

Progetto MultiMediale

Appunti¹A.A. 21/22

¹ T = teoria, M = metodi di progetto, P = tecniche di produzione.

T1 - La risoluzione	4
Quanto grande si può stampare?	5
Modulation Transfer Function	7
Aspect ratio	8
Anatomia dell'occhio	9
Campbell e Robson (1968) e Contrast Sensitivity Function	10
Colori e scala tonale	12
T2 - Dall'immagine al video	14
Sezione dell'occhio	15
Standard televisivi	16
Supporti	20
T3 - Fotometria e sorgenti di luce	22
funzione di efficienza luminosa	23
Misurazioni	25
Caratterizzazione delle sorgenti di luce	27
CIE XYZ	29
T4 - Colore e colorimetria	32
Come si forma il segnale colore	32
Processo psicofisico di visione cromatica	34
Spazio Colore	41
T5 - Spazi percettivi e distanze	44
Measuring color difference	47
Discussioni sulla colorimetria	48
La formazione di un colore	51
What is Colour?	52
T6 - Gamut mapping e profili	54
M1 - Intro + Progettazione di sintesi multimediali	63
M2 - Teoria dei media	65
M3 - Percezione dell'immagine	68
M4 - La composizione e la narrazione	70
Le forme e le inquadrature	70
Il poema epico	70
Teoria della narrativa	71

M5 - Le forme narrative	73
Il tema, il soggetto	73
Il trattamento e la scaletta	74
M6 - La sceneggiatura	75
M7 - Il linguaggio cinematografico	77
M8 - Inquadrature e movimenti di camera	79
I movimenti della telecamera nelle riprese	82
M9 - Il tempo nella narrazione	83
Il tempo narrativo nell'arte	83
Rappresentazione del movimento nell'arte	83
Nuove forme	84
P - Produzione di un contenuto multimediale 	85

T1 - La risoluzione

Dimensione elettronica = numero di pixel che compongono lo schermo.

Risoluzione = in una immagine la risoluzione è la densità di pixel in una quantità di spazio. Si parla di risoluzione quando si sceglie di mettere una risoluzione elettronica in una risoluzione reale.

$$\text{Risoluzione} = \text{Dimensione elettronica} / \text{Dimensione di visualizzazione}$$

$$\text{Dimensione elettronica} = \text{Risoluzione} \times \text{Dimensione di visualizzazione}$$

la risoluzione è il rapporto tra le dimensioni elettroniche (date dal numero di pixel che compongono lo schermo) e le dimensioni di visualizzazione (date dal numero di pollici, cioè la grandezza del monitor). Si misura in DPI (pixel per pollice es. 300 dpi significa 300 pixel per pollice) o PPI.

Risoluzione di acquisizione = ovvero quando si scatta quale la risoluzione acquisita? è la risoluzione dell'immagine (il numero di pixel che la compongono) al momento della sua acquisizione. Si misura in PPI (DPI-Pixel Per Inches) e per questo dipende dalla distanza di osservazione. Di solito è calcolata ad una distanza di 30 cm ma se ci si allontana l'immagine è percepita come più piccola (quindi sono meno i pollici percepiti).

Frequenza spaziale = numero di variazioni periodiche della luminanza nell'unità di angolo visivo, e sono misurate in cicli per grado. Più ci si allontana più aumenta la frequenza (di cicli) e diventa più difficile distinguere i dettagli.

Il cambio di risoluzione dipende dalla distanza, più ci si allontana, ovvero più diventa piccola la dimensione di visualizzazione, più aumenta la risoluzione.

I dispositivi elettronici mantengono una dimensione di visualizzazione costante.

Quanto grande si può [stampare](#)?

Ovvero, di quanti megapixel si ha bisogno?

megapixel = si intendere tutti i milioni di pixel che vengono catturati dalla fotocamera in una foto. Ad esempio una fotocamera che possiede 5 megapixel sarà in grado di catturare 5 milioni di pixel. I megapixel indicano la risoluzione massima con la quale le foto possono essere scattate.

Ci sono tre livelli qualitativi:

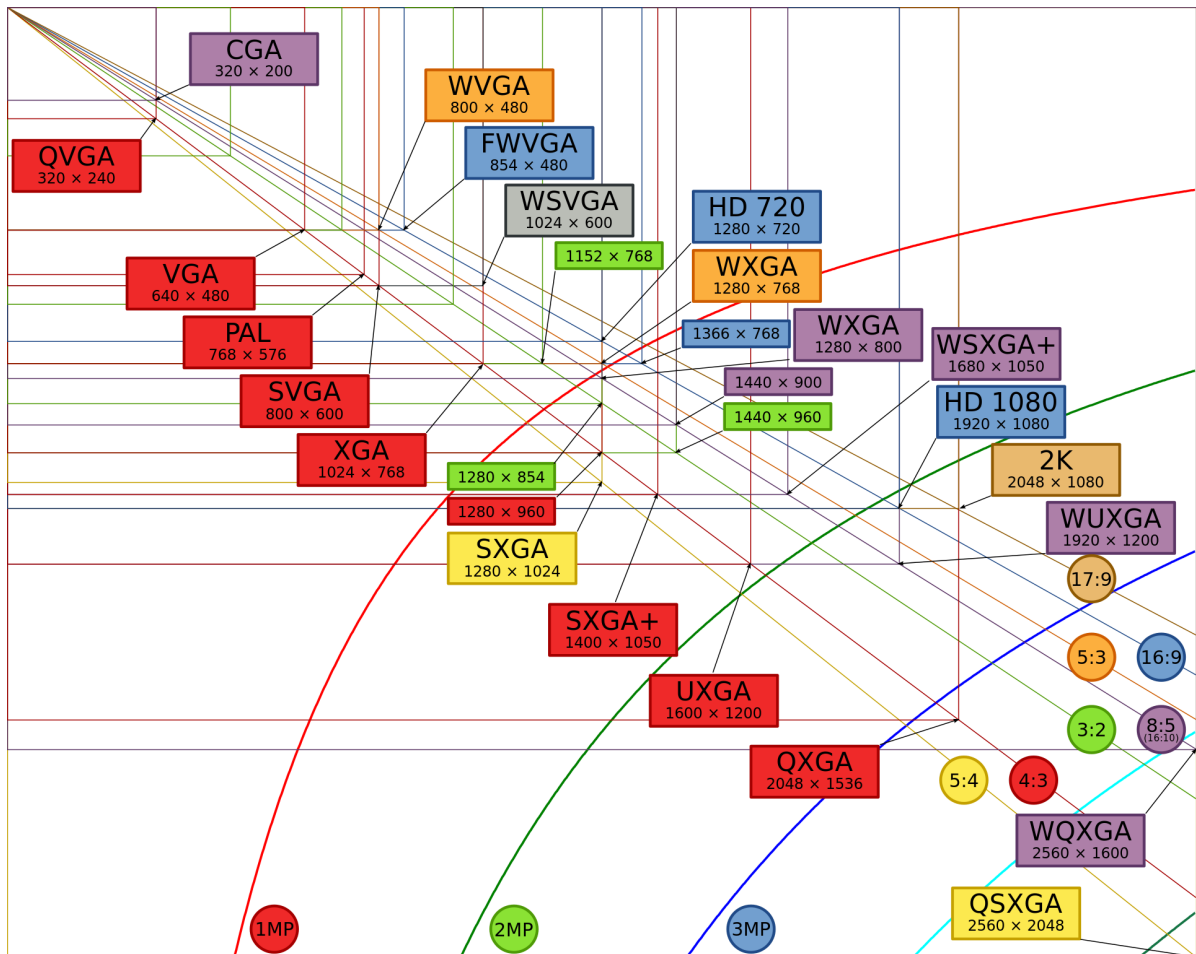
- **< 150 dpi = povero.** Le aree con estremo dettaglio mostrano differenze rispetto alla stessa immagine stampata con qualità superiore, gli artefatti (es. il rumore) si vedono immediatamente. Queste stampe presentano ovvii problemi di qualità se osservate da vicino.
- **tra 150 dpi e 240 dpi = buono.** Ci possono essere dei piccoli problemi nelle aree molto dettagliate, che però tendono a non essere visibili alla normale distanza di osservazione e sono difficili da vedere anche da vicino, specialmente avvicinandosi ai 240 dpi.
- **>240 dpi = eccellente.** Abbiamo una risoluzione tale da raggiungere il massimo ottenibile dalla stampante a getto d'inchiostro. Superare tale risoluzione è necessario solo se la periferica d'uscita è ottimizzata per tali valori.

sensore pixel resolution	20x25 cm	28x35 cm	33x48 cm	60x90 cm
4mp 2464x1632	Buono 204 dpi	Scarso 148 dpi	Scarso 130 dpi	Scarso- 68 dpi
6mp 3000x2000	Buono 250 dpi	Buono- 181 dpi	Scarso 158 dpi	Scarso- 83 dpi
8mp 3504x2336	Eccellente 292 dpi	Buono 212 dpi	Buono- 184 dpi	Scarso 97 dpi
10mp 3872x2592	Eccellente 324 dpi	Buono 235 dpi	Buono 203 dpi	Scarso 108 dpi
12mp 4288x2848	Eccellente 356 dpi	Buono 259 dpi	Buono 225 dpi	Scarso 119 dpi
16mp 4992x3328	Eccellente 416 dpi	Eccellente 302 dpi	Buono 262 dpi	Scarso 138 dpi

Se io voglio prendere una risoluzione e voglio fare delle stampe, se l'idea è quella di stampare senza vedere la trama dei pixel ci sarà un limite intrinseco nella possibilità di stampa di una immagine e questo sarà legato alla sua dimensione

//[calcolatore risoluzione / dimensione](#)

Pixel arrays = L'array pixels contiene i valori per tutti i pixel nell display di visualizzazione. Questi valori sono del tipo di dati colore. Dipende dal formato.



Modulation Transfer Function

La nitidezza di un'immagine è un parametro soggettivo, per cui è impossibile quantificare le prestazioni dell'obiettivo semplicemente guardando i dettagli di un'immagine. Per questo motivo, i produttori di obiettivi hanno scovato dei metodi oggettivi per misurare le prestazioni delle proprie lenti in laboratorio, soprattutto tramite simulazioni al computer. Questi sistemi sono quindi confluiti all'interno di quella che attualmente è una misura standard per tutte le lenti, chiamata **MTF**, ovvero **Modulation Transfer Function**. Dal momento che nessun obiettivo è perfetto nel trasmettere la luce, l'MTF è molto utile per quantificare la perdita sia del **contrasto** che della **risoluzione**. Uno dei vantaggi degli MTF è che sono in grado di fornire molte informazioni utili in un unico grafico:

1. La Risoluzione della lente
2. Contrasto della lente
3. Astigmatismo e aberrazione cromatica laterale
4. Campo di curvatura
5. Lo spostamento di messa a fuoco

Questi parametri ci permettono di giudicare le qualità di una lente in maniera oggettiva, nonché di paragonare differenti prodotti dello **stesso produttore** in maniera rapida e precisa.

In pratica, l'MTF è ottimo per valutare **alcune prestazioni** delle lenti ma **non forniscono il quadro completo** di un'ottica (per decisione dei costruttori).

Aspect ratio

Aspect ratio = letteralmente rapporto d'aspetto, indica il rapporto fra le due dimensioni principali di una figura bidimensionale. La traduzione più appropriata è con termine “proporzioni”, che, nel settore audiovisivo, si riferisce alle proporzioni di uno schermo o del sensore di immagini presente all'interno di foto o video camere. È il rapporto tra larghezza e altezza. Nel cinema si usa un aspect ratio di:

- 1.5:1
- 1.85:1
- 2.39:1 (cinema scope)

Mentre in TV si usa 4:3 o 16:9 (che sarebbero base su altezza).



Dopo avere acquisito un'immagine o un video con un determinato aspect ratio ho due modi di riprodurlo su uno schermo che ha diverso aspect ratio:

- **Formato anamorfico** = è un termine che può essere utilizzato sia per la tecnica cinematografica di cattura di una immagine in formato widescreen su una pellicola da 35 millimetri, o altri supporti di registrazione visiva, con un aspect ratio nativo non widescreen, sia a un formato di proiezione cinematografica in cui l'immagine originale richiede una lente anamorfica (consiste in una lente montata su una macchina da presa che comprime l'immagine impressa sul negativo in larghezza, **mantenendo inalterata** l'altezza) per ricreare le proporzioni originali. Semplicemente aggiungo spazio (quello nero delle vecchie televisioni a tubo catodico) per non tagliare le immagini.
- **Crop** = è il taglio letterale della pellicola a un certo formato.

Il televisore a tubo catodico aveva un cannone di elettroni che sparava sui recettori dello schermo che erano disposti su file e rappresentavano i pixel. Ci sono due tipi di scansione: progressiva e interlacciata.

Le antenne TV ricevono un segnale radio. Il segnale ha determinate caratteristiche. Il decoder serve per fare una decodifica del segnale e trasmetterlo sullo schermo e a questo punto se il televisore è interlacciato il segnale preso dall'antenna che viene trasformato in righe sarà trasmesso alternando righe pari e righe dispari nel tempo.

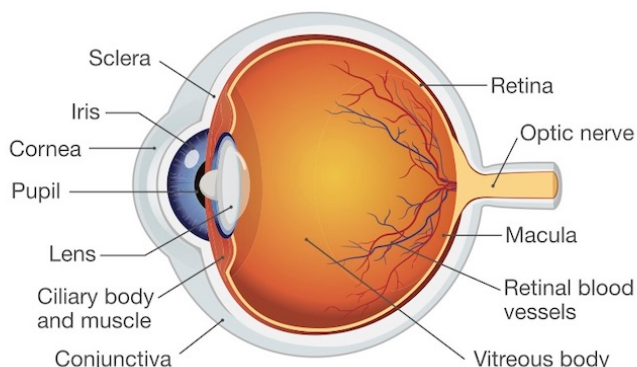
Anatomia dell'occhio

Strato protettivo composto da:

- **cornea** = protective lens. Lente protettiva esterna all'occhio.
- **congiuntiva** = white eye protection. Membrana che tiene attaccata la cornea.

iride = a muscle that lets more or less light to enter the eye. E' il colore degli occhi.

pupilla = together with the iris, regulates the amount of light entering the eye. Si trova all'interno dell'iride. Si comporta come l'obiettivo di una macchina fotografica.



retina = (mosaico retinale) it is a sensory membrane considered as part of the brain. Composed of several layers among which one contains photoreceptors for colors (cones) and light/dark (rods).

Divided into:

- **fovea** = a small area of the retina where most of all the photoreceptors (only cones!) are.
- **retina periferica** = the part of the retina which is not the fovea. Contains both rods (mainly rods!) and cones.
- **macula** = fovea + small area around it. Zona centrale della retina e contiene la maggior parte dei recettori poiché la macula contiene la fovea.

nervo ottico = Brings stimuli to the brain.

Quando si focalizza l'attenzione su un oggetto si crea una linea di visione, i raggi entranti di luce vanno a colpire la fovea passando tramite una "strettoia". Raggi che entrano in modo perpendicolare rispetto all'orientazione del nostro punto di vista (del nostro occhio) entreranno dritti e andranno verso la fovea e gli altri si distribuiranno intorno. Tutti i raggi che colpiranno il sistema periferico sono quelli che garantiscono una visione "sfocata".

visione foveale = visione concentrata intorno a un **punto di interesse**.

field of view = campo di visione. L'umano riesce a vedere a 180° (non bene, riesce a percepire quello che c'è intorno). Quando noi puntiamo l'attenzione su qualcosa concentriamo lo sguardo attorno a quello che viene detto **punto di fissazione**. Noi abbiamo 2° di visibilità del dettaglio intorno a quel punto.

Acutezza visiva = si intende la capacità dell'occhio umano di individuare e percepire i più piccoli dettagli di un oggetto a una determinata distanza, come conseguenza del livello di nitidezza dell'immagine proiettata sulla retina.

Scientificamente, l'acuità visiva è la misurazione dell'angolo minimo sotto cui devono essere visti due punti separati; l'angolo minimo preso in considerazione è un primo (ossia un sessantesimo di grado). Detto in parole povere, l'acuità visiva indica la capacità degli occhi di **distinguere due punti vicini come separati e distinti**.

