.7	45.1	29	40	22
	ES	36.8	21	46.5	31.5	35.9	20	33	20.5
	Tutti	36.4		40	34.5	36.6		35	31.5
B	TH	23.1	30	17	4.2	33.9	32	33	35
	ET	18	17	10	17	26.9	31	17	14.8
	ES	11	10	17	20	15	33	0	5
	Tutti	17.6		17	20	24.9		17	35

Tabella 7.2: Distribuzione della precisione.

Richiamo		Sessione I				Sessione II			
		μ	σ	M	IQR	μ	σ	M	IQR
A	TH	31	23	50	41.5	33.5	26	33.5	41.5
	ET	29.4	22	33.5	25.2	42.9	25	34	25.5
	ES	39.9	22	42	24.5	35.9	14	34	25
	Tutti	33.5		34	33	37.2		34	33
B	TH	12.8	7	17	4.2	19.3	17	17	17
	ET	14.4	11	17	17	14.9	10	17	4.2
	ES	9.7	8	17	17	6.4	12	0	4.2
	Tutti	12.3		17	17	13.3		17	17

Tabella 7.3: Distribuzione del richiamo.

Analizzando questi dati emergono differenti livelli di difficoltà per i due BI: il BI B ha sistematicamente causato livelli di prestazioni inferiori rispetto ad A. Una possibile spiegazione di questo fenomeno è che B sia più difficile da concettualizzare (identificare le faccette appropriate). Questa ipotesi è supportata dal fatto che mentre in A i soggetti di solito identificano tre faccette, in B ne identificano solo due (mentre i migliori risultati si hanno con tre). Infatti, c'è una differenza significativa nel numero medio di faccette per i due BI ($F = 4.4, p < .05$). Sorprendentemente, non c'è nessuna correlazione significativa fra la complessità dei BI percepita dai soggetti (ottenuta con tre domande di un differenziale semantico nel questionario Q2) e gli indici di prestazione. L'unico dato in questa direzione è che i soggetti percepiscono una maggiore difficoltà a scoprire buone strategie nel BI B ($F = 3.1, p = .08$). Inoltre, nella

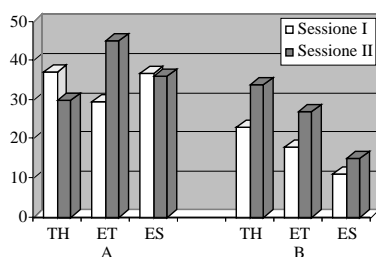


Figura 7.3: Precisione media.

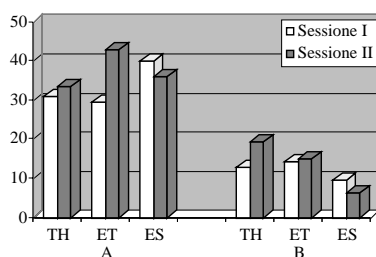


Figura 7.4: Richiamo medio.

prima sessione non c'è differenza fra i gruppi per quanto concerne la difficoltà nel trovare parole chiave, nell'includerle nella faccetta appropriata e nell'identificare buone strategie di ricerca. Infine, la frequenza delle richieste di aiuto non è influenzata dal BI.

Inoltre si nota come la riformulazione porti a un miglioramento (statisticamente non significativo) delle prestazioni, con effetti differenti sui vari gruppi: in ET le prestazioni sembrano migliorare, in ES peggiorare. Un'interpretazione possibile è un effetto di *apprendimento*: durante la prima sessione i soggetti del gruppo ET apprendono come usare in modo efficace un aiuto terminologico, e ciò viene sfruttato nella seconda sessione. D'altro canto, i membri del gruppo ES non sono stati esposti all'aiuto terminologico e trovano quindi maggiori difficoltà.

Nella prima sessione non c'è correlazione fra il numero medio di termini nell'interrogazione e le prestazioni. Questa correlazione diventa positiva nella seconda sessione per il BI A ($r = 0.5, p < .05$). Ciò suggerisce che quando i soggetti concettualizzano in modo appropriato il BI (caso del BI A, come detto nel paragrafo 7.5.1), la riformulazione ha un effetto sinergico. In casi più complessi (come in B), in cui i soggetti non riescono a ottenere una buona concettualizzazione, la riformulazione non li aiuta.

7.5.3 Importanza di tipi e modalità degli aiuti

L'aiuto tecnico è talvolta richiesto (in modalità contestuale) o talvolta non richiesto, ma comunque necessario:

1. Il 40% del numero totale di richieste dei soggetti (115 in totale) è relativo all'aiuto tecnico; tutte queste richieste sono contestuali.
2. In molte situazioni i soggetti non utilizzano in modo appropriato i comandi di FIRE. Spesso queste situazioni possono essere individuate automaticamente, e un aiuto appropriato può essere fornito in modo automatico all'utente: ad esempio, spesso i soggetti sottopongono per due volte consecutive la stessa interrogazione al sistema, senza modificare nulla.
3. I soggetti tendono a non utilizzare tutti i comandi disponibili. Ad esempio, essi raramente modificano gli obiettivi della ricerca, usando il valore di default (alto richiamo).
4. I soggetti manifestano problemi con l'uso degli operatori booleani, anche se questi vengono presentati da FIRE in modo grafico e con alcune restrizioni. Questo avviene per soggetti con prestazioni di qualsiasi livello e, come detto in precedenza, questi problemi non vengono percepiti.

L'aiuto terminologico è richiesto esplicitamente e in forma contestuale. Infatti, le richieste di aiuto sono per la maggior parte (58%) richieste di termini specifici da includere nell'interrogazione.

L'aiuto strategico non è richiesto, ma è necessario:¹

1. L'aiuto strategico è raramente richiesto. Solo 3 richieste (su 115) sono di aiuto strategico; nella prima sessione, il numero di richieste terminologiche nei gruppi ET ed ES è significativamente superiore a quello delle richieste strategiche ($\chi^2 = 13.63, p < .001$). I soggetti tendono a non percepire i problemi strategici che incontrano durante il processo di ricerca di informazioni.
2. I soggetti si trovano talvolta in situazioni avverse di tre tipi: "niente" (interrogazioni con nessun documento reperito), "troppo" (interrogazioni con troppi documenti reperiti) e "interrogazioni anomale" (interrogazioni con, ad esempio, faccette duplicate). Il punto non è tanto che i soggetti si imbattano in questi problemi, ma che (talvolta) essi non siano in grado di uscirne: dai log si vede infatti come queste situazioni si ripetano su interrogazioni consecutive.
3. Per i soggetti con risultati peggiori è particolarmente difficile espandere l'insieme dei documenti reperiti. La tabella 7.4 mostra come le situazioni "niente" siano molto più comuni per i *soggetti peggiori* (definiti qui come gli ultimi cinque soggetti ottenuti ordinando in modo decrescente tutti i soggetti sulla base delle prestazioni) che per i *soggetti migliori* (i primi cinque). Situazioni di tipo "niente" sono anche molto più comuni, per i soggetti peggiori, delle situazioni di tipo "troppo".

¹Nell'analisi seguente, se non altrimenti specificato, non vi sono differenze significative fra i vari gruppi sperimentali.

	Niente	Troppo
Migliori	7	5
Peggiori	33	9

Tabella 7.4: Soggetti migliori e peggiori: situazioni di tipo “niente” e “troppo”.

- I soggetti peggiori (definiti come sopra) sono incapaci di diagnosticare il loro comportamento e rivelano scarsa flessibilità nel cambiarlo. Essi adottano un piccolo insieme di azioni per modificare l'interrogazione (ad esempio, troncare un termine) e continuano ad applicarle anche quando esse sono non efficaci.
- I soggetti migliori e peggiori effettuano un numero simile di azioni incoerenti, coerente e ambigue. Un'azione incoerente è qui definita come una modifica dell'interrogazione che porta a un incremento (decremento) del numero di documenti reperiti quando l'interrogazione precedente aveva già reperito troppi (troppo pochi) documenti; un'azione coerente ha la naturale definizione speculare e un'azione ambigua è non facilmente classificabile. La tabella 7.5 riporta il numero di azioni coerenti (+), incoerenti (-) e ambigue (?) per entrambi i tipi di soggetti. Si vede come le percentuali di azioni coerenti, incoerenti e ambigue siano simili per i due tipi di soggetti; la differenza fra soggetti migliori e peggiori è nel numero di azioni effettuate (che per i soggetti migliori è circa la metà).

	Valori				Percentuali		
	+	-	?	Tot.	+	-	?
Migliori	19	6	6	31	61	19	19
Peggiori	35	14	18	67	52	21	27
Tot.	54	20	24	98	55	20	25

Tabella 7.5: Soggetti migliori e peggiori: tipi di modifiche dell'interrogazione.

L'interazione controllata dall'utente è preferita e richiesta:

- I soggetti preferiscono mantenere il controllo durante la riformulazione. Essi sospendono spesso la riformulazione (45% delle volte) allo scopo di riprendere il controllo e seguire una strada differente. Inoltre, c'è una correlazione positiva fra la soddisfazione dell'utente per l'aiuto ricevuto e il numero di operazioni di sospensione ($r = 0.47, p < .05$).
- Il 78% dei soggetti alterna riformulazioni, ricerche dirette e classificazioni di documenti. I soggetti rimanenti esaminano e classificano i documenti reperiti solo alla fine delle sessioni. Ciò suggerisce che gli utenti non vogliono “un sistema che accetta una richiesta in linguaggio naturale,

va a cercare nel negozio di informazioni e restituisce all'utente l'insieme ideale dei documenti migliori" ([Bat90, pag. 575]).

7.6 Conclusioni

L'esperimento di valutazione di FIRE descritto in questo capitolo fornisce informazioni utili per comprendere alcuni principi alla base del progetto di buone interfacce per il RI. Lo spazio degli aiuti, la divisione in gruppi sperimentali, il ricco insieme di variabili misurate e lo specifico modello di interazione implementato dall'interfaccia FIRE costituiscono un modello esplicito del processo di ricerca di informazioni effettuato usando un'interfaccia per il RI. Questo modello permette non solo la valutazione *black-box* dell'efficacia del sistema, ma anche la valutazione diagnostica della sensibilità degli indici di prestazione a differenti modalità per fornire differenti tipi di aiuto.

I risultati ottenuti mostrano come tutti e tre i tipi di aiuto siano importanti e necessari in interfacce per il RI e come debbano essere adottate modalità differenti per fornirli all'utente. Più in dettaglio, si possono derivare le seguenti conclusioni, valide in generale per le interfacce per il RI:

- L'aiuto terminologico è importante; esso è esplicitamente richiesto in modalità contestuale. La riformulazione di FIRE, sebbene migliori la soddisfazione dell'utente nel caso di semplici problemi, non migliora le prestazioni in modo significativo.
- L'aiuto strategico è anch'esso importante. Esso dovrebbe essere fornito dall'interfaccia in modalità autonoma e sotto controllo dell'utente. Più in particolare, dovrebbe supportare l'utente nella concettualizzazione e nell'espansione dell'interrogazione e diagnosticare comportamenti non efficaci o incoerenti.
- L'aiuto tecnico è necessario per migliorare l'usabilità dell'interfaccia e migliorare l'efficacia della ricerca. Dovrebbe essere fornito sia su richiesta sia autonomamente, in modalità contestuale.
- L'interazione controllata dall'utente è preferita. L'interfaccia dovrebbe coadiuvare gli utenti nell'esplorazione autonoma dello spazio delle informazioni (termini, documenti, relazioni fra termini, contenuto dei documenti, e così via), nell'alternare attività differenti, e nello sviluppare strategie di ricerca adeguate.

Il modello di interazione e l'esperimento presentati qui trascurano comunque alcuni punti importanti. Ad esempio, non sono stati investigati i livelli di astrazione e di coinvolgimento della Bates (paragrafo 5.2.1), che potrebbero fornire informazioni aggiuntive molto utili per estendere le linee guida per il progetto presentate poc'anzi. Inoltre, non sono stati evidenziati aspetti relativi all'informazione presentata all'utente e al modo di presentarla. Gli spazi di informazioni potrebbero essere rappresentati da ricche reti di relazioni fra

informazioni, e l'esplorazione interattiva di questi spazi potrebbe essere basata su un'attività di filtraggio eseguita dall'interfaccia per ridurre ciò che viene presentato all'utente: gli utenti manterrebbero il controllo dell'esplorazione e l'interfaccia limiterebbe la quantità di informazione presentata loro per evitare tipici effetti di sovraccarico. Probabilmente questo sarebbe un metodo per fornire aiuto terminologico efficace e soddisfacente per l'utente.

