



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**
hic sunt futura

TECNOLOGIE WEB E LABORATORIO (a.a. 2022-2023)

RISORSE MULTIMEDIALI - PARTE 1

Daniele Salvati

Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche
Università degli Studi di Udine

Informazioni slide

- Il materiale contenuto in queste slide è riservato esclusivamente agli studenti del corso di **Tecnologie Web e Laboratorio** del Corso di Studio in **Internet of Things, Big Data, Machine Learning** dell'Università degli Studi di Udine.
- Non è consentita la diffusione del materiale contenuto in queste slide, ma solo l'utilizzo inerente la preparazione dell'esame del suddetto corso.

Digitalizzazione

- Il processo di conversione **dall'analogico al digitale** si chiama **digitalizzazione dell'informazione**.
- **Digitalizzazione**: passaggio dal campo dei **valori continui** a quello dei **valori discreti** di testi, immagini, audio, video, ecc.
- **Convergenza al digitale**: attraverso il processo di digitalizzazione, i media analogici tradizionali (testi scritti, immagini, suoni, musiche, video, ecc.) possono essere descritti in maniera formale e uniforme attraverso una successione di numeri e, di conseguenza, possono essere elaborati mediante programmi.

Digitalizzazione (2)

- L'operazione di trasformazione delle risorse multimediali in valori discreti (codice binario) comporta in generale **una perdita di informazioni**.
- Tali trasformazioni, con opportune regole, sono però:
 - **accettabili** (semplicità di rappresentazione)
 - **non sono percepite**

Testi alfanumerici

Struttura di un testo alfanumerico

- I **testi alfanumerici** sono costituiti da **elementi atomici discreti** - i **caratteri astratti** - che sono combinati tra di loro per formare parole, frasi, paragrafi, capitoli, ecc.
- I caratteri astratti appartengono ad un insieme finito di simboli detto **Alfabeto = {Si}**.
- Nota: l'alfabeto include, oltre alle lettere dell'alfabeto maiuscole e minuscole, anche le cifre, i simboli di interpunzione, lo spazio bianco, caratteri di controllo, ecc.

Struttura di un testo alfanumerico (2)


ASCII Code Chart

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2		!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	DEL

Alfabeto= {Si}

Rappresentazione digitale di un testo

- Per rappresentare un testo in forma digitale è necessario definire una **legge di corrispondenza (codice)** tra i caratteri astratti dell'alfabeto e un insieme di configurazioni di **bit interpretabili come numeri interi (codici binari)**.

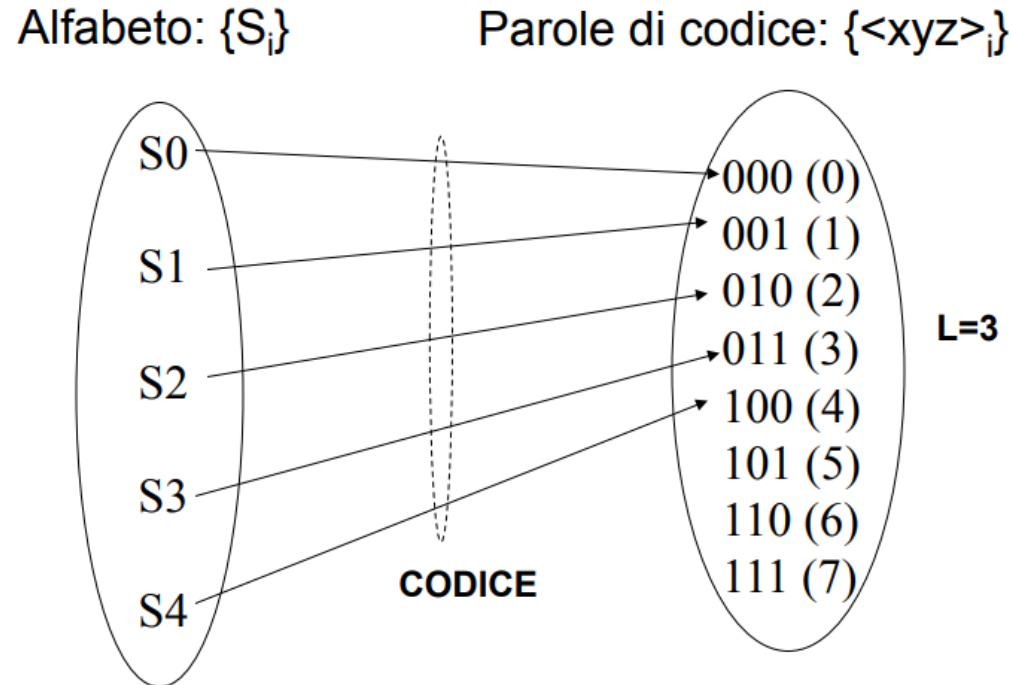
“T”  01010100 (84)

Carattere astratto

Parola di codice (8 bit)

Rappresentazione digitale di un testo (2)

- La legge di corrispondenza tra **caratteri astratti** dell'alfabeto e **codici binari** (**parola di codice**) è realizzata dall'**insieme di caratteri** (*character set*) utilizzato.



