

SUPSI

Nozioni di base sull'immagine

Fondamenti di Multimedia Processing

Tiziano Leidi

19.10.2018

Immagine

Con immagine si intende una rappresentazione (in forma di artefatto) della percezione visiva umana di un soggetto o di un ambiente. Un'immagine può essere bidimensionale come una foto, oppure tridimensionale come un ologramma.

Al lato pratico, le immagini catturano la luce.

Possono essere generate con dispositivi ottici (videocamere, microscopi, telescopi) oppure dall'essere umano per il tramite dell'occhio.

Luce

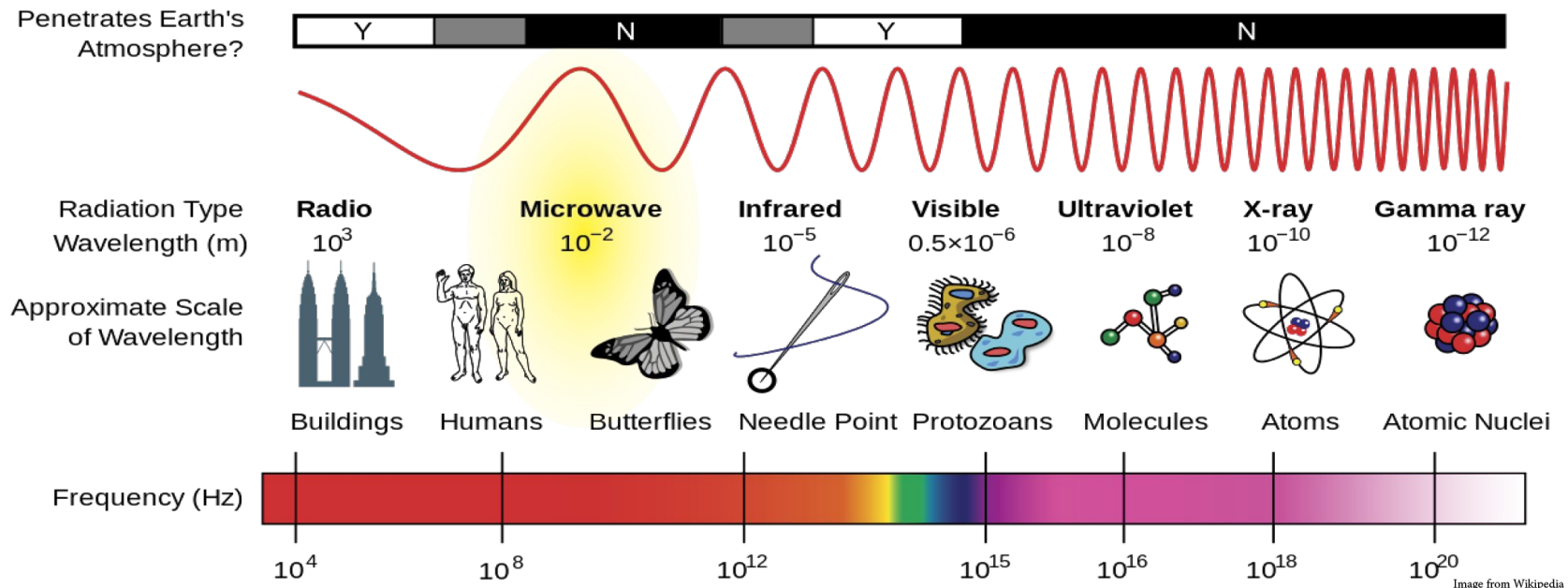
La luce è una radiazione elettromagnetica (EMR) in una certa porzione dello spettro elettromagnetico. Con luce si intende solitamente la luce visibile, quella percepita dal senso della vista.

La luce visibile è definita con lunghezza d'onda tra i 400 e i 700 nm, tra gli infrarossi e gli ultravioletti. La frequenza corrispondente è tra i 430 e i 750 terahertz (THz).

La sorgente principale di luce sulla terra è il sole.

