



Tecniche per la Comunicazione Multimediale

Dott. C. Micheloni

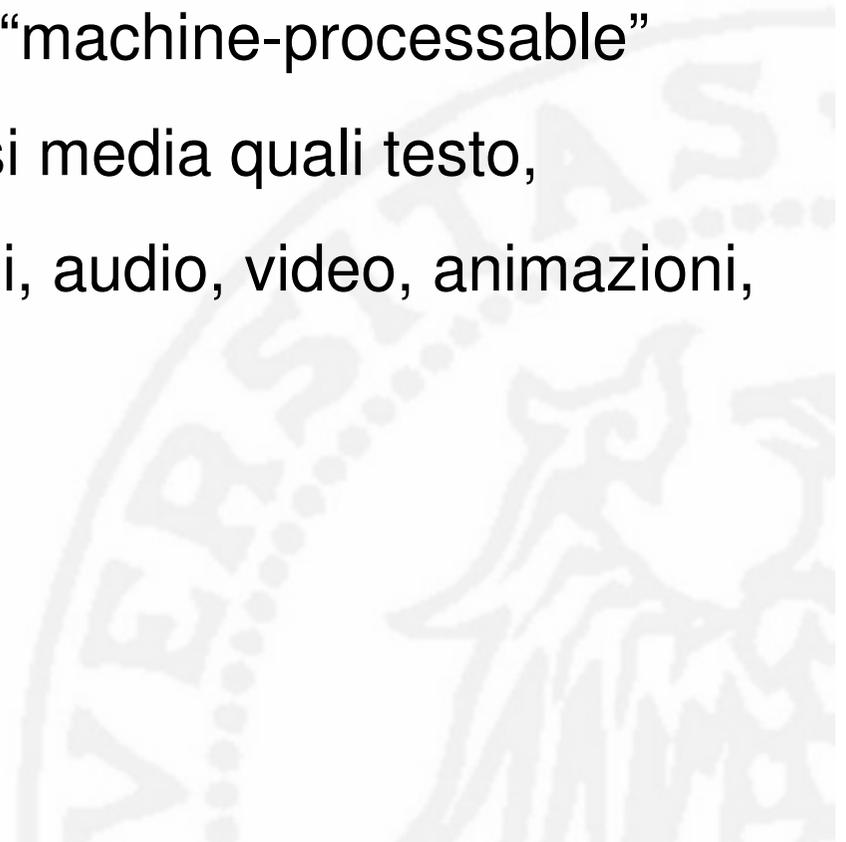
Dipartimento di Matematica ed Informatica

Universita' degli Studi di Udine



Comunicazione Multimediale

La comunicazione multimediale è associabile alla rappresentazione, memorizzazione, recupero e diffusione di informazioni “machine-processable” espresse mediante diversi media quali testo, immagini, grafica, dialoghi, audio, video, animazioni, scritte e file di dati.

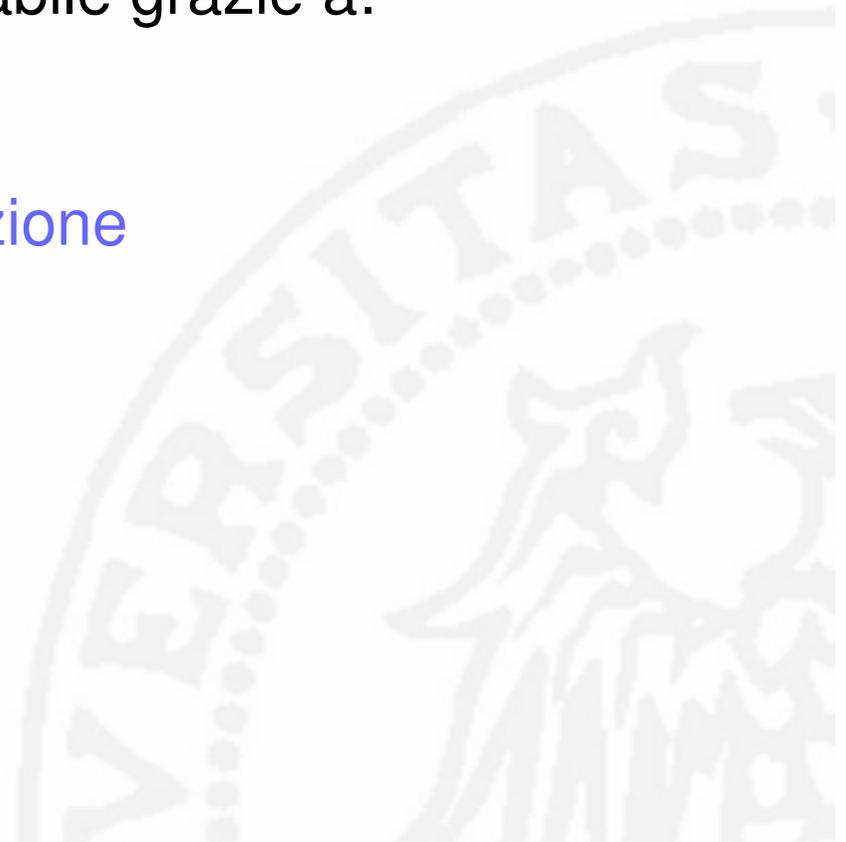




Comunicazione Multimediale (2)

La disponibilità di servizi di comunicazione multimediale sta diventando sempre più tecnicamente ed economicamente attuabile grazie a:

- dispositivi di memorizzazione
- unità di elaborazione
- Reti ad alta velocità





Comunicazione Multimediale (3)

La multimedialità soddisfa al meglio le complesse modalità di percepire e comunicare nonché di agire della persona umana.

Infatti, non fornisce solo la capacità di comunicazione e di condivisione delle informazioni tra le persone senza riguardo del luogo e del momento, ma fornisce anche un facile e veloce accesso a banche d'informazione largamente distribuite e a centri di trattamento della stessa.

Comunicazione Multimediale (4)



Audio
(telefonia, radio, ecc..)

**Multimedia
Communication**



Dati
Testo
Immagini
(ftp, http, fax, ecc..)



Interattività



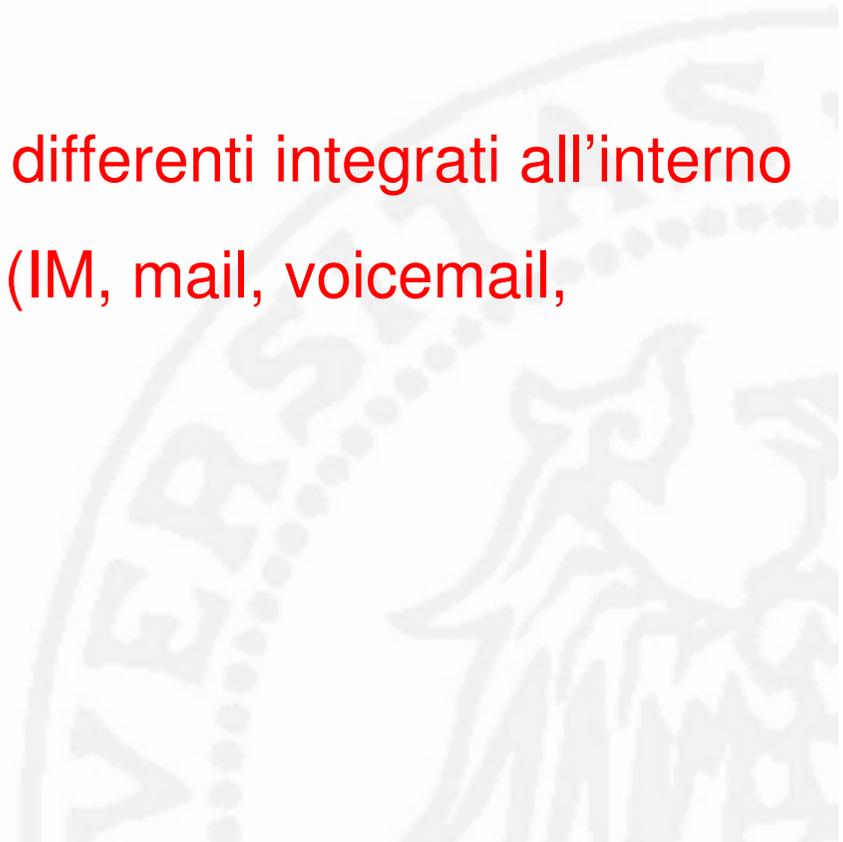
Video
(videotelefono, TV)



Multimedia Vs. Multiplemedia

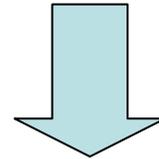
E' importante distinguere tra materiale multimediale da quello che comunemente viene spesso indicato come contenuti mediali multipli (multiplemedia)

Multiplemedia: contenuti differenti integrati all'interno di una stessa locazione (IM, mail, voicemail, videomail, ecc...)

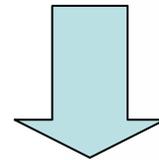


Multimedialità

Multimediale



Uso contemporaneo ed interattivo di testo, immagini, video e audio



Un oggetto è considerato multimediale se comprende almeno due diverse informazioni



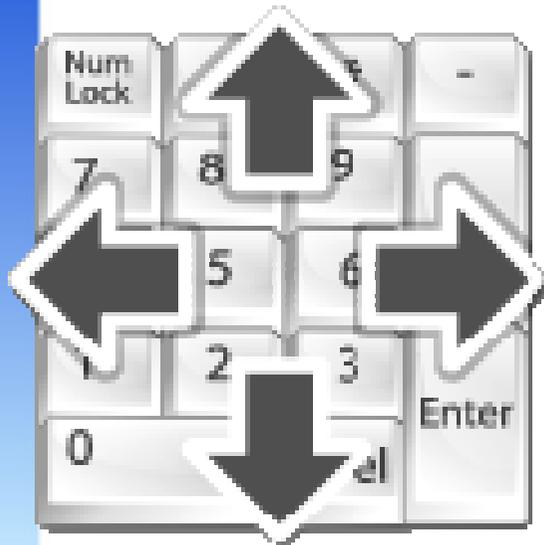


Categorizzazione Multimediale

Lineare: il contenuto multimediale progredisce senza alcun tipo di intervento o controllo da parte del fruitore (Cinema)



Non Lineare: i contenuti non lineari offrono interattività per controllare il progredire della fruizione (Video giochi o video tutorial)





Caratteristiche



Le presentazioni multimediali possono essere viste di persona sul set, proiettate trasmesse o fruite localmente.



Giochi Multimediali possono essere eseguiti di persona in arene, online con più utenti o in locale



La Comunicazione Multimediale

Si ha una comunicazione multimediale quando i contenuti multimediali vengono condivisi o distribuiti attraverso la rete.