Corrisponde a circa un minuto d'arco ovvero un 1/60 di grado dove per grado si intende un grado 3dimensionale (si può anche immaginare come un angolo piano).

Campbell e Robson (1968) e [Contrast Sensitivity Function](#)

Gli oscilloscopi mostrano la tensione in funzione del tempo per forme d'onda periodiche o ripetute. Abbiamo quindi (ancora una volta):

Onda periodica → Frequenza Spaziale → Trasformata di Fourier.

La trasformata di Fourier serve a trasformare un segnale complesso in una serie di segnali più semplici (esempio: somma di sinusoidi).

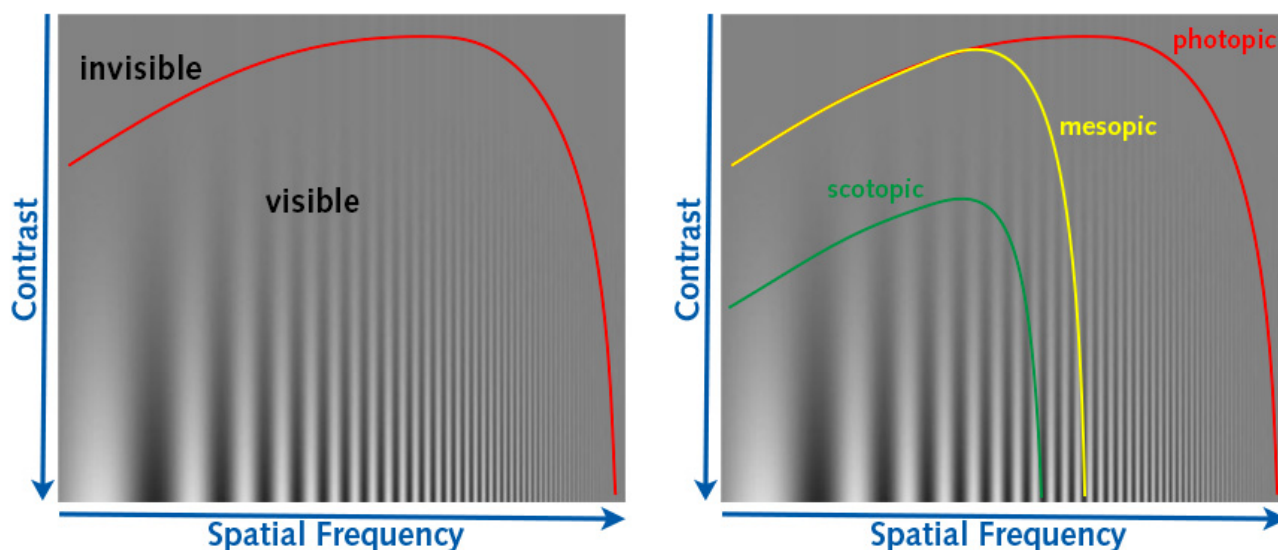
Campbell e Robson fecero ricerche sulla misurazione della curva di sensibilità al contrasto e fornirono un'idea riguardo ai meccanismi neurali che influenzano la visione del contrasto. Suggestirono la presenza di una **serie di canali indipendenti**, con il termine **canale** si fa riferimento a un meccanismo psicofisico selettivo per determinati valori di attributi (quali orientazione, frequenze spaziali) che è in grado di filtrare l'input visivo sulla base delle proprie proprietà di filtraggio. Ognuno dei canali per la frequenza spaziale ha una propria sensibilità per una determinata frequenza spaziale.

Quindi, secondo Campbell e Robson, la curva di sensibilità al contrasto risultava essere l'esito dell'attività combinata di questi canali indipendenti. Il sistema proposto dai due ricercatori, suggerisce perciò che ogni localizzazione spaziale venga analizzata da un determinato numero di canali, ciascuno con una sensibilità preferenziale (ma non esclusiva) ad una data frequenza. Proprio grazie a queste ricerche, la misurazione psicofisica della curva di sensibilità al contrasto è resa possibile.

La **funzione di sensibilità al contrasto** (CSF) descrive le capacità di visione spaziale di un osservatore. La sensibilità al contrasto mostra un'elevata correlazione con le attività quotidiane, come leggere, cercare e riconoscere oggetti, navigare in un labirinto.

Ci sono tre tipi di visione :

- **fotopica** = è quella che si ottiene con i coni (colori)
- **scotopica** = è quella della notte
- **mesopica** = in cui riesco a vedere un minimo di colori ma non troppi (punto di sella)



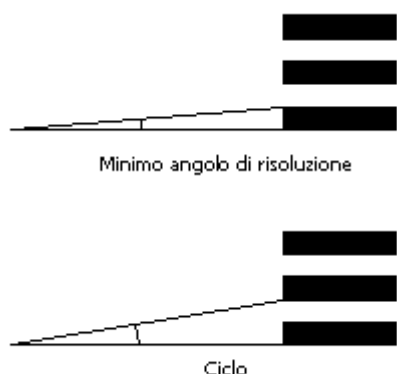
La visione varia anche a seconda della età anagrafica, gli infanti ci vedono meno rispetto a un adulto, e invecchiando la visione tende ad abbassarsi.

contrasto = in un'immagine è il rapporto tra il valore più alto (punto più luminoso) e il valore più basso (punto più scuro) della luminosità nell'immagine.

//<https://www.allaboutvision.com/it/test-oculari/test-di-sensibilita-al-contrasto/>

Angolo di visione = si intende la porzione di scena davanti alla fotocamera che verrà acquisita dal sensore.

risoluzione apparente = quando oltre ai due elementi della risoluzione (dimensioni elettroniche e dimensioni di visualizzazione) tengo conto anche della **distanza di osservazione** e quindi dell'**acutezza visiva**.



Il **minimo angolo di risoluzione** esprime la più piccola distanza tra due linee (ad esempio nel test a linee bianche e nere alternate), affinché vengano percepite come due oggetti distinti e separati. Infatti, per rilevare distintamente due linee bianche su sfondo nero, è necessaria l'attivazione di **tre fotorecettori** di cui uno non attivato che indichi la mancanza di continuità. La misura risultante è spesso espressa in unità angolari, usando i **minuti d'arco**.

Si deve considerare la distanza (la stessa risoluzione appare più bassa se ci si allontana, appare più alta se ci si avvicina) e l'acutezza visiva in gradi. Se consideriamo risoluzione ad una certa distanza possiamo determinare la risoluzione apparente che si misura in dettagli per per grado (dpi per grado).

Colori e scala tonale

Ogni singolo pixel che compone un'immagine è caratterizzato da un colore. Per **colore** si intende:

- una **tinta** o **tonalità** = indica la qualità cromatica di un colore (quella che comunemente si chiama “colore”: rosso, giallo, porpora, blu, violetto, ecc.);



- una **luminosità** = denota la sensazione di luminosità (di brillantezza) di un colore;



- una **saturatione** = è la sensazione del grado di “concentrazione” o purezza di una tinta (più intensa, più sbiadita).



Queste tre informazioni sono codificate, per ogni singolo pixel di un'immagine digitale, da un certo numero di bit. Il numero di colori possibili si dice **scala tonale** dell'immagine.

I [livelli di grigio](#) sono una scala tonale che contiene tutta una gamma di sfumature che va dal nero al bianco per un totale di 256 toni di grigio.

quantizzazione = dice quanti bit userò per andare a rappresentare un canale colore, solitamente si usano 8 bit in modo da avere 256 toni (0-255). Avere una quantizzazione alta non implica avere un range dinamico elevato. Avere una quantizzazione molto alta in un range dinamico molto basso non è favorevole in quanto il nostro occhio non è in grado di percepire tante sfumature dello stesso colore (spreco bit di quantizzazione).

range dinamico = indica il rapporto tra la luce massima e quella minima. Il range dinamico non è dipendente dalla quantizzazione, infatti se noi abbiamo una quantizzazione alta non significa necessariamente che anche il range dinamico sia elevato. Posso avere lo stesso range dinamico con quantizzazioni diverse.

Just-Noticeable Difference = (JND) indica la quantità di informazione che dobbiamo aggiungere per poter percepire la differenza (differenza minima percepibile tra due stimoli della stessa natura). Aumenta in modo proporzionale all'aumentare del segnale. Dato questo concetto è inutile andare a utilizzare una quantizzazione troppo elevata quando sappiamo che il nostro sistema visivo non sarà in grado di individuarla.

Cosa succede alla risoluzione se la quantizzazione è bassa?

Se abbiamo una bassa quantizzazione allora la risoluzione ne risentirà e avremo un effetto dell'immagine sgranato. Quando si vuole andare ad alzare o abbassare la quantizzazione bisogna sempre andare a vedere quali saranno le conseguenze sulla risoluzione. Il dithering è un metodo per andare a simulare la quantizzazione.

Se aumento il range dinamico ma non la quantizzazione, che cosa succede?

Mi ritrovo in una situazione dove il risultato dell'immagine che andrò a proiettare a schermo avrà una qualità peggiore (risoluzione peggiore – immagine sgranata).

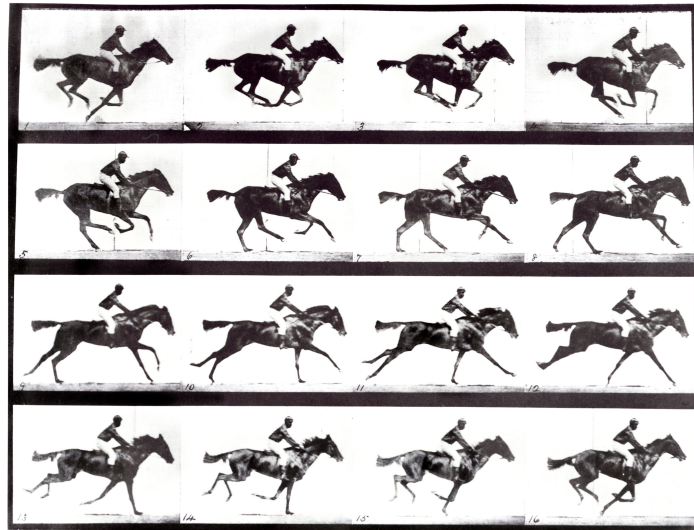
//In matematica, in particolare in analisi armonica, la [serie di Fourier](#) è una rappresentazione di una funzione periodica mediante una combinazione lineare di funzioni sinusoidali. Questo tipo di decomposizione è alla base dell'analisi di Fourier.

Scheda macchina fotografica

Modello	Canon EOS 600D
Risoluzione del sensore	5184 × 3456 (18 Mpx)
Aspect ratio	3:2

T2 - Dall'immagine al video

Un video può essere visto come una sequenza di immagini. La fotografia nasce a metà del 1800, Eadweard Muybridge creò una sequenza temporale di immagini realizzando l'illusione del moto. Alla base di questo nasce l'invenzione del cinema dei fratelli Lumier.



flickering = (sfarfallio) effetto causato da una distorsione della luce che non dipende da cosa si sta riprendendo nella scena, ma occorre quando si ha un frame rate che varia nel tempo. È un cambiamento visibile della luminosità tra i cicli visualizzati sui display video. La **quantità di flickering** percepita dipende dall'angolo di visione dello schermo, infatti i **bastoncelli** sono più sensibili al movimento, ed essendo nella parte laterale, osservando di lato uno schermo si percepisce di più il flickering (visione laterale è più sensibile al movimento).

Se si hanno tanti frame al secondo il flickering sarà percepito pochissimo (o per niente), con un basso frame rate si noterà di più.

Se non ci sono abbastanza immagini in un secondo si rischia l'effetto flickering (sotto i 24 frame al secondo, il movimento non si fonde bene, il sistema visivo umano funziona sui 24 frame al secondo). Il flickering può essere anche causato da frame di uno stesso video con diverse esposizioni.

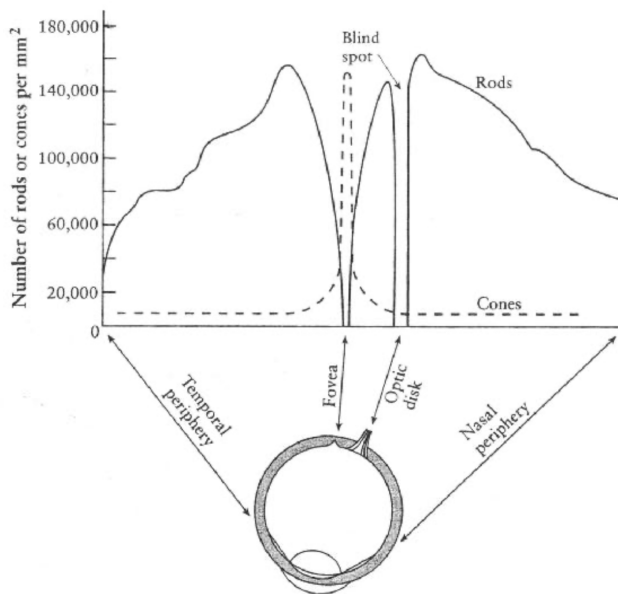
In sintesi l'effetto flickering è influenzato da:

- Frame rate
- Luminosità dei frame
- Angolo di visione

Per risolvere il problema del flickering bisogna:

- Duplicare la clip che presenta flickering tramite l'**otturatore a farfalla**
- Posizionare la clip duplicata in un altro livello sopra la clip originale
- Spostare questa clip di un frame rispetto all'originale
- Ridurre l'opacità dei due livelli intorno al 50% (o in base al problema specifico che state affrontando)

Sezione dell'occhio



punto buio = (blind spot/punto cieco) dove si trova il **nervo ottico** non ci sono recettori e se i raggi di luce colpiscono quella zona noi non riusciamo a vedere. Ma l'occhio cerca di sopperire a questo punto cercando di imparare il pattern che si trova nell'intorno per riempire il punto. In informatica si chiama **image inpainting**, dove si cerca di coprire i buchi con le texture che si trovano nel suo intorno.

movimenti saccadici = (saccadic movements) eye move with a frequency of 2-3 movements per second. **Fixations**: when eyes stop on the scene.

I nostri occhi continuano a muoversi su

punti di interesse per dare una **immagine globale**. I punti di interesse sono punti con contrasti e passaggi di bordi molto netti (o anche contain uncommon shapes). In informatica esistono algoritmi che come noi riconoscono dei pattern di punti di interesse come ad esempio i volti.

Coni e bastoncelli sono divisi in due segmenti:

- **interno** = includes the cell nucleus and the terminals or synaptic clefts (terminazioni sinaptiche) that make contact with adjacent cells. Questo segmento è comune sia a coni che bastoncelli.
- **esterno** = stack of disks containing light-sensitive pigment molecules (photopigments). I coni e i bastoncelli hanno questo segmento di forma diversa. I coni hanno un aggancio alle cellule gangliari più grosso rispetto ai bastoncelli e per questo riescono a catturare più informazioni alle cellule sottostanti.

coni = sono concentrati nella fovea e infatti permettono la visione foveale. Si dividono in base alla lunghezza d'onda a cui rispondono ovvero:

- rossi
- verdi
- blu

Questi coni sono distribuiti in modo diverso tra diversi individui.

bastoncelli = sono concentrati all'esterno della fovea, e permettono la visione periferica. Rispondono all'intensità di luce in generale.

Il cinema è una esperienza "diurna" → visione **fotopica**

Frame rate = si misura in FPS e indica quante immagini la nostra macchina riesce a 'produrre' al secondo.

Refresh rate = indica quante volte in 1 secondo il nostro monitor si aggiorna e si misura in Hz.

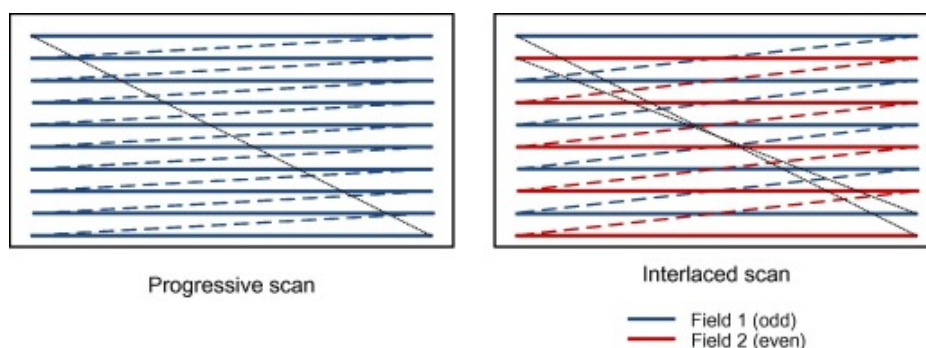
Il livello di luminanza aumenta il refresh rate necessario...per eliminare il flickering?