Rappresentazione digitale di un testo (3)

- Da quanti bit è formata ogni parola di codice?
- Nel caso di codici con parole a lunghezza costante, il numero di bit è dato dal più piccolo intero L tale che 2^L è **maggiore o uguale al numero totale di simboli da codificare**.
- Esempio: si desidera codificare un alfabeto composto da 200 simboli diversi. Sono necessari **8 bit** (L) in quanto $2^8 = 256$ valori diversi che è maggiore di 200 (7 bit non sarebbero sufficienti perché $2^7 = 128$ è minore di 200).
- Come realizzare la corrispondenza tra simboli e parole di codice?
- La corrispondenza è puramente convenzionale (basta che sia biunivoca!)

Insiemi standard di caratteri

- **ASCII** (*American Standard Code for Information Interchange*) è un codice per la codifica dei caratteri (sostanzialmente quelli della lingua inglese americano).
- La prima edizione dello standard ASCII è stata pubblicata dall'American National Standards Institute (ANSI) nel 1963.
- Si usano **7 bit** (0-127) per codificare ogni carattere.
- I primi 32 codici numerici sono per i caratteri di controllo.
- **Extended ASCII**: si usano **8 bit** (estende l'ASCII e include i caratteri usati in molte lingue dell'Europa Occidentale).

Insiemi standard di caratteri (2)

- Lo standard successore di ASCII è l'**UTF-8** (*Unicode Transformation Format*) che è diventato la **codifica principale** di **Unicode** per **Internet secondo il W3C**.
- **Unicode** è un sistema di codifica che assegna un **numero univoco** ad ogni carattere usato per la scrittura di testi in maniera indipendente dalla lingua, dalla piattaforma informatica e dal programma utilizzato. Prevede anche codici UTF-16 e UTF-32.

<https://home.unicode.org/>



UTF-8

- UTF-8 usa **da 1 a 4 byte** per rappresentare un carattere.
- I primi 128 caratteri codificati sono equivalenti allo standard ASCII (1 byte) .
- Negli altri casi (2, 3, 4 byte) il bit più significativo è impostato a 1.

Char. number range (hexadecimal)	UTF-8 octet sequence (binary)
0000 0000-0000 007F	0xxxxxxx
0000 0080-0000 07FF	110xxxxx 10xxxxxx
0000 0800-0000 FFFF	1110xxxx 10xxxxxx 10xxxxxx
0001 0000-0010 FFFF	11110xxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx

ASCII (128 caratteri)

Comprendono gli alfabeti Latino con diacritici, Greco, Cirillico, Copto, Armeno, Ebraico e Arabo (1920 caratteri)

Dimensione del testo

- Nel caso si usi un codice a lunghezza costante (**parole di L bit**), si calcola nel seguente modo:

Dimensione (bit) = Numero dei caratteri di cui è composto il testo * L (bit/carattere)

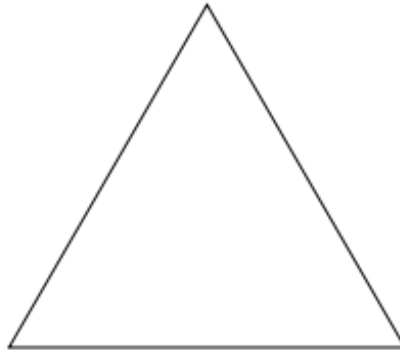
Microtipografia

- La **microtipografia** riguarda le **famiglie di caratteri** (tipo di stile grafico).
- Per visualizzare un testo, ogni **carattere astratto** deve essere associato ad una specifica **rappresentazione grafica visiva** detta **glifo** (*glyph*).
- I glifi sono memorizzati o come **mappe di bit** (*raster*) o in forma **vettoriale** (si usa una serie di punti che definiscono le linee e le curve che costituiscono la sua forma).
- La corrispondenza tra caratteri astratti dell'alfabeto e glifi è specificata dal **font** usato.

Font

Carattere astratto

“ T ”



Codice Numerico

84 (ASCII)

**Rappresentazione
grafica (glifo: Arial)**

T

Famiglie di caratteri

- La forma/motivo base del glifo definisce le famiglie generali di caratteri uniformi dette **famiglie di typeface** (es. Helvetica, Time New Roman, Calibri, ecc.).
- Queste famiglie sono raggruppate in categorie.
- Esempio di classificazione in categorie:
 - **Roman**: comprende tutti i caratteri che hanno nel motivo base del glifo, dei trattini di completamento dette grazie (**serif**). Usati preferibilmente per stampa su carta.
 - **Gothic**: comprende i caratteri senza grazie (o **sans serif**). Questi caratteri sono detti bastoni e vengono usati preferibilmente per la visualizzazione su schermo.
 - **Script**: comprende caratteri che imitano la scrittura a mano libera.
 - **Blackletter**: comprende i caratteri ispirati ai manoscritti germanici antichi o alla grafia prevalentemente in uso nel Medioevo.