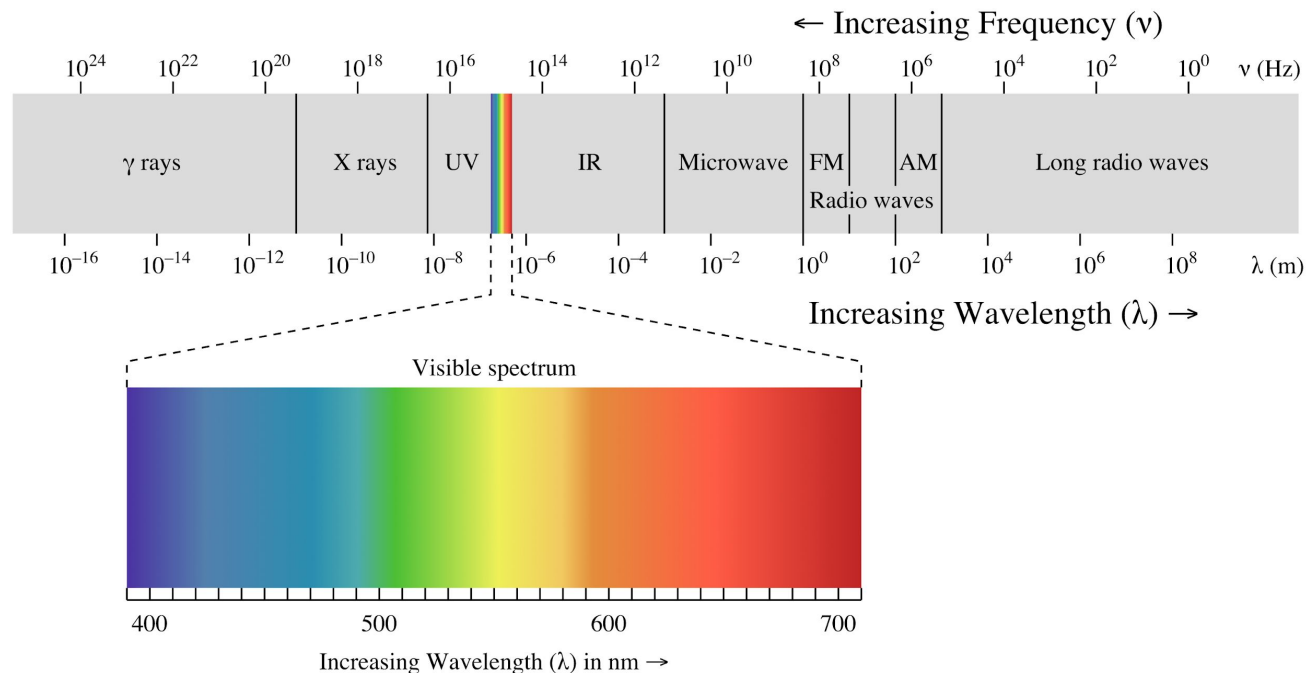
EMR

In generale, l'EMR è classificata per lunghezza d'onda in radio, micro onde, infrarosso, luce visibile, ultravioletto, raggi X e raggi gamma.



Luce visibile

Come ogni tipo di luce, la luce visibile viene emessa e assorbita in piccoli pacchetti chiamati fotoni, che esibiscono proprietà sia delle onde che delle particelle. Questa caratteristica viene definita dualità onda-particella.



Ottica

Lo studio della luce e della sua interazione con la materia è chiamata ottica. L'osservazione e studio dei fenomeni ottici come l'arcobaleno e l'aurora boreale offre molte informazioni sulla natura della luce.



Luce

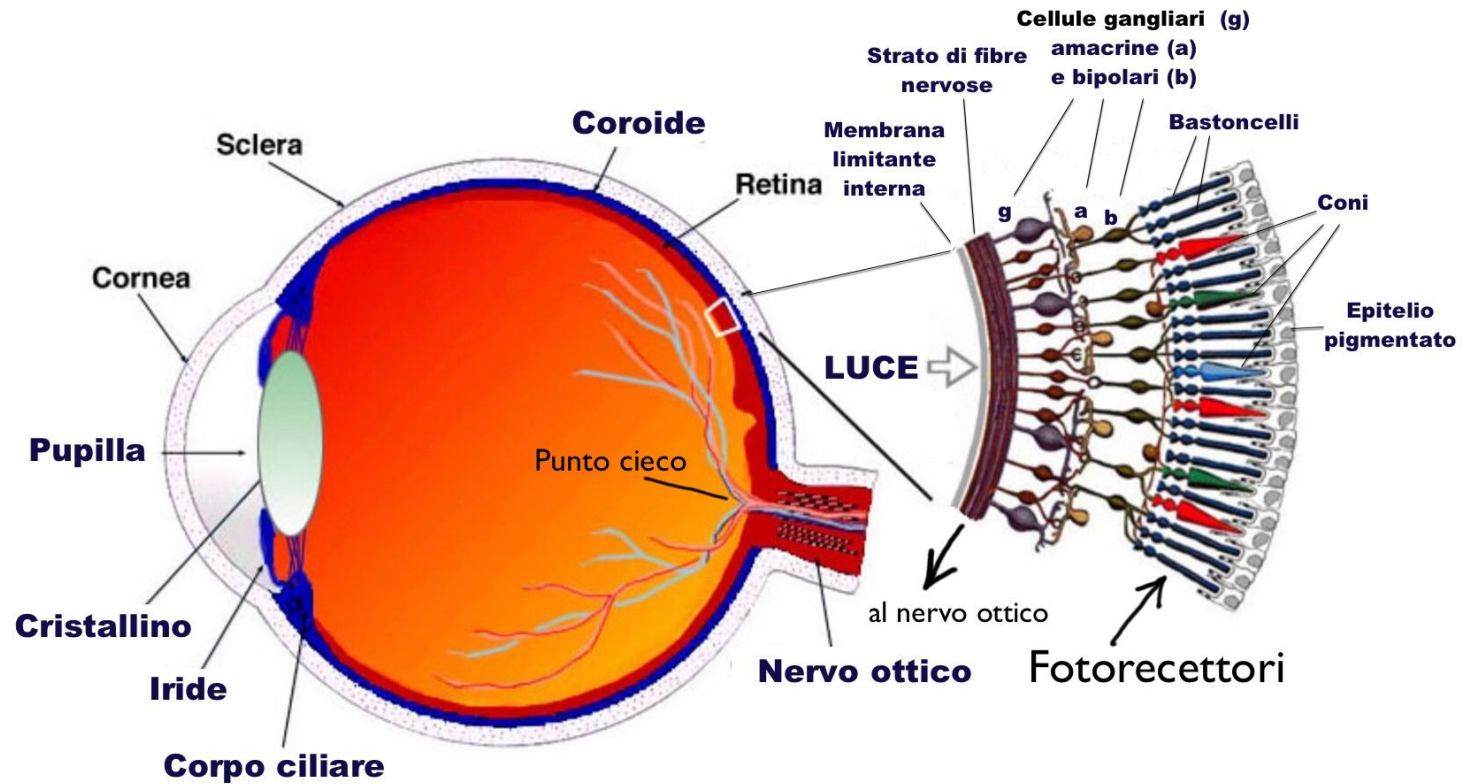
<https://www.youtube.com/watch?v=IXxZRZxafEQ>