Standard televisivi

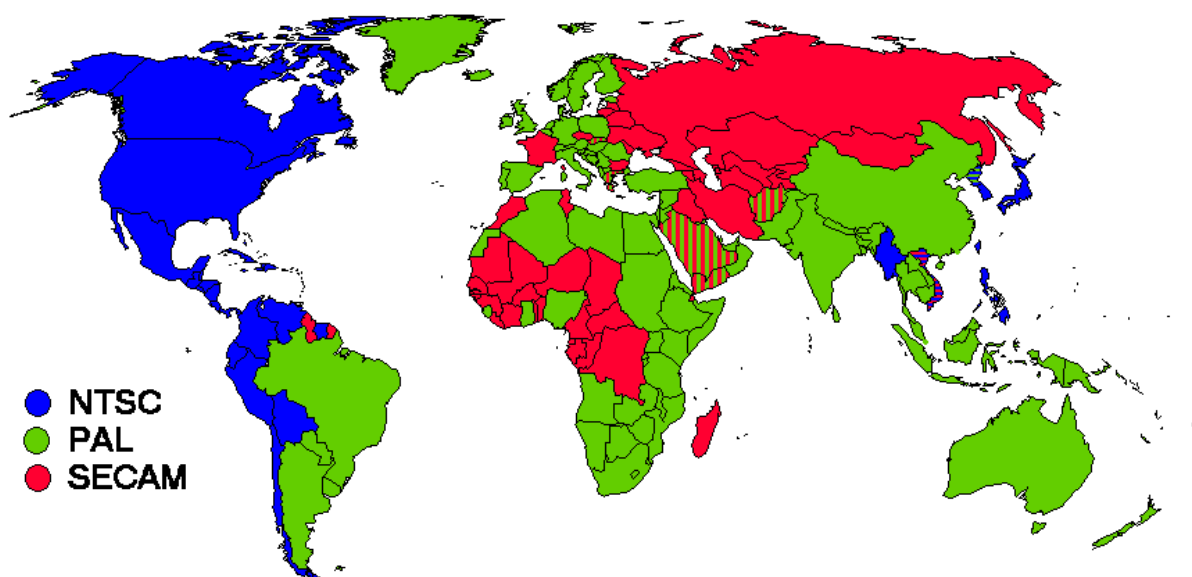
Video progressivo = è un sistema per la visualizzazione, memorizzazione o trasmissione di immagini in cui tutte le linee di ciascun fotogramma vengono visualizzate in sequenza, al contrario di quanto avviene con la scansione interlacciata dove l'immagine è suddivisa in due semiquadri, uno contenente le linee pari e l'altro quelle dispari.

Video interlacciato = consiste nel trasmettere prima un semiquadro e poi il secondo semiquadro (prima linee pari poi linee dispari). Questo sistema occupa di banda, ma allo stesso tempo aumenta l'effetto **flickering**, come anche il **twitter** (sfarfallio dovuto al movimento, risolvibile **interpolando** frame prima e dopo per compensare questa differenza).

in una ripresa progressiva un singolo fotogramma viene creato a partire da un'unica scansione completa mentre in una ripresa interlacciata occorrono due scansioni consecutive (la prima per le sole righe dispari, la seconda per le sole righe pari).



Video interpolato = è una forma di elaborazione video in cui vengono generati fotogrammi di animazione intermedi tra quelli esistenti mediante interpolazione, nel tentativo di rendere l'animazione più fluida, per compensare la sfocatura del movimento del display e per falsi effetti al rallentatore.



Colour TV Systems of the World 2000

Ci sono stati (al tempo della tv analogica) tre **standard televisivi**:

- **NTSC** → nasce in USA nel '53. Mette a disposizione 525 linee per 60 frame. Viene usato in America del Nord, Sud e in Giappone. Può usare sia video interlacciato che progressivo.
- **PAL** → nasce in EU nel '60. usa 625 linee per 60 frame e ha larghezza di banda superiore a NTSC (immagine migliore). Usa video progressivo. Viene usato in EU, in America del Sud, africa e emirati arabi.
- **SECAM** → nasce in Francia. Uguale al PAL ma trasmette il colore in modo sequenziale. Usato in Francia, nelle ex colonie francesi e in Russia.

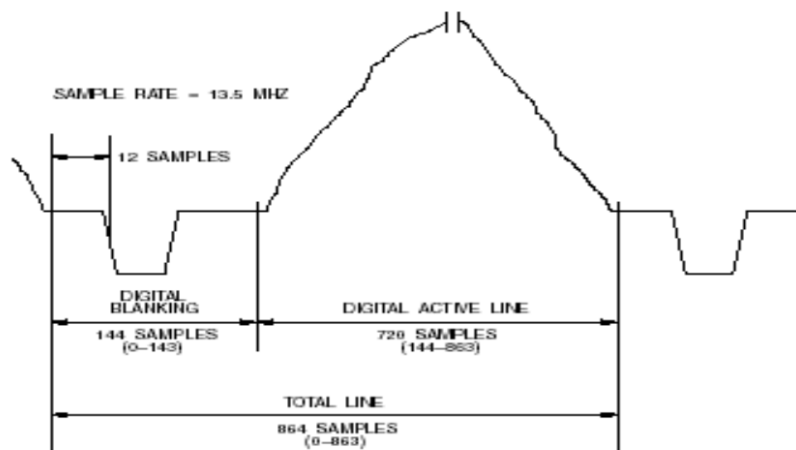


Figure 4.16. 625-Line Interlaced Analog - Digital Relationship (4:3 Aspect Ratio, 25 Hz Refresh, 13.5 MHz Sample Clock).

Qua sopra si può osservare la ricostruzione di un segnale interlacciato (solo righe dispari/pari) in cui si vede il segnale “vuoto” (digital blanking) e il segnale trasmesso (active line).

Nella TV a tubo catodico, grazie al cannone di elettroni (che ha una certa fascia/frequenza di “sparo”) maggiore è la frequenza più nitidamente si vede il segnale, la linea è chiara.

Quando vengono introdotti i colori, negli anni '70, separano il colore in due componenti

- **Luma** = value, quanto è chiaro un colore (è presente anche nel segnale in B/W)
- **Croma** = colore

Sovrammodulare = la TV si aspetta sempre un certo valore di energia ogni secondo e si manda per lo stesso pixel e per la stessa quantità di tempo più informazioni, come la Croma (il segnale viene spezzato in più parti ognuna che porta una informazione).

La televisione, per evitare che il segnale si veda a scatti, si aspetta sempre un minimo di energia e posso eseguire una sovramodulazione se durante il campionamento aggiungo tra un picco e l'altro una quantità minima di segnale.

Quanto bisogna sovrarmodulare? Quante info bisogna far passare? Più ce ne sono più costa (componente elettronica più elevata, ...)

Quando si passa dal bianco e nero (segnale con una sola luma) a colori (un valore di luma per pixel) bisogna riportarsi ai colori primari. Vengono quindi definiti vari standard tra cui RGB (in base al colore), YCbCr (in base a luma e chroma), YUV, LUV...etc.

Chroma subsampling = significa che sottocampionare i canali della chroma per ridurre il carico dati (occupi meno spazio) e mantenere (quasi) la stessa qualità percepita. Esistono vari metodi, come ad esempio 4:4:4 dove non si cambia nulla perché campioni 1:1, oppure 4:2:0 quello utilizzato da MPEG.

- primo canale sempre a 4 → qualità massima del campionamento del grigio (profondità, luminosità, etc.)
- Altri due valori per il colore (campionamento a differenti qualità del colore)

Le cifre usate per il sottocampionamento significano:

- La prima cifra indica il **campionamento della luminanza** che deve rimanere al minimo 4 se non si vogliono notare perdite drastiche di qualità dell'immagine (4 perché è la frequenza del subcarrier di colore nel sistema PAL o NTSC moltiplicato per 4 e perché così i numeri che seguono possono anche loro essere interi).
- Le altre due cifre indicano la **crominanza** (nel caso di YCbCr indicano Cb e Cr, nel caso di YUV indicano U e V)

Luminosità = l'intensità del colore, è la sensibilità all'intensità della radiazione che provoca lo sviluppo del colore. Una misura della luminosità del colore è la luminanza, che alla luce del giorno ha il valore più alto per il colore giallo-verde con una lunghezza d'onda di 555 nm, e di notte per una lunghezza d'onda di 510 nm corrispondente al colore blu-verde.

luminanza = (cioè la brightness) ci dà l'idea della quantità di luce presente come risultato di illuminazione e riflessione.

Croma = di un colore è invece la misura di quanto puro o intenso è il colore. Si riduce il croma di un colore aggiungendo un grigio neutro con un valore identico al colore che si vuole cambiare.

Cromaticità = Specificazione oggettiva della qualità di un colore, indipendentemente dalla sua luminanza: determinato dalla sua tonalità e saturazione cromatica esprime la purezza del colore stesso.

Dopo gli anni '90 si è passato a:

- **HD TV** (con 720p progressivo) 720p, normalmente noto come HDTV widescreen, è una risoluzione molto comune di display di 1280x720pixel.
- **Full HD** (1080p interlacciato) 1080p, anche conosciuto come Full HD o FHD (full high definition), è una risoluzione molto comune di display di 1920 x 1080 pixels (larghezza x altezza).

Gli standard del cinema che si usano sono ad esempio il 4K che si rappresenta in colonne (mentre in televisione per righe).

Qualità percepita tra segnali 720p e 1080p è praticamente uguale se non compressi. L'aumento della risoluzione non significa un aumento di qualità.

Protocolli attuali e futuri:

- DVB-S2 per trasmissioni satellitari
- DVB-T2 per digitale terrestre
- DVB-IPi per internet

Un PAL non compresso a colori di 90 minuti occupa 168Gb. Serve la **video compressione**.

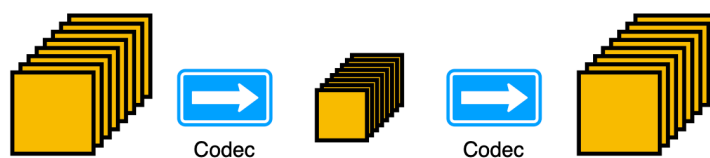
Un video non compresso richiede un data rate molto elevata. Sebbene i codec di compressione video senza perdita di dati funzionino con un **fattore di compressione** (= dimensione non compressa / dimensione della compressione) compreso tra 5 e 12, un tipico video con compressione con perdita di dati H.264 ha un fattore di compressione compreso tra 20 e 200.

Le due tecniche chiave di compressione video utilizzate negli standard di codifica video sono la **trasformata discreta del coseno** (DCT) e la **compensazione del movimento** (MC). La maggior parte degli standard di codifica video, come i formati H.26x e MPEG, utilizzano tipicamente la codifica video DCT con compensazione del movimento (compensazione del movimento a blocchi).

La maggior parte dei **codec** video viene utilizzata insieme a tecniche di compressione audio per archiviare flussi di dati separati (ma complementari) come un unico pacchetto combinato utilizzando i cosiddetti **container** format.

Formati video:

- **Contentitore** → includono al loro interno tutto ciò che riguarda un filmato quindi : l'audio, il video, i codec, i metadati, i menu, i sottotitoli, struttura file che organizza il contenuto (es.: avi, [comparazione](#)).
- **Stream** → flusso video, insieme di tutti i frame che si vogliono proiettare e la loro struttura (per ogni frame si conosce: dimensioni, quantizzazione, frame rate, spazio colore, sottocampionamento colore, interlacciatura, etc.)
- **Codec** → serve per la **compressione** dice come è stato compresso. Il trasporto dello stream video è possibile con il codec che conosce: tipo di compressione, implementazione/modalità di compressione, formato scrittura stream, sottotitoli, etc. Sono gestiti dal SO.



Data rate = è la velocità con cui viene trasferito un flusso di dati; nel caso dello stream è il flusso video. Il data rate viene espresso in termini di “quantità di informazioni” per “unità di tempo” (quindi in bit/s e derivati).

App x vedere le info di un file multimediale: [Scoop! Display Media File Info](https://handbrake.fr/Scoop!DisplayMediaFileInfo) <https://handbrake.fr/>

Supporti

Dove si può “mettere” un file multimediale?

Ci sono supporti fisici, come le SD, con alcune caratteristiche:

- Capacità (che va di pari passo con lo spazio)
- Velocità
- Prezzo (più una SD ha capacità e velocità più il costo sarà alto)
- Compatibilità

Le schede di memoria SD si basano su un tipo di polarizzazione di memorizzazione volatile, è molto facile perdere dei dati.

Le produzioni Digital Cinema sono aumentate esponenzialmente negli ultimi anni, sostituendosi quasi del tutto a quelle realizzate in pellicola.

Il processo di cattura digitale delle immagini ha reso indispensabile una nuova figura professionale.

DIT = Digital Imaging Technician, fa parte a tutti gli effetti del Camera Department, un professionista ‘on set’ con le competenze necessarie per supportare il lavoro del Direttore della Fotografia nel realizzare l’immagine digitale.

Il DIT In collaborazione con i responsabili di produzione e post-produzione progetta il workflow; assiste e consiglia il DoP nella scelta del mezzo tecnico più idoneo; regola i parametri del segnale video digitale ottimizzando l’esposizione, la colorimetria e il contrasto dell’immagine. In accordo con il DoP imposta le LUT di visione e esegue il Live grading (come un direttore della foto ma che si occupa dei dati informatici).

DM = Data Manager, Il DM è il responsabile della gestione e della archiviazione dei dati e dei metadata sul set.

Data wrangling = sometimes referred to as data munging, is the process of transforming and mapping data from one "raw" data form into another format with the intent of making it more appropriate and valuable for a variety of downstream purposes such as analytics. The goal of data wrangling is to assure quality and useful data.

Connettori video = si può fare direttamente down stream da macchina di ripresa a un pc/ data storage tramite un cavo in modo da impiegare meno tempo per il trasferimento dei dati.

I segnali video / connettori si dividono

- Uscita
- Ingresso
- Both

S-Video = è un segnale video analogico che trasporta le informazioni video attraverso due segnali separati (crominanza e luminanza), a differenza del video composito, che trasporta le informazioni in un segnale unico. Tale connettore è stato introdotto sul mercato a partire dal 1987.

Segnale video composito RCA, formato cavo BNC + 3 cavi:

- Video
- Audio R
- Audio L

VGA = con il digitale esiste una sola interfaccia da cablare e tender e reciever comunicano l'uno llaltro per comunicare (handshake)

SCART = ci sono cavi sono ingresso e solo uscita

HDMI = passano segnali con in data rate diverso

T3 - Fotometria e sorgenti di luce

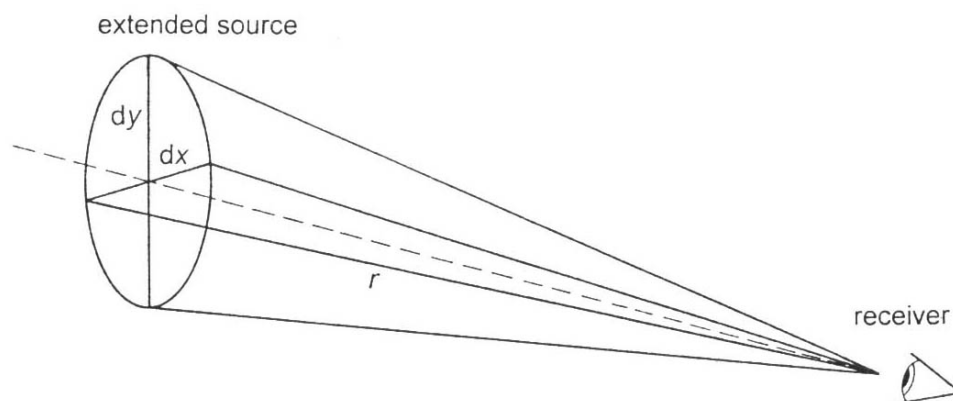
Fotometria = è la scienza della **misurazione della luce**, in termini di luminosità percepita dall'occhio umano.