Famiglie di caratteri (2)

- Serif:

Times New
Roman



presenza di allungamenti
alle estremità delle lettere
(dette *grazie*)

- Sans Serif:

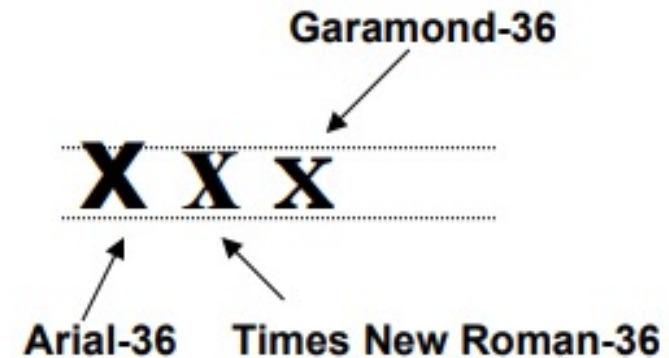
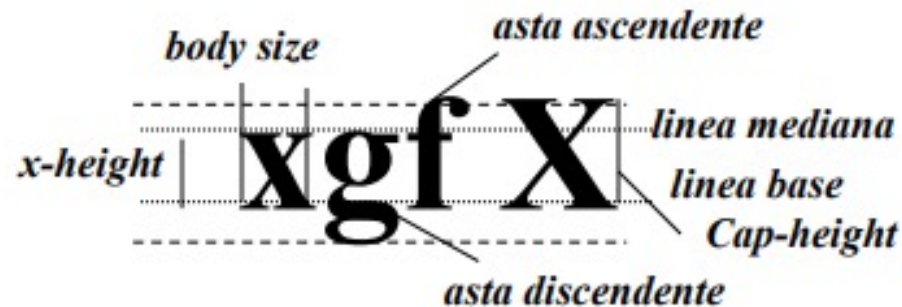
Arial

Attributi grafici del glifo

- La forma base di una **famiglia di typeface** può essere alterata e trasformata.
- Queste deviazioni possono riguardare diversi attributi grafici del glifo:
 - dimensione del carattere
 - larghezza del carattere
 - spessore del tratto
 - inclinazione o postura del tratto

Attributi grafici del glifo (2)

- Le dimensioni dei caratteri si misurano in **punti**.
- Un punto corrisponde a 1/72 di pollice (1 pollice è 2,54 cm).



Mesotipografia

- **Mesotipografia** tratta configurazioni di glifi in linee e blocchi di testo.
- La **spaziatura** tra le lettere del testo (*spacing*) indica la quantità di spazio esistente fra le lettere e può essere regolata per mantenere i caratteri distinguibili.
- La **crenatura** (*kerning*) consente di correggere lo spazio tra coppie di lettere specifiche. La crenatura è usata per conferire un aspetto equilibrato e armonico ai caratteri. La coppia AV nell'esempio seguente (Times New Roman) è una coppia di crenatura.

IE AV

Linee di testo

- Lo spazio tra le parole è tipicamente rappresentato dalla larghezza della lettera “i” minuscola. Lo spazio tra le parole dipende dalle scelte di impaginazione (es. allineamenti a sinistra o a destra, centrature, giustificazioni):

Theilowericase

The lower case

- La lunghezza delle righe di testo, detta **giustezza**, dipende dalle dimensioni dei caratteri usati, dalla spaziatura e dallo spazio tra le parole.

Interlinea

- In ogni riga di caratteri si viene a creare una certa quantità di spazio vuoto al di sopra e al di sotto del testo (spalla). Ciò avviene perché parte di questo spazio serve a facilitare l'inserimento delle ascendenti e delle discendenti e ad evitare che le righe si confondano l'una con l'altra risultando troppo vicine tra di loro.
- L'**interlinea** è usata per aggiungere altro spazio tra le righe di caratteri e facilitarne la lettura. I suoi valori sono espressi in punti.

Allineamento e giustificazione

- **Allineamento del testo:** se all'interno di una colonna, il testo è allineato **a destra o a sinistra**, lo **spazio tra le parole sarà lo stesso** e uno dei lati della colonna apparirà irregolare.
- **Giustificazione del testo:** **entrambi i lati saranno allineati** però lo **spazio tra le parole varierà** a seconda delle necessità creando configurazioni di spazi bianchi dette “canaletti” (*rivers*) che sembrano scorrere dall'alto al basso della pagina.