Qualsiasi comunicazione che necessita d'essere trasportata è vincolata alle limitazioni del mezzo di trasporto

Si crea un legame diretto tra informazione multimediale e mezzo di trasporto per poter definire i termini della comunicazione



QoS

Nelle applicazioni multimediali di rete, diverse entità tipicamente cooperano per fornire una garanzia che all'utente vengano presentati dati in tempo reale.

In generale questi requisiti vengono spesso indicati con il termine Quality of Service (QoS)

QoS: è definito come l'insieme di parametri che definiscono le proprietà degli stream multimediali.



Livelli di QoS

Si distinguono quattro livelli di QoS:

- Utente – requisiti di percezione
- Applicazione – requisiti applicazione (qualità, temporizzazioni)
- Sistema – requisiti dei servizi di comunicazione
 - Quantitativi: bps, processing time
 - Qualitativi: multicast, interstream sync, error recovery, ecc...
- Rete – requisiti di rete (carico, prestazioni)



Un Modello per la Comunicazione Multimediale

E' un modello strutturato su cinque livelli:

1. Suddivisione di informazioni complesse in tipi distinti di informazioni per consentire una più facile comunicazione, salvataggio ed elaborazione.
2. Standardizzazione dei servizi relativamente ai tipi di informazione – livelli qualità per ogni tipo.



Un Modello per la Comunicazione Multimediale (2)

3. Creazione di piattaforme su due livelli:
 1. Servizio di rete – maschera agli sviluppatori le caratteristiche dei metodi di trasporto e della topologia della rete
 2. Comunicazione – fornisce supporto in base alle strutture dell'informazione e sullo scambio delle stesse
4. Definizione applicazioni generiche per un utilizzo in diversi contesti e modi
5. Specifica delle applicazioni : mediante uso dei livelli inferiori

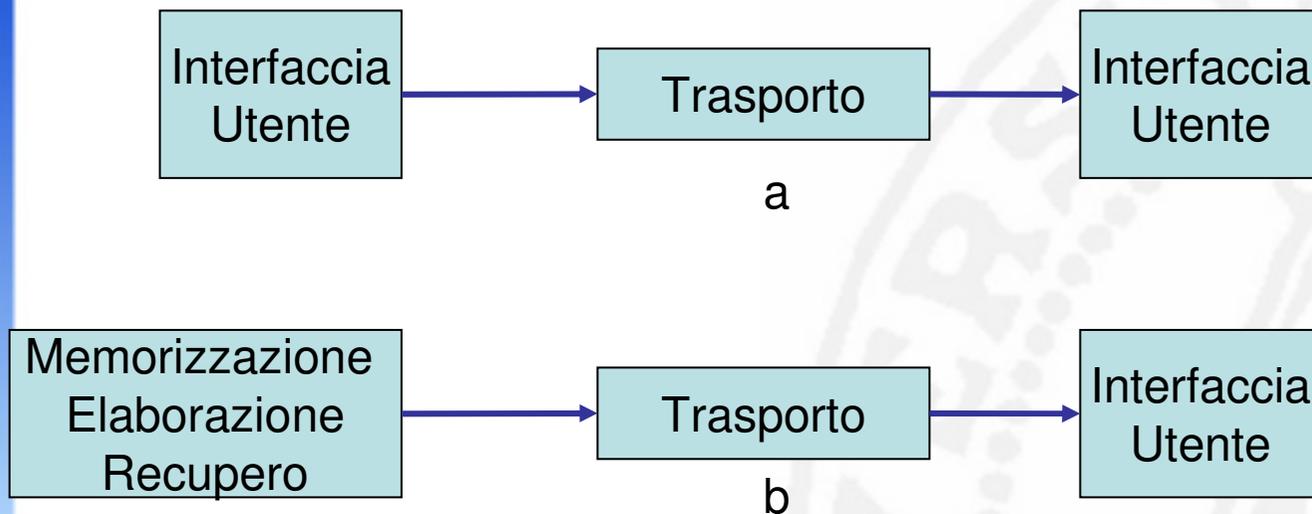


Elementi di un Sistema Multimediale

I sistemi multimediali generalmente presentano due modalità:

a) Comunicazione persona-persona

b) Comunicazione macchina-persona





Sistemi Multimediali

Sorgente/Producer

Acquisizione
Sincronizzazione
Compressione
Streaming



Canale Trasmissivo

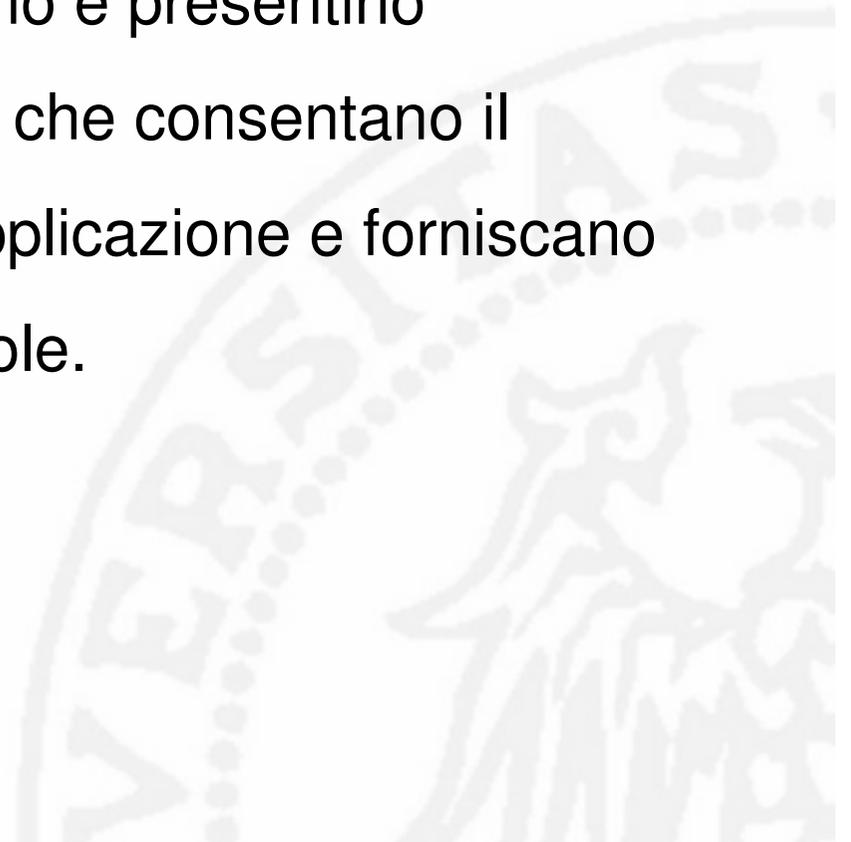
Tipo
Banda
Ritardi

Destinatario/Consumer

Ricezione
Separazione Streams
Decompressione
Esecuzione (Render)

Requisiti Utente

Gli utenti necessitano di sistemi di comunicazione multimediale che preparino e presentino informazioni di interesse, che consentano il controllo dinamico dell'applicazione e forniscano una interfaccia confortevole.

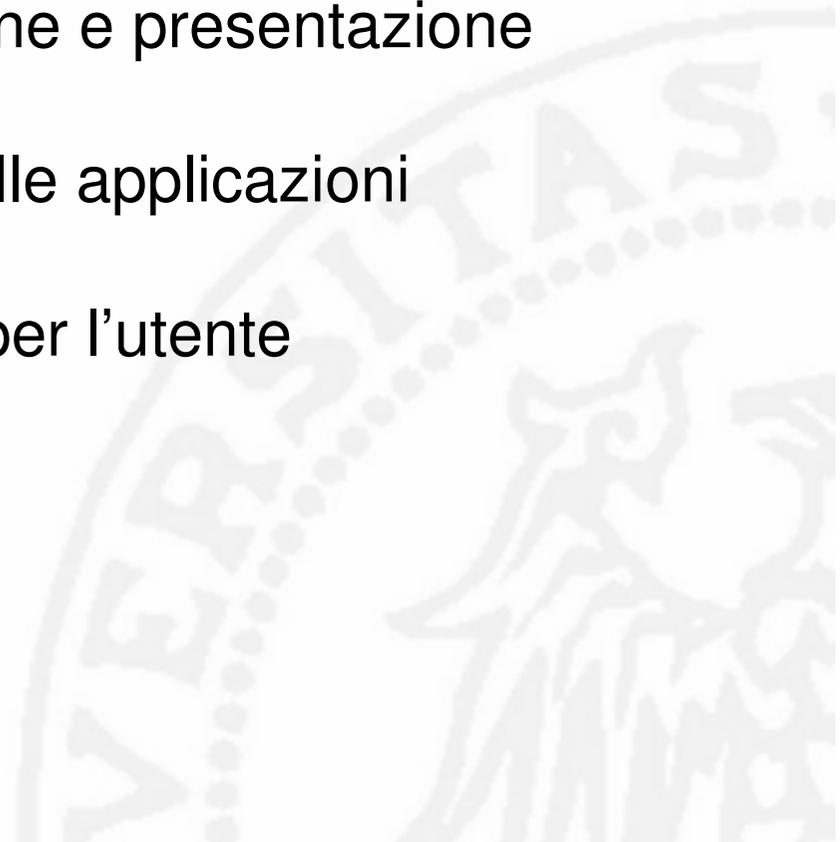




Requisiti Utente (2)