Radiometria = è la scienza della **misurazione dell'energia radiante** (compresa la luce) in termini di potenza assoluta.

La fotometria ha 2 tipi di unità di misura:

- Radiometriche
- Fotometriche

Le grandezze fotometriche derivano da quelle radiometriche pesate per $V(\lambda)$.



Geometry for the definition of a point source.

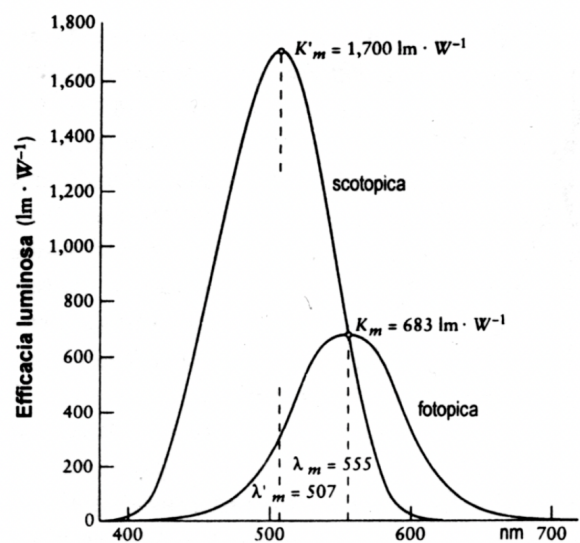
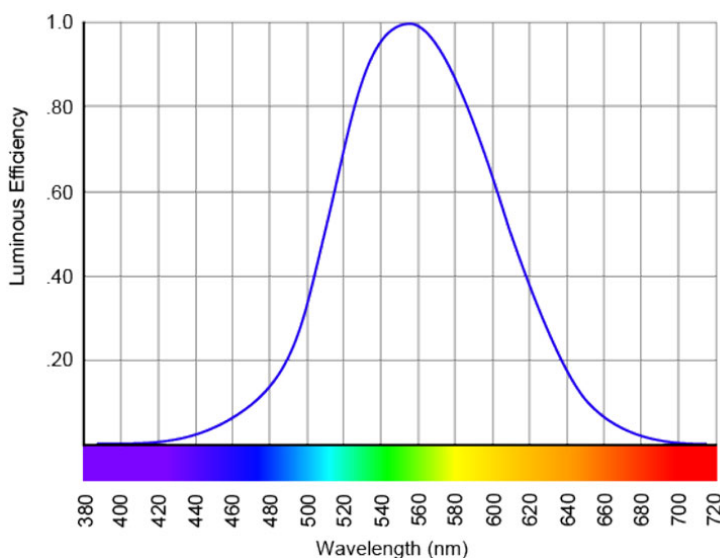
Per poter calcolare la luce bisogna che

$$d_x d_y \ll r^2$$

il quadrato della distanza sia maggiore dell'area proiettata dalla luce. Per poter osservare la luce ci si deve trovare a una certa distanza dalla sorgente luminosa, altrimenti non si è in grado di fare uno studio corretto, la luce verrà descritta anche da riflessi di se stessa nella scena (e quindi causando distorsioni).

Una sorgente luminosa può essere considerata **puntiforme** ad una distanza sufficientemente più grande di una dimensione caratteristica della sorgente stessa (se la distanza è sufficientemente ampia la sorgente luminosa è considerata puntiforme.).

funzione di efficienza luminosa



Una **funzione di efficienza luminosa** (o **funzione di luminosità**) descrive la sensibilità spettrale media della percezione visiva umana della luce. Si basa su giudizi soggettivi su quale di una coppia di luci di colore diverso è più luminosa, per descrivere la sensibilità relativa alla luce di diverse lunghezze d'onda. Non è un riferimento assoluto a un particolare individuo, ma è una rappresentazione standard dell'osservatore della sensibilità visiva dell'occhio umano teorico e serve come base per scopi sperimentali e in colorimetria.

La curva $V(\lambda)$ rappresenta la sensazione di luminosità (il rosso da una sensazione di luminosità bassa, si ha $K(\lambda) = 0$ per $\lambda < 380$ e per $\lambda > 780$).

La gaussiana $V(\lambda)$ è stata ottenuta tramite un esperimento di **flickering**. Un osservatore è posto di fronte a una sorgente luminosa a cui viene applicato un effetto flickering, ovvero l'osservatore è posto davanti a una luce bianca ed una λ lunghezza d'onda che viene fatta variare. L'osservatore abbassava/alzava la luce bianca di intensità finché l'effetto flickering non spariva, ovvero finché la luce non dava la stessa sensazione luminosa delle due lunghezze d'onda.

Perché la funzione è bassa agli estremi, ovvero per il rosso e il viola?

Si è scoperto sia una curva a campana con picco a 555 nanometri, dove si percepisce una luminosità maggiore rispetto ad altri colori.

...shift (?)...

La visione scotopica e fotopica differiscono per un $\Delta V(\lambda)$ (delta/differenza di λ /curva).

//Radio-metricamente la energia rossa e quella verde hanno stessa intensità, ma sono foto-metricamente diverse.

Relazione generale tra radiometria e fotometria:

$$\begin{aligned}\text{grandezza fotometrica spettrale} &= \text{sensibilità spettrale} \times \text{grandezza radiometrica spettrale} \\ &= K(\lambda) \times \text{grandezza radiometrica spettrale}\end{aligned}$$

Le grandezze **radiometriche** vanno sostituite da grandezze opportune quando si deve quantificare l'emissione luminosa in termini di risposta del sistema visivo umano.

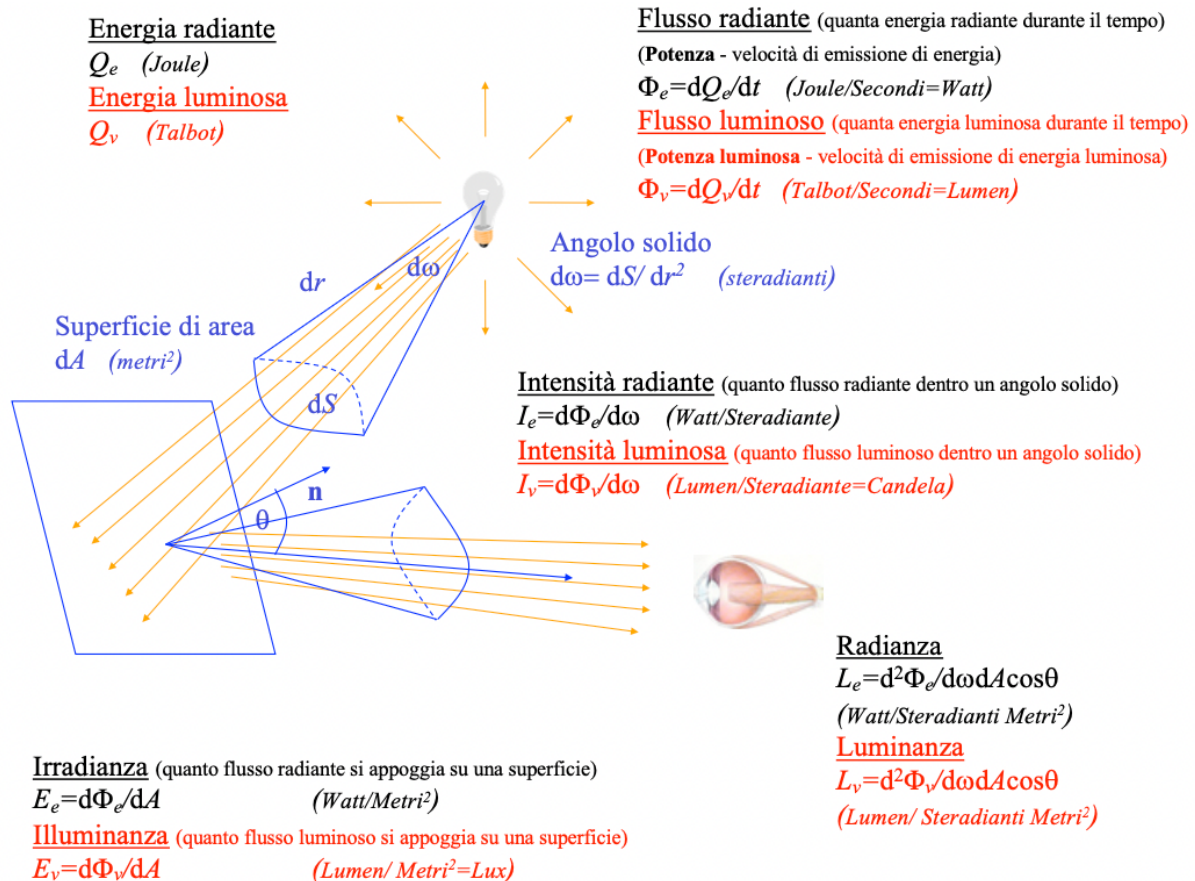
Le grandezze **fotometriche** sono definite a partire dalle grandezze radiometriche pesate con la curva di risposta spettrale dell'occhio umano $K(\lambda)$, detta curva fotopica relativa.

$$X_v(\lambda) = K(\lambda) X_e(\lambda)$$

Grandezza fotometrica
pedice v (visibile)

Grandezza radiometrica
pedice e (energia)

Misurazioni



Una sorgente luminosa ammette energia, e si misura come:

- **Energia radiante** (joule)
- **Energia luminosa** (talbot)

Flusso radiante = qta di energia radiante nel tempo (watt)

Flusso luminoso = qta di energia luminosa nel tempo (lumen)

Angolo solido = angolo ω di differenza della luce che si misura in radianti, che vanno, a seconda della distanza, a ricoprire la superficie di area

Intensità radiante = è la quantità il flusso radiante nell'angolo solido

Intensità luminosa = è la quantità il flusso luminoso nell'angolo solido

Irradianza = quanto flusso radiante si appoggia alla superficie

Illuminanza = quantità di energia luminosa che cade su una superficie (superficie proiettata, la proiezione della superficie dipende dall'angolo di incidenza)

luminanza = flusso luminoso emesso per unità di superficie apparente (normale alla direzione di emissione) e per unità di angolo solido.

Bidirectional reflectance distribution function = (BRDF) figura di distribuzione rispetto alla normale → luminanza

Una sorgente luminosa ha un'**energia radiante** (misurata in joule) che emettere un **flusso radiante** (energia radiante nel tempo) che genera un **angolo solido**. La quantità di

energia che si diffonde in questo angolo viene detta **intensità radiante**. La luce colpisce un oggetto e la quantità di luce che si appoggia sulla superficie prende il nome di **irradianza** (misurata in Watt/m² o **illuminanza** Lumen/m²=Lux). L'oggetto a sua volta rifletterà una luce che prende il nome di **radianza (luminanza)**. La sensibilità di luminosità di una fonte luminosa dipende anche dalla distanza dalla fonte.

Valori tipici di Illuminanza:

- luna piena → 1 lux
- illuminazione stradale → 10 lux
- illuminazione interna → 100 lux
- illuminazione interna diurna → 1000 lux
- sale operatorie → 10.000 lux
- luce diurna pieno sole → 100.000 lux

Valori tipici di Luminanza:

- luna → 0,03 cd/m²
- cielo nuvoloso → 300 cd/m²
- cielo limpido → 30.000 cd/m²
- sole coperto → 30.000 cd/m²
- sole → 2.000.000.000 cd/m²

La **legge fondamentale della fotometria** dice che la luminanza è direttamente proporzionale alla illuminanza.

La legge fondamentale della radiometria (o legge dell'inverso del quadrato della distanza) definisce la relazione tra l'irradianza prodotta da una sorgente di luce puntiforme E_e e la distanza stessa. L'irradianza E_e del flusso luminoso attraverso l'elemento di area dA è proporzionale all'intensità radiante I_e e varia in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza r .

$$E_e = \frac{I_e}{r^2}$$

La legge dice che la illuminanza è inversamente proporzionale al quadrato della distanza. Quindi per calcolare l'irradianza si deve fare il rapporto tra intensità radiante e quadrato della distanza.

Le grandezze radiofotometriche dipendono in generale dalla lunghezza d'onda λ .

$$\text{grandezze totali} = \int \text{grandezze spettrali } d\lambda$$

La fotocamera registra la **luminanza** (quando si usa l'esposimetro interno della fotocamera si calcola la luminanza).

Per determinare la **esposizione** di un oggetto si calcola la luce della **illuminanza**, perché vogliamo impostare la fotocamera sulla luce riflessa dell'oggetto, non del colore del oggetto.

Riflettanza = rapporto tra luminanze e illuminanza, percentuale di luce riflessa dall'oggetto (non esiste nero o bianco perfetto). Ogni oggetto ha delle proprietà di riflettanza che si ottengono dividendo la luminanza per l'illuminanza (non esiste una riflessione perfetta, anche lo specchio assorbe del colore).

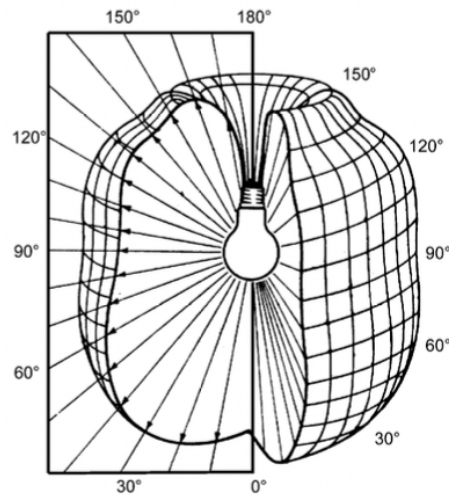
$$\rho = \frac{\text{Luminanza}}{\text{Illuminanza}}$$

Riflettanza spettrale di un corpo = è il rapporto tra il flusso radiante riflesso (luminanza) e il flusso radiante incidente (illuminanza), in determinate condizioni geometriche e a lunghezza d'onda fissata a λ .

Caratterizzazione delle sorgenti di luce

Aspetti geometrico-direzionali → Si utilizza un **goniofotometro** per definire il diagramma di distribuzione delle intensità di una sorgente di luce, detto **solido goniofotometrico** (questo solido è nato dalla geometria di irradiazione). Si basa sulla legge dell'inverso del quadrato della distanza per calcolare per ogni punto l'intensità luminosa attraverso l'illuminamento.

Esempio: la luce di una lampadina dipende anche dal filamento di tungsteno, si possono fare ipotesi su come è distribuito il filamento. Una parabola sopra una lampadina riesce a distribuire la energia luminosa lateralmente.

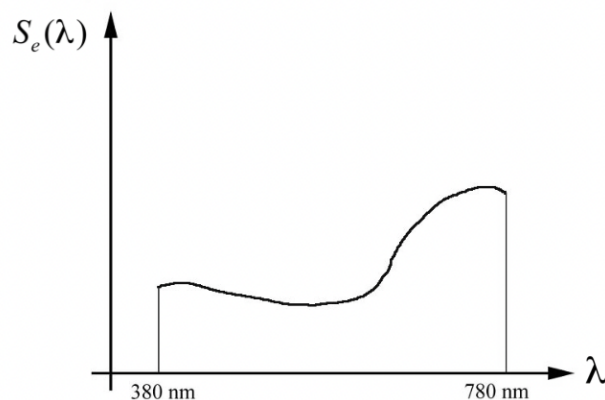


Aspetti spettrali-energetici → La radiazione emessa dai corpi incandescenti può essere osservata tramite lo **spettroscopio**, il quale scompone la luce emessa nelle diverse lunghezze d'onda, analizzandone la parte visibile.