Immagini

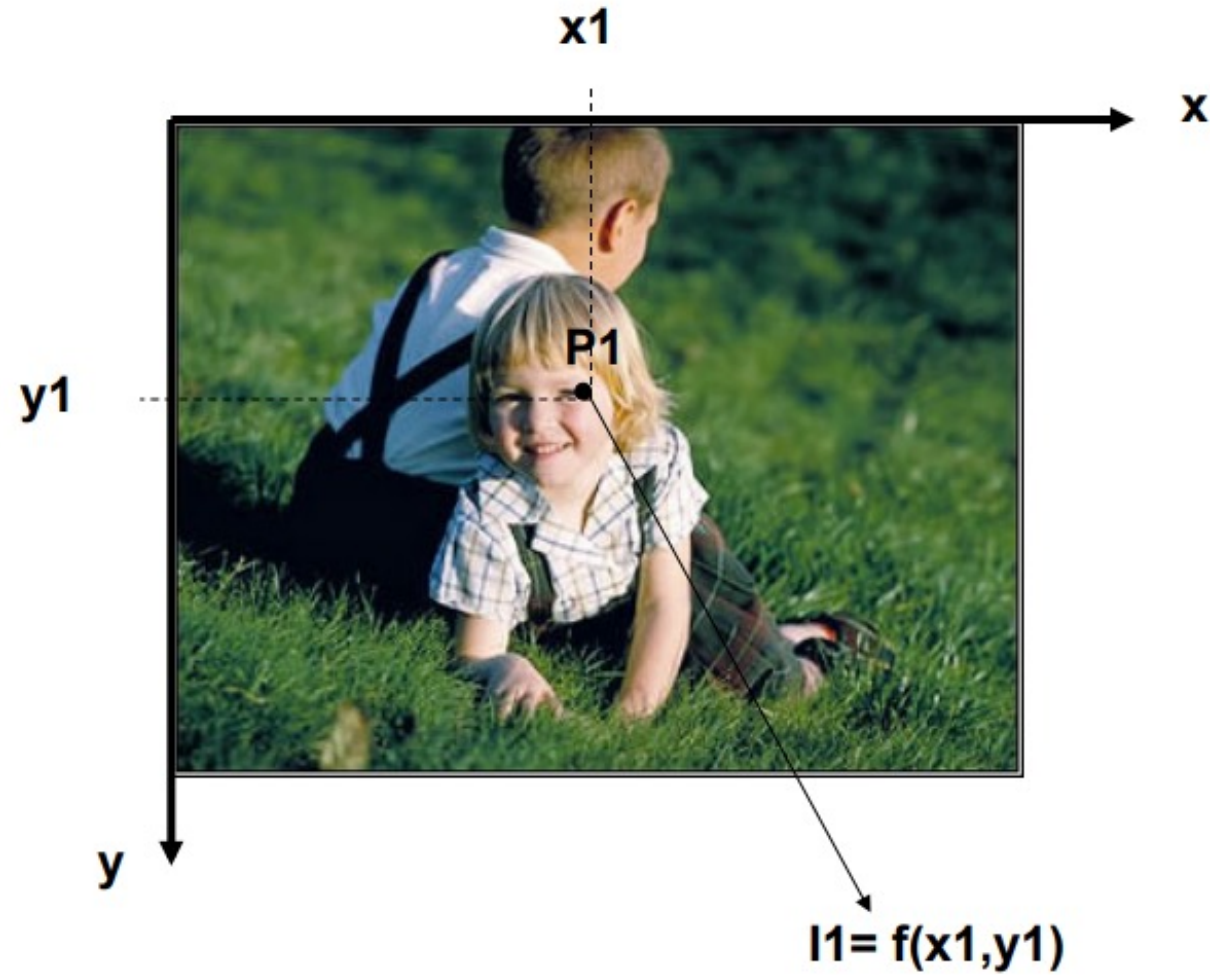
Immagine analogica

- Un'**immagine analogica** rappresenta l'oggetto riprodotto mantenendo **una analogia formale** con l'immagine originale per tutto il percorso realizzativo.
- Una immagine analogica è rappresentata da una funzione a valori in un intervallo reale di due variabili reali:

$$I = f(x, y)$$

con I: l'intensità luminosa del punto P di coordinate (x,y).

Immagine analogica (2)



Digitalizzazione dell'immagine

- L'immagine analogica $I=f(x,y)$ è digitalizzata attraverso due processi principali: il **campionamento** e la **quantizzazione**.
- **Grafica raster (bitmap o immagine pittorica)**: l'immagine è rappresentata con un **array** (griglia, raster) di **valori di pixel** (*picture element*) disposti su una griglia quadrata regolare (il pixel è generalmente quadrato ma può assumere anche diverse forme).

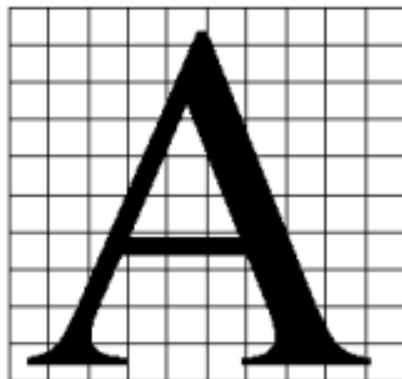
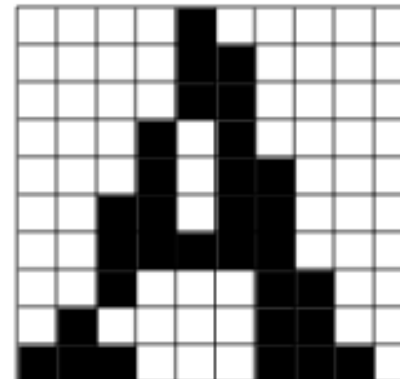