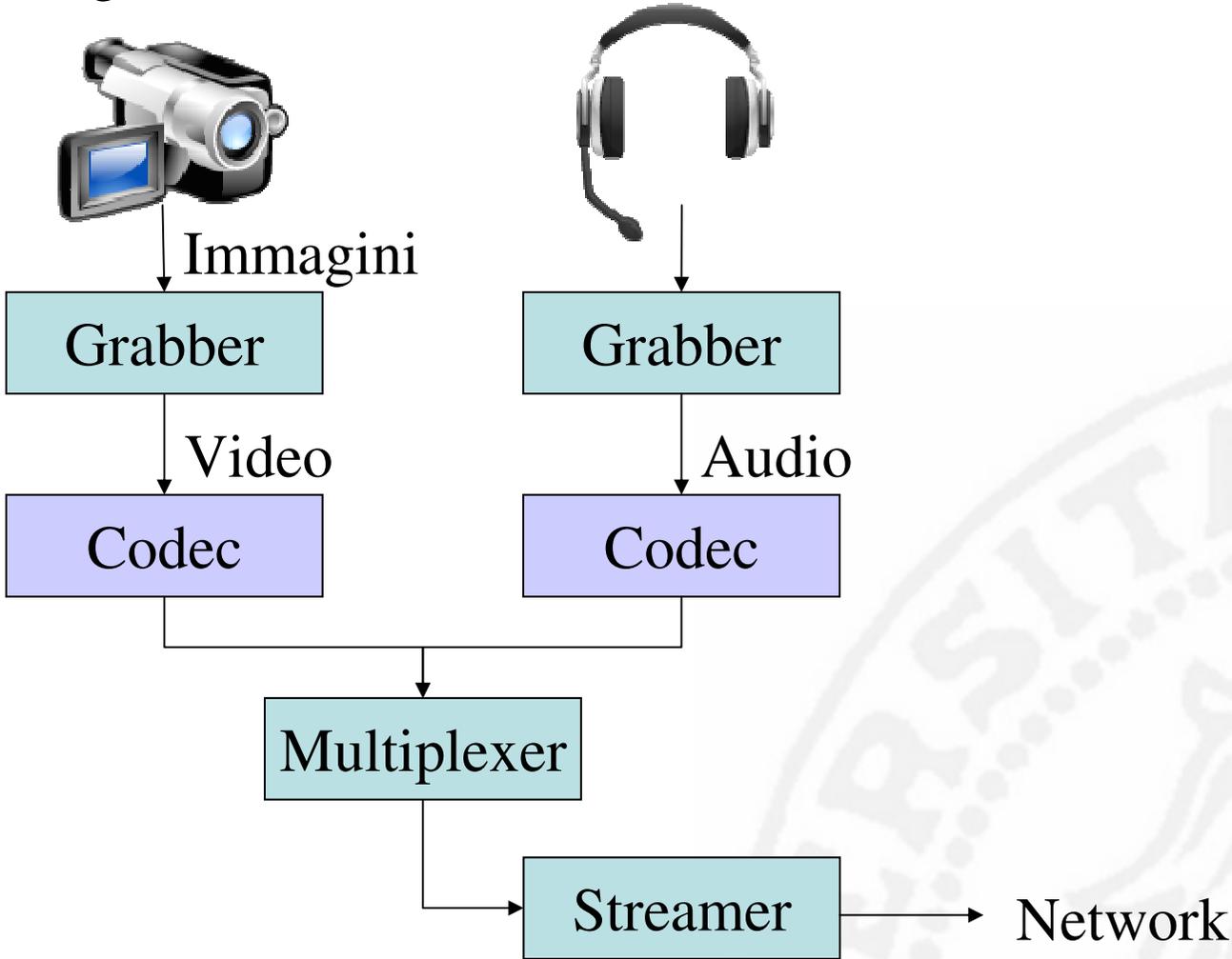
Dal punto di vista dell'utente i requisiti più importanti sono

1. Velocità di preparazione e presentazione
2. Controllo dinamico delle applicazioni
3. Supporto intelligente per l'utente
4. Standardizzazione



Streaming Audio-Video

Sorgente

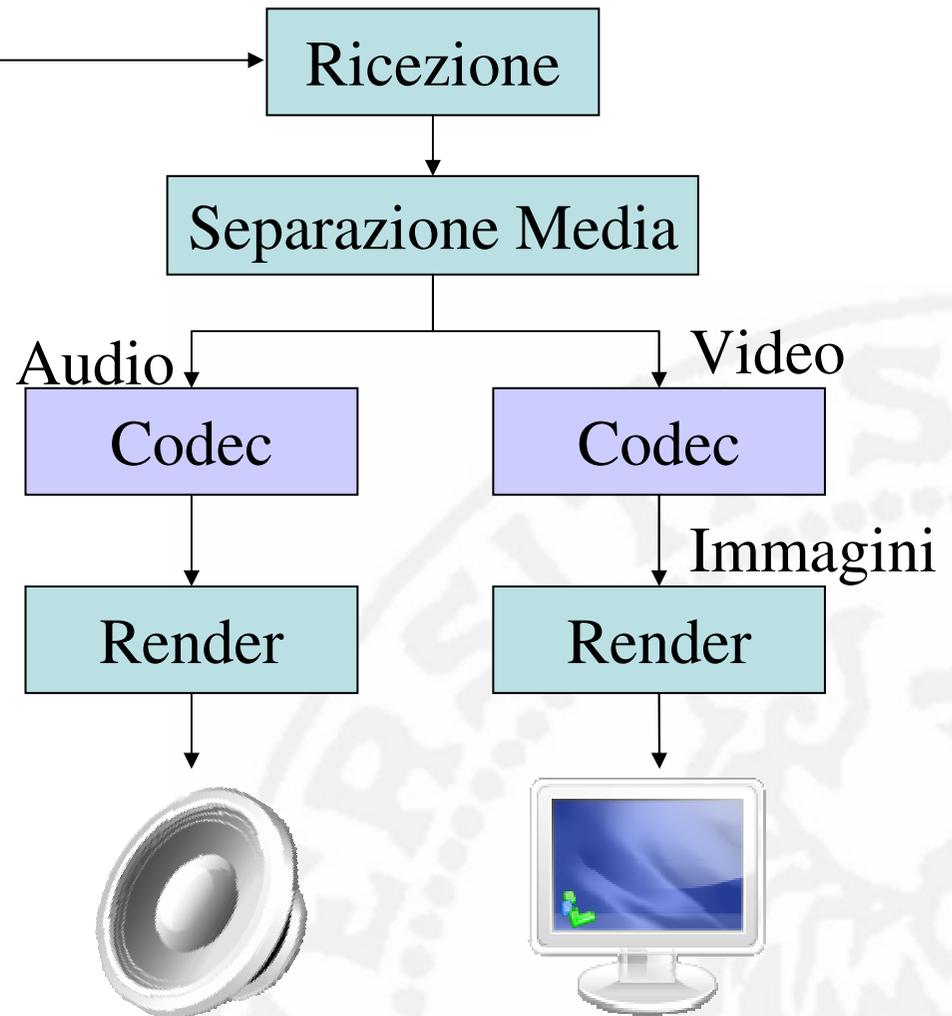




Streaming Audio-Video

Destinatario

Network

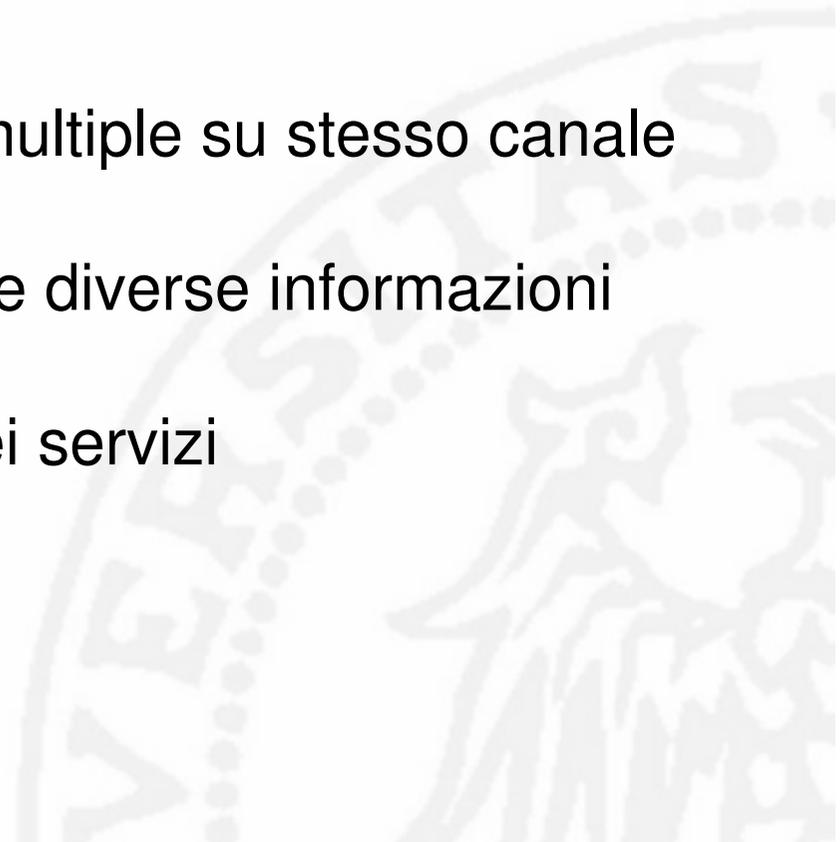




Requisiti di Rete

Dal punto di vista della rete i requisiti più importanti sono:

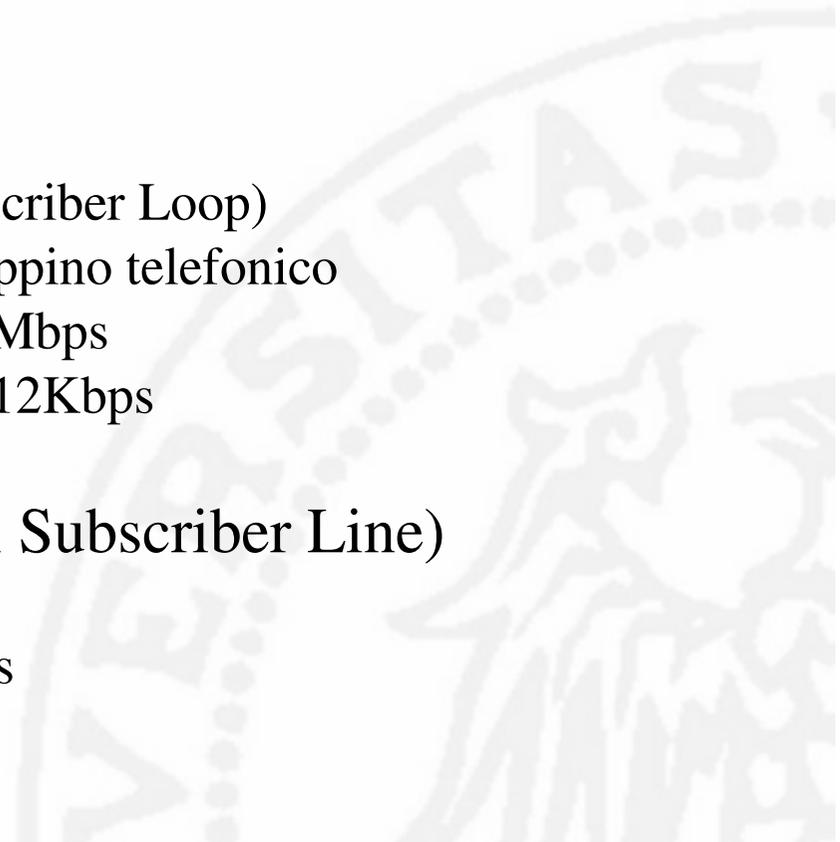
1. Alta velocità
2. Connessioni virtuali multiple su stesso canale
3. Sincronizzazione delle diverse informazioni
4. Standardizzazione dei servizi