Sistema visivo

Per vedere, gli occhi processano la luce. Il senso della vista comincia con la luce che attraversa la cornea, responsabile dei tre quarti della messa a fuoco. Segue l'attraversamento del cristallino che aggiusta la messa a fuoco.

Il risultato è un'immagine chiara proiettata su un foglio di fotorecettori chiamati retina, che fanno parte del sistema nervoso centrale, ma rimangono delocalizzati sul fondo dell'occhio.

Sistema visivo



Sistema visivo

<https://www.youtube.com/watch?v=JcDggCkhyis>

Grandezze radiometriche

Esistono una moltitudine di grandezze utilizzate per misurare l'intensità o potenza della luce. La prima categoria è quella delle grandezze radiometriche (relative alla radiazione elettromagnetica) la cui misurazione è compito della radiometria.

Fra queste:

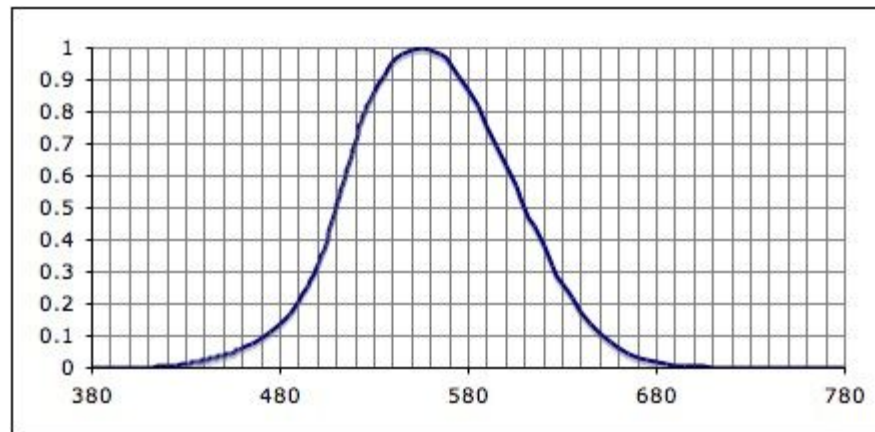
- l'energia radiante, misurata in Joule (J),
- Il flusso radiante, misurato in Watt (W),
- la radianza, misurata in watt allo steradiante per metro quadrato.

Lo steradiante è l'angolo solido: il corrispondente tridimensionale dell'angolo radiante

Grandezze fotometriche

Le grandezze radiometriche non sono direttamente utilizzabili nella scienza della vista. Il sistema visivo umano presenta una sensibilità non uniforme alle diverse lunghezze d'onda.

Vengono quindi utilizzate le grandezze fotometriche, che quantificano l'emissione luminosa partendo dalle grandezze radiometriche, ma mediante pesatura con la curva di risposta spettrale dell'occhio umano.



Grandezze fotometriche

Fra le grandezze fotometriche troviamo:

- il flusso luminoso, misurato in lumen,
- l'intensità luminosa, misurata in candela,
- l'illuminamento, misurato in lux.

Ad esempio, il flusso luminoso è la misura della potenza della luce che viene percepita dall'essere umano.

Flusso luminoso

Source	Luminous flux (lumens)
37 mW "Superbright" white LED	0.20
15 mW green laser (532 nm wavelength)	8.4
1 W high-output white LED	25–120
Kerosene lantern	100
40 W incandescent lamp at 230 volts	325
7 W high-output white LED	450
6 W COB filament LED lamp	600
18 W fluorescent lamp	1250
100 W incandescent lamp	1750
40 W fluorescent lamp	2800
35 W xenon bulb	2200–3200
100 W fluorescent lamp	8000
127 W low pressure sodium vapor lamp	25000
400 W metal-halide lamp	40000

Adattamento all'intensità luminosa

Il range d'intensità luminose a cui l'occhio umano è capace di adattarsi è enorme, nell'ordine dei 10^{10} . Il sistema visivo umano non riesce a lavorare su tutto questo range simultaneamente, il range d'intensità che l'occhio riesce a coprire simultaneamente è relativamente piccolo, di conseguenza deve reagire alle eventuali grosse variazioni adattandosi progressivamente.

Immagini in scala di grigi

Un'immagine greyscale è un'immagine in cui viene rappresentata solo l'intensità luminosa. Immagini di questo tipo sono anche conosciute come immagini in bianco e nero o monocromatiche. Sono composte esclusivamente da differenti tonalità di grigio fra il nero (l'intensità minore) e il bianco (l'intensità maggiore).