immagine e griglia

1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
0	0	0	1	1	1	0	0	0	1

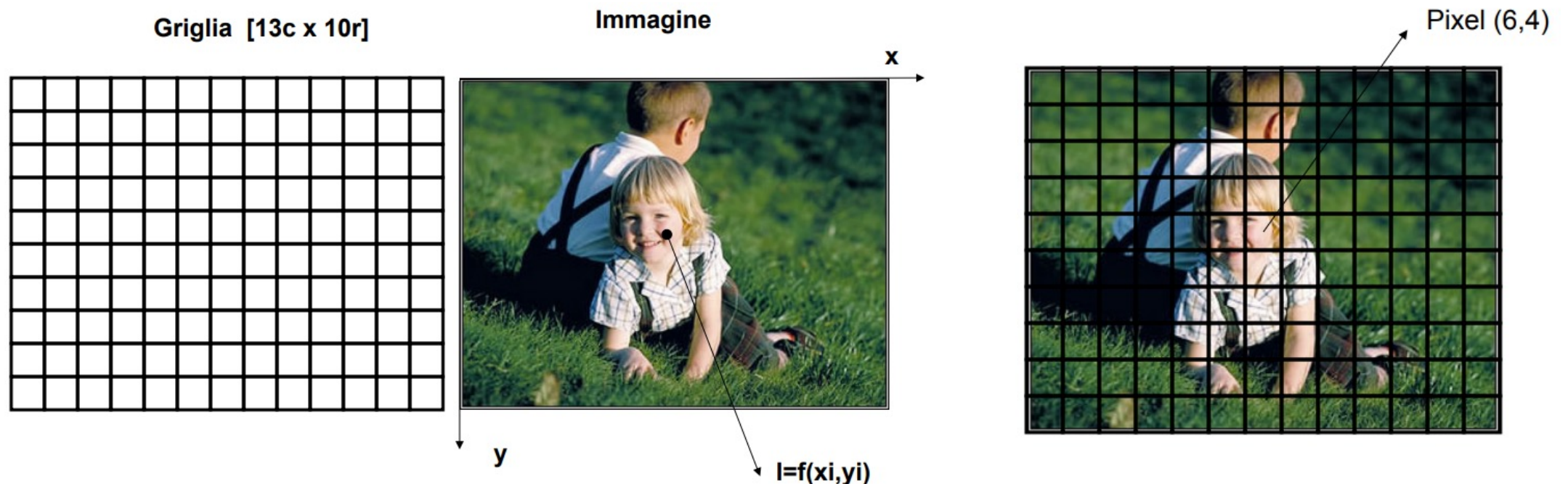
rappresentazione bitmap



visualizzazione e approssimazione

Campionamento

- **Campionamento:** l'immagine è suddivisa in una griglia di celle quadrate, i pixel logici (**discretizzazione del dominio**). Tanto più fitta è la griglia (più numerose sono i pixel), tanto migliore è la risoluzione spaziale dell'immagine.



Quantizzazione

- **Quantizzazione:** ogni pixel assume un valore discreto di tono di grigio (o di colore), facendo una media all'interno della cella che rappresenta.
- La gamma tonale della immagine viene quindi **discretizzata** (**discretizzazione del codominio**).

La quantizzazione è compiuta definendo il numero di bit n per rappresentare i valori discreti 2^n .

modello di colore RGB → R G B
Pixel (6, 4) → (255, 193, 193)



Rappresentazione del colore

- Nelle **immagini monocromatiche** in scala di grigio (dette impropriamente bianco e nero) il valore indica l'intensità del grigio, che varia dal nero al bianco.



Rappresentazione del colore (2)

- La **rappresentazione del colore** è fatta attraverso la definizione di uno spazio geometrico astratto e tridimensionale all'interno del quale, al variare delle tre coordinate di base, varia il colore indicato.



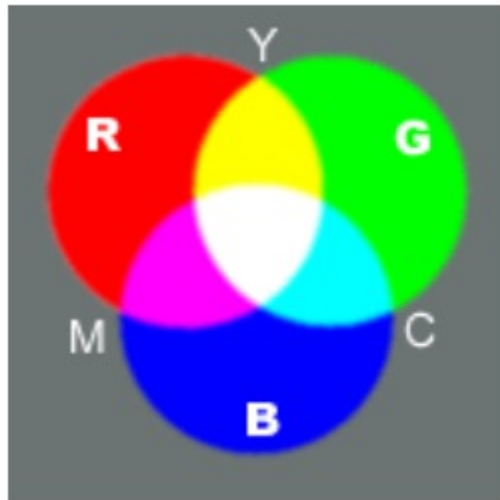
Rappresentazione del colore (3)

- **RGB**: un colore è ottenuto per sintesi additiva di tre colori primari: rosso (**Red**), verde (**Green**) e blu (**Blu**). Ogni colore primario è codificato con parole di codice di 8 bit (*True Color*, $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$ colori diversi). Usato per monitor e scanner.
- **CMYK**: un colore è ottenuto per sintesi sottrattiva di quattro colori primari: ciano (**Cyan**), magenta (**Magenta**), giallo (**Yellow**) e nero (**Black**).