Streaming Audio-Video

Canale Trasmissivo

- PSTN – Trasmissione analogica attraverso doppino telefonico
 - ✓ Modulazione del segnale
 - ✓ Limite 56Kbps
- ISDN (Integrated Services Digital Network)
 - ✓ Servizi integrati
 - ✓ 64Kbps – 128Kbps
- ADSL (Assymmetric Digital Subscriber Loop)
 - ✓ Trasporto numerico su doppino telefonico
 - ✓ Downstream 256Kbps – 2Mbps
 - ✓ Upstream 128Kbps – 512Kbps
- HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Line)
 - ✓ Servizio aziendale
 - ✓ Bit rate simmetrico 2Mbps





SISTEMA VISIVO UMANO ED IMMAGINI NATURALI





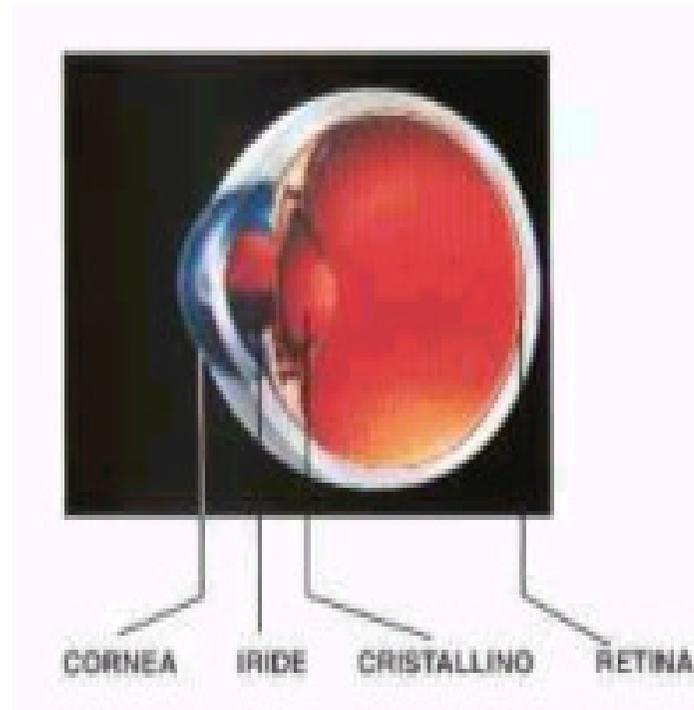
ELABORAZIONE DI IMMAGINI

ELABORAZIONE DI IMMAGINI: e' quel campo dell'Informatica che definisce tecniche ed algoritmi per trattare immagini digitali

VISIONE ARTIFICIALE: e' l'insieme dei processi che mirano a costruire una descrizione del mondo reale a partire da immagini



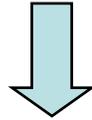
VISIONE NATURALE



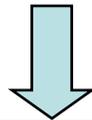
Quando fissiamo un oggetto, la luce che da esso proviene attraversa una serie di lenti naturali e va ad "impressionare" la retina.

VISIONE ARTIFICIALE

Pre-Elaborazione



Elaborazione
di immagini



Trattamento
Immagini

- Formazione dell'immagine
- Acquisizione
- Miglioramento del **segnale** immagine

- Trasformazione di immagini in nuove immagini con un migliorato contenuto informativo

- Le immagini vengono sottoposte ad un opportuno trattamento per poter essere memorizzate e trasmesse



RAPPRESENTAZIONE DELLE IMMAGINI

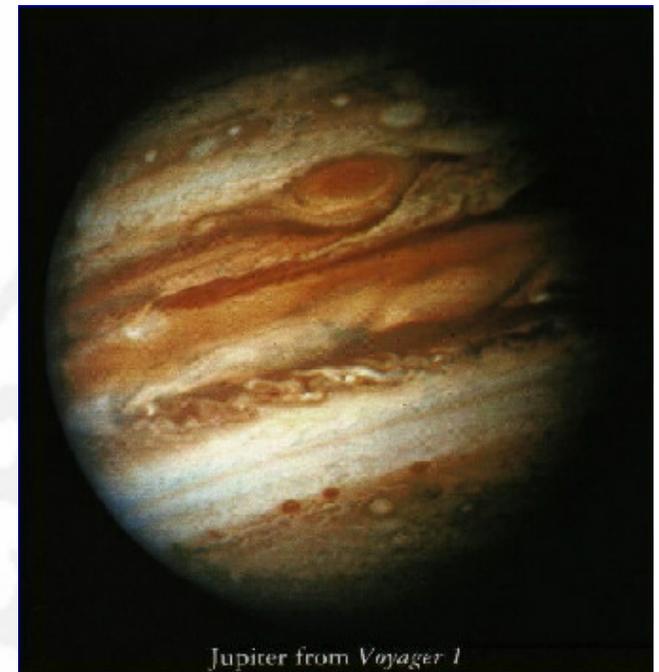




RAPPRESENTAZIONE delle IMMAGINI

IMMAGINE (naturale o analogica) e' una funzione 2D generata osservando con sensori visuali una scena esterna

IMMAGINE DIGITALE e' una matrice limitata di (N,M) valori interi che indicano la **quantita'** **campionata** e **quantizzata** del segnale 2D proveniente dai sensori visuali

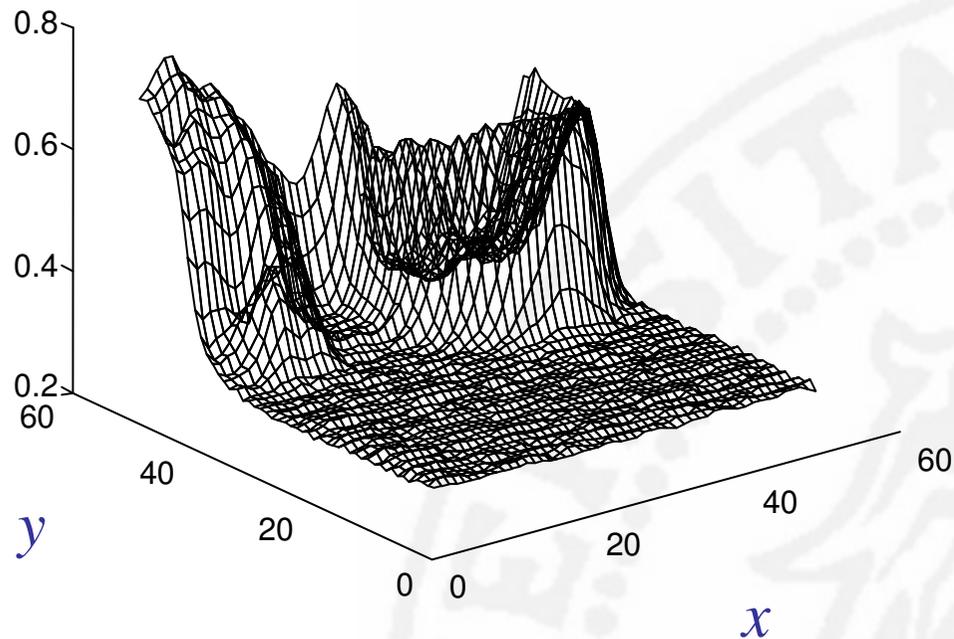




RAPPRESENTAZIONE delle IMMAGINI (2)

IMMAGINE (naturale o analogica) e' una funzione 2D $f(x,y)$ definita su uno spazio limitato nel piano xy

$f(x,y)$





IMMAGINI ANALOGICHE

IMMAGINE analogica può essere rappresentata con una funzione $C(x,y,t,\lambda)$

$C()$ rappresenta la distribuzione spaziale dell'energia di una sorgente luminosa posizionata alle coordinate spaziali (x,y) , al tempo t , e con lunghezza d'onda λ .

$C()$ è reale, positiva e limitata: $0 < C(x,y,t,\lambda) < A$

x,y,t e λ sono limitati

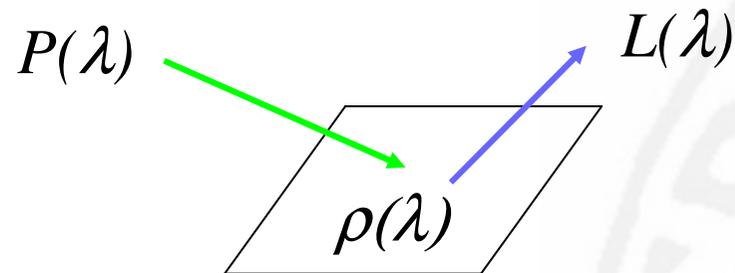


IMMAGINI ANALOGICHE (2)

- La *luce* ricevuta da un oggetto (*luminanza*) può essere indicata come:

$$L(\lambda) = \rho(\lambda)P(\lambda)$$

dove $\rho(\lambda)$ rappresenta la *riflettività* dell'oggetto e $P(\lambda)$ la distribuzione dell'energia incidente.



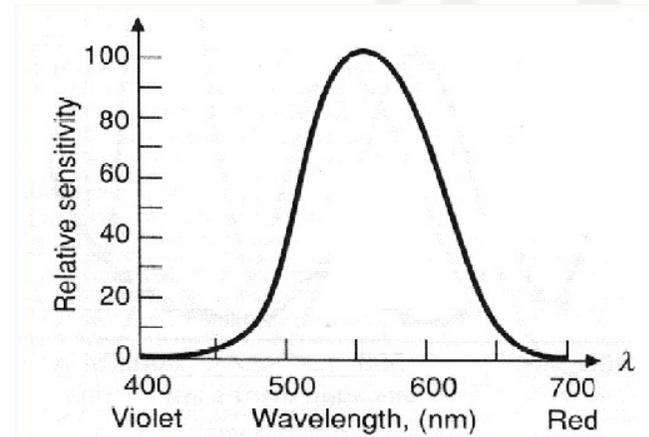


IMMAGINI ANALOGICHE (3)

- La **luminosità** (o intensità) $f(x,y)$ di un oggetto spazialmente distribuito con distribuzione di energia $P(x,y,\lambda)$ e' definita da:

$$f(x,y) = \int_0^{\infty} P(x,y,\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

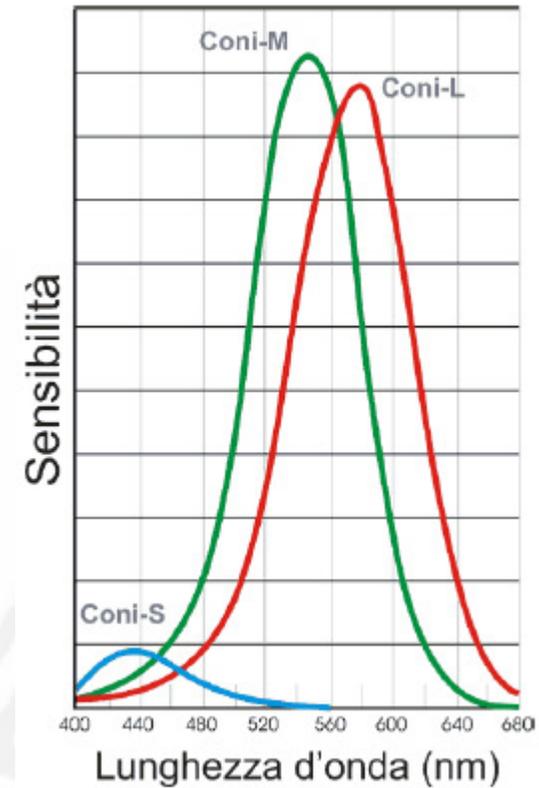
dove $V(\lambda)$ e' la *funzione di efficienza luminosa* che per la retina umana vale