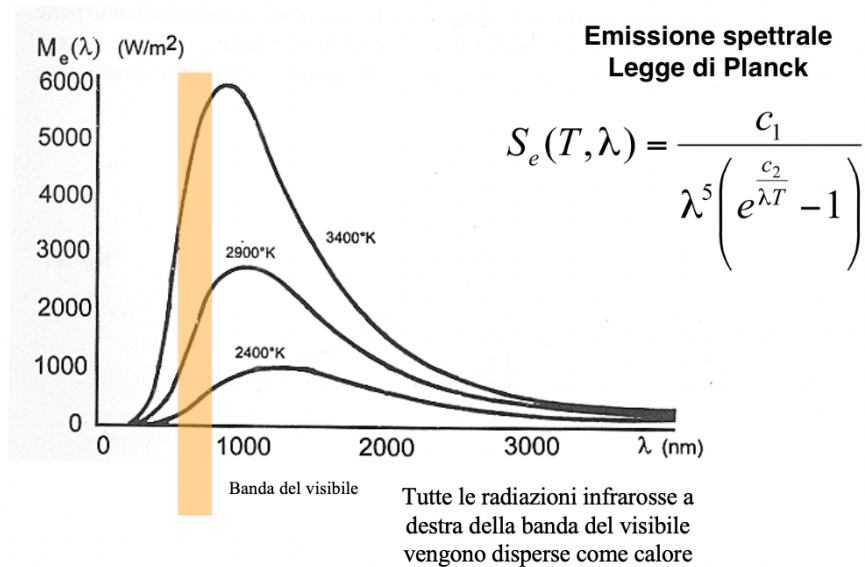
Se il corpo è liquido o solido, lo spettro di emissione assume valori continui.

La funzione che descrive la distribuzione di energia radiante in funzione della lunghezza d'onda è detta **spettro/distribuzione spettrale della radiazione**.

Dimensione spettrale = proporzione tra le varie lunghezze d'onda, a partita della tipologia di energia che si sta studiando si genera uno spettro diverso.

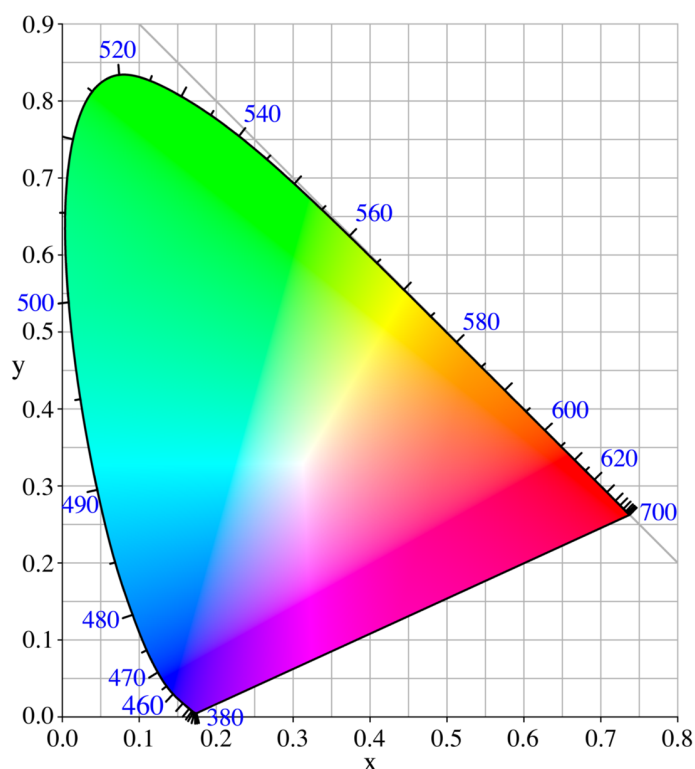


Corpo nero = Corpo ideale che non trasmette e non riflette l'energia che lo colpisce ma la assorbe interamente ma soltanto la emette. Plank dice che le emissioni/agitazioni di un corpo (agitazione molecolare, ovvero gli elettroni rimbalzano) generano una emissione di fotoni. Un corpo nero portato a temperature elevate emette energia. A seconda della temperatura ci sono diverse emissioni e quindi diversi spettri.

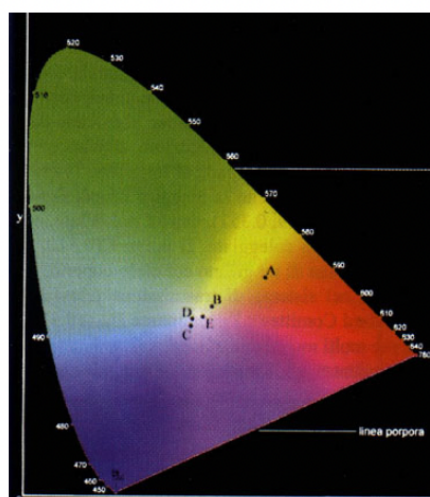
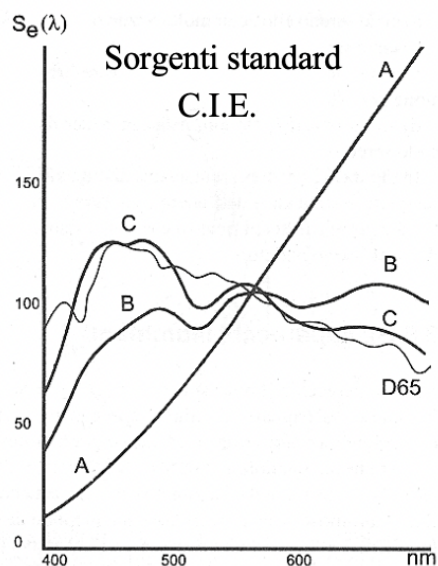


Andamento del corpo nero ...?

CIE XYZ



è uno spazio colore. Nel **diagramma di cromaticità** CIE è evidenziato il luogo delle cromaticità delle radiazioni emesse dal corpo nero alle varie temperature. Maggiore è la temperatura e più il colore della luce tende al blu; minore è la temperatura e più la luce tende al giallo.



A = Potere emissivo spettrale uguale a quello di un corpo nero a circa 2856K (filamento di tungsteno)

B = Luce prossima alla luce del giorno a mezzogiorno, corrisponde a circa 4900K

C = Luce media del giorno con cielo coperto, corrisponde a circa 6800K

D65 = Illuminante standard CIE, D sta per «daylight» e il pedice indica la temperatura prossimale di colore in Kelvin divisa per 100.

Come si deriva XYZ? Questo spazio colore deriva da una serie di esperimenti fatti verso la fine le 1920 da David Wright e John Guild.

L' esperimento era strutturato tramite un campo bipartito con un divisore nero nel mezzo per non disturbare tra loro le luci ed imponendo fisicamente il vincolo di **aperture mode** – non avendo influenze esterne da altre luci, si è in un ambiente isolato-. Si cerca di fare un abbinamento tra la luce nell'area campione (generata da un solo fascio di luce) e la luce nell'area campione (generata da 3 fasci di luce RGB).

//[appunti di polimetria](#)

CCT = (Correlated Color Temperature) Se il punto di colore di una sorgente non giace sulla curva del corpo nero ma è sufficientemente prossimo ad essa, la temperatura di colore è detta correlata (CCT). Per determinarla, è necessario riportare il punto di colore della sorgente (x,y) su un diagramma CIE sul quale siano riportate le linee a temperatura correlata di colore costante.

Nel caso dei gas rarefatti, gli atomi possono essere considerati isolati e secondo la teoria quantistica i loro livelli di energia presentano un insieme discreto di valori. L'emissione luminosa di un gas avviene quindi in un insieme discreto di frequenze o lunghezze d'onda, come nelle lampade al sodio a bassa pressione.

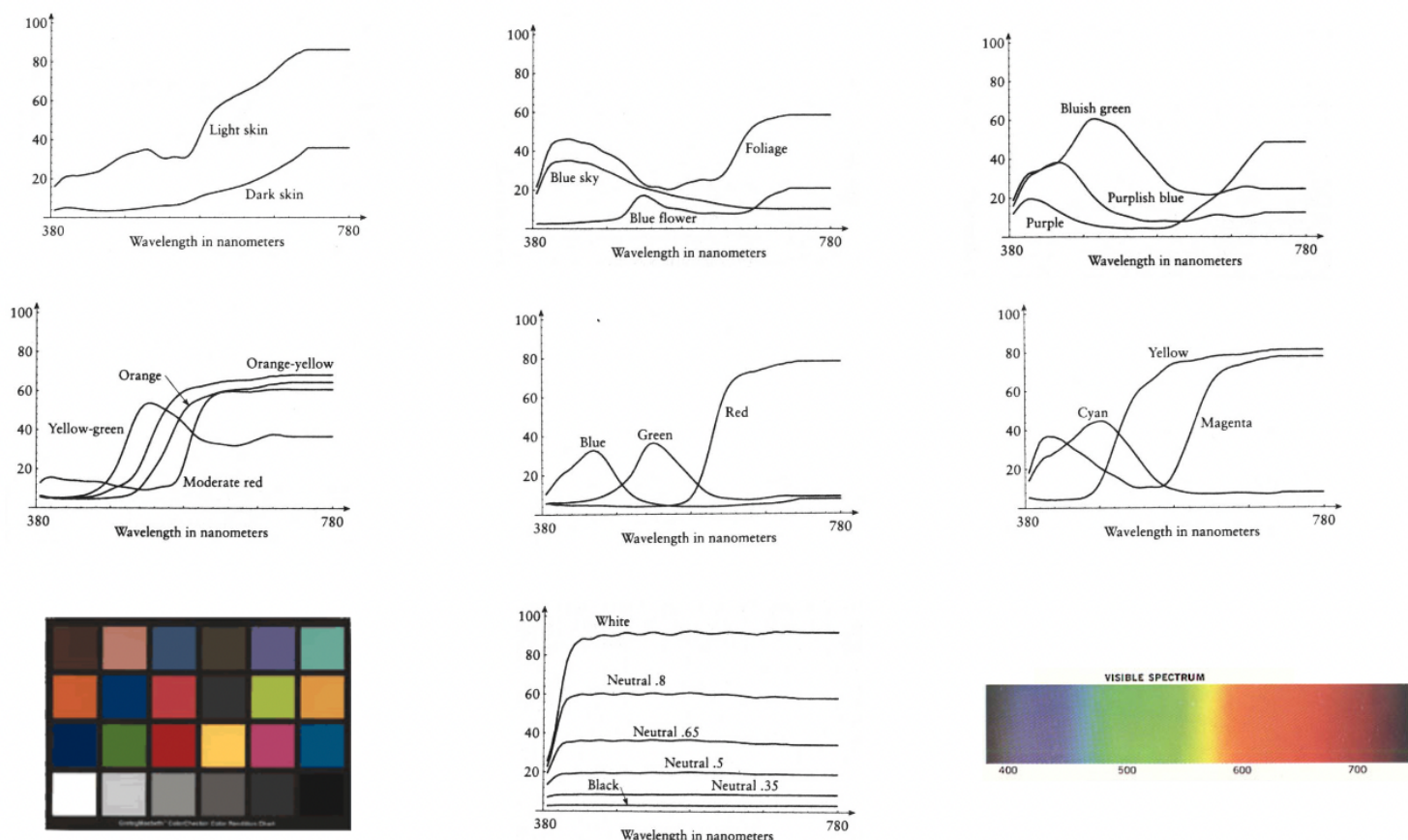
Nel caso delle lampade a fluorescenza, vengono usati dei sali fluorescenti che assorbono energia a una determinata frequenza e la distribuiscono in parti diverse dello spettro.

[Spectral Properties of the Sodium Discharge](#)

... non ho capito niente di CCT e gas rarefatti etc. ...

CRI = è l'**indice di resa cromatica** e misura quanto lo spettro di una sorgente illuminante sia affidabile o meno (qualità dell'illuminazione per ogni colore degli oggetti illuminati). Per calcolare questo indice si osserva l'illuminante usando lo standard ANSI, si cerca in che rombo sulla zona plankiana cade l'illuminante per gli si associa una temperatura (CCT). A questo punto se la temperatura in kelvin sarà minore di 5000K si prende come illuminante di riferimento un corpo nero, altrimenti se è maggiore si prende come illuminante di riferimento la luce diurna. A questo punto si prende una serie di patch color pastello e le si illumina sia con l'illuminante di riferimento che con quello di test (corpo nero/luce diurna). Si riportano i risultati su un grafico e ottengo N coppie di valori. Per ciascuna coppia si fa la differenza tra i due valori, ottenendo una distanza. Si moltiplica il risultato per una costante (che tipicamente è 4.6) e la si sottrae a 100 (quindi $100 - 4,6 \times \text{distanza}$). In questo modo si ottengono N valori di cui si fa la media aritmetica. Ci si ritrova quindi con una percentuale compresa tra 0 e 100, e più è alta, più l'illuminante sarà buono. Se ci si ritrova come valore 100 allora vuol dire che l'illuminante di test e quello di riferimento erano identici.

MCC = Macbeth Color Checker Spectral Reflectances $\rho(\lambda)$.



...Fare ricerca su MCC...

Cosa significa **calibrare un monitor**? Per calibrare un monitor è possibile utilizzare i profilo ICC.

profili ICC = Un profilo ICC è un insieme di dati che descrivono, secondo regole e standard promulgate dall'ICC (International Color Consortium), il modo in cui i colori sono rappresentati numericamente in un determinato spazio dei colori.

Quando i profili sono presenti, contengono tutte le informazioni riguardanti il monitor e un PCS ovvero uno spazio assoluto che può essere XYZ o CIE Lab in quanto sono gli unici due spazi che hanno la totalità dei colori. Con il PCS sarà quindi possibile passare a qualsiasi spazio colore. Se si usa il CIE Lab bisogna specificare il bianco di riferimento. Sono pochi i dispositivi che hanno all'interno i profili ICC. Per calibrare il monitor si possono anche usare dei colorimetri come ad esempio gli spider. Quando si calibra il monitor si va a vedere se la gamma dei tre canali colore sono dritte. Se la gamma dei 3 colori è falsata allora si avrà una distorsione dei colori con una predominanza non voluta.

T4 - Colore e colorimetria

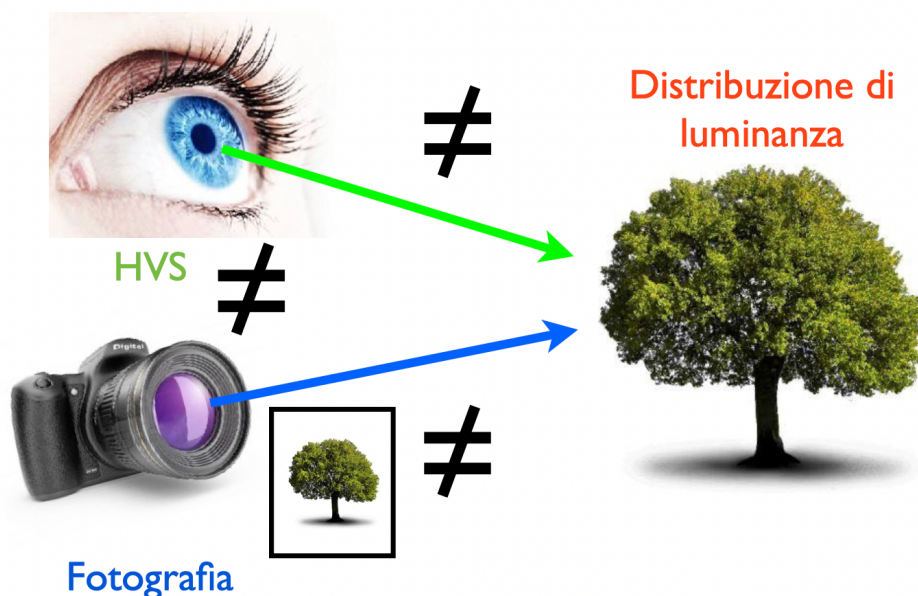
Come si forma il segnale colore

Lo stimolo (e quindi il colore) può essere generato in tre modi:

- emissione
- Riflessione
- Trasmissione

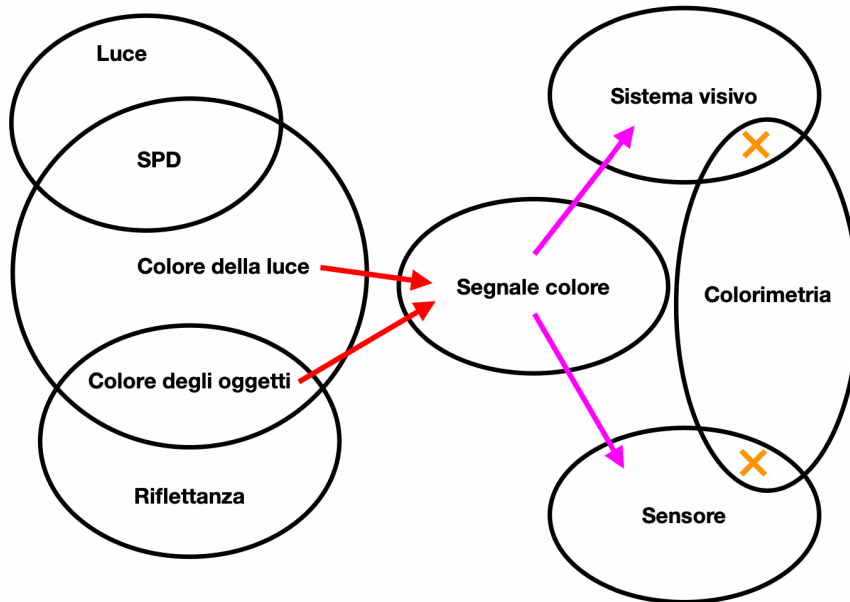
Il sistema percettivo è stato schematizzato da diversi ricercatori (anche nel campo della psicologia) e il processo percettivo può essere suddiviso in:

1. c'è uno stimolo visivo
2. **lo stimolo viene riflesso e focalizzato nel nostro occhio** = la luce colpisce l'oggetto e il riflesso (i fotoni) che viene proiettato dall'oggetto passa oltre il nostro occhio e vanno a riflettersi sulla nostra cornea
3. nel nostro occhio vengono messe insieme tutta una serie di meccanismi che trasformano la luce in un **segnale che raggiunge il cervello**
4. nel cervello si attua una sorta di algoritmo, un **processo neurale**, ricorsivo che continua a mandare messaggi e che genera:
 1. la **percezione** = lo stimolo viene **ricevuto**/percepito dal nostro cervello
 2. il **riconoscimento** = lo stimolo viene **processato**/riconosciuto dal nostro cervello
 3. un'**azione** = l'azione ci aiuta ad aumentare la nostra conoscenza e la nostra capacità di riconoscimento (si passa uno stimolo al riconoscimento che in seguito passerà uno stimolo alla percezione).