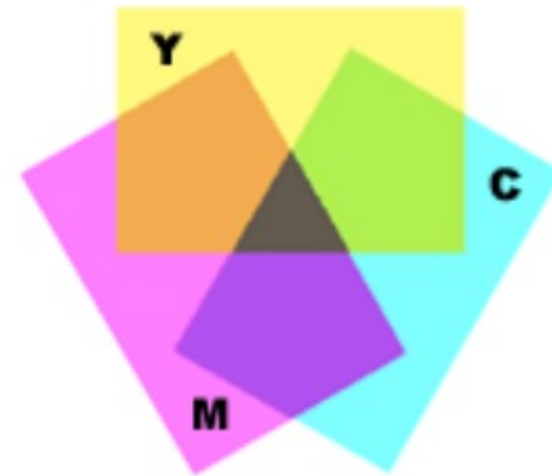
Rappresentazione del colore (4)

- **HSL** (Hue Saturation Lightness): spazio colore basato su **tonalità saturazione**, e **luminosità**. Si usano 8 bit per canale. Usato in campo artistico.
- **YUV**: spazio colore basati sulla separazione della **luminanza** (Y) dalla **crominanza** (UV). Si usano in alcuni formati video e in alcune tecniche di compressione (es. JPEG).

Sintesi additiva e sottrattiva



Luce bianca \rightarrow **$W = R + G + B$**



$$C = W - R = G + B$$

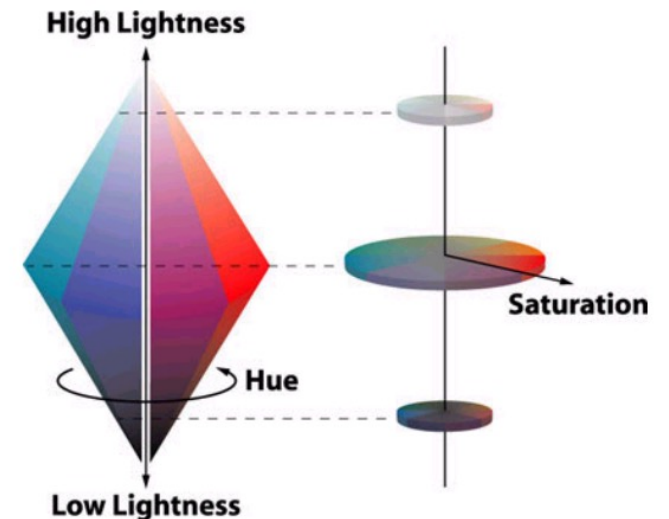
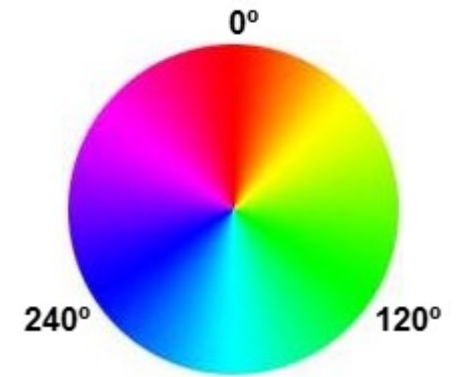
$$M = W - G = R + B$$

$$Y = W - B = R + G$$

HSL

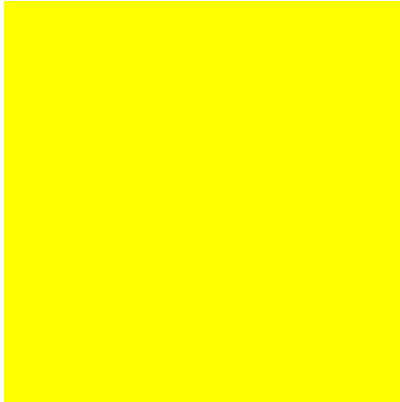
- Il modello **HSL** è particolarmente orientato alla prospettiva umana, essendo basato sulla percezione che si ha di un colore in termini di tinta, sfumatura e luminosità.
- La **tonalità** (*hue*) varia partendo convenzionalmente dal rosso primario a 0°, passando per il verde primario a 120° e il blu primario a 240°, e quindi tornando al rosso a 360°.
- La **saturazione** esprime l'intensità e la purezza della singola tonalità.
- La **luminosità** è un'indicazione della sua brillantezza.
- Saturazione e la luminosità sono espresse in percentuali.

HSL Color Wheel



Comparazione Modelli

- Esempio: colore giallo



L'immagine a colori viene convertita dallo spazio **RGB** a quello **YUV**:

$$Y = 0,3 \times R + 0,59 \times G + 0,11 \times B$$

$$U = 0,493 \times (B - Y)$$

$$V = 0,877 \times (R - Y)$$

- **RGB** (255, 255, 0)
- **CMYK** (0, 0, 100, 0)
- **HSL** (60, 100, 100)

Indexed color

- L'**indexed color** è una tecnica per gestire i colori delle immagini digitali al fine di risparmiare memoria del computer e archiviazione dei file, accelerando al contempo l'aggiornamento della visualizzazione e il trasferimento dei file. È una forma di **compressione di quantizzazione vettoriale**.
- Il valore di quantizzazione del colore non è trasportato direttamente nel dato del pixel ma fa riferimento ad una **Color Lookup Table (CLUT)** o **Palette**.

Uso della tavolozza (palette)

- **Color Lookup Table:** il valore associato a ciascun pixel è un indice che permette di accedere alla posizione in una tabella dove è memorizzato il colore (True Color) del pixel stesso. Si usano **8 bit per specificare gli indici**.
- La tabella va associata all'immagine per poter ricostruire i colori; in caso contrario si usa la palette di default associata al sistema di calcolo usato.
- La palette di colori può essere:
 - Predefinita (Mac Os, Windows, Web Safe Color).
 - Personalizzata (creata o modificata da utente, la tavolozza deve essere memorizzata insieme all'immagine).
 - Dinamica, basata sui colori della immagine.