Comunque, esperimenti di questo tipo possono fornire dati utili per meglio comprendere aspetti generali e problemi specifici di un'interfaccia per il RI. Ma questi esperimenti possono anche fornire indicazioni interessanti sull'attività di valutazione di interfacce per il RI. Sulla base dell'esperimento qui descritto, si può infatti dedurre che:

- Il comportamento soggettivo e la sua registrazione sono aspetti cruciali della valutazione. L'uso di differenziali semantici, scale di Likert e stima della magnitudine a lunghezza di segmento si è dimostrato un metodo efficace per acquisizione, validazione e analisi di questi importanti dati.
- Esperimenti di questo tipo sono molto complessi e richiedono parecchie risorse e parecchio tempo: il sistema valutato non può essere un semplice prototipo, ma deve essere ingegnerizzato per ottenere affidabilità, robustezza ed efficienza; l'esecuzione dell'esperimento di per sé ha richiesto circa tre mesi uomo di lavoro; e l'enorme massa di dati derivati (che vengono tutt'ora analizzati) richiede elaborazioni statistiche sofisticate. È quindi necessario un gruppo di lavoro interdisciplinare: informatici, psicologi (per progettare i questionari ed effettuare l'esperimento senza influenzare i soggetti) e statistici (per elaborazioni statistiche).
- Vale la pena di fare sforzi di questa portata? Direi di sì. Sono state derivate molte linee guida su FIRE e sulle interfacce per il RI in generale; alcuni di questi risultati erano previsti e prevedibili prima dell'esperimento (ad esempio, la riformulazione di FIRE propone troppi termini agli utenti), ma altri sono inaspettati (ad esempio, l'aiuto strategico va fornito in modalità automatica). Un esperimento più povero non avrebbe probabilmente fornito queste informazioni impreviste.
- Il livello di difficoltà differente dei due BI A e B, non osservato dopo un esperimento pilota, né compreso in modo completo dopo l'esperimento, è un problema che dovrebbe essere preso in considerazione in esperimenti simili.
- Infine, non sono state trovate differenze (nei risultati) fra tematicità e utilità. Non è la prima volta ciò si verifica [Reg88], ma credo che questo fenomeno sia dovuto alle limitazioni della collezione usata (dimensioni limitate e argomenti simili) e che quindi meriti ulteriore attenzione in lavori futuri.

Capitolo 8

Conclusioni e sviluppi futuri

8.1 Il lavoro svolto

Nella prima parte della tesi ho presentato una formalizzazione teorica originale del RI. Sulla base di uno scenario epistemico-cognitivo ho definito informazione, bisogno informativo e pertinenza (capitolo 2). Ho poi approfondito l'analisi di quest'ultimo concetto, evidenziando l'esistenza di diversi tipi di pertinenza (capitolo 3) e classificando gli studi attinenti degli ultimi decenni (capitolo 4).

Questa analisi teorica, oltre a fornire una sistemazione formale di un settore ancora allo stato embrionale, evidenzia la necessità di costruire SRI che riescano a lavorare a livelli più “semantici” e a trattare pertinenze più “alte” nell'ordinamento del capitolo 3. Nella seconda parte della tesi ho descritto un possibile approccio a tale obiettivo: l'implementazione di interfacce intelligenti per il RI. Dopo un capitolo introduttivo (capitolo 5) ho descritto FIRE, un prototipo di interfaccia intelligente per il RI (capitolo 6) e un suo esperimento di valutazione progettato per misurare non solo i classici indici di prestazione quantitativi, ma anche aspetti più qualitativi quali la soddisfazione dell'utente (capitolo 7).

8.2 Il lavoro futuro

Questa tesi, oltre ad affrontare alcuni problemi del settore del RI e a fornire alcune risposte, delinea anche alcuni promettenti sviluppi futuri, sia di natura teorica che sperimentale.

8.2.1 Ricerche teoriche

Il lavoro dei capitoli 2 e 3 può essere proseguito lungo le direzioni già indicate nelle conclusioni dei due capitoli (paragrafi 2.6 e 3.6) e qui brevemente riportate:

- indagare sulle componenti degli stati epistemici;
- adottare una visione più dinamica degli stati epistemici;

- effettuare un'attività sperimentale per trovare una metrica fra le varie pertinenze e per indagare sul “principio di indeterminazione” della pertinenza;
- integrare le linee di ricerca dei due capitoli, in modo da includere nello scenario del capitolo 2 (e quindi definire) il compito e il contesto, concetti che, come visto nel capitolo 3, sono di primaria importanza per comprendere la pertinenza.

8.2.2 Ricerche sperimentali

Sulla base sia dei risultati della valutazione (capitolo 7) sia di considerazioni teoriche e intuitive, l'attuale prototipo FIRE può essere migliorato in varie direzioni, illustrate qui di seguito.

8.2.2.1 Aiuto terminologico

L'aiuto terminologico fornito dalla riformulazione di FIRE presenta alcuni problemi, ben sintetizzati da alcuni dati dell'esperimento di valutazione:

- le prestazioni non aumentano in modo significativo;
- i soggetti interrompono spesso (il 45% delle volte) la riformulazione;
- i soggetti non accettano lunghe liste di termini;
- la percentuale di termini accettati dall'utente fra quelli proposti dal sistema è del 7%, molto bassa.

Le cause di questi problemi sono:

- le conoscenze terminologiche possedute da FIRE non sono sufficienti:
 - il thesaurus contiene pochi termini e poche relazioni, alcune delle quali sono opinabili;
 - il tipo delle relazioni del thesaurus (le quattro relazioni classiche BT, NT, RT, UT, si veda il paragrafo 6.2.2) permette di modellare una semantica molto grezza;
 - le conoscenze morfologiche (analisi morfologica e troncamento) possono essere migliorate;
 - bisogna probabilmente aggiungere altri tipi di conoscenze, quali la *co-occorrenza* (due termini co-occorrono in una collezione se sono entrambi presenti all'interno di uno o più documenti).
- l'utilizzo delle conoscenze terminologiche va migliorato: IRES, come visto nel capitolo 6, si basa sulle classiche tattiche della Bates [Bat79b, Bat79a]. Questo approccio è criticabile, in quanto:

- non sfrutta tutte le informazioni disponibili, dato che parte da un unico termine dell'interrogazione (il *focus*, si vedano i paragrafi 6.2.3 e 6.4.1) e trascura gli altri termini inseriti dall'utente;
- è difficile individuare criteri validi in generale che indichino quando preferire un tipo di relazione a un'altra (si veda anche [JGR⁺95]).

Sulla base di tali considerazioni, ho già cominciato a lavorare su un nuovo modulo di aiuto terminologico. Innanzi tutto si possono individuare tre tipi di conoscenze terminologiche, in parte già presenti in FIRE e migliorate, oppure introdotte *ex-novo*:

- *Conoscenze morfosintattiche*: algoritmi di troncamento, analisi morfologica. L'analisi morfologica è stata migliorata in un'*analisi morfologica pesata*, in cui *multitermini* (ossia sequenze di termini) ottengono gradi di similitudine morfologica differenti a seconda del numero di termini componenti uguali o con radice in comune.
- *Conoscenze semantiche*: thesaurus, dizionari, soggettari, e così via. Il thesaurus può essere esteso, permettendo di avere relazioni di vario tipo (is-a, istanza-di, parte-di, ecc.) che specializzano le quattro relazioni standard.
- *Conoscenze statistiche*: co-occorrenza, *posting-count*, e così via. È semplice costruire in modo automatico un thesaurus di co-occorrenze (in cui, cioè, l'unica relazione è la co-occorrenza, magari con un peso associato), assente nella versione attuale di FIRE.

Queste conoscenze possono poi essere usate per costruire dinamicamente una rete di termini collegati da relazioni di vario tipo. Su questa rete terminologica dinamica si può poi navigare partendo da *tutti* i termini dell'interrogazione ed effettuando una *spreading activation* con l'obiettivo di trovare termini correlati da proporre all'utente. Rispetto alla riformulazione di FIRE illustrata nel capitolo 6, dovrebbero esserci dei miglioramenti, in quanto:

- il sistema avrà a disposizione conoscenze terminologiche in quantità superiore: archi più specifici nel thesaurus, relazioni di co-occorrenza;
- le conoscenze terminologiche sono più accurate: archi più specifici nel thesaurus, analisi morfologica pesata;
- l'utilizzo delle conoscenze morfologiche è migliorato: la navigazione non parte da un unico termine dell'interrogazione, ma sfrutta tutti i termini inseriti dall'utente.

Il nuovo aiuto terminologico di FIRE, progettato sulla base di queste considerazioni, è ormai in fase di avanzata implementazione. Anche la sua valutazione è già iniziata; per mezzo di un esperimento progettato sulla base di [CD91], si cerca di verificare:

- l'efficacia della nuova soluzione, confrontandola con il FIRE attuale. In particolare, si vuole accertare l'efficacia:
 - delle nuove conoscenze aggiunte;
 - dei miglioramenti apportati alle conoscenze pre-esistenti;
 - della navigazione tramite *spreading activation* sulla rete terminologica.
- il contributo di ognuno dei tre tipi di conoscenze terminologiche (morfo-sintattiche, semantiche, statistiche);
- la sinergia fra i differenti tipi di conoscenze terminologiche;
- l'utilità del nuovo aiuto terminologico in varie situazioni:
 - utenti che hanno bisogno di termini correlati non meglio specificati;
 - utenti che hanno bisogno di documenti (e termini) più specifici, o più generali;
 - utenti con bisogni mal definiti.

Si vedano [DB, Miz96g] per una descrizione più dettagliata di questa linea di ricerca.

8.2.2.2 Aiuto strategico

L'esperimento ha evidenziato anche l'importanza dell'aiuto strategico, che:

- deve essere fornito preferibilmente in modalità autonoma e con controllo all'utente.
- deve aiutare l'utente a uscire da situazioni critiche.

La versione attuale di FIRE va quindi migliorata in tale direzione, costruendo un *Personal Information Assistant* (PIA) in grado di osservare l'attività dell'utente e intervenire al bisogno. Anche qui, il lavoro è già iniziato. Con un'ulteriore analisi dei log dell'esperimento, si sono individuate alcune *azioni* incoerenti dell'utente e alcune *situazioni* critiche, in cui il PIA potrebbe intervenire; azioni dell'utente e situazioni sono divise in tre livelli:

1. Azioni e situazioni a cui il sistema può reagire immediatamente, in modo indipendente dal contesto in cui si verificano. Ad esempio:
 - inserimento di un termine con *posting count* zero: spesso è dovuto a un errore di sintassi, ma in ogni caso si può suggerire il troncamento del termine;
 - ricerca con una sola faccetta con alto *posting count*.
2. Azioni e situazioni che vanno considerate nel contesto in cui si verificano. Ad esempio:

- se l'utente ha reperito pochi (o zero) documenti: eliminazione di un troncamento, aggiunta di una faccetta, cancellazione o disattivazione di un termine, presenza di una o più faccette con *posting count* basso;
- se l'utente ha reperito troppi documenti: cancellazione o disattivazione di una faccetta, inserimento di un termine con alto *posting count*, e così via.

3. Azioni e situazioni che si prolungano nel tempo e dipendono dal comportamento dell'utente nel corso dell'intera sessione. Ad esempio:

- l'utente effettua una breve interazione con il sistema e comincia a visionare un gran numero di documenti reperiti;
- i giudizi dell'utente sui documenti reperiti sono in massima parte negativi.

A queste azioni e situazioni possono essere associate alcune *reazioni* che il PIA può intraprendere per alleviare l'utente dai problemi strategici. Anche le reazioni possono essere divise in tre livelli, a seconda della complessità:

1. Suggerimenti all'utente (ad esempio, proporre all'utente una ricerca per autore, o suggerire di leggere i documenti reperiti);
2. Operazioni autonome e suggerimenti conseguenti all'utente (ad esempio effettuare autonomamente una ricerca per autore e comunicare all'utente i documenti reperiti);
3. Operazioni dirette (ad esempio, modificare l'interrogazione aggiungendo in *or* il troncamento di un termine).

Associando ad azioni e situazioni le reazioni opportune si può poi definire il comportamento del PIA. Possibili associazioni sono rappresentate, in modo schematico, dalle seguenti *regole* per l'aiuto strategico:

- Se l'utente effettua parecchie ricerche senza trovare alcun documento
⇒ suggerirgli/proporgli aiuto terminologico
- Se l'utente reperisce documenti in numero ragionevole
& non li legge (o non legge i titoli)
⇒ suggerirgli di leggerli.
- Se l'utente reperisce documenti in numero ragionevole
& li legge
& non li classifica (non usa il Folder manager)
⇒ suggerirgli di classificarli.
- Se l'utente reperisce documenti
& li legge
& classifica solo documenti non tematici
⇒ suggerirgli di interrompere la lettura e riformulare.

- Se l'utente reperisce documenti
& li legge
& classifica una buona percentuale di documenti tematici
& interrompe la lettura (chiude la finestra)
⇒ suggerirgli di continuare nella lettura.
- Se l'utente ha già classificato documenti tematici
& e non riesce a reperirne altri
⇒ suggerirgli aiuto terminologico
& suggerirgli/effettuare ricerca per autore.
- Se l'utente ha già reperito documenti di un certo autore/proceedings
& li ha giudicati tematici/utili
& sta leggendo un documento dello stesso autore/proceedings
⇒ far notare all'utente che l'autore/proceedings è lo stesso.