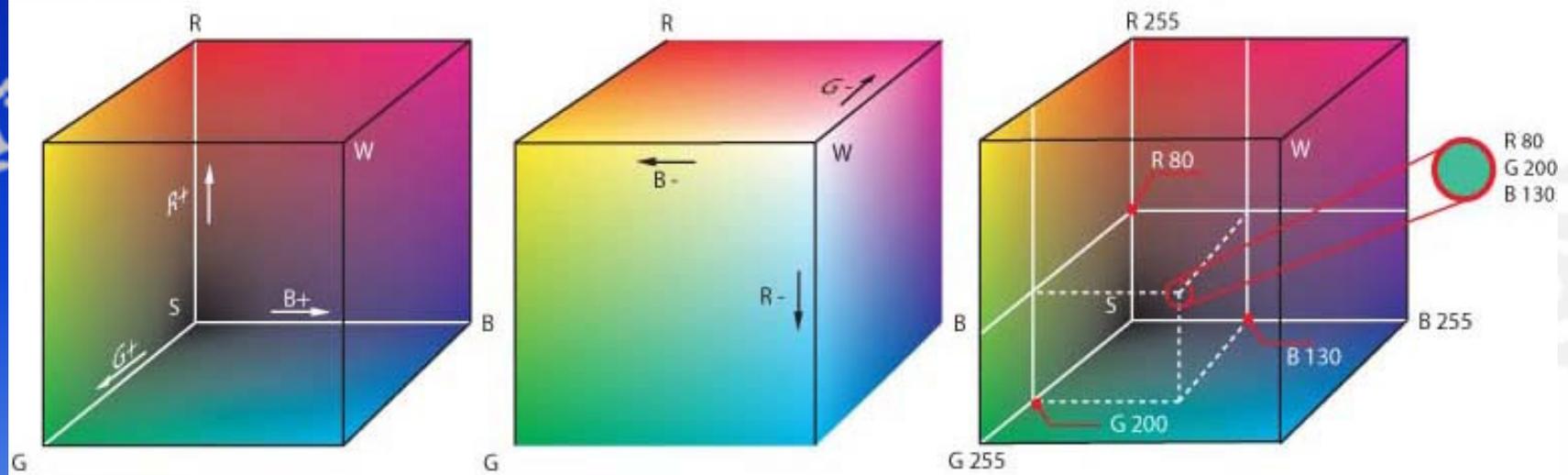
IMMAGINI ANALOGICHE (4)

- Risposta spettrale dei tre tipi di coni della retina



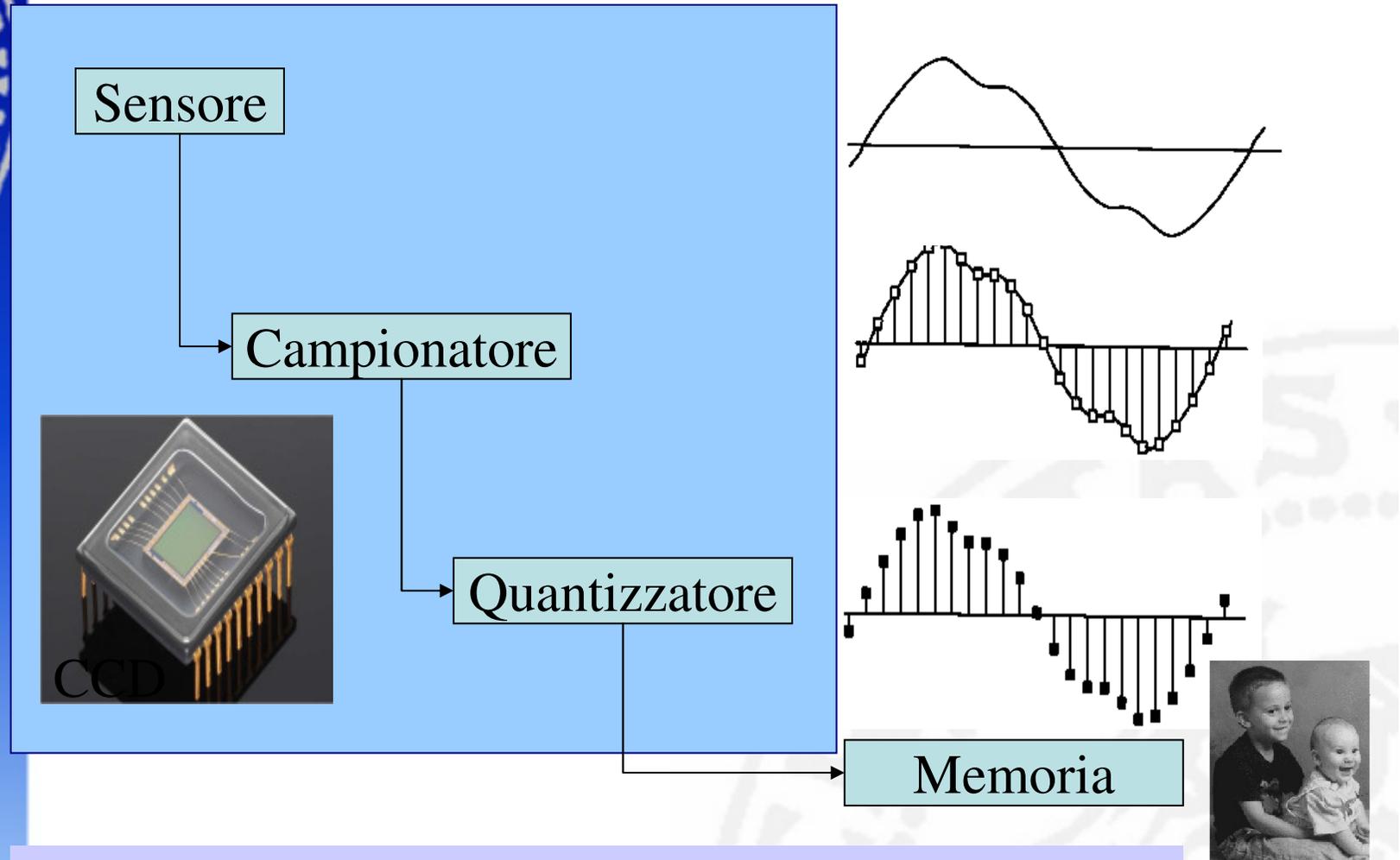


Cubo RGB





Processo di Generazione Immagine



Quantizzatore 8 bit \rightarrow 256 livelli



FORMATI DELLE IMMAGINI DIGITALI





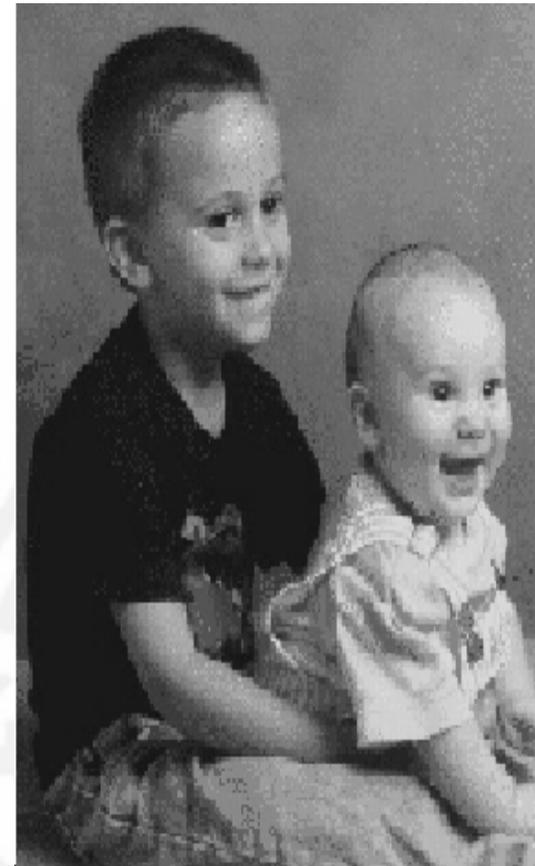
Rappresentazioni delle Immagini

L'immagine è rappresentata come una matrice $N \times M$ di punti che rappresentano l'intensità luminosa ad una data locazione.

Punti vengono rappresentati dai pixel:

8 bit Immagini 256 livelli di grigio

24 bit Immagini true color





DATI BITMAP

- I dati bitmap sono formati da un insieme di valori numerici che specificano i colori dei singoli pixel.

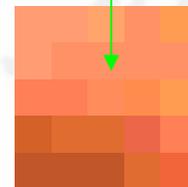
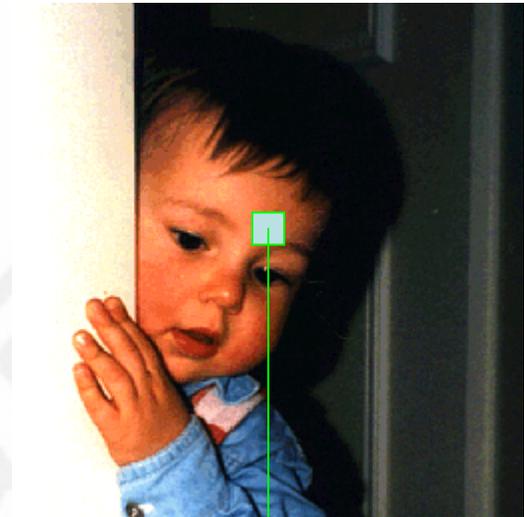
Immagine bitmap a colori RGB
con 256 livelli per colore

```
puntatore = im(100:104,100,104)
```

```
puntatore =
```

```
190 190 191 188 186  
190 188 188 188 188  
182 182 187 183 186  
167 170 170 174 182  
158 158 158 170 173
```

sono puntatori alla mappa RGB





DATI BITMAP (2)

puntatore = im(100:104,100,104);

Mappa RGB (186:191,1:3)

puntatore =

190	190	191	188	186
190	188	188	188	188
182	182	187	183	186
167	170	170	174	182
158	158	158	170	173