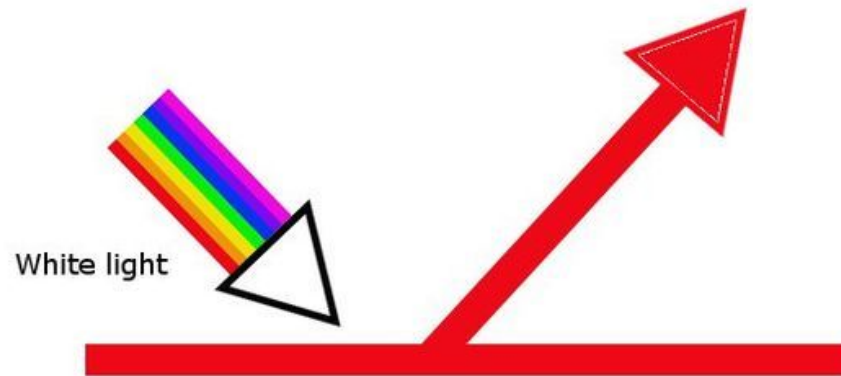
Colori

Il riconoscimento dei colori è una capacità della percezione visiva umana, che permette di classificare la luce visibile in sotto categorie chiamate ad esempio rosso, blu, giallo, verde, arancione o viola.

La percezione dei colori avviene grazie alla stimolazione dei coni dell'occhio da parte delle EMR nello spettro della luce visibile.

Colori

I colori vengono generati dagli oggetti in funzione della loro capacità di riflettere le varie lunghezze d'onda presenti nella luce visibile. Questa capacità di riflessione è governata dalla proprietà fisiche dei differenti oggetti.



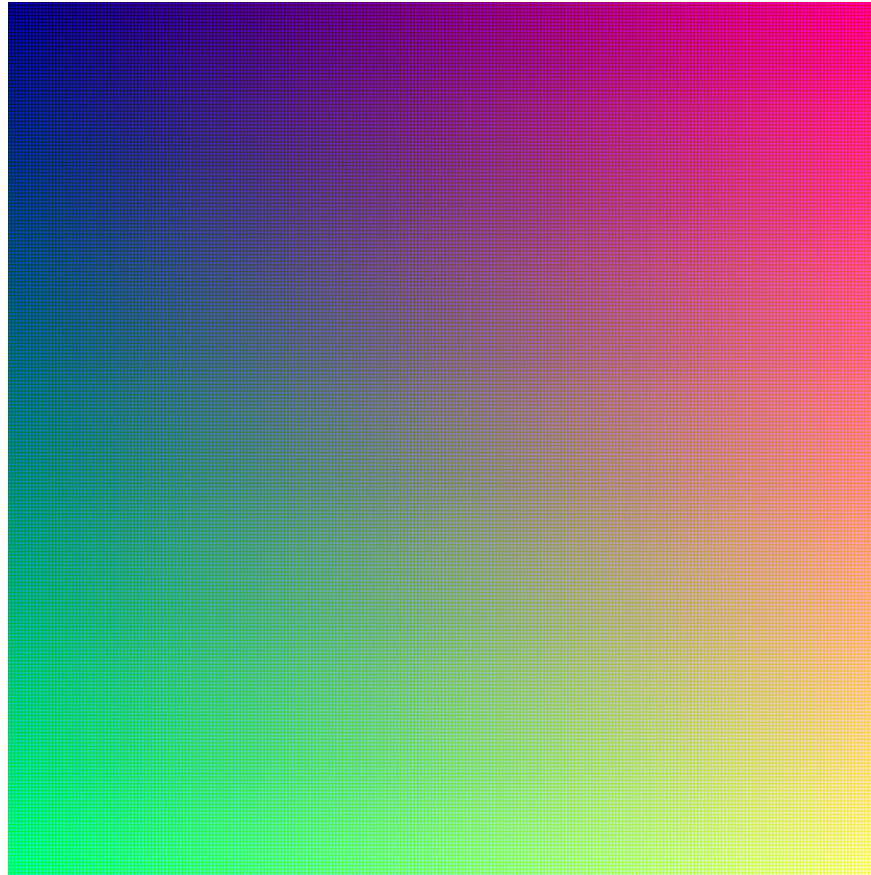
Colori

Color, wavelength, frequency and energy of light

Color	λ (nm)	ν (THz)	ν_b (μm^{-1})	E (eV)	E (kJ mol $^{-1}$)
Infrared	>1000	<300	<1.00	<1.24	<120
Red	700	428	1.43	1.77	171
Orange	620	484	1.61	2.00	193
Yellow	580	517	1.72	2.14	206
Green	530	566	1.89	2.34	226
Blue	470	638	2.13	2.64	254
Violet	420	714	2.38	2.95	285
Near ultraviolet	300	1000	3.33	4.15	400
Far ultraviolet	<200	>1500	>5.00	>6.20	>598

Colori

L'occhio umano può distinguere fino a 10 milioni di diversi colori.