Dimensione e Risoluzione

- **Dimensione** (logica) di una immagine **bitmap**: indica il numero di pixel logici (orizzontali e verticali) che compongono l'immagine (**Aspect Ratio** è il rapporto tra il numero di righe e colonne, es. 4:3 o 16:9).
 - Esempio: un'immagine di 918 x 1028 pixels.
- **Risoluzione** di una immagine: corrisponde alla risoluzione del dispositivo di acquisizione (o di visualizzazione).
 - È una densità: numero di pixel per unità di lunghezza. Si misura in **PPI** (**pixel per inch**, 1 inch (pollice) = 2,54 cm).

Profondità del colore

- **Profondità del colore:** numero di bit usati per la quantizzazione (es. 2, 8, 16, 24 bit).
- **Scala tonale** o dinamica di una immagine: gamma di colori o grigi visualizzabili. Dipende dalla profondità del colore.
- Esempio: se la profondità è 8 bit, la scala tonale è l'intervallo di valori [0 – 255].

Spazio occupato da una grafica raster

- Si calcola nel seguente modo:

Spazio (bit) = dimensione (pixel) x profondità (bit/pixel)

Esempio:

- Immagine monocromatica (8 bit) di 800 x 600 pixel

Spazio = $800 \times 600 \times 8 = 3.840.000$ bit

- Immagine RGB (24 bit, 8 bit per canale) di 1920 x 1080 pixel

Spazio = $1920 \times 1080 \times 24 = 49.766.400$ bit

Spazio occupato da una grafica raster (2)

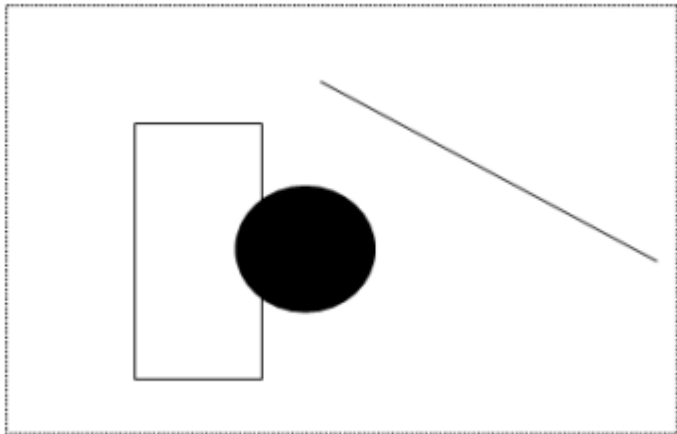
- Lo spazio logico occupato da una grafica raster è relativo alla quantità di bit usati nella memoria volatile durante la gestione dell'immagine.
- Lo spazio effettivamente occupato su memoria persistente dipende dal formato.
- Esempi di formati di immagini per il web sono:
 - **JPEG** (*Joint Photographic Experts Group*): standard internazionale di compressione a perdita di informazioni (colori 24 bit). È usato per le fotografie, le illustrazioni, i banner, ecc.
 - **PNG** (*Portable Network Graphics*): è un formato di tipo lossless, ossia senza perdere alcuna informazione (colori 32 bit). È tipicamente usato per loghi o icone, non adatto per immagini realistiche.
 - **GIF** (*Graphics Interchange Format*): utilizza un algoritmo di compressione di tipo LZW (Lempel-Ziv-Welch) lossless. Usato nel web per creare immagini animate (colori 8 bit).

Immagini per il web

- Gli schermi visualizzano i contenuti a risoluzione bassa (un monitor ha una risoluzione di 72-96 PPI).
- È sufficiente quindi avere un'immagine per il web con PPI compresi fra 72 e 96.
- Esempio: un monitor 27 pollici con risoluzione 1920 x 1080 pixels ha un PPI di 81,59.
- Si noti invece che per una stampa di qualità bisogna avere 300 PPI.

Grafica vettoriale

- L'immagine è memorizzata come **descrizione matematica** di una collezione di oggetti (es. punti, linee, curve, poligoni, forme) che costituiscono l'immagine stessa.



<linea: 1,xa,ya,xb,yb>
<cerchio: 2, c1,c2,r>
...



Grafica vettoriale (2)



Raster
JPEG, GIF, PNG



Vector
SVG

SVG (*Scalable Vector Graphic*): formato che è in grado di visualizzare oggetti di grafica vettoriale, raccomandazione del W3C, SVG è una estensione di XML per la grafica vettoriale.

Grafica vettoriale (3)

- La grafica vettoriale è in genere utilizzata per immagini sintetiche.
- Le immagini vettoriali hanno il vantaggio di essere compatte e facilmente manipolabili (es. scalatura, rotazione, ecc.).
- Problemi:
 - Complessità per la progettazione di immagini articolate.
 - Quando sono visualizzate devono subire un processo di rasterizzazione.