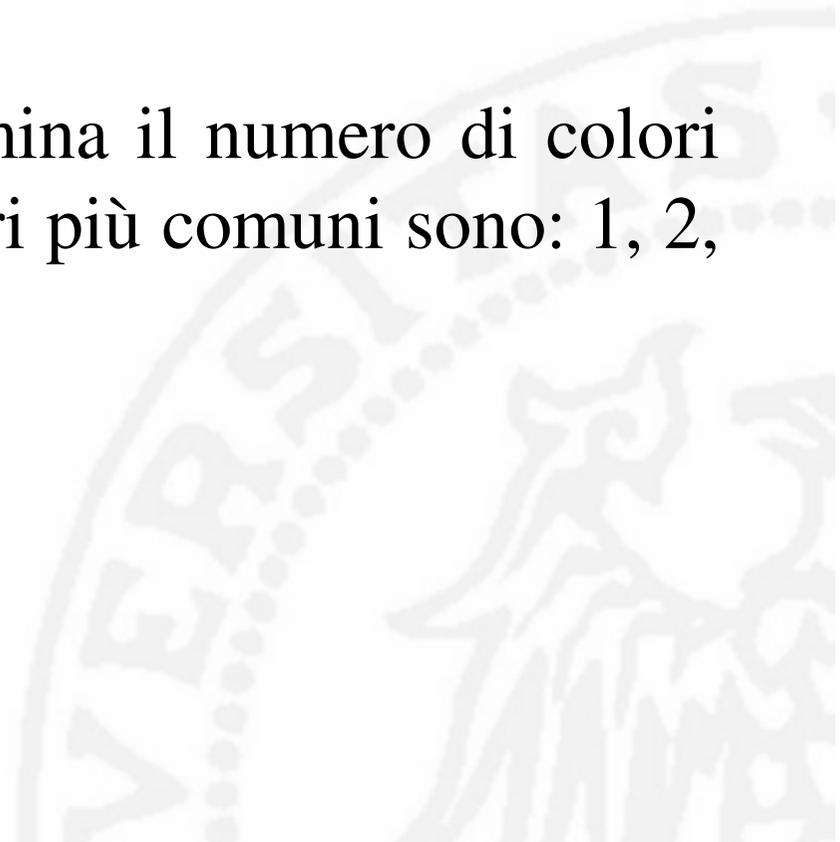
1.0000	0.6118	0.3216
1.0000	0.5490	0.3529
1.0000	0.5686	0.4000
1.0000	0.6353	0.3255
1.0000	0.6118	0.4510
1.0000	0.6471	0.4196

- Non necessariamente puntatori ad elementi della mappa adiacenti corrispondono a colori “adiacenti”



PROFONDITA' (bit/pixel)

- La profondità in bit (*pixel depth*) è il numero di bit per pixel con cui viene rappresentata l'immagine.
- La profondità determina il numero di colori rappresentabili (i valori più comuni sono: 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32).





Palette

- La determinazione della palette viene eseguita mediante un'operazione di quantizzazione dello spazio di colore true-color
- E' possibile utilizzare una palette standard che contenga un sottinsieme dei possibili colori, scelto dividendo il cubo RGB in un numero standard di passi per ogni canale. Questa operazione può essere fatta scegliendo un passo pari a:

$$N = \left\lfloor \sqrt[3]{Elem} \right\rfloor$$



Effetto compressione della Palette

E' facile verificare come nel caso di 256 elementi il numero di passi debba essere 6.

Risultato è una palette di 216 elementi equispaziati

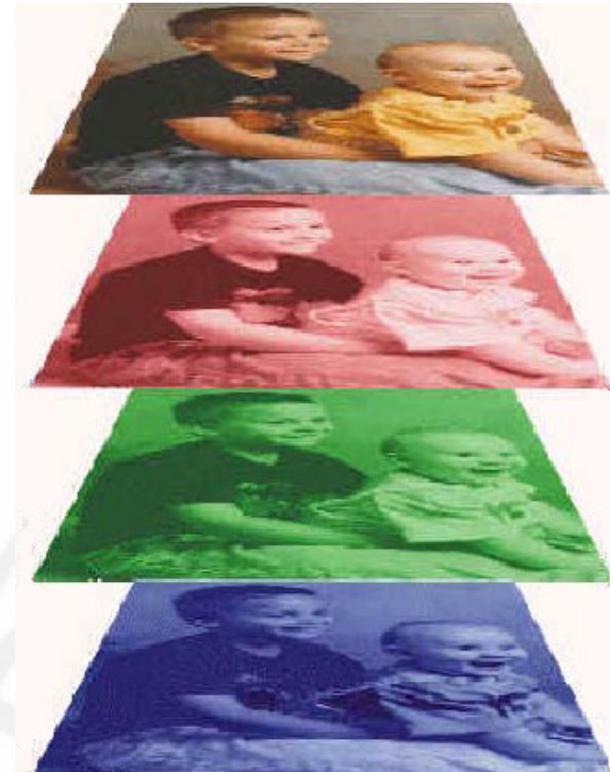
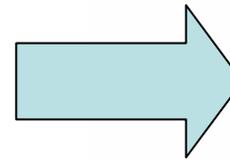
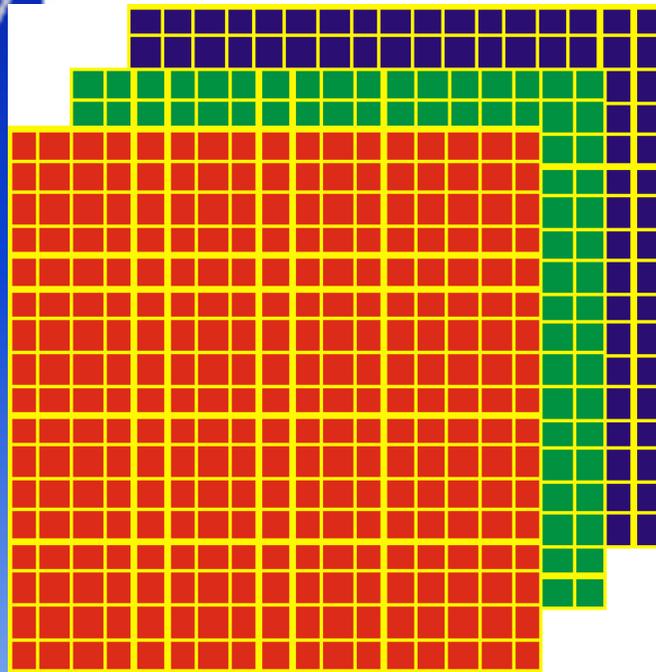
I restanti elementi possono essere scelti a piacere secondo le specifiche esigenze (ad es. rosa per la pelle, blu per il cielo, ecc...)



QUANTO ABBIAMO COMPRESSO?

Piani di Colore

Nelle immagini a 24 bit ogni pixel è rappresentato da 3 byte corrispondenti ai piani di colore





Risoluzione - Dimensione

Risoluzione Spaziale: Indica il numero di elementi che compongono la matrice Immagine NxM

Risoluzione Luminosa: Indica il numero di bit necessari a rappresentare i piani di colore $k=8\text{bit}, 24\text{bit}, \dots$

Dimensione: numero di bit necessari alla memorizzazione dell'immagine:

$$\text{Risoluzione Spaziale} \times \text{Risoluzione Luminosa} = N \times M \times k$$



$$N=175$$

$$M=119$$

$$K=24$$

Dimensione: 488 Kbit

PSTN: 8.7sec ISDN: 3.83sec ADSL: 0.76sec HDSL: 0.23sec



TIPOLOGIE DI IMMAGINI



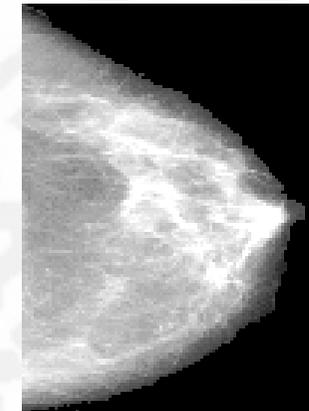
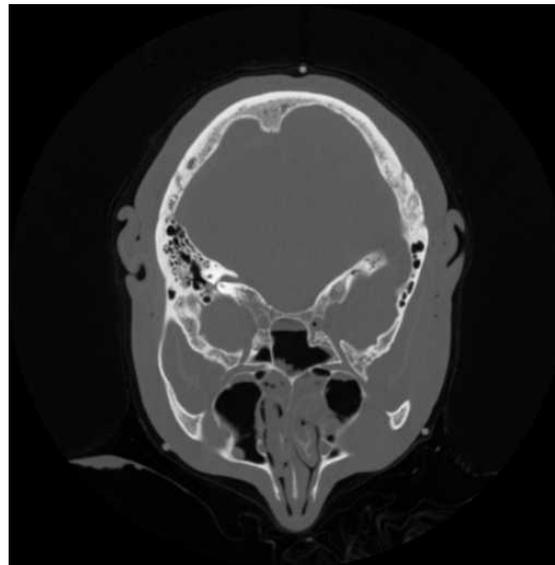
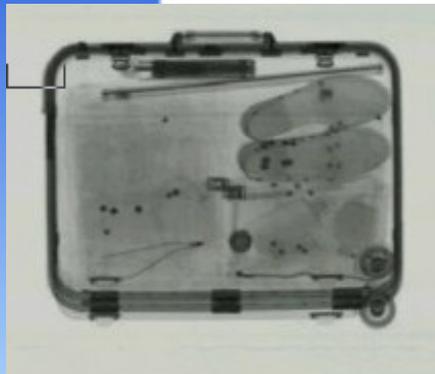
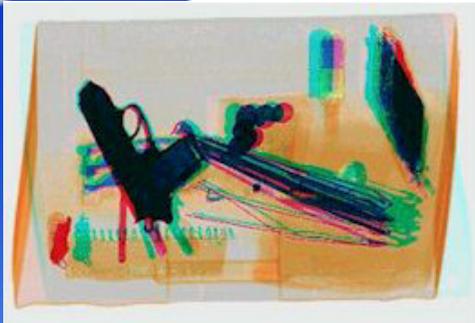


TIPI di IMMAGINI (1)

Oltre alle immagini di luminosita'

Immagini di trasmissione in cui il pixel e' tanto piu' scuro quanto piu' e' denso l'oggetto quando la luce passa attraverso gli oggetti

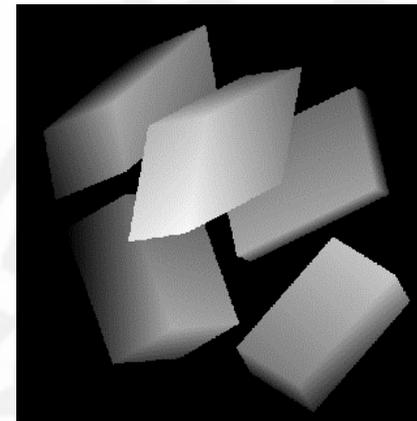
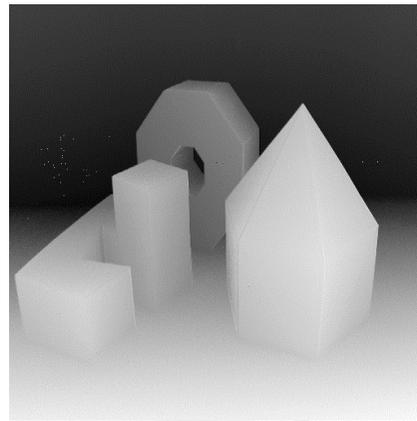
raggi X , TAC, mammografie...