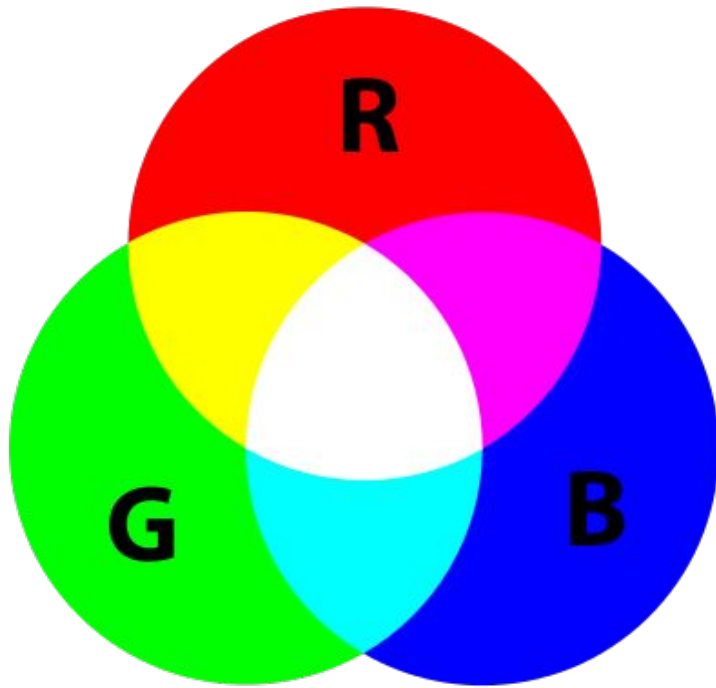
Modelli dei colori

Definendo uno spazio dei colori, è possibile identificarli numericamente con delle coordinate.

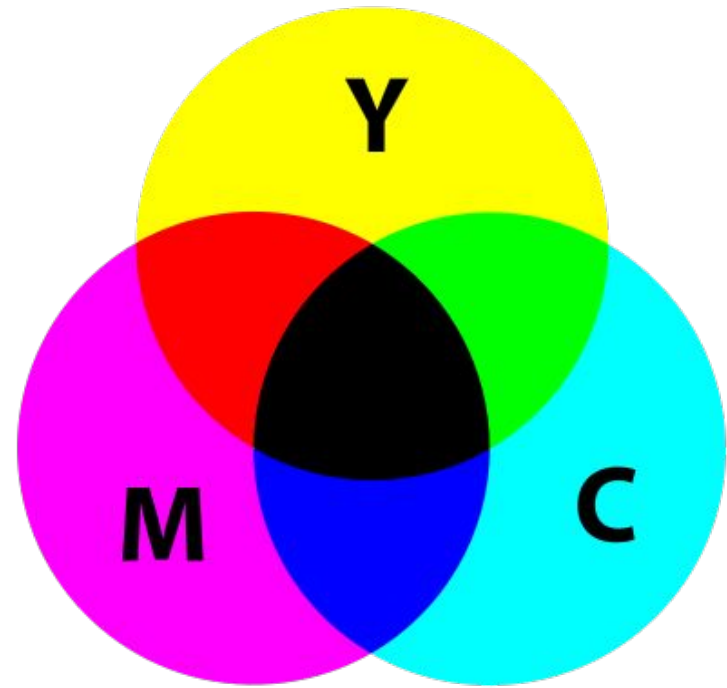
Ad esempio, lo spazio dei colori RGB è basato sui tre tipi di coni dell'occhio umano che rispondono alle tre bande di luce con i picchi tra 564–580 nm (rosso), 534–545 nm (verde) e 420–440 nm (blu).

In altri spazi dei colori possono esserci più di tre dimensioni, come ad esempio nel modello CMYK dove una delle dimensioni rappresenta la vivacità di colorazione (colorfulness).

Modelli dei colori



Additiva



sottrattiva

Modello RGB

Il modello dei colori RGB è basato sulla teoria che tutti i colori visibili possono essere creati sommando i tre colori rosso (R), verde (G) e blu (B).

Combinando rosso e verde nella stessa quantità si ottiene il giallo (Y), con verde e blu il ciano (C) e con rosso e blu il magenta (M). Si generano quindi i colori del modello CMY.

Parametri della percezione dei colori

Lavorare con i modelli dei colori tramite coordinate è complicato. Di conseguenza, per facilitarne l'utilizzo, i modelli dei colori definiscono vari parametri come ad esempio:

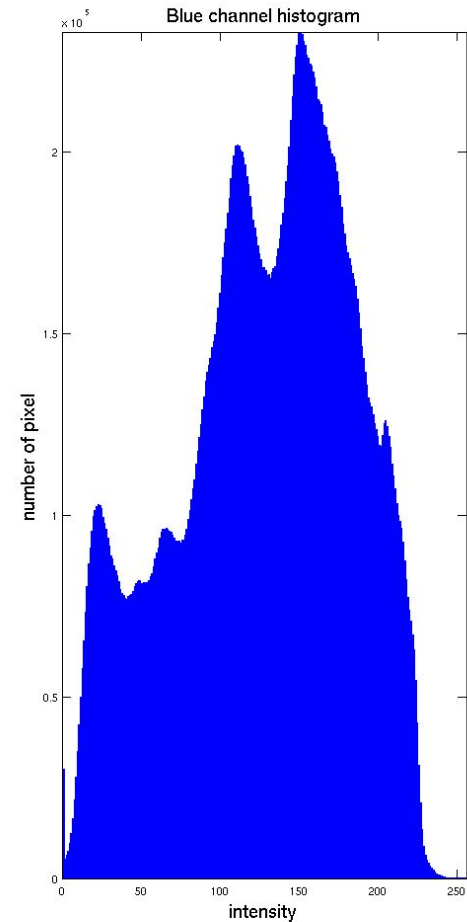
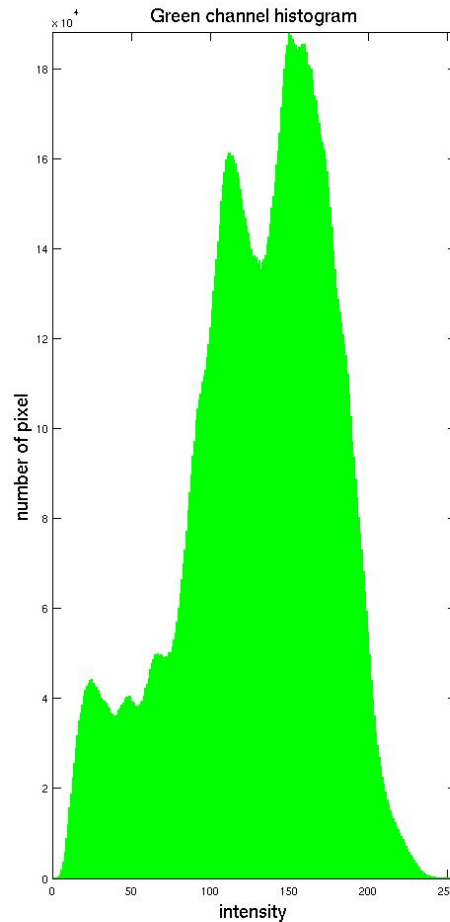
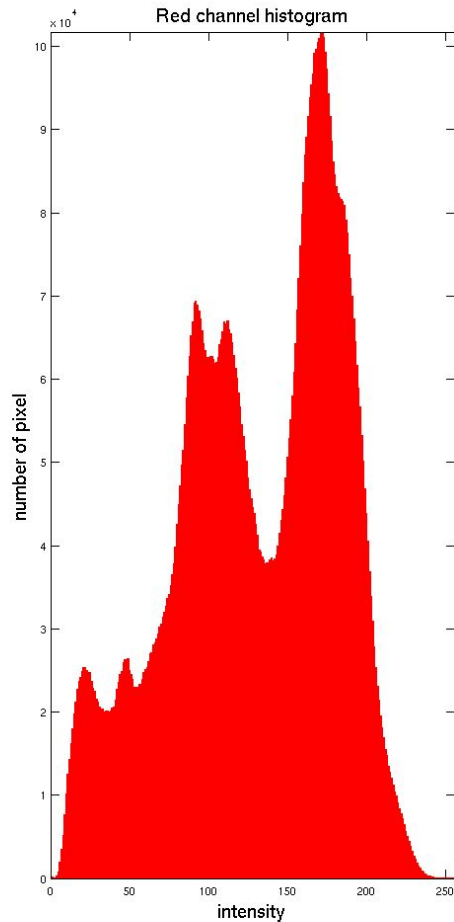
- Hue: rappresenta la gradazione o varietà di colore.
- Colorfulness, saturation e chroma (da non confondere con video chroma): rappresentano l'intensità cromatica.
- Brightness e lightness: rappresentano la percezione di intensità luminosa.
- Contrast: rappresenta la differenza in intensità luminosa o colore all'interno dell'immagine.

Istogramma dei colori

Nella fotografia e nell'immagine processing, l'istogramma dei colori è una rappresentazione della distribuzione dei colori. Per le immagini digitali rappresenta il numero di pixel in ogni range di colore.

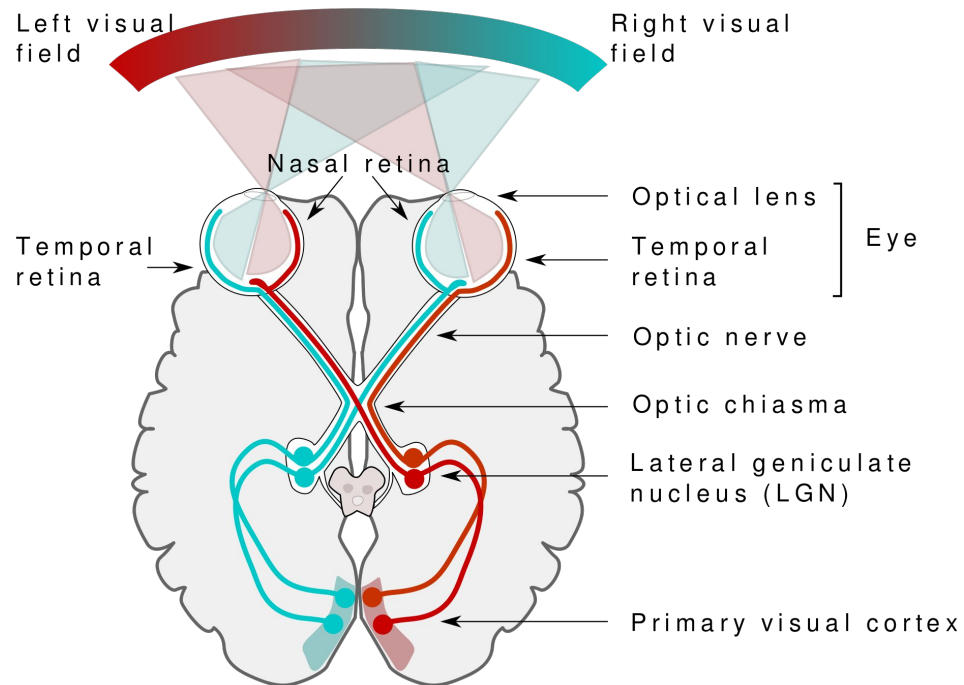
L'istogramma può essere realizzato per ogni modello dei colori, anche se il termine è più comune per gli spazi tridimensionali come RGB o HSV. Per le immagini monocromatiche si usa il termine istogramma di intensità.