Anche queste migliorie a FIRE sono già in fase di realizzazione.

8.2.2.3 Modello del compito

La terza direzione di sviluppo di FIRE non deriva direttamente dai risultati dell'esperimento, ma dalle considerazioni sulle componenti compito e contesto del BI (paragrafo 3.3.4) e dall'analisi degli studi sui criteri extra-tematici (paragrafi 4.4.4 e 4.5.4).

Nei SRI tradizionali, la modellazione del BI dell'utente si limita alla componente argomento, e non a causa di una impossibilità di principio a modellare le altre componenti, ma piuttosto a causa di una difficoltà pratica a fare ciò. Questo è vero soprattutto nel caso delle interfacce per il RI, ossia quando non è presente un intermediario che supporti l'utente nella sua ricerca, in quanto è necessario conoscere a fondo le collezioni e i linguaggi di interrogazione. D'altronde, la modellazione di altri aspetti del BI oltre al suo argomento è sì invocata da più parti e da parecchi anni ([BOB82a, BOB82b, Ing92, Bar94, Bru94]), ma non vi è ancora una soluzione (né teorica né tantomeno pratica) definitiva a questo problema.

Si potrebbe quindi pensare di modellare il compito che l'utente deve svolgere con i documenti reperiti. Per avere un'idea quantitativa del miglioramento delle prestazioni ottenibile con SRI con modello del compito, si pensi a un utente interessato a documenti di un certo tipo (ad esempio, libri), e si supponga che nella collezione vi siano tre tipi di documenti egualmente distribuiti (ad esempio, articoli su rivista, articoli di conferenze e libri). Ora, se l'utente non specifica al SRI il tipo di documento desiderato (informazione ricavabile dalla componente compito), almeno i 2/3 dei documenti reperiti risulteranno tematici ma non pertinenti mentre, con un SRI con modello del compito, le prestazioni potrebbero risultare 3 volte superiori.

Per sfruttare il modello del compito si potrebbe procedere nel modo seguente:

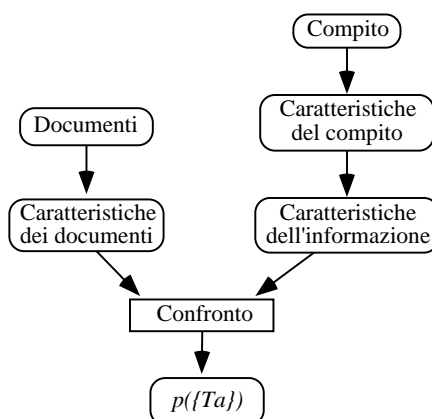


Figura 8.1: Confronto fra modello del compito e documenti.

- individuare un insieme di *compiti* (o stereotipi di compiti) e una gerarchia di *caratteristiche dei compiti*; associare poi a ogni compito le sue caratteristiche (di default, modificabili dall'utente);
- individuare una gerarchia di *caratteristiche dei documenti* (o dei surrogati);
- implementare una *funzione di confronto* che, per ogni istanza di compito e di documento, restituisca la pertinenza del documento rispetto al compito ($p(\{Ta\})$, usando la notazione del capitolo 3). Questa funzione di confronto dovrebbe basarsi sulle due gerarchie precedenti (caratteristiche di compiti e documenti); per semplificare la sua implementazione si può pensare a:
 - altre gerarchie intermedie, ad esempio ‘caratteristiche dell’informazione’;
 - funzioni di trasformazioni fra gerarchie adiacenti e una funzione di confronto fra due gerarchie vicine a sufficienza, in modo da rendere semplice l’implementazione della funzione di confronto.

La figura 8.1 illustra tale procedimento.

Raccogliendo alcuni compiti e provando a classificarli per similitudine e per caratteristiche desiderate dell’informazione (e dei documenti), ci si rende però subito conto che il passaggio da compito a caratteristiche dell’informazione non è univoco. Ad esempio, se il compito è “prepararsi per un seminario di un’ora” su un argomento specifico, non è detto che i documenti ideali abbiano una lunghezza limitata, o che debbano essere introduttivi: le caratteristiche dell’informazione dipendono da altre variabili (argomento, contesto) oltre al compito.

Quindi, la deduzione di caratteristiche dei documenti a partire dalle caratteristiche del compito non sembra fattibile. Quello che invece ritengo si

possa fare è sì più limitato, ma comunque utile e interessante: mettere a disposizione dell'utente uno strumento che gli consenta di specificare in modo semplice e indipendente dalla collezione alcune caratteristiche che i documenti reperiti dovranno possedere. In altri termini, si tratta di permettere all'utente di lavorare a un livello di astrazione più alto: anziché specificare le *Caratteristiche Concrete dei Documenti* (CCD), egli specifica quelle che si possono denominare *Caratteristiche Astratte dei Documenti* (CAD, che possono essere viste anche come 'dimensioni' dell'informazione reperita), le quali vengono poi mappate dal SRI in CCD dipendenti dalla particolare collezione. L'utente, oltre a esprimere nel modo consueto la componente argomento del proprio BI, dovrebbe e potrebbe quindi indicare anche i valori delle CAD, insieme alle rispettive importanze.

Si può pensare alle seguenti CAD:

1. Facilità di comprensione: quanto i documenti reperiti devono essere facili da capire;
2. Attualità: quanto i documenti reperiti devono essere recenti;
3. Quantità: quanta informazione l'utente vuole (in termini di numero di documenti e della loro lunghezza);
4. Lingua: in quale(i) lingua(e) i documenti reperiti devono essere scritti;
5. Fertilità: quante referenze bibliografiche i documenti reperiti devono contenere.

E alle seguenti CCD, ottenute analizzando i campi dei surrogati della collezione INSPEC su cui lavora FIRE (le sigle sono quelle usate in INSPEC):

- DT (Document type): indica il tipo del documento, ad esempio BC (Book Chapter), BK (Book), CA (Conference Article), JA (Journal Article), DS (Dissertation), RP (Report), e così via;
- TR (Treatment code): indica l'esposizione (o taglio, o carattere) del documento. Esempi di valori: A (Application), B (Bibliography), G (General or Review), T (Theoretical or Mathematical), e così via;
- PG (Pages): indica il numero di pagine del documento;
- MD (Meeting date), PD (Publication date) e P5 (Original Publication Date): indicano le date di pubblicazione del documento;
- LA (Language): indica la lingua in cui il documento è scritto.

A tali campi va aggiunto il sommario, che contiene il numero di referenze bibliografiche e qualche altra indicazione (peraltro difficile da sfruttare) di quanto il documento sia introduttivo, teorico, ecc. Il fatto di usare una banca dati commerciale (quale è INSPEC) comporta un'immediata e indiscutibile

applicabilità del lavoro. Inoltre, le CCD di INSPEC (o altre analoghe) si possono riscontrare anche in collezioni differenti.

Vediamo due esempi. Si consideri un docente universitario che debba preparare in poche ore una lezione introduttiva a un corso del primo anno di informatica sul sistema operativo UNIX. Questo docente ha un'educazione informatica, ma non ricorda più molto dell'argomento; inoltre, ha bisogno di fornire un buon riferimento bibliografico ai suoi studenti. Egli avrà bisogno di pochi documenti, di carattere introduttivo, preferibilmente in italiano (per poterli distribuire agli studenti); non sarà interessato per nulla, o quasi, all'attualità e al numero di riferimenti bibliografici dei documenti.

Si pensi invece (secondo esempio) a un dottorando, che debba preparare una tesi di dottorato su un argomento con cui non ha molta familiarità e voglia verificare l'attendibilità di alcune sue idee, secondo lui interessanti e originali. Per lui, la facilità di comprensione non sarà un aspetto cruciale, mentre altri aspetti quali l'attualità, la quantità e la fertilità saranno importanti. La lingua dovrà essere italiano o inglese, le uniche due che egli conosce. La tabella 8.1 riassume le CAD che i documenti reperiti dovranno possedere: con '+' indico che la CAD corrispondente è importante, con '-' che è non importante, con '=' che ha importanza media. Si osservi come queste CAD derivino dalle componenti compito e contesto (e non argomento) dei BI degli utenti.

	Docente	Dottorando
1. Facilità	Alta (+)	Alta (-)
2. Attualità	(-)	Recenti (+)
3. Quantità	Poca (+)	Tanta (+)
4. Lingua	Italiano (=)	Italiano o inglese (+)
5. Fertilità	(-)	Alta (+)

Tabella 8.1: CAD dei documenti nei due esempi.

Le CAD possono essere poi mappate in CCD. Nel caso del docente si potranno di sicuro scartare documenti con 'Document type' CA o DS; il numero di pagine (PG) dovrà essere non elevato, le date (MD, PD, P5) non saranno importanti alla pari del numero di referenze bibliografiche e la lingua (LA) dovrà preferibilmente essere l'italiano. Nel caso del dottorando, sarà importante che le date siano recenti e che la lingua sia italiano o inglese; i valori delle altre CCD non saranno invece importanti. Quindi, documenti che trattino l'argomento in questione, ma che non soddisfino i precedenti requisiti non saranno utili per l'utente.

Sembra pertanto fattibile riuscire a ricavare le CCD dalle CAD; le CCD potrebbero essere usate in due modi:

1. Per modificare l'interrogazione, in modo da reperire (o non reperire) documenti con certe caratteristiche;

2. Per effettuare un *ordinamento* dei documenti reperiti più fine di quello che sarebbe possibile effettuare sulla base del solo argomento.

In alcuni casi la prima soluzione sarà preferibile, ad esempio quando le CCD hanno valori netti e certi (nel caso del docente, documenti di tipo CA e DS possono essere scartati con buona certezza), o quando la cardinalità dell'insieme dei documenti reperiti è molto alta rispetto alle esigenze dell'utente, e perciò bisogna diminuirla. In altre situazioni, sarà più sensato adottare la seconda alternativa, ad esempio se adottando la prima soluzione si ottenesse un insieme di documenti reperiti vuoto, o comunque troppo ridotto, oppure se la CCD in esame non fosse di eccessiva importanza per l'utente (e questo è il caso delle CCD riguardanti le date nell'esempio del dottorando: documenti recenti sono sicuramente preferibili, ma potrebbe essere troppo rischioso eliminare documenti vecchi).

Appendice A

Glossario

Questo glossario ha il duplice scopo di servire da riferimento al lettore e di evidenziare esplicitamente alcune scelte effettuate nella traduzione dei termini dall'inglese all'italiano.

Argomento, o Tema (*Topic*). L'area disciplinare, i concetti che devono essere trattati dai documenti di interesse per l'utente.

Bisogno informativo confuso (*Muddled information need*). Si ha quando l'utente ha bisogno di reperire documenti relativi ad un argomento con cui non ha familiarità allo scopo di colmare una lacuna conoscitiva. È un bisogno informativo mal definito, ed è quello che crea più problemi all'utente.

Bisogno informativo conscio tematico (*Conscious topical information need*). Si ha quando l'utente ha bisogno di reperire documenti, di cui non ha riferimenti precisi, riguardanti un argomento a lui noto.

Bisogno informativo verificativo (*Verificative information need*). Si ha quando l'utente ha bisogno di trovare o verificare l'esistenza di documenti di cui già conosce l'autore, il titolo, ecc. È più un problema di basi di dati che di RI;

Bisogno informativo (*Information need*). È difficile definire in modo formale il bisogno informativo; si può dire che l'utente che interagisce con un SRI ha un *bisogno* di *informazioni*. Vi sono tre tipi di bisogno informativo: conscio tematico, verificativo, confuso.

Effetto etichetta (*Label effect*). Fenomeno rilevato sperimentalmente per cui l'utente di un SRI tende ad esprimere il proprio bisogno sottoforma di termini, o etichette, anziché in forma più completa.

Filtraggio di informazioni (*Information filtering o information routing*). Disciplina analoga al RI, da cui si differenzia per la natura dinamica della banca dati.

Informatica (*Computer science*) La scienza che si occupa di studiare il calcolatore e la rappresentazione dell'informazione.

Interrogazione (*Query*). Formulazione della richiesta in un linguaggio comprensibile dal sistema.

Pertinenza (*Relevance*). La caratteristica che deve essere posseduta dall'informazione reperita da un sistema per il RI. Si osservi che il termine inglese *relevance* va tradotto in italiano con 'pertinenza' e non con 'rilevanza' (che, in realtà, significa 'importanza').

Reperimento delle informazioni (RI) (*Information retrieval*). Disciplina che si occupa di studiare, progettare e realizzare sistemi informatici, denominati *Sistemi per il RI*, che consentano la memorizzazione, la manutenzione e il reperimento di grosse quantità di dati non strutturati.

