ESERCIZI DI BASI DI DATI
Algebra Relazionale
(draft)

prof. Angelo Montanari
Michela Zamparini
Alberto Guglielmetti

12 marzo 2001

1 Algebra relazionale

Esercizio 1.1 Sia dato il seguente schema relazionale che descrive il calendario di una manifestazione sportiva a squadre nazionali:

PALAZZETTO(<u>Nome</u>, Città, Capienza)

INCONTRO(<u>NomePalazzetto, Data, Ora</u>, Squadra1, Squadra2)

NAZIONALE(<u>Nazione</u>, Continente, Livello).

Esprimere in algebra relazionale le seguenti interrogazioni (senza usare l'operatore di divisione e usando le funzioni aggregate solo se necessario):

(a) determinare i nomi dei palazzetti in cui non gioca nessuna nazionale asiatica;

(b) determinare la capienza complessiva dei palazzetti in cui si giocano partite di nazionali africane (ai fini della valutazione della capienza complessiva, si sommino le capienze associate a ciascuna gara, anche se più gare si svolgono nello stesso palazzetto);

(c) individuare la città (le città, se più d'una soddisfa le condizioni dell'interrogazione) in cui si trova il palazzetto in cui la squadra olandese gioca il maggior numero di partite;

(d) determinare le squadre che incontrano solo squadre dello stesso livello;

(e) determinare le squadre che giocano esattamente negli stessi palazzetti.

Soluzione. Si osservi preliminarmente che la scelta dell'attributo **Nome** quale chiave della relazione PALAZZETTO presuppone l'assunzione che non vi possano essere palazzetti con lo stesso nome in città diverse. In caso contrario, la chiave avrebbe dovuto essere la coppia di attributi **Nome** e **città**.

(a)

$ASIA \leftarrow \pi_{Nazione}(\sigma_{Continente=`Asia'}(Nazionale))$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{NomePalazzetto}(INCONTRO \bowtie_{Squadra1=Nazione \vee Squadra2=Nazione} ASIA)$

$R \leftarrow \pi_{NomePalazzetto}(INCONTRO) - NO\_GOOD$

Se assumiamo che vi possano essere palazzetti in cui non gioca alcuna squadra, la seguente soluzione è più generale:

$R \leftarrow \pi_{Nome}(PALAZZETTO) - NO\_GOOD$

(b)

$AFRICA \leftarrow \pi_{Nazione}(\sigma_{Continente=`Africa'}(NAZIONALE))$

$$INCONTRI\_AFRICA \leftarrow \pi_{NomePalazzetto,Data,Ora}(INCONTRO \bowtie_{Squadra1=Nazione \vee Squadra2=Nazione} AFRICA)$$

$$INCONTRI\_CAPIENZA \leftarrow \pi_{NomePalazzetto,Data,Ora,Capienza}(INCONTRI\_AFRICA \bowtie_{NomePalazzetto=Nome} \pi_{Nome,Capienza}(PALAZZETTO))$$

Con riferimento alla proiezione $\pi_{Nome,Capienza}(PALAZZETTO)$, si osservi che la proiezione su Nome è necessaria per l'esecuzione della successiva operazione di join, mentre quella su Capienza è necessaria per poter restituire il risultato voluto.

$R \leftarrow \mathcal{F}_{SUM(Capienza)} INCONTRI\_CAPIENZA$

(c)

$$I\_OL \leftarrow \pi_{NomePalazzetto,Data,Ora}(\sigma_{Squadra1='Olanda'}(INCONTRO)) \bigcup \pi_{NomePalazzetto,Data,Ora}(\sigma_{Squadra2='Olanda'}(INCONTRO))$$

o, in alternativa,

$I\_OL \leftarrow \pi_{NomePalazzetto,Data,Ora}(\sigma_{Squadra1='Olanda' \vee Squadra2='Olanda'}(INCONTRO))$

$NUM\_INCONTRI(P,N) \leftarrow_{NomePalazzetto} \mathcal{F}_{COUNT(Data,Ora)} I\_OL$

Al posto di $COUNT(Data,Ora)$ si può porre $COUNT(*)$.