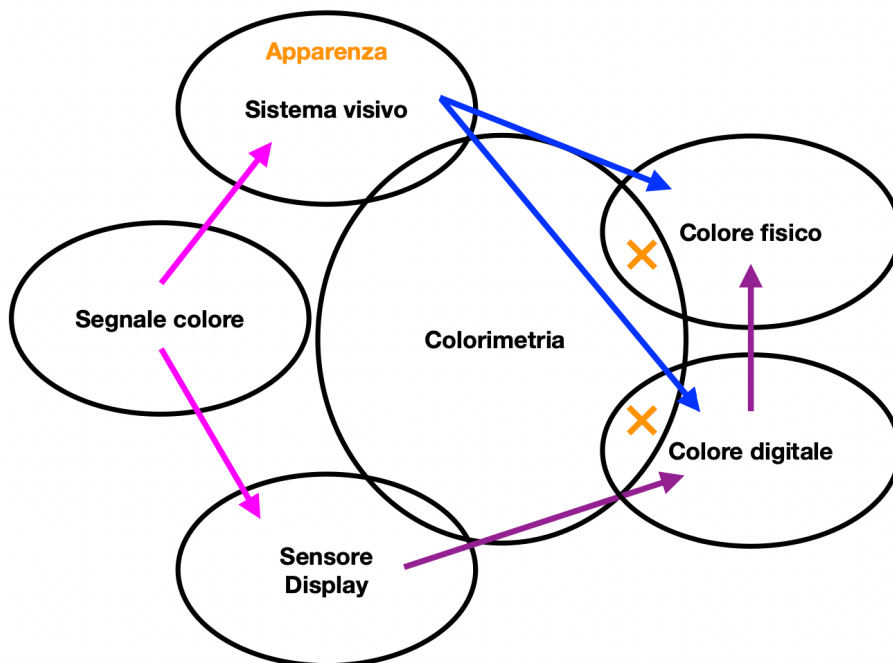
Cosa c'è da dire su questo schema?

...



Cosa c'è da dire su questo schema?

...



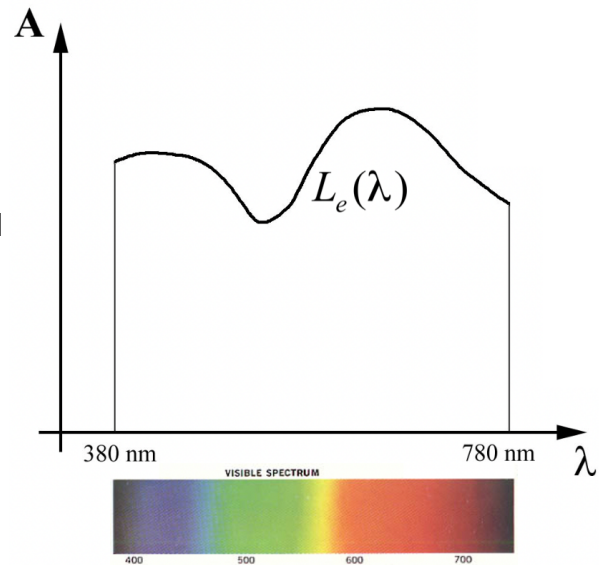
Cosa c'è da dire su questo schema?

...

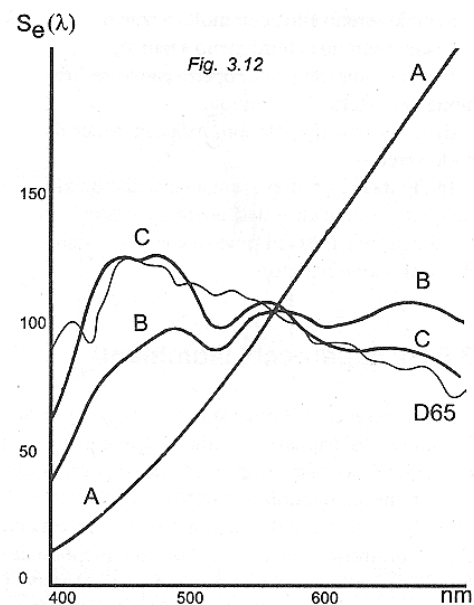
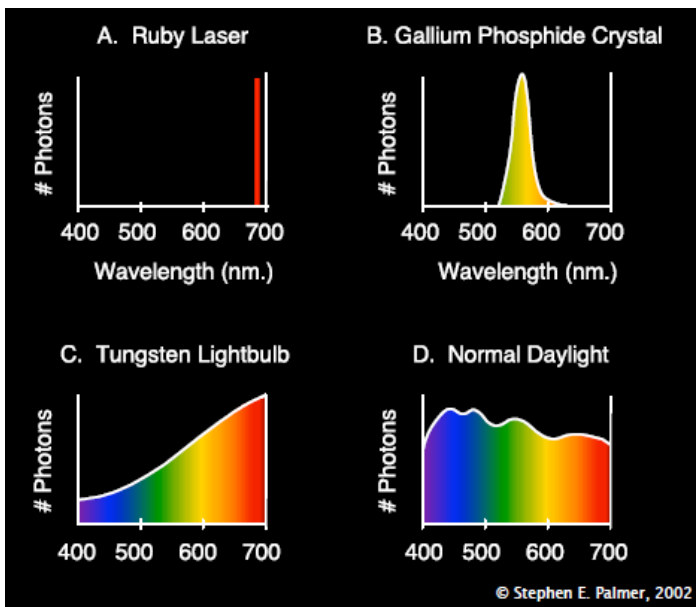
Colorimetria = è la disciplina che si occupa di normalizzare la misurazione del colore attraverso lo studio dei modelli di colore.

Processo psicofisico di visione cromatica

SPD = (Spectral Power Distribution) distribuzione spettrale di potenza (o di intensità), è una curva che rappresenta le lunghezze d'onda emesse da una sorgente o riflesse da un oggetto. Ogni segnale colore è una SPD chiamata curva spettro-fotometrica. Il segnale colore è una distribuzione spettrale. Il grafico che la identifica (spettro di emissione o riflessione) indica quali lunghezze d'onda vengono emesse da una sorgente o riflesse (o trasmesse) da un corpo e con quale intensità avviene il fenomeno.



Spettro di varie sorgenti = così come si può caratterizzare un segnale colore con una distribuzione spettrale di intensità (SPD), si possono caratterizzare gli spettri di diverse **sorgenti luminose**, detti **illuminanti**.



Alcune importanti osservazioni sull'aspetto fisico del colore:

- Nella realtà esistono solo distribuzioni spettrali di potenza nel visibile (380-780nm)
- Non c'è modo di separare l'illuminante $E(\lambda)$ dalla riflettanza $\rho(\lambda)$ → non si può separare il colore che viene dall'oggetto dal colore della luce

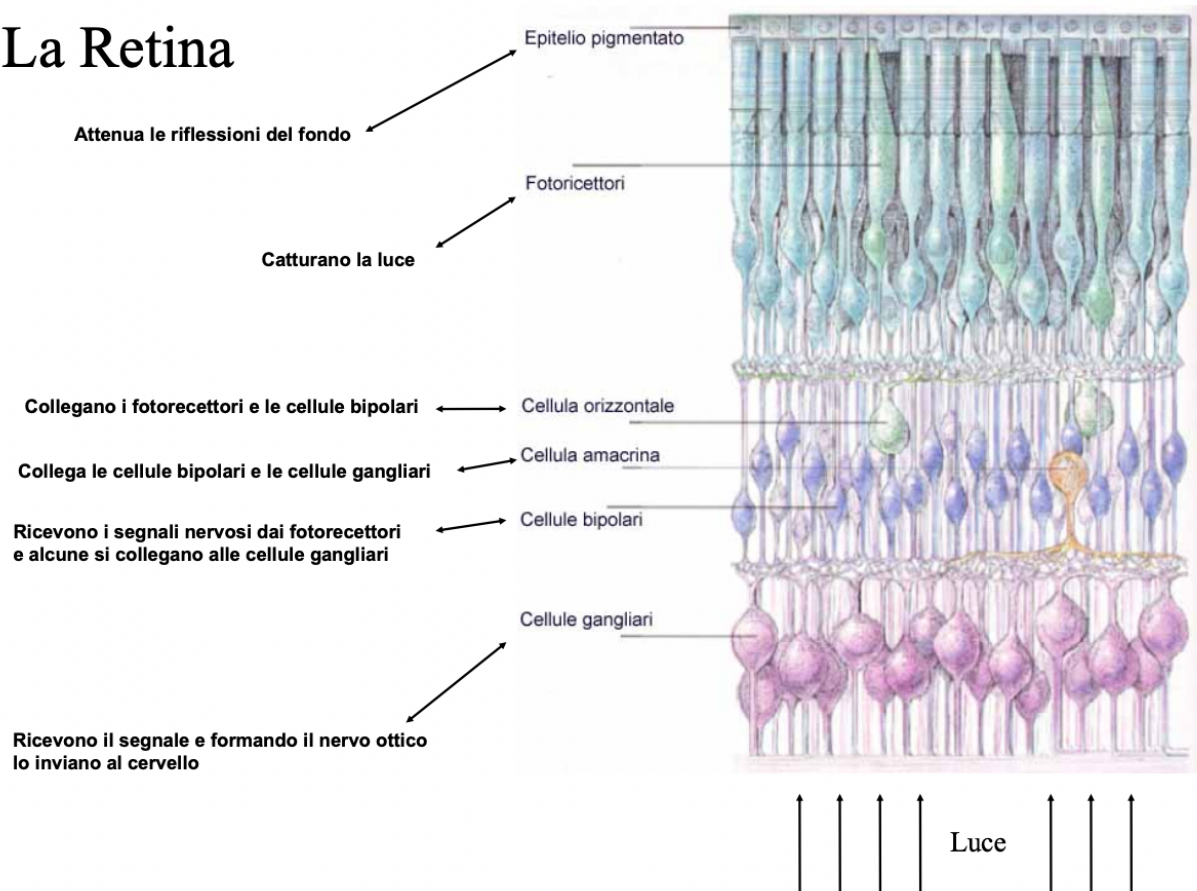
$$L(\lambda) = E(\lambda)\rho(\lambda)$$

Lo spettro dell'illuminante $E(\lambda)$ moltiplicato per lo spettro riflettanza dell'oggetto $\rho(\lambda)$ dà come risultato una distribuzione spettrale di potenza del colore fisico $L(\lambda)$.

costanza di colore = è quel fenomeno che fa percepire al nostro sistema visivo un colore costante anche con il cambio di illuminamento (ad esempio con la costanza del colore noi percepiremo una mela di colore verde che si trova sotto il sole di colore verde, ma anche al tramonto la si percepisce verde). La costanza del colore deriva dall'idea che la **sensazione cromatica** dell'HVS rimane costante sotto la variazione della luce. La costanza varia con il contenuto della scena e funziona meglio se si ha un'**illuminazione uniforme**.

Il colore non è insito nelle radiazioni visibili, che dal punto di vista fisico sono energia elettromagnetica. Esso è una **sensazione** che prova il nostro cervello e che è causata da uno **stimolo** proveniente dall'occhio, quando questo **percepisce la luce**.

La Retina



I neuroni della retina sono organizzati in tre strati successivi:

1. **fotorecettori** = coni e bastoncelli (raccolgono uno stimolo e lo trasmettono).
2. **cellule bipolari** = hanno due terminazioni: una che prende il segnale dai coni e dai bastoncelli e una che spedisce il segnale ad altri neuroni, ovvero le cellule gangliari. All'interno di questo strato ci sono delle cellule di tipo **orizzontali** che mettono in comunicazione diverse cellule bipolari dello stesso layer.
3. **cellule gangliari** = sono le cellule neuronali più complesse del sistema visivo nella retina. Spedisce il segnale ricevuto dalle cellule bipolari ai neuroni del nervo ottico per poi arrivare al cervello. Durante questo percorso il segnale passa da delle cellule dette **amacrine**, che sono simili alle cellule polari e permettono di connettere neuroni all'interno dello stesso strato.

La retina ... può distorcere la luce

I **fotorecettori** sono divisi in:

- **Bastoncelli** → Visione notturna (scotopica)
- **Coni** → Visione diurna (fotopica) e Visione cromatica. Sono di 3 tipi:
 - Coni L (sensibili alle alte λ)
 - Coni M (sensibili alle medie λ)
 - Coni S (sensibili alle basse λ)

pigmenti visivi = sono delle molecole che permettono il processo di trasduzione (= visual receptors transform light energy into electrical energy because they contain a light-sensitive chemical called visual pigment - i coni ci danno la sensazione dei colori, i bastoncelli che reagiscono all'intensità della luce-, which reacts to light).

Sono composti da:

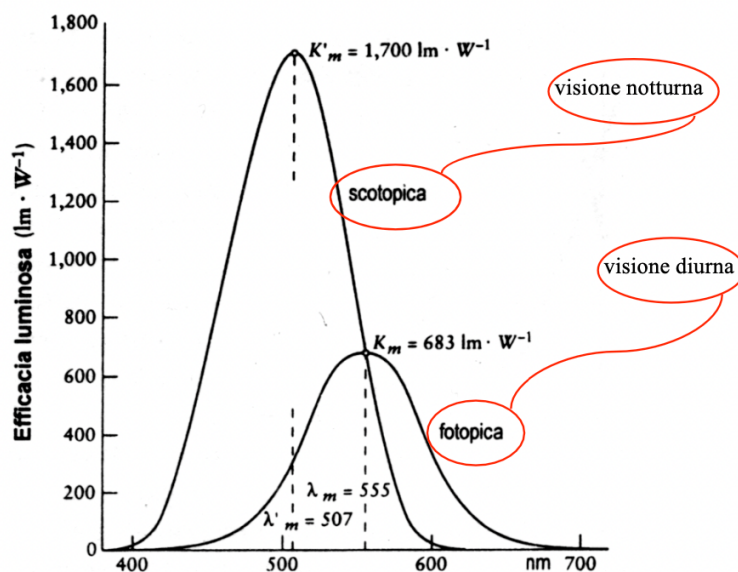
- **opsina** = una lunga proteina
- **retinale** = una molecola attaccata alla proteina

Quando la luce colpisce il cono/bastoncello i pigmenti visivi sentono l'arrivo della luce, il retinale si isomerizza, ovvero cambia la sua posizione, e a poco a poco si stacca dalla proteina e va ad attivare tutti i fotorecettori, attivando conseguentemente tutti gli altri fotorecettori che sono in gerarchia dopo il retinale.