Richiesta (*Request*). Espressione esplicita del bisogno informativo.

Scienza dell'informazione (*Information science*). La scienza che si occupa di studiare il concetto di informazione. Da non confondere con l'informatica.

Tematicità (*Topicality*). Pertinenza relativa alla componente argomento.

Tematico (*Topical*). Di un documento che riguarda l'argomento, il tema, del bisogno dell'utente.

Bibliografia

- [ABF⁺90] P. G. Anick, J. D. Brennan, R. A. Flynn, D. R. Hanssen, B. Alvey, e J. M. Robbins. A direct manipulation interface for boolean information retrieval via natural language query. In *Proceedings of the 13th ACM SIGIR*, pagg. 135–150, New York, 1990. ACM.
- [AF93] P. G. Anick e R. A. Flynn. Integrating a dynamic lexicon with a dynamic full-text retrieval system. In *Proceedings of the 16th ACM SIGIR*, pagg. 136–145, New York, 1993. ACM.
- [AG96] G. Amati e K. Georgatos. Relevance as deduction: A logical view of information retrieval. In *Information Retrieval, Logic & Uncertainty. WIRUL'96: 2nd Workshop on Information Retrieval, Logic and Uncertainty*, 1996. (<http://www.dcs.gla.ac.uk/wirul96>).
- [AGM85] C. E. Alchourrón, P. Gärdenfors, e D. Makinson. On the logic of the theory of change: partial meet functions for contraction and revision. *Journal of Symbolic Logic*, 50:510–530, 1985.
- [ARP85] V. Aragon-Ramiez e C. Paice. Design of a system for the online elucidation of natural language search statements. In *Informatics 8: Advances in intelligent retrieval*, pagg. 163–190. ASLIB, London, 1985.
- [AvR96] G. Amati e C. J. van Rijsbergen. Semantic information theory and information retrieval. In *Information Retrieval, Logic & Uncertainty. WIRUL'96: 2nd Workshop on Information Retrieval, Logic and Uncertainty*, 1996. (<http://www.dcs.gla.ac.uk/wirul96>).
- [Bar64] G. C. Barhydt. A comparison of relevance assessments by three types of evaluator. In *Proceedings of the American Documentation Institute*, pagg. 383–385, Washington, DC, 1964. American Documentation Institute.
- [Bar67] G. C. Barhydt. The effectiveness of non-user relevance assessments. *Journal of Documentation*, 23(2 e 3):146–149 e 251, 1967.
- [Bar89] J. Barwise. *The Situation in Logic*. CSLI Lecture Notes 17, Stanford, CA, 1989.

- [Bar90] B. G. Bara. *Scienza cognitiva: un approccio evolutivo alla simulazione della mente*. Bollati Boringhieri, Torino, 1990.
- [Bar93] C. L. Barry. *The identification of user relevance criteria and document characteristics: Beyond the topical approach to information retrieval*. Unpublished PhD thesis, Syracuse University, Syracuse, NY, 1993.
- [Bar94] C. L. Barry. User-defined relevance criteria: An exploratory study. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):149–159, aprile 1994.
- [Bat77] G. Bateson. *Verso un'ecologia della mente*. Adelphi, Milano, 1977.
- [Bat79a] M. J. Bates. Idea tactics. *Journal of the American Society for Information Science*, 30(5):280–289, 1979.
- [Bat79b] M. J. Bates. Information search tactics. *Journal of the American Society for Information Science*, 30(4):205–214, 1979.
- [Bat84] G. Bateson. *Mente e natura*. Adelphi, Milano, 1984.
- [Bat89] M. J. Bates. The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface. *Online Review*, 13:407–424, 1989.
- [Bat90] M. J. Bates. Where should the person stop and the information search interface start? *Information Processing & Management*, 26(5):575–591, 1990.
- [BB83] M. Bates e B. J. Bobrow. Information retrieval using a transportable natural language interface. *SIGIR Forum*, 17(4):48–86, 1983.
- [BB89] G. Bateson e M. C. Bateson. *Dove gli angeli esitano*. Adelphi, Milano, Italia, 1989.
- [BBB⁺87] N. Belkin, C. Borgman, H. Brooks, T. Bylander, B. Croft, P. Daniels, S. Deerwester, E. Fox, P. Ingwersen, R. Rada, K. Sparck Jones, R. Thompson, e D. Walker. Distributed expert-based information systems: An interdisciplinary approach. *Information Processing & Management*, 23(4):249–254, 1987.
- [BC87] N. Belkin e B. Croft. Retrieval techniques. In *Annual Review of Information Science and Technology*, volume 22, pagg. 109–145. 1987.
- [BEK79] T.G. Burket, P. Emrath, e D. J. Kuck. The use of vocabulary files for on-line information retrieval. *Information Processing & Management*, 15:281–289, 1979.
- [Bel73] J. Belzer. Information theory as a measure of information content. *Journal of the American Society for Information Science*, 24:300–304, 1973.

- [Bel88] N. J. Belkin. On the nature and function of explanation in intelligent information retrieval. In *ACM SIGIR, 11th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Grenoble, France*, pagg. 135–145, 1988.
- [BFG87] C. Barthes, J. Frontin, e J. Glize. Eurisko: An artificial intelligence tool for automatic online information retrieval. In *Online Information 87: 11th International Online Information Meeting*, pagg. 431–442, Oxford, 1987. Learned Information.
- [BFKM85] L. Brownston, R. Farrell, E. Kant, e N. Martin. *Programming Expert Systems in OPS5. An introduction to rule-based programming*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1985.
- [BGT87a] G. Brajnik, G. Guida, e C. Tasso. Design and experimentation of IR-NLI: An intelligent user interface to bibliographic data bases. In L. Kerschberg (curatore), *Expert Data Base Systems*, pagg. 151–162, Menlo Park, CA, 1987. Benjamin/Cummings.
- [BGT87b] G. Brajnik, G. Guida, e C. Tasso. User modeling in intelligent information retrieval. *Information Processing & Management*, 23(4):305–320, 1987.
- [BGT90] G. Brajnik, G. Guida, e C. Tasso. User modeling in expert man-machine interfaces: A case study in intelligent information retrieval. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 20(1):166–184, 1990.
- [BH60] Y. Bar-Hillel. Some theoretical aspects of the mechanization of literature searching. NSF Report AD-236 772 and PB-161 547, Office of Technical Services, Washington, DC, 1960.
- [BH94] P. Bruza e T. W. C. Huibers. Investigating aboutness axioms using information fields. In W. B. Croft e C. J. van Rijsbergen (curatori), *ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, Dublino, Irlanda*, pagg. 112–121, 1994.
- [BI96] P. Borlund e P. Ingwersen. A cognitive method for the evaluation of interactive IR systems. Lavoro presentato al workshop MIRA, Glasgow, Maggio 1996. Sottoposto alla rivista ‘Journal of Documentation’, 1996.
- [Bir91] L. Birnbaum. Rigor mortis: a response to Nilsson’s “Logic and artificial intelligence”. *Artificial Intelligence*, 47:57–77, 1991.
- [BM90] N. J. Belkin e P. G. Marchetti. Determining the functionality and features of an intelligent interface to an information retrieval system. In *Proceedings of the 13th ACM SIGIR*, pagg. 151–178, New York, 1990. ACM.

- [BMT95] G. Brajnik, S. Mizzaro, e C. Tasso. Interfacce intelligenti a banche di dati bibliografici. In D. Saccà (curatore), *Sistemi evoluti per basi di dati*, pagg. 95–128. Franco Angeli, Milano, 1995.
- [BMT96a] G. Brajnik, S. Mizzaro, e C. Tasso. Evaluating user interfaces to information retrieval systems: A case study on user support. In *ACM SIGIR96, 19th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Zurigo, Svizzera, 18-22 agosto 1996*, pagg. 128–136, 1996.
- [BMT96b] G. Brajnik, S. Mizzaro, e C. Tasso. The evaluation of intelligent user interfaces to information retrieval systems. In *II'96 - Raccolta dei Sommari*, 1996. Presentato al workshop 'II 96', Secondo Workshop Italiano sulle Interfacce Intelligenti, Roma, 18–19 aprile 1996.
- [BMT96c] G. Brajnik, S. Mizzaro, e C. Tasso. La valutazione di interfacce intelligenti per il reperimento di informazioni. *AI*IA Notizie (Supplemento 'Interfacce Intelligenti')*, Anno IX, numero 3:36–37, settembre 1996.
- [BOB82a] N. J. Belkin, R. N. Oddy, e H. M. Brooks. ASK for information retrieval: Part I. Background and theory. *Journal of Documentation*, 38(2):61–71, 1982.
- [BOB82b] N. J. Belkin, R. N. Oddy, e H. M. Brooks. ASK for information retrieval: Part II. Results of a design study. *Journal of Documentation*, 38(3):145–164, 1982.
- [Boo77] A. Bookstein. When the most “pertinent” document should not be retrieved—An analysis of the Swets model. *Information Processing & Management*, 13(6):377–383, 1977.
- [Boo79] A. Bookstein. Relevance. *Journal of the American Society for Information Science*, 30(5):269–273, 1979.
- [Boo83] A. Bookstein. Information retrieval: A sequential learning process. *Journal of the American Society for Information Science*, 34(5):331–342, 1983.
- [Boy82] B. Boyce. Beyond topicality: A two stage view of relevance and the retrieval process. *Information Processing & Management*, 18:105–109, 1982.
- [BP83a] J. E. Bailey e S. W. Pearson. Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction. *Management Science*, 29(5):530–545, 1983.
- [BP83b] J. Barwise e J. Perry. *Situations and attitudes*. MIT Press, Cambridge, MA, 1983.

- [Bra34] S. C. Bradford. Sources of information on specific subjects. *Engineering*, 137:85–86, 1934.
- [Bro80a] B. C. Brookes. The foundations of information science. Part I. Philosophical aspects. *Journal of Information Science*, 2:125–133, 1980.
- [Bro80b] B. C. Brookes. Measurement in information science: Objective and subjective metrical space. *Journal of the American Society for Information Science*, 31(4):248–255, 1980.
- [Bro87] H. M. Brooks. Expert systems and intelligent information retrieval. *Information Processing & Management*, 23(4):367–382, 1987.
- [Bru93] P. D. Bruza. *Stratified Information Disclosure: A Synthesis between Hypermedia and Information Retrieval*. Ph.D. Thesis, Katholieke Universiteit Nijmegen, The Netherlands, 1993.
- [Bru94] H. W. Bruce. A cognitive view of the situational dynamism of user-centered relevance estimation. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):142–148, 1994.
- [BT94] G. Brajnik e C. Tasso. A shell for developing non-monotonic user modeling systems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 1994.
- [Bur92] R. Burgin. Variations in relevance judgments and the evaluation of retrieval performance. *Information Processing & Management*, 28(5):619–627, 1992.
- [BvdW91] P. D. Bruza e T. P. van der Weide. The modelling and retrieval of documents using index expression. *SIGIR Forum*, 25(2):91–103, 1991.
- [BvdW92] P. D. Bruza e T. P. van der Weide. Stratified hypermedia structures for information disclosure. *The Computer Journal*, 35(3):208–220, 1992.
- [CB86] R. G. Crawford e H. S. Becker. A novice user's interface to information retrieval systems. *Information Processing & Management*, 22(4):287–298, 1986.
- [CBK93] C. Cool, N. J. Belkin, e P. B. Kantor. Characteristics of texts affecting relevance judgments. In Martha E. Williams (curatore), *Proceedings of the 14th National Online Meeting*, pagg. 77–84, Medford, NJ, 1993. Learned Information, Inc.
- [CC85] P. Craven e C. Craven. Fifth generation librarians — The challenge of knowledge engineering. *Outlook on Research Libraries*, 7(8):1–3, 1985.