$NUM\_INCONTRI1(P1,N1) \leftarrow NUM\_INCONTRI(P,N)$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_P(NUM\_INCONTRI \bowtie_{N<N1} NUM\_INCONTRI1)$

$GOOD \leftarrow \pi_P(NUM\_INCONTRI) - NO\_GOOD$

$R \leftarrow \pi_{Città}(GOOD \bowtie_{P=Nome} PALAZZETTO)$

(d)

$R1(S1,S2,L1) \leftarrow \pi_{Squadra1,Squadra2,Livello}(INCONTRO \bowtie_{Squadra1=Nazione} NAZIONALE)$

$R2(S1,S2,L1,L2) \leftarrow \pi_{S1,S2,L1,Livello}(R1 \bowtie_{S2=Nazione} NAZIONALE)$

$NO\_GOOD1 \leftarrow \pi_{S1}(\sigma_{L1 \neq L2}(R2))$

$NO\_GOOD2 \leftarrow \pi_{S2}(\sigma_{L1 \neq L2}(R2))$

$NO\_GOOD \leftarrow NO\_GOOD1 \cup NO\_GOOD2$

$R \leftarrow \pi_{Nazione}(NAZIONALE) - NO\_GOOD$

(e)

$SQ\_PAL1 \leftarrow \pi_{NomePalazzetto,Squadra1}(INCONTRO)$

$SQ\_PAL2 \leftarrow \pi_{NomePalazzetto,Squadra2}(INCONTRO)$

$SQ\_PAL \leftarrow SQ\_PAL1 \cup SQ\_PAL2$

$TUTTE\_SQ1(S1) \leftarrow \pi_{Nazione}(NAZIONALE)$

$TUTTE\_SQ2(S2) \leftarrow \pi_{Nazione}(NAZIONALE)$

$TUTTE\_COPPIE\_SQ(s1,s2) \leftarrow TUTTE\_SQ1 \bowtie_{S1<S2} TUTTE\_SQ2$

$TUTTE\_SQ\_PAL \leftarrow \pi_{Nome}(PALAZZETTO) \times TUTTE\_SQ1$

$NO\_SQ\_PAL \leftarrow TUTTE\_SQ\_PAL - SQ\_PAL$

$$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Squadra1,S1}(SQ\_PAL \bowtie_{NomePalazzetto=Nome \wedge Squadra1<S1} NO\_SQ\_PAL \bigcup NO\_SQ\_PAL \bowtie_{Nome=NomePalazzetto \wedge S1<Squadra1} SQ\_PAL)$$

$R \leftarrow TUTTE\_COPPIE\_SQ - NO\_GOOD$

$\square$

Esercizio 1.2 Sia dato il seguente schema relazionale:

MOTO(<u>Targa</u>, Cilindrata, Marca, Nazione, Tasse)

PROPRIETARIO(<u>Nome, Targa</u>).

Esprimere in algebra relazionale le seguenti interrogazioni (senza usare l'operatore di divisione e usando le funzioni aggregate solo se necessario):

(a) determinare le persone che possiedono solo moto della stessa marca;

(b) determinare i nomi delle persone che possiedono solo moto giapponesi di almeno due marche diverse;

(c) determinare le tasse che ogni proprietario deve pagare per le moto possedute (si assuma che una persona possa possedere più moto, ma che ogni moto sia posseduta da una sola persona);

(d) individuare la nazione (le nazioni, se più d'una soddisfa le condizioni dell'interrogazione) in cui è prodotto il maggior numero di moto fra quelle registrate nella base di dati (si assuma che l'attributo *Nazione* di *MOTO* designi la Nazione che produce la moto);

(e) determinare le persone che possiedono solo moto della cilindrata minima (fra le cilindrate presenti nella base di dati).

Soluzione.

(a)

$MOTO\_PROP1 \leftarrow \pi_{Nome,Marca}(MOTO * PROPRIETARIO)$

$MOTO\_PROP2(Nome1, Marca1) \leftarrow MOTO\_PROP1$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Nome}(MOTO\_PROP1 \bowtie_{Nome=Nome1 \wedge Marca \neq Marca1} MOTO\_PROP2)$

$R \leftarrow \pi_{Nome}(PROPRIETARIO) - NO\_GOOD$

(b)

$NO\_CANDIDATI \leftarrow \pi_{Nome}(\sigma_{Nazione \neq \text{'Giappone'}}(MOTO * PROPRIETARIO))$

$CANDIDATI1 \leftarrow \pi_{Nome}(PROPRIETARIO) - NO\_CANDIDATI$

$CANDIDATI2 \leftarrow \pi_{Nome}(MOTO\_PROP1 \bowtie_{Nome=Nome1 \wedge Marca \neq Marca1} MOTO\_PROP2)$

$R \leftarrow CANDIDATI1 \cap CANDIDATI2$

Le relazioni $MOTO\_PROP1$ e $MOTO\_PROP2$ sono quelle del punto (a).