Istogramma dei colori



Visione binoculare

La visione binoculare, anche detta visione stereoscopica o stereopsi, è una caratteristica del sistema visivo, propria di alcune specie animali, quali l'essere umano.



Visione binoculare

La visione binoculare avviene in un campo ristretto rispetto alla normale visione bioculare (come ad esempio quella di molto pesci). Nella visione binoculare entrambi gli occhi partecipano alla visione dello stesso soggetto o della stessa area di campo.

Visione binoculare

La parte del singolo campo visivo monoculare dell'occhio destro, va a sommarsi alla stessa parte visibile anche dal singolo campo visivo monoculare dell'occhio sinistro, formando appunto una immagine binoculare.

L'acutezza visiva è maggiore rispetto alla visione monoculare (più del doppio). Il campo visivo è di circa 95° orizzontali e 80° verticali.

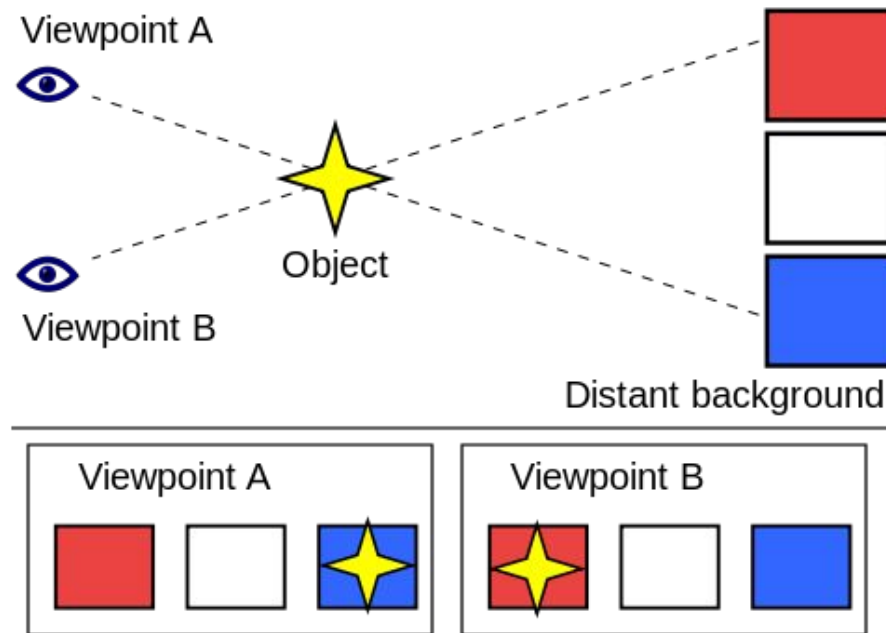
Disparità binoculare

Gli occhi umani sono separati orizzontalmente da una distanza interpupillare di circa 50–75 mm. Di conseguenza, ogni occhio ha una visione leggermente diversa del mondo circostante.

In ogni momento, gli occhi fissano un singolo punto nello spazio. A causa del differente punto di osservazione occhi, gli altri punti nello spazio hanno posizioni diverse sulla retina. La disparità binoculare è la differenza di posizione fra i punti di proiezione. Viene normalmente espressa in gradi (angolo visivo).

Parallasse

Il parallasse è la differenza della posizione apparente di un oggetto visto da due differenti punti di vista.



Percezione della distanza

La percezione della distanza è la capacità di vedere il mondo in 3 dimensioni riuscendo a valutare la distanza degli oggetti.

La percezione della distanza deriva da una moltitudine di fattori suddivisi in:

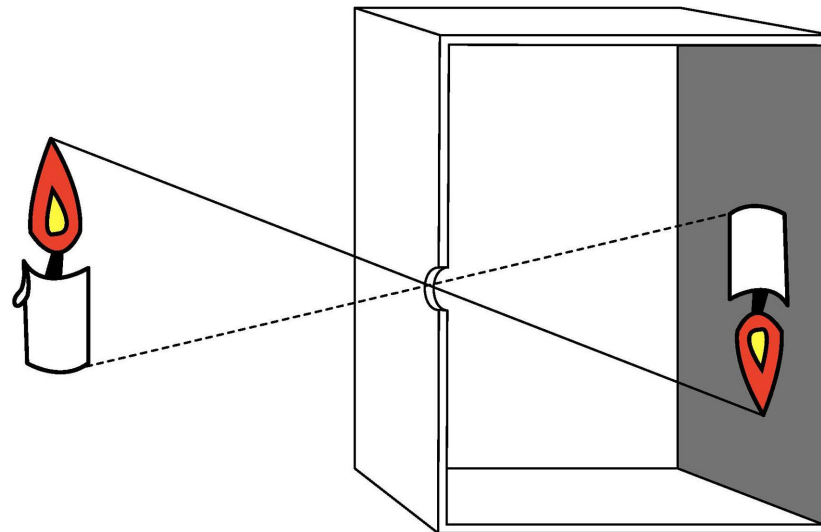
- fattori binoculari: sono principalmente la stereopsi, i movimenti di convergenza degli occhi, la disparità e l'utilizzo del parallasse.
- fattori monoculari: sono ad esempio la dimensione e la granularità dell'oggetto, ma anche l'utilizzo del parallasse di movimento.