- [CC96] J.-P. Chevallet e Y. Chiaramella. Extending a logic-based retrieval model with algebraic knowledge. In Ian Ruthven (curatore), *MIRO'95 Proceedings of the Final Workshop on Multimedia Information Retrieval (MIRO'95)*, pag. 9, Glasgow, UK, 18-20 settembre 1996. Springer-Verlag.
- [CCH92] J. P. Callan, W. B. Croft, e S. M. Harding. The INQUERY retrieval system. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Database and Expert System Applications*, pagg. 78–83, New York, 1992. Springer Verlag.
- [CD86] Y. Chiaramella e B. Defude. IOTA: A full text information retrieval system. In F. Rabitti (curatore), *Proceedings of the 9th International Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pagg. 207–213, 1986.
- [CD87] Y. Chiaramella e B. Defude. A prototype of an intelligent system for information retrieval: IOTA. *Information Processing & Management*, 23(4):285–303, 1987.
- [CD91] H. Chen e V. Dhar. Cognitive process as a basis for intelligent retrieval system design. *Information Processing & Management*, 27(5):405–432, 1991.
- [Che80] B. F. Chellas. *Modal Logic*. Cambridge University Press, 1980.
- [Che92] Jean-Pierre Chevallet. *Un Modèle Logique de Recherche d'Informations appliqué au formalisme des Graphes Conceptuels. Le prototype ELEN et son expérimentation sur un corpus de composants logiciels*. Tesi di PhD, Université Joseph Fourier, Grenoble, 1992.
- [Cis88] S. Cisler. Searching for a better way: Verity inc. TOPIC software. *Online*, 12(6):99–102, 1988.
- [CK67a] C. A. Cuadra e R. V. Katter. Experimental studies of relevance judgements. NSF report TM-3520/001, 002, 003, Systems Development Corporation, Santa Monica, CA, 1967. 3 vols.
- [CK67b] C. A. Cuadra e R. V. Katter. Opening the black box of “relevance”. *Journal of Documentation*, 23(4):291–303, 1967.
- [CK67c] C. A. Cuadra e R. V. Katter. The relevance of relevance assessment. In *Proceedings of the American Documentation Institute*, volume 4, pagg. 95–99, Washington, DC, 1967. American Documentation Institute.
- [CK87] P. R. Cohen e R. Kjeldsen. Information retrieval by constrained spreading activation in semantic networks. *Information Processing & Management*, 23(4):255–268, 1987.

- [CKTP89] W. B. Croft, R. Krovetz, H. Turtle, e G. L. Pancaccini. Interactive information retrieval of complex documents. Technical report, Department of Computer and Information Science, University of Massachusetts, Amherst, MA, 1989.
- [CL84] W. B. Croft e L. Lefkowitz. Task support in an office system. *ACM Transactions on Office Information Systems*, 2:197–212, 1984.
- [CM78] W. S. Cooper e M. E. Maron. Foundation of probabilistic and utility-theoretic indexing. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 25(1):67–80, 1978.
- [CMK66] C. W. Cleverdon, J. Mills, e M. Keen. *Factors Determining the Performance of Indexing Systems, Vol. 1: Design, Vol. 2: Test results*. College of Aeronautics, Cranfield, UK, 1966.
- [Coo71] W. S. Cooper. A definition of relevance for information retrieval. *Information Storage and Retrieval*, 7(1):19–37, 1971.
- [Coo73a] W. S. Cooper. On selecting a measure of retrieval effectiveness, part 1: The “subjective” philosophy of evaluation. *Journal of the American Society for Information Science*, 24(2):87–100, 1973.
- [Coo73b] W. S. Cooper. On selecting a measure of retrieval effectiveness, part 2: Implementation of the philosophy. *Journal of the American Society for Information Science*, 24(6):413–424, 1973.
- [Cro87] W. B. Croft. Approaches to intelligent information retrieval. *Information Processing & Management*, 23(4):249–254, 1987.
- [CT87] W. B. Croft e R. H. Thompson. I3R: A new approach to the design of document retrieval systems. *Journal of the American Society for Information Science*, 38(6):389–404, 1987.
- [CvR95a] F. Crestani e C. J. van Rijsbergen. Information retrieval by logical imaging. *Journal of Documentation*, 51(1):3–17, 1995.
- [CvR95b] F. Crestani e C. J. van Rijsbergen. Probability kinematics in information retrieval. In *ACM SIGIR, 18th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Seattle, WA*, pagg. 291–299, 1995.
- [Dal90] P. W. Dalrymple. Retrieval by reformulation in two library catalogs: towards a cognitive model of searching behaviour. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(4):272–281, 1990.
- [Dan86] P. J. Daniels. Cognitive models in information retrieval—An evaluative review. *Journal of Documentation*, 42(4):272–304, 1986.
- [Dan90] D. Danesi. *Le variabili del thesauro—Gestione e struttura*. IFNIA, Laboratorio thesauri, Firenze, 1990.

- [Dat89] C. J. Date. *An Introduction to Database Systems*, volume 1. Addison-Wesley, Reading, MA, 5th edizione, 1989.
- [Dav77] D. Davidson. The effect of individual differences of cognitive styles on judgments of document relevance. *Journal of the American Society for Information Science*, 28:273–284, 1977.
- [DB] M. De Biasi. (In preparazione). Tesi di laurea in scienze dell'informazione, Università di Udine, Udine.
- [Dem68] A. P. Dempster. A generalization of the Bayesian inference. *Journal of the Royal Statistical Society*, (30):205–447, 1968.
- [Der83] B. Dervin. An overview of sense-making research: Concepts, methods and results to date. Lavoro presentato all'International Communication Association Annual Meeting, Dallas, Texas, 1983.
- [Dev91] K. Devlin. *Logic and Information*. Cambridge University Press, Cambridge, England, 1991.
- [DFAB93] A. Dix, J. Finlay, G. Abowd, e R. Beale. *Human-computer interaction*. Prentice-Hall, New York, 1993.
- [DN86] B. Dervin e M. Nilan. Information needs and uses. In *Annual Review of Information Science and Technology*, volume 21, pagg. 3–33. 1986.
- [Doy63] L. B. Doyle. Is relevance an adequate criterion for retrieval system evaluation? In *Proceedings of the American Documentation Institute*, pagg. 199–200, Washington, DC, 1963. American Documentation Institute.
- [Doy79] J. Doyle. A truth maintenance system. *Artificial Intelligence*, 12:231–272, 1979.
- [DR79] T. E. Doszkocs e B. A. Rapp. Searching MEDLINE in english: A prototype user interface with natural language query, ranked output, and relevance feedback. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 131–139, White Plains, NY, 1979. Knowledge Industry Publications, Inc.
- [Dre81] F. Dretske. *Knowledge and the Flow of Information*. Bradford Books, MIT Press, 1981.
- [DT88] J. W. Doll e G. Torkzadeh. The measurement of end-user computing satisfaction. *MIS Quarterly*, 12:259–274, 1988.
- [DT89] J. W. Doll e G. Torkzadeh. A discrepancy model of end-user computing involvement. *Management Science*, 35(10):1151–1171, 1989.

- [Dym67] E. D. Dym. Relevance predictability: I. Investigation background and procedures. In A. Kent et al. (curatori), *Electronic Handling of Information: Testing and Evaluation*, pagg. 175–185. Thompson Book Co., WaDC, 1967.
- [DZ92] P. Dalrymple e D. L. Zweizig. Users' experience of information retrieval systems: an exploration of the relationship between search experience and affective measure. *Library and Information Science Research*, 14:167–181, 1992.
- [EB86] M. Eisenberg e C. Barry. Order effects: A preliminary study of the possible influence of presentation order on user judgments of document relevance. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 80–86, 1986.
- [EB88] M. Eisenberg e C. Barry. Order effects: A study of the possible influences of presentation order on user judgment of document relevance. *Journal of the American Society for Information Science*, 39(5):293–300, 1988.
- [EH87] M. Eisenberg e X. Hu. Dichotomous relevance judgments and the evaluation of information systems. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 66–69, Medford, NJ, 1987. Learned Information.
- [Eis86] M. Eisenberg. *Magnitude Estimation and the Measurement of Relevance*. Tesi di PhD, Syracuse University, Syracuse, NY, 1986.
- [Eis88] M. B. Eisenberg. Measuring relevance judgments. *Information Processing & Management*, 24(4):373–389, 1988.
- [Ell84] D. Ellis. Theory and explanation in information retrieval research. *Journal of Information Science*, 8:25–38, 1984.
- [Ell96] D. Ellis. The dilemma of measurement in information retrieval research. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(1):23–36, 1996.
- [Fai63] R. A. Fairthorne. Implications of test procedures. In A. Kent (curatore), *Information retrieval in action*, pagg. 109–113. Case Western Reserve University Press, Cleveland, 1963.
- [FE92] T. J. Froehlich e M. Eisenberg. SIG/FIS—Relevance: A dialogue about fundamentals. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 330–331, Pittsburgh, PA, 1992.
- [FHB94] M. Fieldhouse e M. Hancock-Beaulieu. The changing face of Okapi. *Library Review*, 43(4):38–50, 1994.

- [Fig78] R. C. Figueiredo. Estudo comparativo de julgamentos de relevância do usuário e não-usuário de serviços de D.S.I. *Ciência da Informação—Rio de Janeiro*, 7:69–78, 1978.
- [FLGD87] G. W. Furnas, T. K. Landauer, L. M. Gomez, e S. T. Dumais. The vocabulary problem in human-system communications. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 30(11):964–971, 1987.
- [Fos70] D. J. Foskett. Classification and indexing in the social sciences. In *ASLIB Proceedings*, volume 22, pagg. 90–100, 1970.
- [Fos72] D. J. Foskett. A note on the concept of “relevance”. *Information Storage and Retrieval*, 8(2):77–78, 1972.
- [Fos86] J. Foster. Book review: An experiment in human preferences for documents in a simulated information system. *Canadian Journal of Information Science*, pagg. 66–68, 1986.
- [Fox87] E. A. Fox. Development of the CODER system: A testbed for artificial intelligence methods in IR. *Information Processing & Management*, 23(4):341–366, 1987.
- [FPSM92] W. Frawley, G. Piatetsky-Shapiro, e C. Matheus. Knowledge discovery in databases: An overview. *AI Magazine*, Fall 1992.
- [Fro91] T. J. Froehlich. Towards a better conceptual framework for understanding relevance for information science research. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 118–125, WaDC, 1991.
- [Fro94] T. J. Froehlich. Relevance reconsidered—Towards an agenda for the 21st century: Introduction to special topic issue on relevance research. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):124–133, aprile 1994.
- [Fum94] D. Fum. *Intelligenza artificiale*. Il Mulino, Bologna, 1994.
- [Gar87] H. Gardner. *The mind’s new science: A history of the cognitive revolution. With a new epilogue by the author: Cognitive science after 1984*. Basic Books, New York, 1987.
- [Gär88] P. Gärdenfors. *Knowledge in Flux – Modeling the Dynamics of Epistemic States*. MIT Press, London, 1988.
- [Gau90] S. E. Gauch. Evaluation of an expert system for searching in full-text. In *Proceedings of the 13th ACM SIGIR*, pagg. 255–277, 1990.
- [GB69] C. Gifford e G. J. Baumanis. On understanding user choices: Textual correlates of relevance judgments. *American Documentation*, 20(1):21–26, 1969.

- [GL91] M. D. Gordon e P. Lenk. A utility theoretic examination of the probability ranking principle in information retrieval. *Journal of the American Society for Information Science*, 42(10):703–714, 1991.
- [GN66] W. Goffman e V. A. Newill. Methodology for test and evaluation of information retrieval systems. *Information Storage and Retrieval*, 3(1):19–25, 1966.
- [GN67] W. Goffman e V. A. Newill. Communication and epidemic processes. In *Proceedings of the Royal Society*, volume 298, pagg. 316–334, 1967.
- [GN87] M. R. Genesereth e N. J. Nilsson. *Logical Foundations of Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann Publishers, Los Altos, California, 1987.
- [Göd31] Kurt Gödel. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. *Monatshefte für Mathematik und Physik*, 38:173–198, 1931. Tradotto in “Il teorema di Gödel”, a cura di S. Shanker, Padova, Muzzio, 1991, pp. 23-62.
- [Gof64] W. Goffman. On relevance as a measure. *Information Storage and Retrieval*, 2(3):201–203, 1964.
- [Gof70] W. Goffman. A general theory of communication. In T. Saracevic (curatore), *Introduction to Information Science*, capitolo 13, pagg. 726–747. Bowker, New York, 1970.
- [GS89] S. E. Gauch e J. B. Smith. An expert system for searching in full-text. *Information Processing & Management*, 25(3):253–263, 1989.
- [GS91] S. Gauch e J. B. Smith. Search improvement via automatic query reformulation. *ACM Transactions on Information Systems*, 9(3):249–280, 1991.
- [GS93] S. Gauch e J.B. Smith. An expert system for automatic query reformulation. *Journal of the American Society for Information Science*, 44(3):124–136, 1993.
- [GT83] G. Guida e C. Tasso. An expert intermediary system for interactive document retrieval. *Automatica*, 19(6):759–766, 1983.
- [GT94] G. Guida e C. Tasso. *Design and Development of Knowledge-Based Systems — From Lyfe Cycle to Methodology*. John Wiley & Sons, Chichester, England, 1994.
- [Gul56] C. D. Gull. Seven years of work on the organization of materials in special library. *American Documentation*, 7:320–329, 1956.
- [Hag67] K. Hagerty. Abstracts as a basis for relevance judgment. Tesi di Master, Graduate Library School, University of Chicago, Chicago, IL, 1967.