(c)

$R \leftarrow_{Nome} \mathcal{F}_{SUM(Tasse)}(PROPRIETARIO * MOTO)$

(d)

$MOTONAZ1(N1, M1) \leftarrow_{Nazione} \mathcal{F}_{COUNT(Targa)} MOTO$

$MOTONAZ2(N2, M2) \leftarrow MOTONAZ1$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{N1}(MOTONAZ1 \bowtie_{M1<M2} MOTONAZ2)$

$R \leftarrow \pi_{Nazione}(MOTO) - NO\_GOOD$

(e)

$R1(N1, C1) \leftarrow \pi_{Nome,Cilindrata}(PROPRIETARIO * MOTO)$

$R2(N2, C2) \leftarrow R1$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{N1}(R1 \bowtie_{C1>C2} R2)$

$R \leftarrow \pi_{Nome}(PROPRIETARIO) - NO\_GOOD$

□

Esercizio 1.3 Sia dato il seguente schema relazionale:

FREQUENTA(Bambino, Gelateria)

OFFRE(Gelateria, Gusto, Quantità)

PIACE_A(Bambino, Gusto).

Si assuma che l'attributo *Quantità* di *OFFRE* indichi la quantità media di un certo gusto venduta giornalmente dalla *Gelateria*.

Determinare le possibili chiavi delle relazioni date ed esprimere in algebra relazionale le seguenti interrogazioni (senza usare l'operatore di divisione e usando le funzioni aggregate solo se necessario):

(a) determinare le gelaterie che offrono almeno un gusto originale (un gusto si dice originale se è fornito da una sola gelateria);

(b) determinare le gelaterie che offrono solo gusti originali;

(c) determinare la quantità media di ogni gusto venduta dalle gelaterie, escludendo le gelaterie che non offrono il gusto;

(d) determinare la quantità massima di ogni gusto venduta da una gelateria, limitatamente ai gusti non originali;

(e) determinare le gelaterie che offrono solo gusti che piacciono a tutti i bambini che le frequentano.

Soluzione. Le chiavi delle relazioni sono le seguenti:

- **Bambino** e **Gelateria** per FREQUENTA;
- **Gelateria** e **Gusto** per OFFRE;
- **Bambino** e **Gusto** per PIACE_A.

(a) Gusti offerti dalle gelaterie:

$R1 \leftarrow \pi_{Gelateria,Gusto}(OFFRE)$

$R2(Gelateria1, Gusto1) \leftarrow R1$

$NON\_ORIGINALE \leftarrow \pi_{Gelateria,Gusto}(R1 \bowtie_{Gelateria \neq Gelateria1 \wedge Gusto=Gusto1} R2)$

$R \leftarrow \pi_{Gelateria}(R1 - NON\_ORIGINALE)$

Soluzione alternativa:

$R1 \leftarrow \pi_{Gelateria,Gusto}(OFFRE)$

$R2(Gelateria1, Gusto1) \leftarrow R1$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Gusto}(R1 \bowtie_{Gelateria \neq Gelateria1 \wedge Gusto=Gusto1} R2)$

$GUSTI\_ORIGINALI \leftarrow \pi_{Gusto}(OFFRE) - NO\_GOOD$

$R \leftarrow \pi_{Gelateria}(R1 * GUSTI\_ORIGINALI)$

(b)

$R \leftarrow \pi_{Gelateria}(OFFRE) - \pi_{Gelateria}(NON\_ORIGINALE)$

La relazione $NON\_ORIGINALE$ è stata definita al punto (a).

(c)

$R \leftarrow_{Gusto} \mathcal{F}_{AVERAGE(Quantità)}(OFFRE)$

(d)

$RES \leftarrow OFFRE * NO\_GOOD$

RES rappresenta la restrizione ai gusti non originali; NO_GOOD è stata definita nella soluzione alternativa del punto (a).

$GU\_QUA \leftarrow \pi_{Gusto,Quantità}(RES)$

$GU\_QUA1(Gusto1, Quantità1) \leftarrow GU\_QUA$
$NO\_GU\_QUA \leftarrow \pi_{Gusto,Quantità}(GU\_QUA \bowtie_{Gusto=Gusto1 \wedge Quantità<Quantità1} GU\_QUA1)$
$R \leftarrow GU\_QUA - NO\_GU\_QUA$

(e)
$BIMBI \leftarrow \pi_{Bambino}(FREQUENTA)$
$GUSTI \leftarrow \pi_{Gusto}(OFFRE)$
$BIMBI\_GUSTI \leftarrow BIMBI \times GUSTI$
$NON\_PIACE\_A \leftarrow BIMBI\_GUSTI - PIACE\_A$
Si assume la completezza di $PIACE\_A$.
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Gelateria}(FREQUENTA * OFFRE * NON\_PIACE\_A)$
$R \leftarrow \pi_{Gelateria}(OFFRE) - NO\_GOOD$

□

Esercizio 1.4 Sia dato il seguente schema relazionale:

FORNITORE(<u>S#</u>, FNome, Status, Città)

COMPONENTE(<u>C#</u>, CNome, Colore, Peso, Città)

PROGETTO(<u>P#</u>, PNome, Città)

FORNISCE(<u>S#, C#, P#</u>, Quantità).