TIPI di IMMAGINI (2)

Immagini range (di profondità) prodotte da laser finder o da scanner

ogni pixel ha l'informazione della terza dimensione, ossia della distanza dall'osservatore

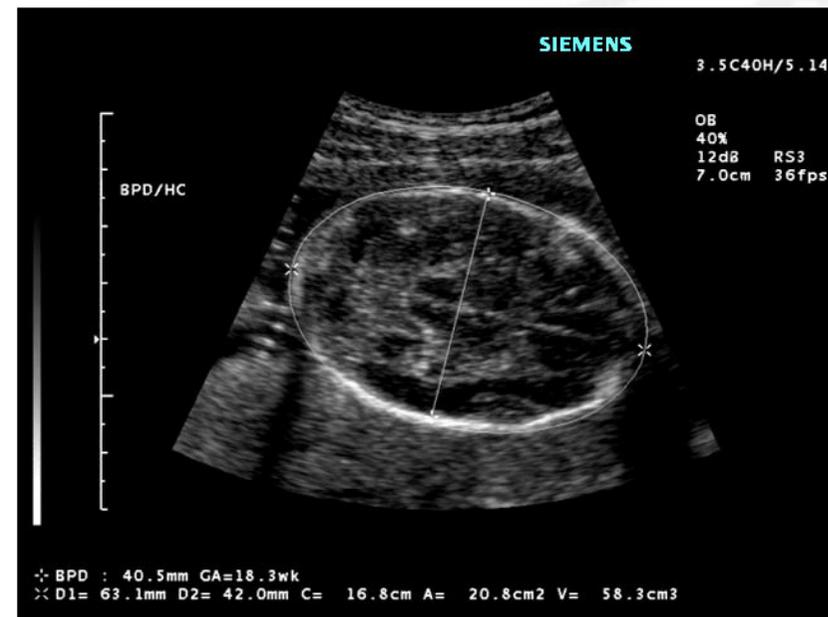




TIPI di IMMAGINI (3)

Immagini acustiche prodotte dalla riflessione di onde sonore da parte di un oggetto

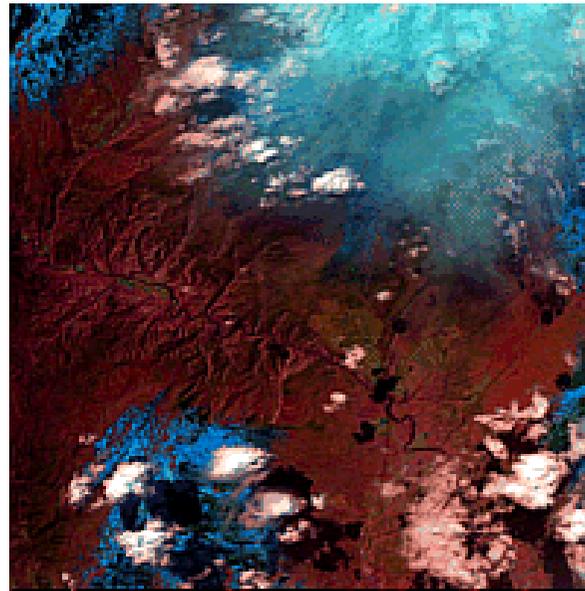
immagini mediche ad ultrasuoni, ecografie





TIPI di IMMAGINI (4)

Immagini radar acquisite da satellite



Location: Mount Evans (ELEV: 14,300 feet) west of Denver, Colorado



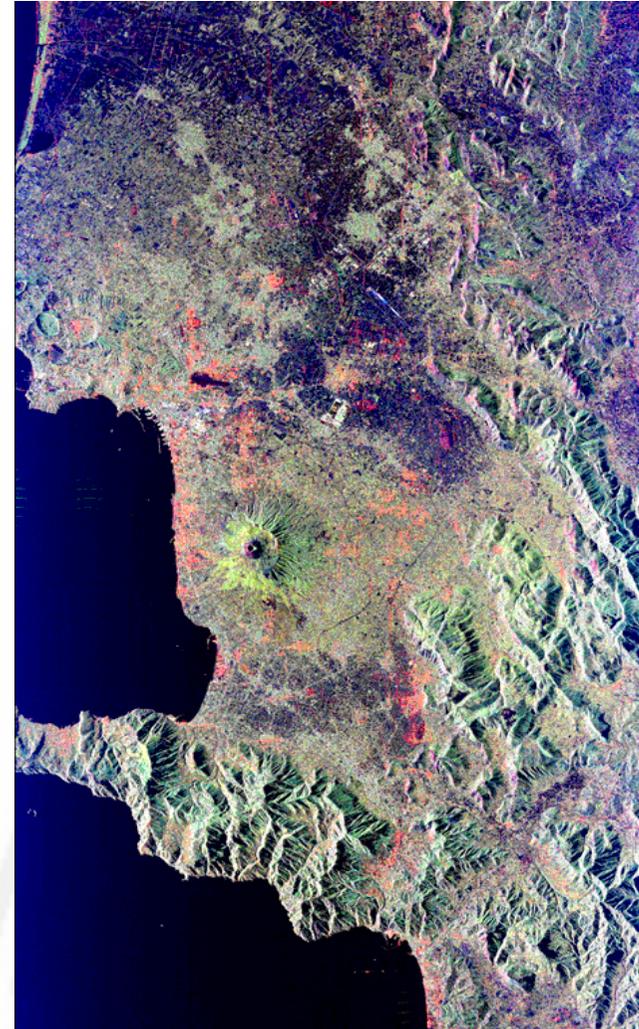
Location: Cape Henry and Virginia Beach, Virginia



TIPI di IMMAGINI (5)

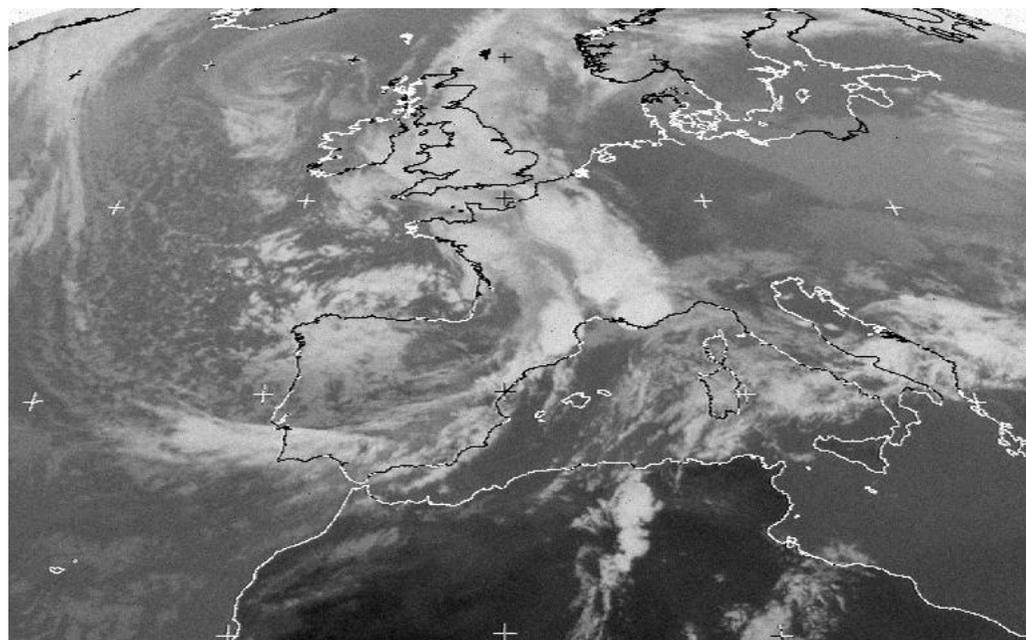
Immagini radar acquisite
da satellite

Vesuvio



TIPI di IMMAGINI (6)

Immagini infrarosso





TECNICHE DI COMPRESIONE DATI





COMPRESSIONE DATI

- La compressione produce una rappresentazione più compatta delle informazioni – è come se si usassero meno parole per dire la stessa cosa in modo diverso.
- Esistono diversi meccanismi di compressione:

Simmetrici
(*lossy*)

Senza perdita di info

Asimmetrici
(*lossless*)

Con perdite di info



RAPPORTO DI COMPRESSIONE

- Si definisce *rapporto di compressione* :

file non compresso / file compresso

- La compressione riduce la dimensione di un blocco di informazioni e serve per memorizzare più informazioni nello stesso spazio.
- Un *compressore* è un programma che comprime i dati originali, mentre un *decompressore* li ricostruisce.



METODI DI COMPRESSIONE NON LOSSY (SENZA PERDITA DI INFORMAZIONE)





METODI NON LOSSY

- Tali metodi sono adatti a quei casi in cui si desidera conservare l'informazione originale (file di testo, programmi applicativi, etc.):

Metodo di HUFFMANN

Codifica ARITMETICA

LZW (Lempel-Ziv-Welch)

RLC (Run Length Coding)

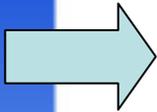


METODI DI COMPRESSIONE LOSSY (CON PERDITA DI INFORMAZIONE)



METODI DI CODIFICA LOSSY

- L'immagine digitale dopo il processo di campionamento e quantizzazione subisce numerose modifiche e l'introduzione di artefatti.



L'approccio lossy cerca di eliminare in fase di codifica l'informazione ridondante.