- [Har92] S. P. Harter. Psychological relevance and information science. *Journal of the American Society for Information Science*, 43(9):602–615, 1992.
- [Har93] D. Harman. Overview of the first TREC conference. In R. Korfhage, E. Rasmussen, e P. Willet (curatori), *Proceedings of the 16th ACM SIGIR*, pagg. 36–47, New York, 1993. ACM Press.
- [Har96] S. P. Harter. Variations in relevance assessments and the measurement of retrieval effectiveness. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(1):37–49, 1996.
- [HB81] A. J. Horowitz e R. F. Bergman. Improved productivity in multisystem information retrieval through the CSIN intelligent terminal. In *Proceedings of the Second National Online Meeting*, pagg. 287–292, New York, Medford, NJ, 1981. Learned Information.
- [HC68] G. E. Hughes e M. J. Cresswell. *An Introduction to Modal Logic*. Methuen and Co. Ltd., London, 1968.
- [Her94] W. Hersh. Relevance and retrieval evaluation: Perspectives from medicine. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):201–206, 1994.
- [Hil64] D. J. Hillman. The notion of relevance (I). *American Documentation*, 15(1):26–34, 1964.
- [HKW94] M. Hemmje, C. Kunkel, e A. Willet. LyberWorld — A visualization user interface supporting fulltext retrieval. In *Proceedings of the 17th ACM SIGIR*, pagg. 249–259. Springer-Verlag, 1994.
- [HLvR96] T.W.C. Huibers, M. Lalmas, e C.J. van Rijsbergen. Information retrieval and situation theory. *SIGIR Forum*, 30(1), 1996. (<http://www.cs.ruu.nl/~theo/stir.ps>).
- [HN88] D. Halpern e M. S. Nilan. A step toward shifting the research emphasis in information science from the system to the user: An empirical investigation of source-evaluation behaviour in information seeking and use. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 169–176, 1988.
- [Hof65] J. M. Hoffman. Experimental design for measuring the intra- and inter-group consistence of human judgment for relevance. Tesi di Master, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, 1965.
- [Hof84] D. Hofstadter. *Gödel, Escher, Bach: un'Eterna Ghirlanda Brillante*. Adelphi, Milano, 1984.
- [How94] D. L. Howard. Pertinence as reflected in personal constructs. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):172–185, 1994.

- [HSP81] W. L. Harper, R. Stalnaker, e G. Pearce (curatori). *Ifs*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands, 1981.
- [Ing86] P. Ingwersen. Cognitive analysis and the role of the intermediary in information retrieval. In R. Davies (curatore), *Intelligent Information Systems*, pagg. 206–237. Horwood, Chichester, England, 1986.
- [Ing92] P. Ingwersen. *Information Retrieval Interaction*. Taylor Graham, London, 1992.
- [Ing96] P. Ingwersen. Cognitive perspectives of information retrieval interaction: Elements of a cognitive IR theory. *Journal of Documentation*, 52(1):3–50, 1996.
- [Jan89] J. W. Janes. *Towards a search theory of information*. Tesi di PhD, Syracuse University, Syracuse, NY, 1989.
- [Jan91a] J. W. Janes. The binary nature of continuous relevance judgments: A case study of users' perceptions. *Journal of the American Society for Information Science*, 42(10):754–756, 1991.
- [Jan91b] J. W. Janes. Relevance judgments and the incremental presentation of document representations. *Information Processing & Management*, 27(6):629–646, 1991.
- [Jan93] J. W. Janes. On the distribution of relevance judgments. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 104–114, 1993.
- [Jan94] J. W. Janes. Other people's judgments: A comparison of user's and other's judgments of document relevance, topicality, and utility. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):160–171, aprile 1994.
- [JAS94] Special topic issue: Relevance research. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3), aprile 1994.
- [JGR⁺95] S. Jones, M. Gatford, S. Robertson, M. Hancock-Beaulieu, J. Secker, e S. Walker. Interactive thesaurus navigation: Intelligence rules ok? *Journal of the American Society for Information Science*, 46(1):52–59, 1995.
- [JLNPS86] G. Jakobson, C. Lafond, E. Nyberg, e G. Piatetsky-Shapiro. An intelligent database assistant. *IEEE Expert*, 1(2):65–79, 1986.
- [JM92] J. W. Janes e R. McKinney. Relevance judgments of actual users and secondary judges. *Library Quarterly*, 62:150–168, 1992.

- [Kat67] R. V. Katter. Study of document representations: Multidimensional scaling of index terms. Technical report, Systems Development Corporation, Santa Monica, CA, 1967. 100 p.
- [Kat68] R. V. Katter. The influence of scale form on relevance judgment. *Information Storage and Retrieval*, 4(1):1–11, 1968.
- [Kaz79] T. V. Kazhdan. Effects of subjective expert evaluation of relevance on the performance parameters of a document-based information-retrieval system. *Nauchno-Tekhnicheskaya Informatsiya, Seriya 2*, 13:21–24, 1979.
- [Kel55] G. A. Kelly. *The Psychology of Personal Constructs: Volume 1: A theory of Personality*. W. W. Norton, New York, 1955.
- [Kem74] D. A. Kemp. Relevance, pertinence and information system development. *Information Storage and Retrieval*, 10(2):37–47, 1974.
- [KIW89] KIWIs Team. The KIWI(s) project: Past and future. In *ESPRIT 89: Proceedings of the 6th Annual ESPRIT Conference*, pagg. 594–603, Netherlands, 1989. Kluwer Academic Publications.
- [KM91] H. Katsuno e A. O. Mendelzon. Propositional knowledge base revision and minimal change. *Artificial Intelligence*, 52:263–294, 1991.
- [Koc74] M. Kochen. *Principles of Information Retrieval*. Melville, Los Angeles, CA, 1974.
- [Kod96] Y. Kodratoff. On the science of KDD. Lavoro presentato al Workshop “Learning, networks and statistics”, CISM, Udine, 19-21 settembre 1996.
- [Kol79] M. B. Koll. *The Concept Space in Information Retrieval Systems as a Model of Human Concept Relations*. Tesi di PhD, Syracuse University, School of Information Studies, Syracuse, NY, 1979.
- [Kol81] M. B. Koll. Information retrieval theory and design based on a model of the user’s concept relations. In R. N. Oddy, S. E. Robertson, C. J. van Rijsbergen, e P. W. Williams (curatori), *Information Retrieval Research*, pagg. 77–93. Butterworths, London, England, 1981. ISBN: 0-408-10775-8.
- [KS90] J. Katzer e H. Snyder. Toward a more realistic assessment of information retrieval performance. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 80–85, 1990.
- [Lal96] M. Lalmas. *Theories of Information and Uncertainty for the Modelling of Information Retrieval: an Application to Situation Theory and Dempster-Shafer’s Theory of Evidence*. Tesi di PhD, University

- of Glasgow, 1996. Available as technical report TR-1996-25, Dept. of Computing Science, University of Glasgow.
- [Lan79] F. W. Lancaster. *Information Retrieval Systems: Characteristics, Testing and Evaluation*. John Wiley and Sons, New York, 2a edizione, 1979.
- [LB96] M. Lalmas e P. D. Bruza. The use of logic in information retrieval modelling. Tutorial notes of SIGIR'96, 1996.
- [Leb86] M. Lebowitz. An experiment in intelligent information systems — RESEARCHER. In R. Davies (curatore), *Intelligent information systems: Progress and prospects*, pagg. 127–149. Ellis Horwood, Chichester, 1986.
- [Lon80] G. O. Longo. *Teoria dell'Informazione*. Boringhieri, Torino, 1980.
- [Lon95] G. O. Longo. *Teoria dell'informazione*. Voce dell'Enciclopedia delle scienze sociali, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Roma, 1995.
- [Lot26] A. J. Lotka. The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Science*, 16(12):317–323, 1926.
- [LS68] M. E. Lesk e G. Salton. Relevance assessments and retrieval system evaluation. *Information Storage and Retrieval*, 4(3):343–359, 1968.
- [LvR92] M. Lalmas e C. J. van Rijsbergen. A logical model of information retrieval based on situation theory. In *BCS 14th Information Retrieval Colloquium, Lancaster*, pagg. 1–13, 1992.
- [LvR93] M. Lalmas e C. J. van Rijsbergen. Situation theory and Dempster-Shafer's theory of evidence for information retrieval. In *Proceedings of Workshop on Incompleteness and Uncertainty in Information Systems, Concordia University, Montreal*, pagg. 62–67, 1993.
- [LvR96] M. Lalmas e C. J. van Rijsbergen. Information calculus for information retrieval. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(5):385–398, 1996.
- [M⁺82] C. T. Meadow et al. A computer intermediary for interactive database searching. I: Design. *Journal of the American Society for Information Science*, 33:325–332, 1982.
- [Mac60] D. M. Mackay. What makes the question. *The Listener*, 63(5):789–790, 1960.
- [Mag95] M. Magennis. Expert rule-based query expansion. In *British Computer Society Information Retrieval Specialist Interest Group Colloquium, Crewe, England, aprile 1995*.

- [Mag97] M. Magennis. *Effective strategies for interactive query expansion*. Tesi di PhD, Department of Computing Science, University of Glasgow, 1997. In preparazione.
- [Mar77] M. E. Maron. On indexing, retrieval and the meaning of about. *Journal of the American Society for Information Science*, 28(1):38–43, 1977.
- [Mar92] G. Marchionini. Interfaces for end-users information seeking. *Journal of the American Society for Information Science*, 43(2):156–163, 1992.
- [MC81] C. T. Meadow e P. A. Cochrane. *Basics of Online Searching*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1981.
- [MC87] I. Monarch e J. Carbonell. CoalSort: A knowledge based interface. *IEEE Expert*, 2(1):39–53, 1987.
- [MCBC89] C. T. Meadow, B. A. Cerny, C. L. Borgman, e D. O. Case. Online access to knowledge: System design. *Journal of the American Society for Information Science*, 40(2):86–98, 1989.
- [Mea82] C. T. Meadow et al. A computer intermediary for interactive database searching. II: Evaluation. *Journal of the American Society for Information Science*, 33:357–364, 1982.
- [Mea85] C. T. Meadow. Relevance? *Journal of the American Society for Information Science*, 36:354–355, 1985. Letter to the editor.
- [Mea86] C. T. Meadow. Problems of information science research. *Canadian Journal of Information Science*, 11:18–23, 1986.
- [Mea88] C. T. Meadow. OAKDEC, a program for studying the effects on users of a procedural expert system for database searching. *Information Processing & Management*, 24(4):449–457, 1988.
- [Mec95] Mourad Mechkour. *EMIR2. Un Modèle étendu de représentation et de correspondance d'images pour la recherche d'informations. Application à un corpus d'images historiques*. Tesi di PhD, Université Joseph Fourier, 1995.
- [MI89] G. McAlpine e P. Ingwersen. Integrated retrieval in a knowledge worker support system. In *Proceedings of the 12th ACM SIGIR*, pagg. 48–57, 1989.
- [Miz94a] S. Mizzaro. La componente esperta del sistema FIRE. Technical Report R/5/137, CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) - Progetto finalizzato Sistemi Informatici e Calcolo Parallelo, Sottoprogetto 5: Sistemi evoluti per Basi di Dati, dicembre 1994. Disponibile anche come rapporto di ricerca del Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Udine, rapporto numero UDMI/1/95/RR.

- [Miz94b] S. Mizzaro. TOBI – An Ontological Based Interpreter for Temporal Presuppositions and Counterfactuals. In R. Trappl (curatore), *Cybernetics and Systems '94*, volume 2, pagg. 1879–1886, Singapore, 1994. World Scientific. Proceedings del “Twelfth European Meeting on Cybernetics and System Research”, organizzato dalla Austrian Society for Cybernetics Studies, tenutosi all’Università di Vienna, Austria, 5–8 aprile 1994.
- [Miz95a] S. Mizzaro. La conoscenza in intelligenza artificiale. In *Atti del Congresso Annuale AICA'95*, volume II, pagg. 1066–1073, 1995.
- [Miz95b] S. Mizzaro. Le differenti *relevance* in *information retrieval*: una classificazione. In *Atti del Congresso Annuale AICA'95*, volume I, pagg. 361–368, 1995.
- [Miz96a] S. Mizzaro. A cognitive analysis of information retrieval. In P. Ingwersen e N. O. Pors (curatori), *Information Science: Integration in Perspective — Proceedings of CoLIS2*, pagg. 233–250, Copenhagen, Danimarca, ottobre 1996. The Royal School of Librarianship. Lavoro premiato con il “CoLIS2 Young Scientist Award”.
- [Miz96b] S. Mizzaro. How many kinds of relevance in IR? In M. D. Dunlop (curatore), *Proceedings of the Second Mira Workshop*, Monselice, Italia, 14–15 novembre 1996. University of Glasgow Computing Science Research Report TR-1997-2, http://www.dcs.gla.ac.uk/mira/workshops/padua_procs/.
- [Miz96c] S. Mizzaro. How many relevances in IR? In *Proceedings of the Workshop 'Information Retrieval and Human Computer Interaction', GIST Technical Report GR96-2, Glasgow University*, pagg. 57–60, Glasgow, UK, 17 settembre 1996. The British Computer Society.
- [Miz96d] S. Mizzaro. On the foundations of information retrieval. In *Atti del Congresso Annuale AICA'96*, pagg. 363–386, Roma, 24–27 settembre 1996. Servizio Italiano Pubblicazioni Internazionali, S.r.l.
- [Miz96e] S. Mizzaro. Recursive models: A computational tool for the semantics of temporal presuppositions in natural language. In *Atti del quinto convegno dell’AI*IA, Workshop 'Elaborazione del Linguaggio Naturale'*, pagg. 43–46, Napoli, 26–28 settembre 1996.
- [Miz96f] S. Mizzaro. Relevance: the whole (hi)story. Technical Report UDMI/12/96/RR, Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Udine, 1996.
- [Miz96g] S. Mizzaro. Sviluppi futuri di FIRE. Technical Report UDMI/13/96/RR, Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Udine, 1996.