Definiamo *originale* un prodotto fornito da un solo fornitore.
Esprimere in algebra relazionale le seguenti interrogazioni, senza usare l'operatore di divisione e ricorrendo alle funzioni aggregate solo se necessario:

(a) determinare i nomi dei fornitori che non forniscono alcun componente originale;

(b) determinare i nomi dei fornitori che forniscono solo componenti originali;

(c) determinare i nomi dei fornitori che forniscono al più un componente non originale;

(d) determinare le coppie di nomi di fornitori tali che l'intersezione dei componenti da loro forniti sia vuota;

(e) determinare le città in cui risiedono almeno due fornitori con status maggiore o uguale a 100, escludendo le città cui non è associato alcun progetto.

(f) determinare i nomi dei fornitori che forniscono almeno un componente originale;

(g) per ogni città, si determinino il massimo e il minimo dei pesi dei componenti ad esse associati;

(h) si determinino le città cui sono associati due o più componenti, ma non più di un progetto;

(i) si determinino i componenti (uno o più) di peso massimo e quelli (uno o più) di peso minimo;

(l) si determini lo status dei fornitori che riforniscono tutti i progetti cui viene fornito (da loro o da altri) almeno un componente di colore giallo.

Soluzione.

(a)
$FORN \leftarrow \pi_{S\#,C\#}(FORNISCE)$
$FORN1(S1\#, C1\#) \leftarrow FORN$
$FORN\_COMP\_NON\_OR \leftarrow \pi_{S\#,C\#}(FORN \bowtie_{S\# \neq S1\# \wedge C\#=C1\#} FORN1)$
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{S\#}(FORN - FORN\_COMP\_NON\_OR)$

Togliendo da $FORN$ le tuple di $FORN\_COMP\_NON\_OR$ otteniamo tutte e sole le eventuali coppie *(Fornitore, Componente originale)* che identificano i fornitori NO_GOOD.

$R \leftarrow \pi_{FNome}(FORNITORE * (\pi_{S\#}(FORN) - NO\_GOOD))$

La relazione $\pi_{S\#}(FORN) - NO\_GOOD$ restituisce i fornitori che non forniscono alcun componente originale, cioè quelli che forniscono solo componenti non originali.

(b)

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{S\#}(FORN \bowtie_{S\# \neq S1\# \wedge C\# = C1\#} FORN1)$

NO_GOOD restituisce tutti i fornitori di almeno un componente non originale, le relazioni sono quelle del punto (a).

$R \leftarrow \pi_{FNome}(FORNITORE * (\pi_{S\#}(FORN) - NO\_GOOD))$

In questo caso, invece, $\pi_{S\#}(FORN) - NO\_GOOD$ restituisce i fornitori che non forniscono alcun componente non originale, cioè quelli che forniscono solo componenti originali.

(c)

$FORN\_PROD \leftarrow \pi_{S\#,C\#}(FORN \bowtie_{S\# \neq S1\# \wedge C\# = C1\#} FORN1)$

$FORN\_PROD1(S1\#, C1\#) \leftarrow FORN\_PROD$

Le relazioni sono quelle del punto (a).

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{S\#}(FORN\_PROD \bowtie_{S\# = S1\# \wedge C\# \neq C1\#} FORN\_PROD1)$

$R1 \leftarrow \pi_{S\#}(FORNITORE) - NO\_GOOD$

$R \leftarrow \pi_{FNome}(R1 * FORNITORE)$

(d)

$FORN \leftarrow \pi_{S\#}(FORNITORE)$

$FORN1(S1\#) \leftarrow FORN$

$UNIVERSO \leftarrow FORN \times FORN1$

$F \leftarrow \pi_{S\#,C\#}(FORNISCE)$

$F1(S1\#, C1\#) \leftarrow F$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{S\#,S1\#}(F \bowtie_{S\# \neq S1\# \wedge C\# = C1\#} F1)$

$R \leftarrow UNIVERSO - NO\_GOOD$

In realtà la relazione R restituisce le *coppie di codici*, per ottenere i nomi dei fornitori sono necessarie due operazioni di *equi-join* con $FORNITORE$ ed una proiezione per eliminare gli attributi non richiesti.

(e)

$S100 \leftarrow \pi_{S\#,Città}(\sigma_{Status \geq 100}(FORNITORE))$

$S100\_1(S1\#, Città1) \leftarrow S100$

$2\_O\_PI\grave{U} \leftarrow \pi_{Città}(S100 \bowtie_{S\# \neq S1\# \wedge Città = Città1} S100\_1)$

$R \leftarrow \pi_{città}(PROGETTO * 2\_O\_PI\grave{U})$

(f)

$FORNISCE1(S1\#, C1\#) \leftarrow \pi_{S\#,C\#}(FORNISCE)$

$FORNISCE2(S2\#, C2\#) \leftarrow (FORNISCE1)$

$NON\_ORIG \leftarrow \pi_{C1\#}(FORNISCE1 \bowtie_{S1\# \neq S2\# \wedge C1\# = 2\#} FORNISCE2)$

$ORIG \leftarrow \pi_{C\#}(COMPONENTE) - NON\_ORIG$

Al posto di $\pi_{C\#}(COMPONENTE)$ si può scrivere $\pi_{C\#}(FORNISCE)$ se si assume che non ci siano componenti non forniti da alcun fornitore.