La quantità di luce che entra nel nostro occhio determina la quantità di coni/bastoncelli che si attivano. Se siamo esposti a una grande quantità di luce tutti i nostri recettori saranno attivi e ci metteranno un po' a tornare allo stato originale.

curve di efficacia luminosa = le due curve illustrano le sensibilità spettrali relative dei bastoncelli e dei coni.

I bastoncelli sono più sensibili dei coni alle λ piccole, mentre i coni sono più sensibili dei bastoncelli alle λ lunghe. Il massimo di sensibilità dei bastoncelli è a 507nm circa, quello dei coni è a 555nm circa.



Normalizzando rispetto al massimo $K(\lambda)$ e $K'(\lambda)$ si ottengono le curve di efficienza luminosa $V(\lambda)$ e $V'(\lambda)$ che incontreremo nella teoria del tristimolo.

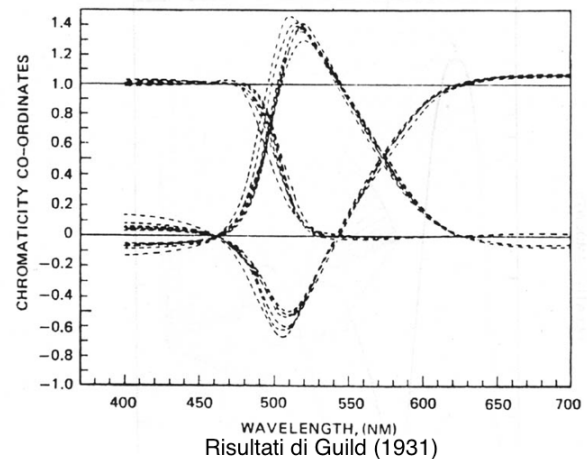
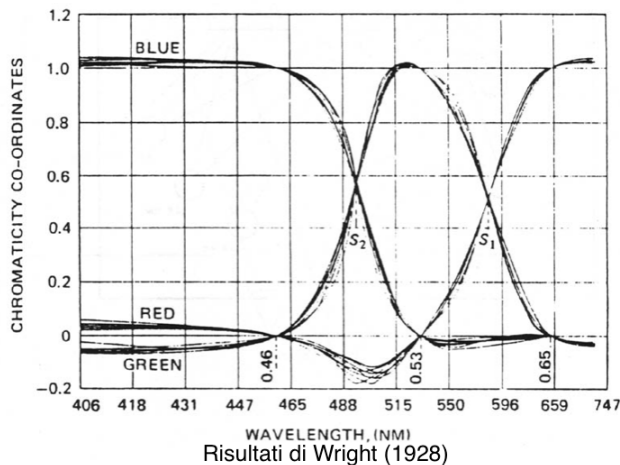
Si noti lo spostamento verso il rosso della sensibilità fotopica, questo fenomeno è chiamato **scostamento di Purkinje**.

Hermann von Helmholtz 1867, Heidelberg Ottica Fisiologica, per primo individua coni e bastoncelli e formula la teoria del tristimolo.

La teoria del tristimolo = ...cosa dire?...

Wright (1928) e Guild (1931) hanno condotto un esperimento basandosi sulla teoria del tristimolo. Hanno preso una luce in una stanza e in un'altra hanno messo altre 3 luci RGB. L'utente doveva andare a sistemare le luci RGB in modo tale da avere la stessa **sensazione** di colore della luce singola. L'esperimento dimostra che:

- bastano 3 colori primari per ottenere un colore
- la stessa sensazione di colore può derivare da SPD diverse.



Riportando i risultati dell'esperimento su un grafico dove scelta una certa lunghezza d'onda sappiamo quanta quantità di colore serve per generarlo. Si può osservare che:

- i valori sulle y (quantità di RGB) vanno nel **negativo**. Questo perché, durante gli esperimenti, si metteva più colore (per il matching) nel fascio di luce generato da un colore solo, in alcuni casi occorre spostare un primario nell'area campione, il che corrisponde a sottrarlo dal campo di test (ad esempio a 500 nanometri non era riproducibile con un solo fascio di luce). Sul grafico i valori possono andare in negativo perché possono bastare 2 RGB su 3 per formarla, quindi si sposta una luce dalla parte della luce di test. **Riassumere in una sola frase**
- I valori non vanno mai oltre l'1, con le combinazioni dei valori RGB si può ottenere **qualsiasi colore sullo spettro** del visibile (per ogni SPD otteniamo quanto R G B serve per ottenere una sensazione di colore).

Alcune osservazioni:

- Il test è di tipo psicologico: diverse configurazioni possono produrre lo stesso colore metamerismo → 3 variabili indipendenti individuano uno spazio tridimensionale: lo spazio colore.
- L'esperimento mostra anche che c'è una relazione lineare tra input e output (**legge di Grassmann**).
- Lo spazio dei colori è uno **spazio lineare**: un colore può essere espresso come combinazione lineare dei primari.

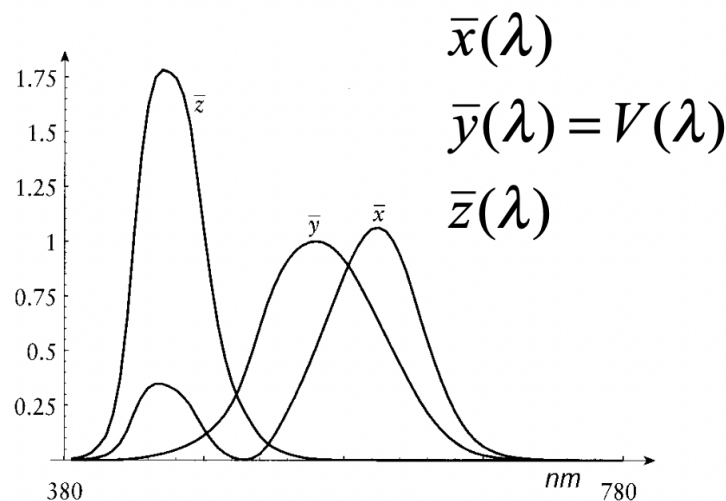
metamerismo = concetto per cui diverse SPD generano la stessa sensazione di colore. È il fenomeno che mi indica la capacità di far percepire all'occhio la stessa sensazione di colore partendo da due SPD diverse, triplette diverse (combinazioni della SPD) possono dare la stessa sensazione colore, e quindi venir mappate nella stessa tripletta XYZ.

Ottenuti i valori RGB, grazie agli esperimenti di W e G, vengono standardizzati (hanno area sottesa alla curva costante e non hanno valori negativi che invece erano possibili nell'esperimento) creando l'osservatore standard, dal quale le **color matching functions** (CMF) simulano la risposta del sistema visivo umano su un task di **color matching**.

Spazio colore CIE = I primari sono stati derivati dall'esperimento W-G definendo l'osservatore standard CIE (Commission Internationale de l'Eclairage nel 1931). Prendono i colori di W e G ma modificandoli per questi aspetti :

- Le funzioni non devono avere valori negativi
- Una delle funzioni deve essere equivalente alla funzione di visibilità fotopica $V(\lambda)$ (y corrisponde all'efficacia luminosa)
- Le aree sotto le curve delle funzioni deve essere uguali fra loro (l'area sottesa ad ogni curva è costante)

Osservatore Standard C.I.E. 1931



L'osservatore standard garantisce di convertire univocamente una distribuzione qualsiasi di radianza spettrale in 3 valori numerici, i **valori di tristimolo** X, Y, Z, che identificano il colore.

valori del tristimolo = sono percentuali di componenti di una miscela additiva a 3 colori che vanno a creare un colore. Quando le funzioni dell'osservatore standard sono combinate con la funzione di distribuzione spettrale dell'oggetto (SPD), si ottiene un set di tre valori (i valori di Tristimolo) che rappresentano il colore percepito dell'oggetto:

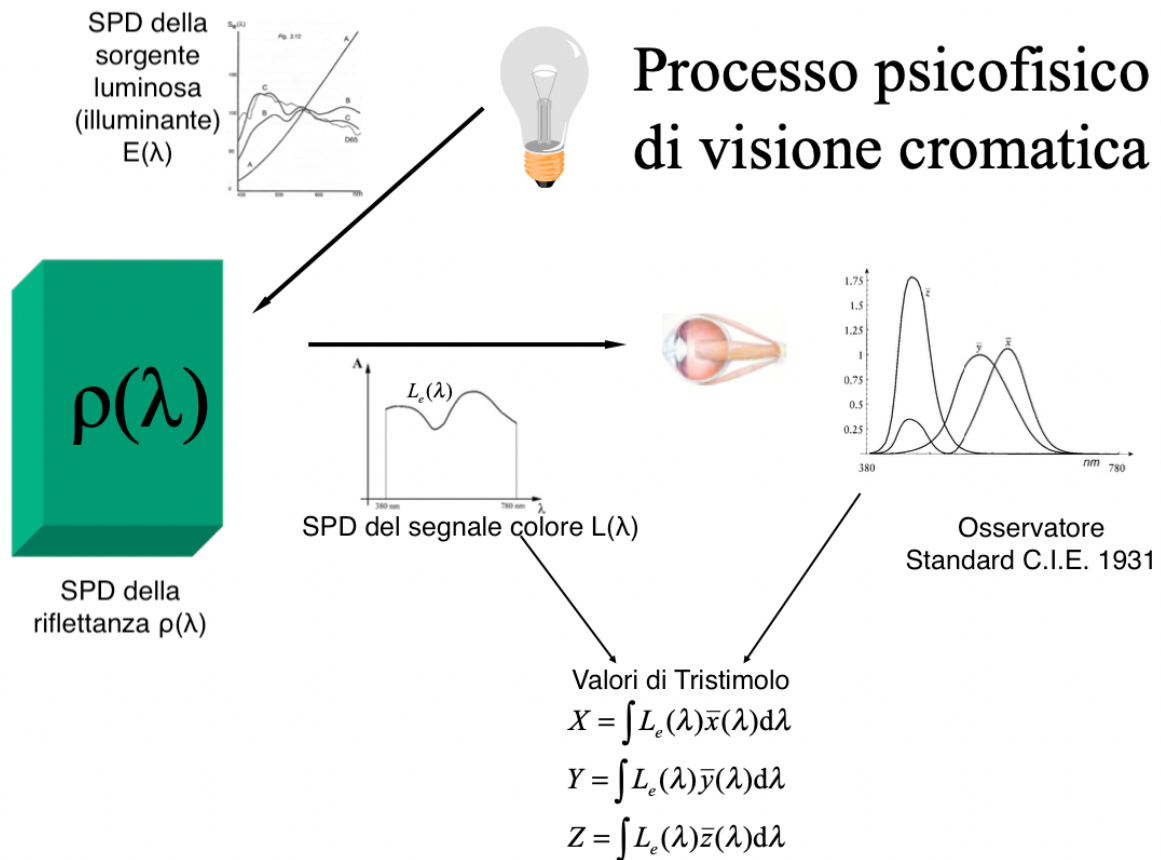
$$\begin{aligned} & \cdot \int L_e(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ & \cdot \int L_e(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ & \cdot \int L_e(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned}$$

Spiegazione di come si calcola l'integrale, come aveva fatto alla lavagna...

Campionare il segnale e poi li somma i due campioni....Calcolare l'area delle due curve sovrapposte...?

//compito opzionale: fare un fogli excel che calcola XYZ

Metamerismo → Non esiste corrispondenza biunivoca tra distribuzione spettrale e valori di tristimolo, non si può tornare indietro (diventa un processo imposed).



Infinite SPD che si vanno a mappare per uno stesso apparente colore , non è importante un tipo o standard per la mappatura ma che preservi il metamerismo, per questo si usa XYZ.

color matching function = Le tre curve dello spazio colore CIE. Danno una **descrizione** esaustiva del colore. Qualsiasi SPD può essere trasformata (non esiste una distribuzione di colore che non può essere trasformata). Le color matching function non solo il colore oggettivo o la risposta dei coni ma tre funzioni che preservano il colore, ovvero servono per **preservare il metamerismo**.

Le CMF fanno in modo che, indipendentemente dalla forma della curva, se danno la stessa sensazione colore verranno mappate nella stessa tripletta XYZ (mappa su una diversa tripletta se curva da diversa sensazione colore).

Questo aspetto non è del tutto vero, perché abbiamo come esempio le Ellissi di Mac Adam dove abbiamo valori XYZ diversi ma sensazioni colore uguale, non è quindi del tutto vero che si preservi il **metamerismo**.

La colorimetria funziona solo in aperture mode, quindi solo se si è in un ambiente isolato.

La dimissione dei colori è su uno solo degli ottanti (**con tra variabili si identificano 8... spazi?**), quello positivo.

Cie XYZ è la codifica di un matching per preservare il metamerismo in aperture mode.

Proiezione porta a una perdita di informazioni ->

Si passa da uno spazio n-dimensionale a 3 dimensioni perché il vantaggio:

- i coni sono divisi in tre curve di integrazione RVB
- Dobbiamo fare una integrazione non solo per fare qualcosa di simile al sistema visivo

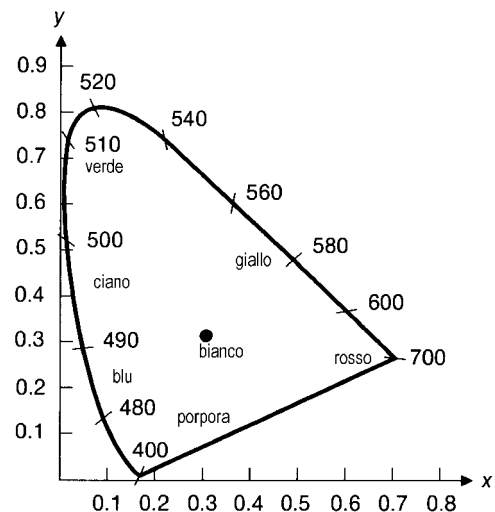
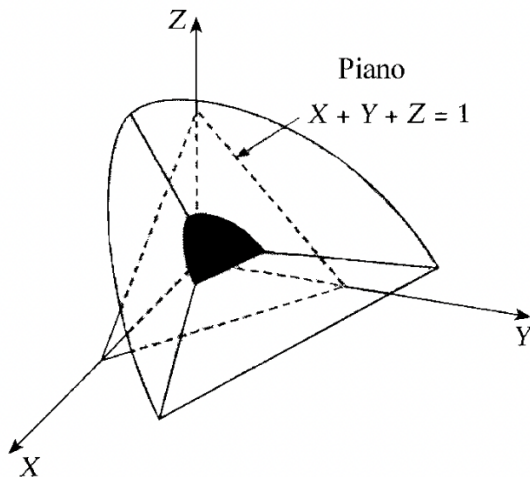
...discorso incompleto 😬...

Spazio Colore

Ogni colore :

- È rappresentabile da una terna di numeri XYZ (valori di tristimolo)
- può essere ambientato in uno spazio tridimensionale
- è rappresentato da un vettore nello spazio tridimensionale

Il piano $X+Y+Z=1$ seca lo spazio tridimensionale in un piano che prende il nome di **diagramma di cromaticità**.