- [Miz97a] S. Mizzaro. How many relevances in information retrieval? Technical Report UDMI/02/97/RR, Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Udine, 1997. Sottoposto alla rivista “Interacting With Computers”.
- [Miz97b] S. Mizzaro. Relevance: The whole history. *Journal of the American Society for Information Science*, 48(4), 1997. In corso di stampa.
- [Miz97c] S. Mizzaro. Towards recursive models—A computational tool for the semantics of temporal presuppositions and counterfactuals in natural language. *Informatica - An International Journal of Computing and Informatics*, 1997. In corso di stampa.
- [MK60] M. E. Maron e J. L. Kuhns. On relevance, probabilistic indexing, and information retrieval. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 7(3):216–244, 1960.
- [MKB78] R. S. Marcus, P. Kugel, e A. R. Benenfeld. Catalog information and text as indicators of relevance. *Journal of the American Society for Information Science*, 29:15–30, 1978.
- [Moo50] C. S. Mooers. Coding, information retrieval, and the rapid selector. *American Documentation*, 1(4):225–229, 1950.
- [MP89] A. Mark Pejtersen. A library system for information retrieval based on a cognitive task analysis and supported by an icon-based interface. In *Proceedings of the 12th ACM SIGIR*, pagg. 40–47, New York, 1989. ACM.
- [MR81a] R. S. Marcus e J. F. Reintjes. A translating computer interface for end-user operation of heterogeneous retrieval systems. I. Design. *Journal of the American Society for Information Science*, 32(4):287–303, 1981.
- [MR81b] R. S. Marcus e J. F. Reintjes. A translating computer interface for end-user operation of heterogeneous retrieval systems. II. Evaluation. *Journal of the American Society for Information Science*, 32(4):304–317, 1981.
- [MSST93] C. Meghini, F. Sebastiani, U. Straccia, e C. Thanos. A model of information retrieval based on a terminological logic. In *ACM SIGIR, 16th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Pittsburgh, PA*, pagg. 298–307, 1993.
- [MT84] S. E. MacMullin e R. S. Taylor. Problem dimensions and information traits. *The Information Society*, 3(1):91–111, 1984.
- [MTDS85] B. P. McCune, R. M. Tong, J. S. Dean, e D. G. Shapiro. RUBRIC: A system for rule-based information retrieval. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 11(9):939–944, 1985.

- [MTN88] A. Morris, G. M. Tseng, e G. Newham. The selection of online databases and hosts — An expert approach. In *Proceedings of 12th International Online Conference*, pagg. 139–148, 1988.
- [MTW89] A. Morris, G. M. Tseng, e K. P. Walton. Moss: A prototype expert system for modifying online search strategies. In *Proceedings of 13th International Online Information Meeting*, pagg. 415–434, 1989.
- [MV92] H. R. Maturana e F. J. Varela. *The tree of knowledge*. Shambala, Boston and London, 1992. ISBN 0-87773-642-1.
- [NBL95] J. Y. Nie, M. Brisebois, e F. Lepage. Information retrieval as counterfactual. *The Computer Journal*, 38(8):643–657, 1995.
- [Neb90] B. Nebel. *Reasoning and Revision in Hybrid Representation Systems*, volume 422 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer-Verlag, Berlin, 1990.
- [Neg95] N. Negroponte. *Essere digitali*. Sperling & Kupfer, Milano, 1995.
- [Nie88] J. Y. Nie. An outline of a general model for information retrieval systems. In *ACM SIGIR, 11th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Grenoble, France*, pagg. 495–506, 1988.
- [Nie89] J. Y. Nie. An information retrieval model based on modal logic. *Information Processing & Management*, 25(5):477–491, 1989.
- [Nie92] J. Y. Nie. Towards a probabilistic modal logic for semantic-based information retrieval. In *ACM SIGIR, 15th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Copenhagen, Denmark*, pagg. 140–151, 1992.
- [Nil91] N. J. Nilsson. Logic and artificial intelligence. *Artificial Intelligence*, 47:31–56, 1991.
- [NL95] W. M. Newman e M. G. Lamming. *Interactive Systems Design*. Addison Wesley, Wokingham, 1995.
- [NPS88] M. S. Nilan, R. P. Peek, e H. W. Snyder. A methodology for tapping user evaluation behaviors: An exploration of users' strategy, source and information evaluating. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 152–159, 1988.
- [NW77] R. E. Nisbett e T. Wilson. Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84:231–259, 1977.
- [O'B90] A. O'Brien. Relevance as an aid to evaluation in OPACs. *Journal of Information Science*, 16:265–271, 1990.

- [O'C67] J. O'Connor. Relevance disagreements and unclear request forms. *American Documentation*, 18(3):165–177, 1967.
- [O'C68] J. O'Connor. Some questions concerning “information need”. *American Documentation*, 19(2):200–203, 1968.
- [O'C69] J. O'Connor. Some independent agreements and resolved disagreements about answer-providing documents. *American Documentation*, 20(4):311–319, 1969.
- [Odd77] R. N. Oddy. Information retrieval through man-machine dialogue. *Journal of Documentation*, 33(1):1–14, 1977.
- [Ott94] J. S. Ottaviani. The fractal nature of relevance: A hypothesis. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(4):263–272, 1994.
- [Pai68] W. J. Paisley. Information needs and uses. In *Annual Review of Information Science and Technology*, volume 3, pagg. 1–30. 1968.
- [Par92] T. K. Park. *The nature of relevance in information retrieval: An empirical study*. Tesi di PhD, School of Library and Information Science, Indiana University, Bloomington, IN, 1992.
- [Par93] T. K. Park. The nature of relevance in information retrieval: An empirical study. *Library Quarterly*, 63:318–351, 1993.
- [Par94] T. K. Park. Toward a theory of user-based relevance: A call for a new paradigm of inquiry. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):135–141, aprile 1994.
- [Pen92] R. Penrose. *La mente nuova dell'imperatore*. Rizzoli, Milano, 1992.
- [Per51] J. W. Perry. Superimposed punching of numerical codes on handsorted, punch cards. *American Documentation*, 2(4):205–212, 1951.
- [PJ90] L. M. Purgailis Parker e R. E. Johnson. Does order of presentation affect users' judgement of documents? *Journal of the American Society for Information Science*, 41(7):493–494, 1990.
- [Pla87] Platone. *Dialoghi filosofici di Platone—Dialogo tra Menone, Socrate, Anito, uno schiavo*. UTET, Torino, 1987.
- [Pol86] A. S. Pollitt. A rule-based system as an intermediary for searching cancer therapy literature on MEDLINE. In Roy Davis (curatore), *Intelligent Information Systems: Progress and Prospects*, pagg. 82–126. Ellis Horwood, Chichester, 1986.
- [Pol87] A. S. Pollitt. CANSEARCH: An expert system approach to document retrieval. *Information Processing & Management*, 23(2):119–138, 1987.

- [Pol88] A. S. Pollitt. MenUSE for medicine: End user browsing and searching of MEDLINE via the MeSH thesaurus. In *RIAO '88: User-oriented content based text and image handling*, pagg. 547–573, Cambridge, MA, 1988. MIT.
- [Por80] M. F. Porter. An algorithm for suffix stripping. *Program*, 14(3):130–137, 1980.
- [Pos93] N. Postman. *Technopoly*. Bollati Boringhieri, Torino, 1993.
- [Pri65] D. J. Price. Networks of scientific papers. *Science*, 149(3683):510–515, 1965.
- [Pri69] A. Pritchard. Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of the American Society for Information Science*, 27(5):292–306, 1969.
- [Pri93] I. Prigogine. *Le leggi del caos*. Fondazione Sigma-Tau, Lezioni italiane, Laterza, Roma-Bari (Italy), 1993.
- [Qiu90] Y. Qiu. ISIR: An integrated system for information retrieval. In *Proceedings of the 14th IR Colloquium*, pagg. 79–91, Lancaster, 1990. British Computer Society.
- [RB92] S. E. Robertson e M. M. Hancock Beaulieu. On the evaluation of ir systems. *Information Processing & Management*, 28(4):457–466, 1992.
- [Ree66] A. M. Rees. The relevance of relevance to the testing and evaluation of document retrieval systems. In *ASLIB Proceedings*, volume 18, pagg. 316–324, 1966.
- [Reg88] J. J. Regazzi. Performance measures for information retrieval systems—An experimental approach. *Journal of the American Society for Information Science*, 39(4):235–251, 1988.
- [Res61] A. Resnick. Relative effectiveness of document titles and abstracts for determining relevance of documents. *Science*, 134(3483):1004–1006, 1961.
- [Ric79] E. Rich. User modelling via stereotypes. *Cognitive Science*, 3:329–354, 1979.
- [Ric83] E. Rich. Users are individuals: Individualizing user models. *International Journal of Man-Machine Studies*, 18:199–214, 1983.
- [RK91] E. Rich e K. Knight. *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, New York, NY, 2a edizione, 1991.
- [Rob77] S. E. Robertson. The probabilistic character of relevance. *Information Processing & Management*, 13:247–251, 1977.

- [Roc94] P. Rocchi. *Cultura e tecnologia del software*. Franco Angeli, Milano, 1994.
- [Ror85] M. E. Rorvig. *An Experiment in Human Preferences for Information in a Simulated Information System*. Tesi di PhD, The University of California, School of Library and Information Studies, Berkeley, CA, 1985.
- [Ror87] M. E. Rorvig. The substitutibility of images for textual descriptions of archival materials. In K. D. Lehmann e H. Strohl-Goebel (curatori), *The Applications of Micro-Computers in Information, Documentation and Libraries*, pagg. 407–415. North-Holland, Amsterdam, The Netherlands, 1987.
- [Ror88] M. E. Rorvig. Psychometric measurement and information retrieval. In *Annual Review of Information Science and Technology*, volume 23, pagg. 157–189. 1988.
- [Ror90] M. E. Rorvig. The simple scalability of documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(8):590–598, 1990.
- [RRS61] G. J. Rath, A. Resnick, e T. R. Savage. Comparisons of four types of lexical indicators of content. *American Documentation*, 12(2):126–130, 1961.
- [RS63] A. M. Rees e T. Saracevic. Conceptual analysis of questions in information retrieval systems. In *Proceedings of the American Documentation Institute*, pagg. 175–177, Washington, DC, 1963. American Documentation Institute.
- [RS64] A. Resnick e T. R. Savage. The consistence of human judgments of relevance. *American Documentation*, 15(2):93–95, 1964.
- [RS66] A. M. Rees e T. Saracevic. The measurability of relevance. In *Proceedings of the American Documentation Institute*, pagg. 225–234, Washington, DC, 1966. American Documentation Institute.
- [RS67] A. M. Rees e D. G. Schulz. A field experimental approach to the study of relevance assessments in relation to document searching. 2 vols. NSF Contract No. C-423, Center for Documentation and Communication Research, School of Library Science, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, 1967.
- [Sal89] G. Salton. *Automatic Text Processing – The transformation, Analysis, and Retrieval of Information by Computer*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1989.
- [San90] B. Sandore. Online searching: What measures satisfaction? *Library and Information Science Research*, 12:33–54, 1990.