$R \leftarrow \pi_{FNome}(FORNITORE * \pi_{S\#}(FORNISCE * ORIG))$

(g)

$CP1(C1, P1) \leftarrow \pi_{Città,Peso}(COMPONENTE)$
$CP2(C2, P2) \leftarrow CP1$
$NO\_GOOD\_MAX \leftarrow \pi_{C1,P1}(CP1 \bowtie_{C1=C2 \wedge P1<P2} CP2)$
$CP\_MAX(C, PMAX) \leftarrow CP1 - NO\_GOOD\_MAX$
$NO\_GOOD\_MIN \leftarrow \pi_{C1,P1}(CP1 \bowtie_{C1=C2 \wedge P1>P2} CP2)$
$CP\_MIN(C, PMIN) \leftarrow CP1 - NO\_GOOD\_MIN$
$R(C, PMAX, PMIN) \leftarrow CP\_MAX * CP\_MIN$

(h)

$CO\_CI1(CO1, CI1) \leftarrow \pi_{C\#,Città}(COMPONENTE)$
$CO\_CI2(CO2, CI2) \leftarrow CO\_CI1$
$2COMP(CI) \leftarrow \pi_{CI1}(CO\_CI1 \bowtie_{CI1=CI2 \wedge CO1 \neq CO2} CO\_CI2)$
$PC1(P1, C1) \leftarrow \pi_{P\#,Città}(PROGETTO)$
$PC2(C2, P2) \leftarrow PC1$
$NO\_GOOD(CI1) \leftarrow \pi_{C1}(PC1 \bowtie_{C1=C2 \wedge P1 \neq P2} PC2)$
$R \leftarrow 2COMP - NO\_GOOD$

(i)

$CO\_PE1(C1, P1) \leftarrow \pi_{C\#,Peso}(COMPONENTE)$
$CO\_PE2(C2, P2) \leftarrow CO\_PE1$
$NO\_GOOD\_MAX \leftarrow \pi C1, P1(CO\_PE1 \bowtie_{P1<P2} CO\_PE2)$
$CP\_MAX \leftarrow CO\_PE1 - NO\_GOOD\_MAX$
$NO\_GOOD\_MIN \leftarrow \pi C1, P1(CO\_PE1 \bowtie_{P1>P2} CO\_PE2)$
$CP\_MIN \leftarrow CO\_PE1 - NO\_GOOD\_MIN$
$R \leftarrow CP\_MAX \cup CP\_MIN$

(l)

$PRO\_GIA \leftarrow \pi_{P\#}(FORNISCE * (\sigma_{Colore='giallo'}(COMPONENTE))$
$UNIVERSO \leftarrow \pi_{S\#,P\#}(FORNISCE)$
$COPPIE \leftarrow \pi_{S\#}(FORNISCE) \times PRO\_GIA$
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{S\#}(COPPIE - UNIVERSO)$
$GOOD \leftarrow (\pi_{S\#}(FORNISCE) - NO\_GOOD)$
$R \leftarrow \pi_{S\#,Status}(GOOD * FORNITORE)$

□

Esercizio 1.5 Sia dato il seguente schema relazionale:

LIBRO(<u>ISBN</u>, Autore, Titolo)

IN_VENDITA(<u>Libreria, ISBN</u>)

FREQUENTA(<u>Lettore, Libreria</u>)

È_INTERESSATO_A(<u>Lettore, ISBN</u>).

Formulare opportune interrogazioni in algebra relazionale che permettano di determinare (senza usare l'operatore di divisione e usando solo se necessario le funzioni aggregate):

(a) i lettori interessati a tutti i libri di Hrabal;

(b) le coppie di lettori tali che esista almeno un libro che interessi ad entrambi;

(c) le coppie di lettori che frequentano (esattamente) le stesse librerie;

(d) i lettori che frequentano almeno una libreria in cui non è in vendita alcun libro cui sono interessati;

(e) i lettori che frequentano solo librerie in cui è in vendita almeno un libro cui sono interessati;

(f) gli autori che hanno scritto il maggior numero di libri (si assuma che non vi siano autori omonimi);

(g) i libri in vendita in tutte le librerie;

(h) i titoli dei libri che interessano ad almeno un lettore, ma non a più di due;

(i) i lettori che frequentano solo librerie in cui non è in vendita alcun libro cui sono interessati;

(l) le librerie frequentate solo da lettori interessati ad almeno uno dei libri in vendita.