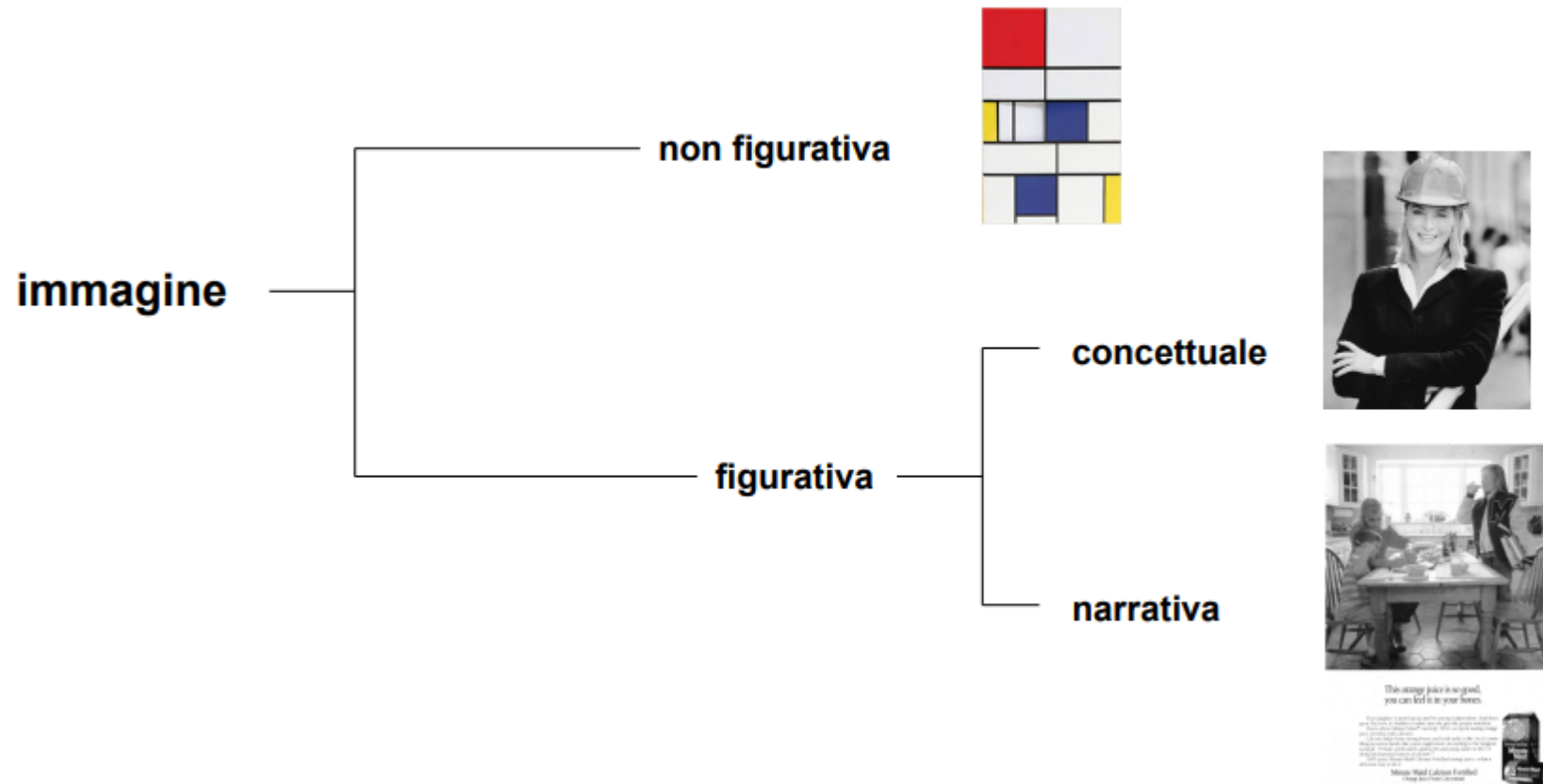
Grafica vettoriale (4)

- La matematica alla base della grafica vettoriale sono le **curve di Bézier**, introdotte nel 1962 dall'ingegnere francese Pierre Bézier.
- Una curva di Bézier è una **curva parametrica** che permette di definire disegni estremamente precisi tramite un poligono di controllo nell'intervallo $I = [0, 1]$, definendo il grado della curva da un valore $K = n - 1$, con n uguale al numero di vertici del poligono di controllo.



Uso delle immagini nel Web

- L'uso delle immagini nel Web varia in base alla loro tipologia:



Uso delle immagini nel Web (2)

- **Immagini non figurative** (plastiche, astratte): sono composizioni spaziali di linee, forme, colori, texture, ecc., che non rappresentano entità del mondo.
- **Immagini figurative**: rappresentano entità riconoscibili del mondo (figure del mondo): persone, oggetti, azioni, scene, ambienti, ecc.
 - **Immagini concettuali**: rappresentano concetti astratti (es. una classe di persone o di oggetti), stati d'animo (es. felicità, tristezza) oppure mostrano come è fatto un oggetto o un processo o comunicano significati simbolici (es. valori).
 - **Immagini narrative**: rappresentano scene del mondo, momenti di una storia (es. eventi, persone mentre eseguono delle azioni in determinati ambienti).