- [Sar69] T. Saracevic. Comparative effects of titles, abstracts and full texts on relevance judgements. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 293–299, Washington, DC, 1969.
- [Sar70a] T. Saracevic. The concept of “relevance” in information science: A historical review. In T. Saracevic (curatore), *Introduction to Information Science*, pagg. 111–151. R. R. Bowker, New York, 1970.
- [Sar70b] T. Saracevic. *On the Concept of Relevance in Information Science*. Tesi di PhD, Case western Reserve University, Cleaveland, Ohio, 1970.
- [Sar70c] T. Saracevic. Ten years of relevance experimentation: A summary and synthesis of conclusions. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 33–36, 1970.
- [Sar75] T. Saracevic. Relevance: A review of and a framework for the thinking on the notion in information science. *Journal of the American Society for Information Science*, 26(6):321–343, 1975.
- [Sar76] T. Saracevic. Relevance: A review of the literature and a framework for thinking on the notion in information science. *Advances in Librarianship*, 6:79–138, 1976.
- [Sar96] T. Saracevic. Relevance reconsidered '96. In P. Ingwersen e N. O. Pors (curatori), *Information Science: Integration in Perspective — Proceedings of CoLIS2*, pagg. 201–218, Copenhagen, Denmark, ottobre 1996. The Royal School of Librarianship.
- [SC84] P. J. Smith e M. H. Chignell. Development of an expert system to aid searchers of a chemical abstract. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 99–102, White Plains, NY, 1984. Knowledge Industry Publications, Inc.
- [Sch91a] L. Schamber. Users' criteria for evaluation in a multimedia environment. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 126–133, Washington, DC, 1991.
- [Sch91b] L. Schamber. *Users' criteria for evaluation in multimedia information seeking and use situation*. Unpublished PhD thesis, Syracuse University, Syracuse, NY, 1991.
- [Sch94] L. Schamber. Relevance and information behavior. In *Annual Review of Information Science and Technology*, volume 29, pagg. 3–48. 1994.
- [Seb94] F. Sebastiani. A probabilistic terminological logic for information retrieval. In *ACM SIGIR, 17th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Dublin, Ireland*, pagg. 122–130, 1994.

- [SEN90] L. Schamber, M. B. Eisenberg, e M. S. Nilan. A re-examination of relevance: Toward a dynamic, situational definition. *Information Processing & Management*, 26(6):755–776, 1990.
- [Sga96] A. Sgarro. Il vago e l'incerto nel ragionamento automatico. In corso di pubblicazione in "Cultura e scuola", 1996.
- [Sha48] C. E. Shannon. A mathematical theory of communication. *Bell System Tech. Journal*, (27):379–423, 623–656, 1948.
- [Sha76] G. Shafer. *A Mathematical Theory of Evidence*. Princeton University Press, 1976.
- [Sho85] P. Shoval. Principles, procedures and rules in an expert system for information retrieval. *Information Processing & Management*, 21(6):475–478, 1985.
- [SK67] D. L. Shirey e H. Kurfeerst. Relevance predictability. II Data reduction. In A. Kent et al. (curatori), *Electronic Handling of Information: Testing and Evaluation*, pagg. 187–198. Thompson Book Co., Washington, DC, 1967.
- [SK88a] T. Saracevic e P. Kantor. A study of information seeking and retrieving. II. Users, questions, and effectiveness. *Journal of the American Society for Information Science*, 39(3):177–196, 1988.
- [SK88b] T. Saracevic e P. Kantor. A study of information seeking and retrieving. III. Searchers, searches, and overlap. *Journal of the American Society for Information Science*, 39(3):197–216, 1988.
- [SKCT88] T. Saracevic, P. Kantor, A. Chamis, e D. Trivison. A study of information seeking and retrieving. I. Background and methodology. *Journal of the American Society for Information Science*, 39(3):161–176, 1988.
- [Smi94] S. Smithson. Information retrieval evaluation in practice: A case study approach. *Information Processing & Management*, 30:205–221, 1994.
- [Soe94] D. Soergel. Indexing and retrieval performance: The logical evidence. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(8):589–599, 1994.
- [Sow84] C. E. Sowa. *Conceptual Structures*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1984.
- [Sow91] J. F. Sowa (curatore). *Principles of semantic networks*, San Mateo, CA, 1991. Morgan Kaufmann.

- [SPea88] G. Schmeltz Pedersen et al. Knowledge-based user-friendly system for the utilization of information bases. Technical Report 182/1988, 12-01, DDC, Copenhagen, 1988.
- [SSG89] P. J. Smith, S. J. Shute, e D. Galdes. In search of knowledge-based search tactics. In *Proceedings of the 12th ACM SIGIR*, pagg. 3–10, Cambridge, MA, 1989.
- [SSS⁺89] P. J. Smith, S. J. Shute, J. S. Stevens, D. Galdes, e M. H. Chignell. Knowledge-based search tactics for an intelligent intermediary system. *ACM Transactions on Information Systems*, 7(3):246–270, 1989.
- [Su91] L. T. Su. *An Investigation to Find Appropriate Measures for Evaluating Interactive Information Retrieval*. Tesi di PhD, Rutgers, the State University of New Jersey, New Brunswick, NJ, 1991.
- [Su92] L. T. Su. Evaluation measures for interactive information retrieval. *Information Processing & Management*, 28(4):503–516, 1992.
- [Su94] L. T. Su. The relevance of recall and precision in user evaluation. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):207–217, 1994.
- [Sut94] S. A. Sutton. The role of attorney mental models of law in case relevance determinations: An exploratory analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(3):186–200, 1994.
- [SVS90] A. F. Smeaton, A. Voutilainen, e P. Sheridan. The application of morpho-syntactic language processing to effective text retrieval. In *Esprit '90 Conference*, pagg. 619–635, Dordrecht, 1990.
- [SW49] C. E. Shannon e W. Weaver. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 1949.
- [SW86] D. Sperber e D. Wilson. *Relevance: Communication and Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 2a edizione, 1986.
- [Swa77] D. R. Swanson. Information retrieval as a trial-and-error process. *Library Quarterly*, 47(2):128–148, 1977.
- [Swa86] D. R. Swanson. Subjective versus objective relevance in bibliographic retrieval systems. *Library Quarterly*, 56:389–398, 1986.
- [Swa88] D. R. Swanson. Historical note: Information retrieval and the future of an illusion. *Journal of the American Society for Information Science*, 39(2):92–98, 1988.
- [TA88] A. M. Tiarniyu e I. Y. Ajiferuke. A total relevance and document interaction effects model for the evaluation of information retrieval processes. *Information Processing & Management*, 24(4):391–404, 1988.

- [TAAC87] R. M. Tong, L. A. Appelbaum, V. N. Askman, e J. F. Cunningham. Conceptual information retrieval using RUBRIC. In *Proceedings of the 10th ACM SIGIR*, pagg. 247–253, 1987.
- [Tau55] M. Taube. Storage and retrieval of information by means of the association of ideas. *American Documentation*, 6(1):1–17, 1955.
- [Tau65] M. Taube. A note on the pseudo-mathematics of relevance. *American Documentation*, 16(2):69–72, 1965.
- [Tay68] R. S. Taylor. Question-negotiation and information seeking in libraries. *College and Research Libraries*, 29:178–194, 1968.
- [Tay86] R. S. Taylor. *Value-added processes in information systems*. Ablex Publishing, Norwood, NJ, 1986.
- [TC89] R. H. Thompson e W. B. Croft. Supporting for browsing in an intelligent text retrieval system. *International Journal of Man-Machine Studies*, 30:639–668, 1989.
- [TCA77] J. A. Tessier, W. W. Crouch, e P. Atherton. New measures of user satisfaction with computer-based literature searches. *Special Libraries*, 68(11):383–389, 1977.
- [Tes81] J. A. Tessier. *Toward the understanding of user satisfaction: A multivariate study of user evaluations of computer-based literature searches in medical libraries*. Unpublished PhD thesis, Syracuse University, Syracuse, NY, 1981.
- [Tho73] C. W. N. Thompson. The functions of abstracts in the initial screening of technical documents by users. *Journal of the American Society for Information Science*, 24:270–276, 1973.
- [Tho93] N. P. Thomas. Information seeking and the nature of relevance: Ph.D student orientation as an exercise in information retrieval. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 126–130, Columbus, OH, 1993.
- [Tol82] D. E. Toliver. OL'SAM: An intelligent front-end for bibliographic information retrieval. *Information Technology and Libraries*, pagg. 317–326, dicembre 1982.
- [TS92] J. Tague-Sutcliffe. The pragmatics of information retrieval experimentation, revisited. *Information Processing & Management*, 28(4):467–490, 1992.
- [TSP90] T. C. Tan, P. Smith, e M. Pegman. RADA: Research and development advisor — An intelligent document retrieval system. In *Prospects for Intelligent Retrieval Informatics 10*, pagg. 331–342, Cambridge, 1990. ASLIB.

- [Tur36] A. E. Turing. On computable numbers with an application to the entscheidungsproblem. In *Proceedings of the London Mathematical Society*, volume 42, pagg. 230–265, 1936.
- [Urq59] D. J. Urquhart. Use of scientific periodicals. In *Proceedings of the International Conference on Scientific Information*, volume 1, pagg. 277–290, Washington, DC, 1959. National Academy of Sciences.
- [vB68] L. von Bertalanffy. *General System Theory*. Brazziler, New York, 1968.
- [VB87] A. Vickery e H. Brooks. PLEXUS: The expert system for referral. *Information Processing & Management*, 23(2):99–117, 1987.
- [VBR87] A. Vickery, H. Brooks, e B. Robinson. A reference and referral system using expert system techniques. *Journal of Documentation*, 43(1):1–23, 1987.
- [Vic59a] B. C. Vickery. The structure of information retrieval systems. In *Proceedings of the International Conference on Scientific Information*, volume 2, pagg. 1275–1290, Washington, DC, 1959. National Academy of Sciences.
- [Vic59b] B. C. Vickery. Subject analysis for information retrieval. In *Proceedings of the International Conference on Scientific Information*, volume 2, pagg. 855–865, Washington, DC, 1959. National Academy of Sciences.
- [Vic88] A. Vickery. The experience of building expert search systems. In *Online Information 88: 12th International Online Information Meeting*, volume I, pagg. 301–313, Oxford and New Jersey, 1988. Learned Information.
- [vR79] C. J. van Rijsbergen. *Information Retrieval*. Butterworths, London, 2a edizione, 1979.
- [vR86a] C. J. van Rijsbergen. A new theoretical framework for information retrieval. In *ACM SIGIR, International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Pisa, Italy*, pag. 200, 1986.
- [vR86b] C. J. van Rijsbergen. A non-classical logic for information retrieval. *The Computer Journal*, 29:481–485, 1986.
- [vR89] C. J. van Rijsbergen. Towards an information logic. In *ACM SIGIR, 12th International Conference on Research and Development in Information Retrieval, Cambridge, MA*, pagg. 77–86, 1989.
- [vRL96] C. J. van Rijsbergen e M. Lalmas. Information calculus for information retrieval. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(5):385–398, 1996.

- [Wan94] P. Wang. *A Cognitive Model of Document Selection of Real Users of Information Retrieval Systems*. Tesi di PhD, University of Maryland, College of Library and Information Science, College Park, MD, 1994. Available from: University Microfilms, Ann Arbor, MI. Order Number: AAI9514595.
- [Wat78] D. A. Waterman. Exemplary programming in RITA. In D. A. Waterman e F. Hayes-Roth (curatori), *Pattern-directed inference systems*, pagg. 261–279. Academic Press, New York, 1978.
- [WG82] P. W. Williams e G. Goldsmith. A completely automatic information retrieval system for the unskilled user. In *Proceedings of the Second National Online Information Meeting*, pagg. 263–272, Oxford, 1982. Learned Information.
- [Wie48] N. Wiener. *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Hermann, The Technology Press, Wiley, Paris, Cambridge, New York, 1948.
- [Wil68] P. Wilson. Relevance. In *Two Kinds of Power*, pagg. 45–54. University of California Press, Berkeley, 1968.
- [Wil73] P. Wilson. Situational relevance. *Information Storage and Retrieval*, 9(8):457–471, 1973.
- [Wil78] P. Wilson. Some fundamental concepts of information retrieval. *Drexel Library Quarterly*, 14:10–24, 1978.
- [Wil85] P. W. Williams. How do we help the user? In *Proceedings of the Sixth National Online Information Meeting*, pagg. 397–407, Medford, NJ, 1985. Learned Information.
- [Wil93] P. Wilson. Communication efficiency in research and development. *Journal of the American Society for Information Science*, 44(7):376–382, 1993.
- [WK67] R. L. Weis e R. V. Katter. Multidimensional scaling of documents and surrogates. Technical Memorandum SP-2713, Systems Development Corporation, Santa Monica, CA, 1967. 29 p.
- [WP80] M. E. Williams e S. E. Preece. Elements of a distributed transparent information retrieval system. In *Proceedings of the American Society for Information Science*, pagg. 401–402, White Plains, NY, 1980. Knowledge Industry Publications, Inc.
- [WS87] C. R. Watters e M. A. Shepherd. A logic basis for information retrieval. *Information Processing & Management*, 23(5):433–445, 1987.

-
- [YITM89] C. Yasunobu, R. Itsuki, I. Tsuki, e F. Mori. Document retrieval expert system shell with worksheet based knowledge acquisition facility. In *Computer Software and Applications Conference. Proceedings of the 13th International Conference*, pagg. 278–285. IEEE Computer Society Press, 1989.
- [Yli89] A. B. Ylinen. Single search language. *Information World Review*, 43:14, 1989.
- [Zip49] G. Zipf. *Human Behavior and the Principle of Least Effort*. Addison-Wesley, Cambridge, 1949.