Soluzione.

(a)

$HRABAL \leftarrow \pi_{ISBN}(\sigma_{Autore='Hrabal'}(LIBRO))$

$COPPIE \leftarrow \pi_{Lettore}(\grave{E}\_INTERESSATO\_A) \times HRABAL$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Lettore}(COPPIE - \grave{E}\_INTERESSATO\_A)$

$R \leftarrow \pi_{Lettore}(\grave{E}\_INTERESSATO\_A) - NO\_GOOD$

(b)

$\grave{E}\_INTERESSATO\_A1(Lettore1, ISBN1) \leftarrow \grave{E}\_INTERESSATO\_A$

$$R \leftarrow \pi_{Lettore,Lettore1}(\grave{E}\_INTERESSATO\_A \bowtie_{Lettore<Lettore1 \wedge ISBN=ISBN1} \grave{E}\_INTERESSATO\_A1)$$

(c)

$LIBRERIE \leftarrow \pi_{Libreria}(FREQUENTA)$

$LETTORI \leftarrow \pi_{Lettore}(FREQUENTA)$

$LETTORI1(Lettore1) \leftarrow LETTORI$

$LET\_LIB \leftarrow LETTORI \times LIBRERIE$

$NON\_FREQ(Lettore1, Libreria1) \leftarrow LET\_LIB - FREQUENTA$

$$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Lettore,Lettore1}(FREQUENTA \bowtie_{Libreria=Libreria1} NON\_FREQ \cup NON\_FREQ \bowtie_{Libreria1=Libreria} FREQUENTA)$$

$UNIVERSO \leftarrow LETTORI \bowtie_{Lettore \neq Lettore1} LETTORI1$

$R \leftarrow \sigma_{Lettore<Lettore1}(UNIVERSO - NO\_GOOD)$

(d)

$FREQ\_VEND \leftarrow FREQUENTA * IN\_VENDITA$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Lettore,Libreria}(grave E\_INTERESSATO\_A * FREQ\_VEND)$

La coppia $(x, y) \in NO\_GOOD$ se e solo se in y è in vendita almeno un libro a cui x è interessato.

$R \leftarrow \pi_{Lettore}(FREQUENTA - NO\_GOOD)$

(e)

$R' \leftarrow \pi_{Lettore}(FREQUENTA) - R$

Dove R è la soluzione del punto precedente.

(f)
$LIB\_AUT(Autore, N) \leftarrow_{Autore} \mathcal{F}_{COUNT(ISBN)}(LIBRO)$
$LIB\_AUT1(A1, N1) \leftarrow LIB\_AUT$
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Autore}(LIB\_AUT \bowtie_{N<N1} LIB\_AUT1)$
$R \leftarrow \pi_{Autore}(LIB\_AUT) - NO\_GOOD$

(g)
$LIBO \leftarrow \pi_{ISBN}(LIBRO)$
$LIBA \leftarrow \pi_{Libreria}(IN\_VENDITA)$
$UNIVERSO \leftarrow LIBA \times LIBO$
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{ISBN}(UNIVERSO - IN\_VENDITA)$
$R \leftarrow LIBO - NO\_GOOD$
Quseta domanda è stata risolta senza usare l'operatore di divisione.

(h)
$R1(L1, I1) \leftarrow \grave{E}\_INTERESSATO\_A$
$R2(L2, I2) \leftarrow \grave{E}\_INTERESSATO\_A$
$R3(L3, I3) \leftarrow \grave{E}\_INTERESSATO\_A$
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{I1}((R1 \bowtie_{L1 \neq L2 \wedge I1=I2} R2) \bowtie_{L1 \neq L3 \wedge L2 \neq L3 \wedge I1=I3} R3)$
$R \leftarrow \pi_{Titolo}((\pi_{I1}(R1) - NO\_GOOD) \bowtie_{I1=ISBN} LIBRO)$

(i)
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Lettori}(IN\_VENDITA * \grave{E}\_INTERESSATO\_A * FREQUENTA)$
$R \leftarrow \pi_{Lettori}(\grave{E}\_INTERESSATO\_A) - NO\_GOOD$

(l)
$INTERESSA\_LIBRO \leftarrow \pi_{Lettore,Libreria}(\grave{E}\_INTERESSATO\_A * IN\_VENDITA)$
$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Libreria}(FREQUENTA - INTERESSA\_LIBRO)$
$R \leftarrow \pi_{Libreria}(IN\_VENDITA) - NO\_GOOD$

□

Esercizio 1.6 Sia dato il seguente schema relazionale:

COMPONENTI(Parte#, Componente#)

PRODUTTORI(Parte#, Produttore#).