Fotografia

La fotografia è la scienza, arte e pratica di creare immagini che durano nel tempo registrando la luce chimicamente con materiale fotosensibile (ad esempio con film fotografico), o elettronicamente con sensori.

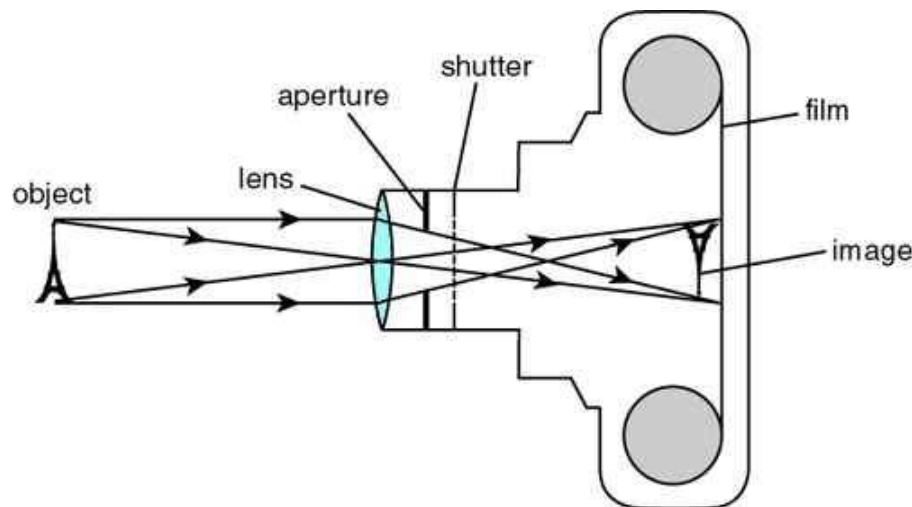
Fotografia

Una lente viene tipicamente utilizzata per la messa a fuoco della luce riflessa o emessa dagli oggetti, in modo da catturarla per un determinato periodo di esposizione, sulla superficie fotosensibile all'interno di una camera.



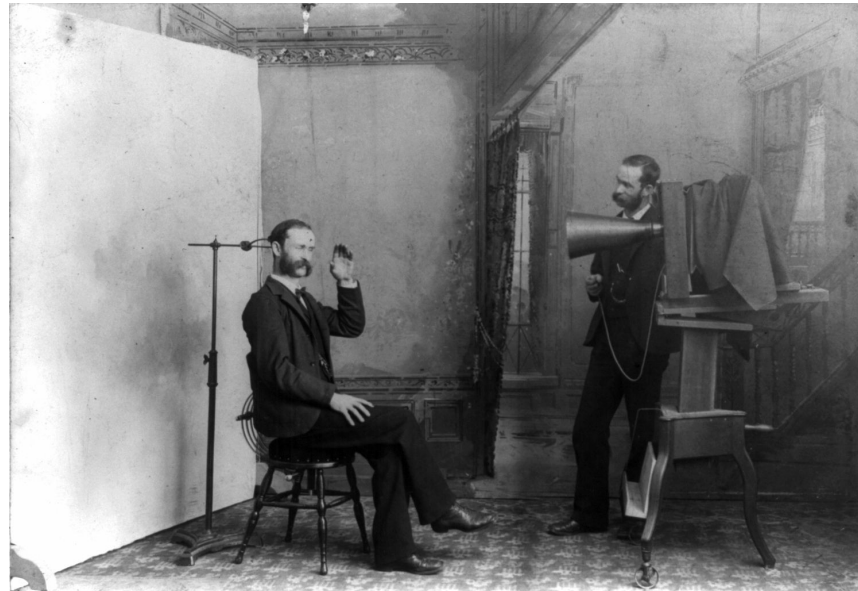
Film fotografico

Il risultato dell'esposizione di un film fotografico è un'immagine invisibile latente, che viene successivamente sviluppata in un'immagine visibile, negativa o positiva a dipendenza dell'utilizzo e del processo di sviluppo utilizzato. L'immagine negativa viene normalmente utilizzata per creare immagini positive ingrandite su carta.



Fotografia, cenni storici

La storia della fotografia ha origini nell'antichità con la scoperta di due principi fondamentali: quella della proiezione di un'immagine all'interno di una camera oscura e il fatto che alcune sostanze possono venire permanentemente alterate dall'esposizione alla luce.



Fotografia, cenni storici

La tecnologia negli anni si è evoluta, con forte accelerazione introdotta dall'avvento delle soluzioni digitali.

Si è passati dall'utilizzo di film fotografico per foto in bianco e nero, successivamente a colori, a tecniche di fotografia digitale ad altissima risoluzione, a 360° o di tipo stereoscopico.