METODI DI CODIFICA LOSSY (2)

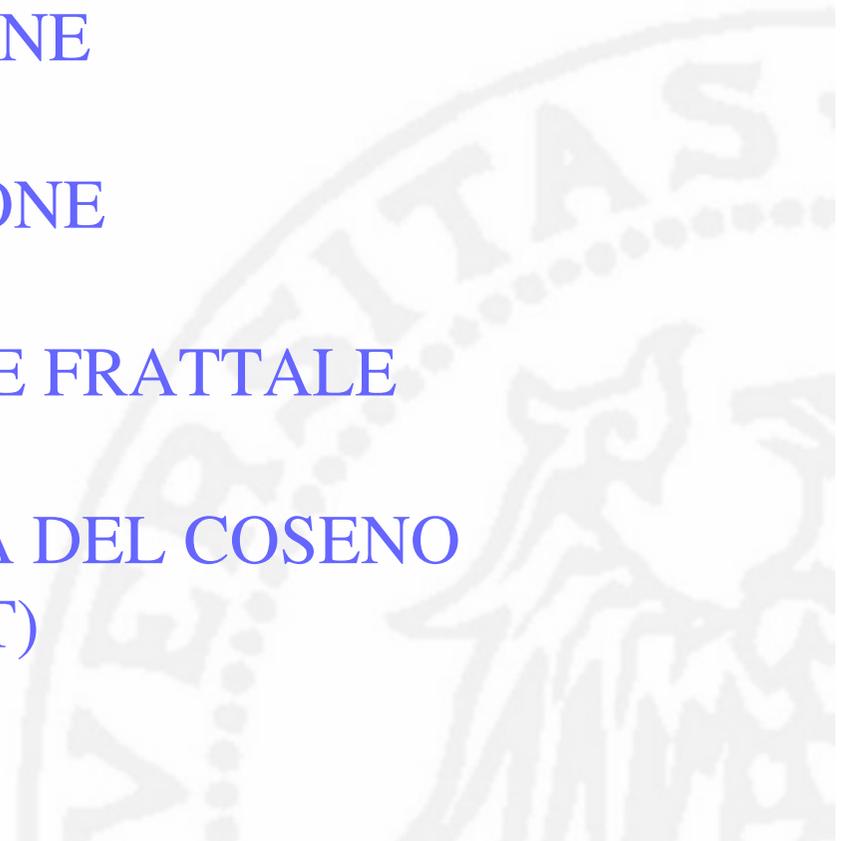
- I principali metodi di codifica di tipo lossy si possono identificare in :

INTERPOLAZIONE

QUANTIZZAZIONE

COMPRESSIONE FRATTALE

TRASFORMATA DEL COSENO
DISCRETA (DCT)



INTERPOLAZIONE

- La piu' semplice tecnica di compressione di tipo lossy si basa sulle caratteristiche del sistema visivo umano



La limitata sensibilita' a brusche differenze di colore e la maggiore sensibilita' alle variazioni di luminositá



INTERPOLAZIONE (2)

Originale



Immagine con
componenti U e V
sottocampionate di
 $\frac{1}{4}$



QUANTIZZAZIONE

- Esistono due tipo di quantizzazione

QUANTIZZAZIONE SCALARE

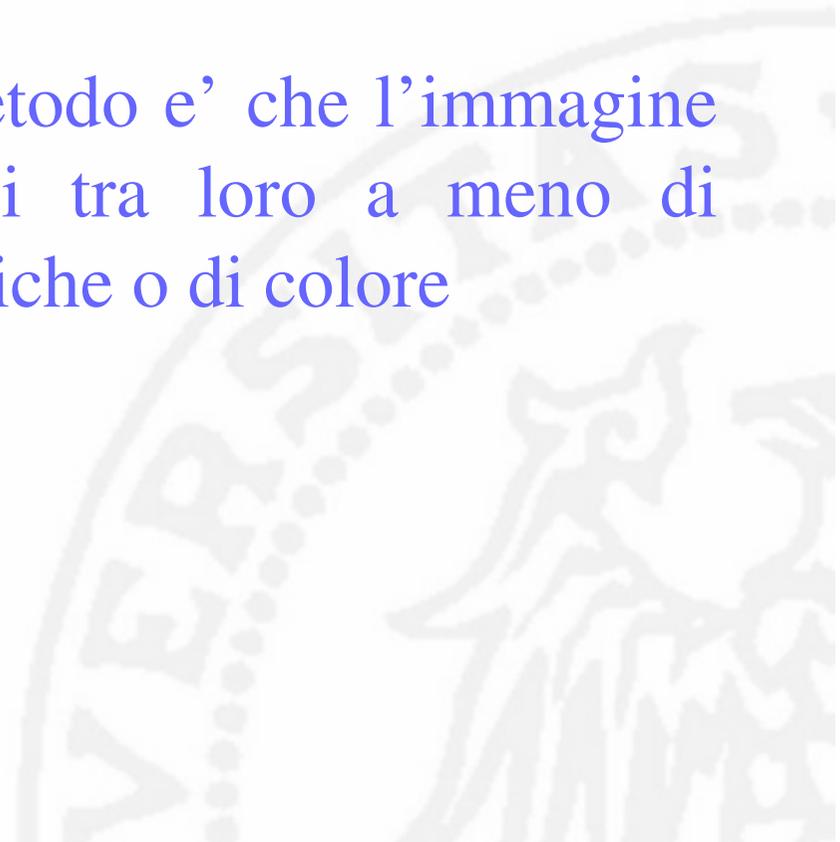
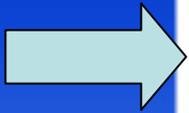


QUANTIZZAZIONE VETTORIALE

COMPRESSIONE FRATTALE

- La compressione frattale e' un metodo simile alla quantizzazione vettoriale, ma usa principi matematici differenti

L'idea alla base del metodo e' che l'immagine contiene regioni simili tra loro a meno di trasformazioni geometriche o di colore



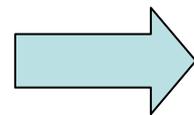


METODI BASATI SU TRASFORMATE

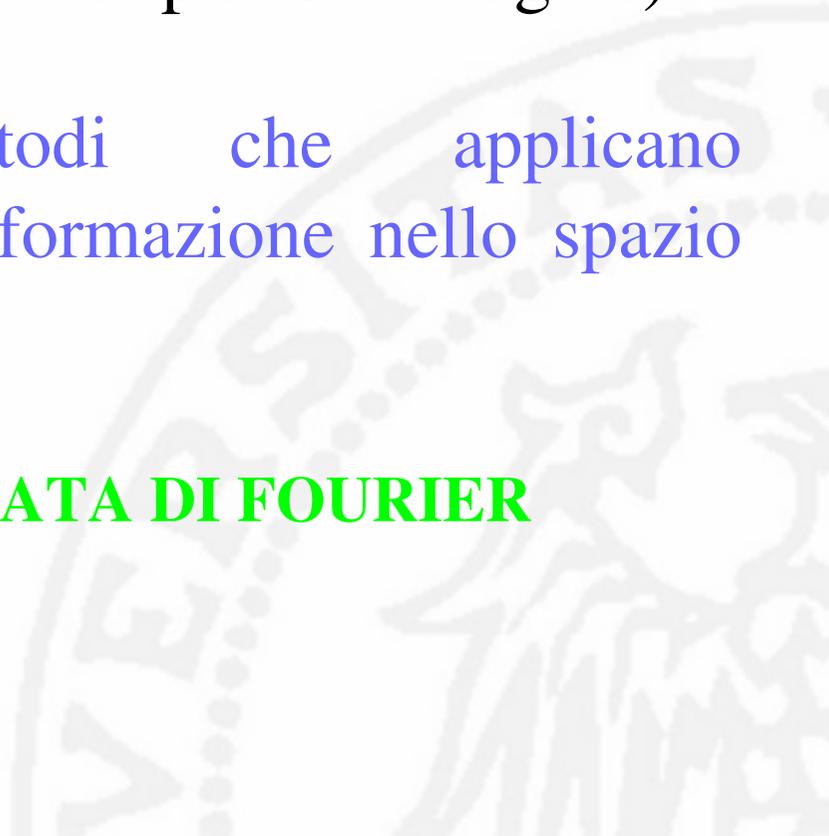
- I metodi fin qui analizzati operano su immagini rappresentate nel dominio spaziale (valori di pixel distribuiti sul piano immagine)



Esistono dei metodi che applicano all'immagine una trasformazione nello spazio delle frequenze



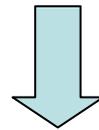
TRASFORMATA DI FOURIER



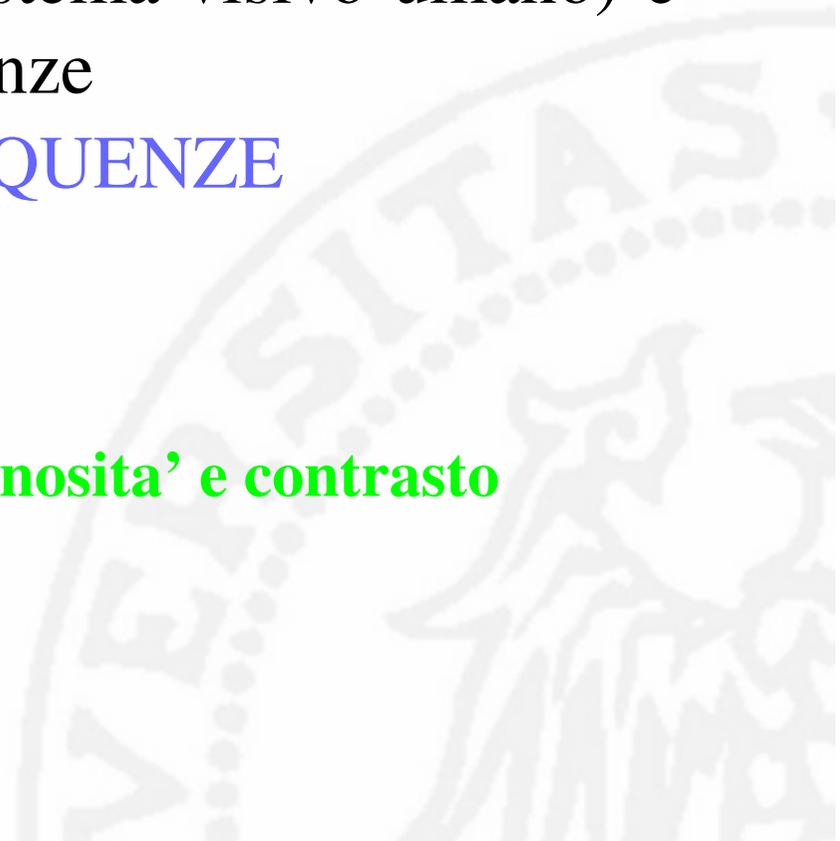
METODI BASATI SU TRASFORMATE (2)

- Nel dominio delle frequenze, l'informazione ridondante in un'immagine (non rilevabile dal sistema visivo umano) è legata alle alte frequenze

ALTE FREQUENZE



Brusche variazioni di luminosita' e contrasto



Compressione di Immagini

Per ridurre le dimensioni delle immagini si può:

- ridurre la risoluzione spaziale
- Ridurre la risoluzione ottica

- Comprimere le immagini



Codifica loseless

- BMP RLE
- GIF

Codifica lossy

- JPEG
- TIFF