La relazione *COMPONENTI* descrive le *Componenti* di ogni *Parte*. Ogni *Componente* di una data *Parte* può essere, a sua volta, scomposta in più *Componenti*. Assumiamo che la relazione $COMPONENTI$ non sia transitiva, ossia che da "y parte di x" e "z parte di y" non segua "z parte di x". La relazione $PRODUTTORI$ indica i *Produttori* delle varie *Parti*.

Definire preliminarmente le chiavi delle relazioni date. Successivamente, formulare opportune interrogazioni in algebra relazionale che permettano di determinare (senza usare l'operatore di divisione e usando solo se necessario le funzioni aggregate):

(a) tutte le parti prodotte dal produttore Liberi, le quali contengano come parte componente la parte $X20$;

(b) tutte le parti componenti delle parti prodotte dal produttore Liberi o dal produttore Allineati;

(c) i produttori che producono tutte le parti componenti della parte $X20$, ma non producono alcuna parte componente della parte $X10$;

(d) i produttori che non producono alcun componente della parte $X20$, ma che producono almeno una componente di almeno una delle componenti della parte $X20$;

(e) le coppie (x, y) di produttori tali che esiste almeno una parte prodotta da x, ma non da y, e viceversa.

Soluzione. Le chiavi delle relazioni sono costituite dalla coppia di attributi delle relazioni stesse.

(a)

$R \leftarrow \pi_{Parte\#}(\sigma_{Componente\#='X20'}(COMPONENTI) * \sigma_{Produttore\#='Liberi'}(PRODUTTORI))$

(b)

$R1 \leftarrow \pi_{Parte\#}(\sigma_{Produttore\#='Liberi'}(PRODUTTORI) \cup \sigma_{Produttore\#='Liberi'}(PRODUTTORI))$

$R \leftarrow \pi_{Componente\#}(COMPONENTI * R1)$

(c)

$COMPS \leftarrow \pi_{Componente\#}(\sigma_{Parte\#='X20'}(COMPONENTI))$

$PRODS \leftarrow \pi_{Produttore\#}(PRODUTTORI)$

$COPPIE \leftarrow COMPS \times PRODS$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Produttore\#}(COPPIE - PRODUTTORI)$

$R1 \leftarrow PRODS - NO\_GOOD$

$R \leftarrow R1 - \pi_{Produttore\#}(PRODUTTORI \bowtie_{Parte\#=Componente\#} \sigma_{Parte\#='X10'}(COMPONENTI))$

(d)

$$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Produttore\#}(PRODUTTORI \bowtie_{Parte\#=Componente\#} \sigma_{Parte\#='X20'}(COMPONENTI))$$

$R1 \leftarrow \pi_{Produttore\#}(PRODUTTORI) - NO\_GOOD$

$COMP1(P1\#, C1\#) \leftarrow COMPONENTI$

$COMP2(Parte\#, Componente\#) \leftarrow COMPONENTI \bowtie_{Componente\#=P1\#} COMP1$

$R2 \leftarrow \pi_{Produttore\#}(PRODUTTORI \bowtie_{Parte\#=Componente\#} \sigma_{Parte\#='X20'}(COMP2))$

$R \leftarrow R1 \cap R2$

Soluzione alternativa:

$COMPX20(Parte\#) \leftarrow \pi_{Componente\#}(\sigma_{Parte\#='X20'}(COMPONENTI))$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Produttore\#}(COMPX20 * PRODUTTORI)$

$R1 \leftarrow \pi_{Produttore\#}(PRODUTTORI) - NO\_GOOD$

$COMPCOMPX20(Parte\#) \leftarrow \pi_{Componente\#}(COMPX20 * COMPONENTI)$

$R2 \leftarrow \pi_{Produttore\#}(COMPCOMPX20 * PRODUTTORI)$

$R \leftarrow R1 * R2$

(e)

$PARTI \leftarrow \pi_{Parte\#}(COMPONENTI) \cup \pi_{Componente\#}(COMPONENTI)$

In questo modo si prendono *tutte* le parti, anche quelle per cui non c'è un produttore nella base di dati. Ai fini dell'esercizio era comunque sufficiente:

$PARTI \leftarrow \pi_{Parte\#}(PRODUTTORI)$

$PROD \leftarrow \pi_{Produttore\#}(PRODUTTORI)$

$PA\_PRO \leftarrow PARTI \times PROD$

$NON\_PROD(PA1\#, PR1\#) \leftarrow PA\_PRO - PRODUTTORI$

$R1 \leftarrow \pi_{Produttore\#, Pr1\#}(PRODUTTORI \bowtie_{Produttore\# \neq Pr1\# \wedge Parte\#=Pa1\#} NON\_PROD)$

$R2 \leftarrow \pi_{Pr1\#, Produttore\#}(NON\_PROD \bowtie_{Pr1\# \neq Produttore\# \wedge Pa1\#=Parte\#} PRODUTTORI)$

$R3 \leftarrow R1 \cap R2$

$R \leftarrow \sigma_{Produttore\# < Pr1\#}(R3)$

□

Esercizio 1.7 Sia dato il seguente schema relazionale:

ABITA(Pnome, Città, Via)

LAVORA(Pnome, Anome, Stipendio)

HA_SEDE_IN(Anome, Città)

DIPENDE_DA(Pnome, Snome),

dove P sta per persona, A per azienda e S per supervisore. Si assuma che un'azienda possa avere più sedi.

Definire preliminarmente le chiavi delle relazioni date. Successivamente, formulare opportune interrogazioni in algebra relazionale che permettano di determinare (senza usare l'operatore di divisione e usando solo se necessario le funzioni aggregate):

(a) il nome di tutte le persone che non abitano nella città in cui ha una sede l'azienda per cui lavorano;

(b) il nome di tutte le persone che non lavorano per un'azienda che ha una sede a Udine o a Venezia;

(c) per ogni azienda che non ha una sede a Venezia o a Udine, il nome di tutti i supervisori;

(d) il nome di tutte le aziende che hanno una sede in tutte le città in cui ha una sede l'azienda TFR;

(e) il nome di tutti i supervisori che ricevono uno stipendio superiore a quello di tutte le persone che dipendono da loro.

Soluzione. Le chiavi delle relazioni sono le seguenti:

- **Pnome** per ABITA, escludendo casi di omonimia;
- **Pnome** per LAVORA, poiché ogni persona può lavorare solo per un'azienda e non ci sono omonimie;
- **Anome** e **Città** per HA_SEDE_IN, perché un'azienda può avere più sedi;
- **Pnome** per DIPENDE_DA, perché ogni lavoratore può avere solo un supervisore.

(a)

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Pnome}(ABITA * LAVORA * HA\_SEDE\_IN)$

$R \leftarrow \pi_{Pnome}(ABITA) - NO\_GOOD$

(b)

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Pnome}(LAVORA * \sigma_{Città='Udine' \vee Città='Venezia'}(HA\_SEDE\_IN))$

$R \leftarrow \pi_{Pnome}(LAVORA) - NO\_GOOD$

(c)

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Anome}(\sigma_{Città='Udine' \vee Città='Venezia'}(HA\_SEDE\_IN))$

$GOOD \leftarrow \pi_{Anome}(HA\_SEDE\_IN) - NO\_GOOD$

$CANDIDATI(Snome, Anome) \leftarrow \pi_{Pnome,Anome}(LAVORA * GOOD)$

$R \leftarrow \pi_{Snome,Anome}(DIPENDE\_DA * CANDIDATI)$

(d)

$SEDI\_TFR \leftarrow \pi_{Città}(\sigma_{Anome='TFR'}(HA\_SEDE\_IN))$

Se si potesse utilizzare l'operatore di divisione, sarebbe sufficiente eseguire:

$R \leftarrow HA\_SEDE\_IN \div SEDI\_TFR$

L'operazione di divisione $\div$ va invece implementata nel seguente modo:

$R1 \leftarrow \pi_{Anome}(HA\_SEDE\_IN) \times SEDI\_TFR$

$R2 \leftarrow \pi_{Anome}(R1 - HA\_SEDE\_IN)$

$R \leftarrow \pi_{Anome}(HA\_SEDE\_IN) - R2$

(e)

$LAVORA1(Snome, Anome1, Stip1) \leftarrow LAVORA$

$DIP(Pnome, Snome, PStip) \leftarrow \pi_{Pnome,Snome,Stipendio}(DIPENDE\_DA * LAVORA)$

$SUP(Pnome1, Snome1, SStip) \leftarrow \pi_{Pnome,Snome,Stipendio}(DIPENDE\_DA * LAVORA1)$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Snome1}(DIP \bowtie_{Pnome=Pnome1 \wedge Snome=Snome1 \wedge PStip \geq SStip} SUP)$

$R \leftarrow \pi_{Snome}(DIPENDE\_DA) - NO\_GOOD$

Una soluzione alternativa è la seguente:

$LAVORA2(Snome, Anome, Stip2) \leftarrow LAVORA$

$NO\_GOOD \leftarrow \pi_{Snome}(\sigma_{Stipendio \geq Stip2}((DIPENDE\_DA * LAVORA) * LAVORA2))$

$R \leftarrow \pi_{Snome}(DIPENDE\_DA) - NO\_GOOD$

Il riferimento esplicito all'azienda può essere evitato poiché abbiamo assunto che ogni persona possa lavorare per una sola azienda.

□