Proprietà del diagramma di cromaticità:

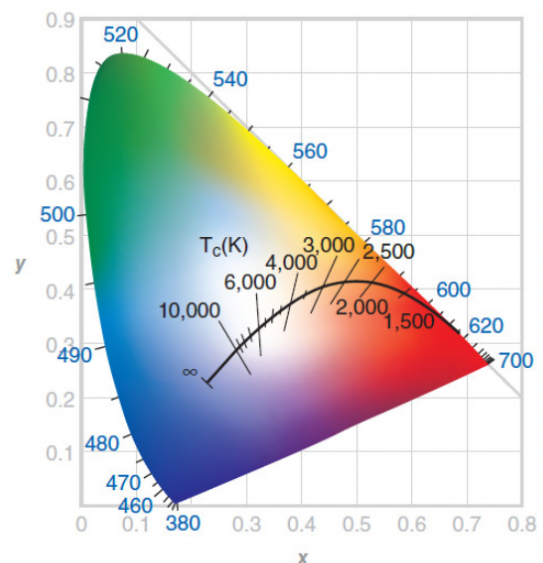
- Lungo il perimetro curvo della campana si trovano tutte le tinte spettrali mono-frequenziali alla loro massima saturazione.
- Sul segmento rettilineo che congiunge i due vertici inferiori della campana si trovano i colori non spettrali (o porpore) alla loro massima saturazione.
- La saturazione decresce verso il centro.

Linea degli illuminanti, Luogo Planckiano =

Un corpo nero è un oggetto che assorbe tutta la luce incidente ed emette una radiazione tipica che dipende dalla temperatura del corpo.

Le stelle emettono luce in maniera molto simile ad un corpo nero. Il sole ad esempio è un corpo nero di temperatura 5800 K (gradi Kelvin).

Nel diagramma sono segnate le varie temperature di emissione di corpo nero, maggiore è la temperatura e più il colore della luce tende al blu; minore è la temperatura e più la luce tende al giallo.



Il colore è diviso in luminanza e cromaticità (un colore può avere stessa croma ma diversa luminanza) -> cambiare hue

È possibile individuare un punto usando le **coordinate di cromaticità** x,y sul diagramma e Y, che codifica la sensazione di luminosità del colore, ovvero la luminanza V(λ).

Colori complementari Mescolando due luci di certe lunghezze d'onda si elimina completamente il colore: Es. luce monocromatica blu-verde (490 nm) + luce monocromatica giallo-rossa (600 nm) = grigio incolore. Questi colori si dicono complementari

...Modello RGB...

Cromaticità dei fosfori secondo CIE → Mentre XYZ è uno spazio colore assoluto (dipende da caratteristiche umane), RGB è uno spazio colore relativo che dipende dal monitor (caratteristiche dei fosfori o dei filtri) ed ogni monitor ha caratteristiche cromatiche diverse.

Si può spostare il triangolo ma ci saranno sempre dei valori non visualizzabili

Trasformazione lineare ...

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \mathbf{M} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \mathbf{M}^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{con} \quad \mathbf{M} \equiv \begin{bmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{bmatrix}$$

I coefficienti di **M** si ricavano dalle coordinate di cromaticità dei fosfori

Discorso sui fosfori...

Giustapposizione (si mischiano i fasci di luce in modo da creare il colore desiderato)

Metameri = Dal punto di vista colorimetrico, due colori sono metameri quando i valori di tristimolo X,Y,Z delle loro distribuzioni spettrali sono uguali, ovvero presentano sensazioni cromatiche identiche.

Gamut = insieme dei colori che un dispositivo può visualizzare. Per la **legge di Grassman**, in x,y la somma di due colori è lineare, ovvero tutte le possibili combinazioni di due punti si trovano sulla retta che li unisce. Quindi qualsiasi possibile combinazione di colori RGB si trova all'interno del triangolo, che prende il nome di Gamut. Non esiste dispositivo in grado di riprodurre tutti i colori poiché sono soggetti al gamut. A seconda della tecnologia cambiano le coordinate x,y e quindi il gamut, la gamma dei colori rappresentabili.

Gamut mapping = trasferire la gamma colori da un dispositivo all'altro, due approcci:

- locale → aggiusta solo i pixel fuori gamma
- globale → analizza tutti i pixel per trovare una soluzione

Meglio gamut piccolo, in modo da facilitare la mappatura.

Alcune matrici di trasformazione XYZ - RGB
Spazio teorico diverso da quello reale ...

T5 - Spazi percettivi e distanze

Kodak voleva una metrica di differenza ...

Legge di Grassman:

Somma di due colori $\vec{C}_1(X_1; Y_1; Z_1)$ e $\vec{C}_2(X_2; Y_2; Z_2)$

$$\vec{C}_{12} = \vec{C}_1 + \vec{C}_2 \quad \Rightarrow \quad \vec{C}_{12}(X_1 + X_2; Y_1 + Y_2; Z_1 + Z_2)$$

poniamo:

$$T_1 = Y_1 / y_1 \quad ; \quad T_2 = Y_2 / y_2$$

si hanno le coordinate di cromaticità e luminanza:

$$x_{12} = \frac{x_1 T_1 + x_2 T_2}{T_1 + T_2} \quad ; \quad y_{12} = \frac{y_1 T_1 + y_2 T_2}{T_1 + T_2} \quad ; \quad Y_{12} = Y_1 + Y_2$$

Le equazioni ottenute per x_{12} e y_{12} sono analoghe alle equazioni per il centro di gravità di due masse T_1 e T_2 poste rispettivamente in (x_1, y_1) e (x_2, y_2) .

Grassmann → La cromaticità risultante dalla somma di due colori cade sulla linea di congiunzione delle cromaticità dei due colori

Gli spazi C.I.E. XYZ e C.I.E. xyY non sono percettivamente lineari. La distanza tra due punti (colori) non misura la differenza della loro apparenza: se $C_1 C_2 = C_3 C_4$ non è detto che percepiamo la stessa differenza di colore tra C_1 e C_2 e tra C_3 e C_4 .

Gli spazi C.I.E. XYZ e C.I.E. xyY non hanno **metrica percettiva**.

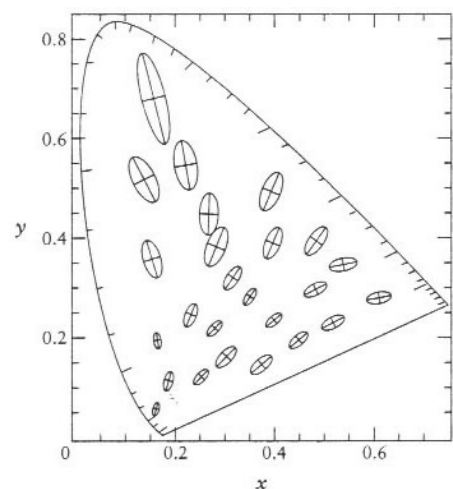
altro da dire?

Il problema dello spazio colore è che la distanza tra i colori non corrisponde alla distanza percettiva, infatti se prendiamo ad esempio il diagramma di cromaticità possiamo vedere che non è percettivamente uniforme. Questo è stato dimostrato da Mac Adam.

Ellissi di MacAdam = Un osservatore indicava quando due colori della stessa luminanza apparivano differenti. Si prende un punto sullo spazio XYZ e a poco a poco ci si sposta finché l'osservatore non notava la differenza, allora ci si ferma. Le zone di costanza di apparenza di colore sono rappresentate da **ellissi** nello spazio C.I.E.xy. Le ellissi sono differenti in grandezza e orientamento.

Alcune considerazioni:

- nel verde (parte alta del grafico) molto più grandi rispetto nel blu (parte bassa sinistra)
- coordinate diverse hanno una apparenza uguale



Le ellissi di Mac Adam sono state la base per creare spazi colore percettivamente uniformi.

spazio C.I.E.L*u*v* = Trasformazione lineare dello spazio C.I.E.XYZ in modo da ottenere uno spazio **percettivamente uniforme**.

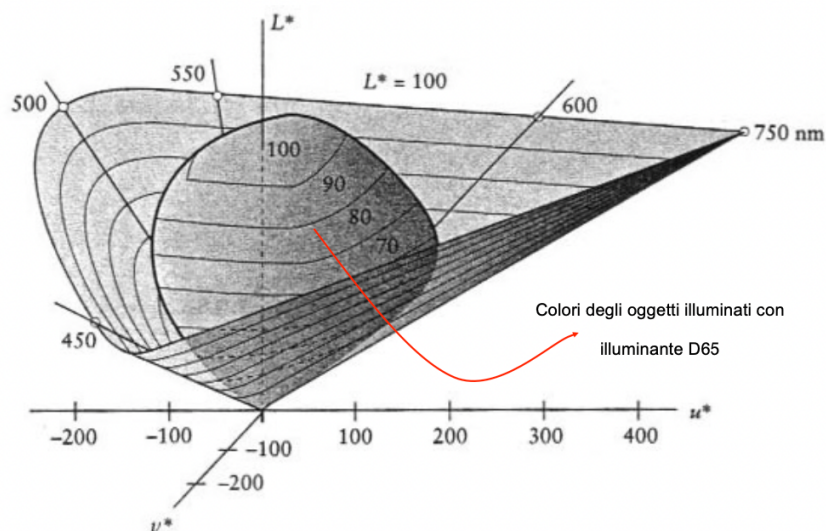
da C.I.E.XYZ
a C.I.E.L*u*v*

$$L^* = \begin{cases} 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 & \text{per } \frac{Y}{Y_n} \geq 0,008856 \\ 903,3 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{-1/3} & \text{per } \frac{Y}{Y_n} < 0,008856 \end{cases}$$

$$\begin{cases} u^* = 13L^*(u' - u'_n) \\ v^* = 13L^*(v' - v'_n) \end{cases} \quad \text{con} \quad \begin{cases} u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \\ v' = \frac{9X}{X + 15Y + 3Z} \\ u'_n = \frac{4X_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n} \\ v'_n = \frac{9X_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n} \end{cases}$$

Osservazioni:

- Serve il bianco di riferimento -> ha un colore, baricentro, punto a max luminanza
- Y/Y_N significa normalizzare Y
- Sotto radice cubica perché ...?



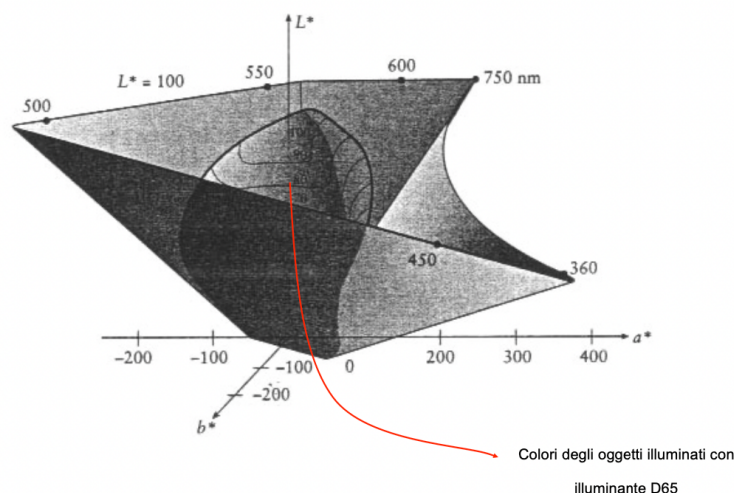
Altro ...?

Spazio C.I.E.L*a*b* = Trasformazione lineare dello spazio C.I.E.XYZ in modo da ottenere uno spazio percettivamente uniforme. In uso nell'industria tessile.

$$\left. \begin{array}{l} \text{da C.I.E.XYZ} \\ \text{a C.I.E.L}^*a^*b^* \end{array} \right\} \begin{cases} L^* = \begin{cases} 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 & \text{per } \frac{Y}{Y_n} \geq 0,008856 \\ 903,3 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{-1/3} & \text{per } \frac{Y}{Y_n} < 0,008856 \end{cases} \\ a^* = 500L^* \left[f\left(\frac{X}{X_n} \right) - f\left(\frac{Y}{Y_n} \right) \right] \\ b^* = 200L^* \left[f\left(\frac{X}{X_n} \right) - f\left(\frac{Z}{Z_n} \right) \right] \end{cases}$$

$$\text{con } f(r) = \begin{cases} r^{1/3} & \text{per } r \geq 0,008856 \\ 7,787r + \frac{16}{116} & \text{per } r < 0,008856 \end{cases}$$

Su questo spazio è possibile calcolare il **DELTA E94**, cioè una distanza colore che sia veritiera e corrisponda alla nostra percezione (non seguendo più una legge matematica che è la legge di Grassman ma una che invece segue la percezione).



Le caratteristiche CIE Lab:

- normalizzato → la luce che illumina la scena è la luce massima
- Considera un **illuminante di riferimento** → uscendo dall'apertura mode passando all'object mode, ed avendo illuminanza e luminanza si può calcolare la riflettanza, quindi posso distinguere quanto la luce che viene percepita dell'oggetto è dovuta alla sua riflettanza o influenzata dall'illuminante, avendo quindi più informazioni sul contesto della scena
- la sensibilità alla luce è **scalata** → scala seguendo la legge di **Weber-Fechner**, cioè più luce c'è, più è necessario avere una differenza di luce per percepire un salto percettivo

Una volta creato il CIE Lab, come lo si usa? Spazio colore creato per averne uno percettivamente uniforme partendo dall'esperimento delle ellissi di Mac Adam su XYZ (che non conservava metamerismo pienamente). Lo si utilizza attraverso la misura della distanza di due colori, utilizzando la distanza euclidea (che però è imprecisa), quindi si utilizza il DELTA E94 che è più precisa.

L* perché plagio...

Measuring color difference

Come misura le color difference? Calcolando la distanza (euclidea) nello spazio. La distanza di due colori A e B è data da:

$$E_{uv}^* = \sqrt{(L_A^* - L_B^*)^2 + (u_A^* - u_B^*)^2 + (v_A^* - v_B^*)^2}$$

$$E_{ab}^* = \sqrt{(L_A^* - L_B^*)^2 + (a_A^* - a_B^*)^2 + (b_A^* - b_B^*)^2}$$

Due coppie di colori con la stessa distanza euclidea hanno la stessa differenza percettiva.

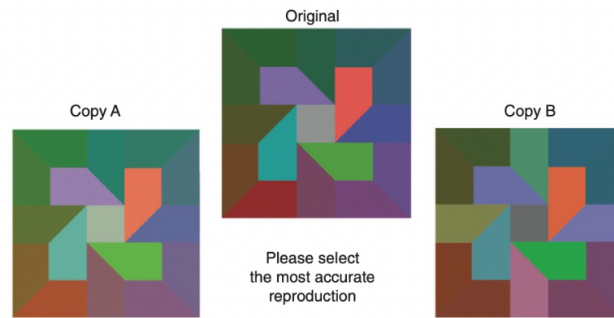


Figure 35.2 Original and two copies. Although Copy A looks like the original, Copy B has exactly the same colorimetric error for every pixel.

Come si vede dalla figura, per rendere le due immagini simili, le distanze (gli errori) devono andare nella stessa direzione.

ΔE_{94} (CIE $L^*a^*b^*$) = Mac Adam ha evidenziato che lo spazio colore XYZ non è realmente percettivamente uniforme, ha quindi generato lo spazio colore CIE Lab che è percettivamente uniforme, sul quale possiamo calcolare il ΔE_{94} , cioè una distanza colore che sia veritiera e corrisponda alla nostra **percezione** (non seguendo più una legge matematica che è la legge di Grassman ma una che invece segue la percezione).

...

CIEDE 2000

CMD (SDC)

MLAB = Spazio ricavato da quello Munsell ricavando le coordinate cromatiche da ogni patch. Lo spazio Munsell ha la caratteristica di essere composto da fogli di varia dimensione e forma (dovuta alle saturazioni) che è equi-percettivo (c'è stessa distanza se mi muovo da un punto ad un altro)...

Differenze con CIELAB?...

CIECAM02 = spazio in cui si prende in considerazione anche lo sfondo in cui il colore viene analizzato. In teoria lo sfondo degli oggetto cambia l'apparenza cromatica. ...

...

object mode = quando viene riconosciuto un oggetto?

Issue 1

Ground truth

Colour is the reaction of our visual system to the spectral radiance of a stimulus and the spatial arrangement of the spectral radiances in the field of view. All parts of the visual field are important in generating a colour sensation. The role of local structure, that is, edge and gradients, play a significant role.

Pitfalls

Pitfalls can occur when considering colour as a pointwise phenomenon generated from a single spot of light (or reflectance) or when considering a colour as the unique product of retinal cone response.

Open problems

There is the need to develop models to consider the contribution of the entire HVS (human visual system) in order to describe and characterise colour coming from varying spatial arrangements and field of view.

Issue 2a

Ground truth

Colorimetry works under the strong constraint of aperture mode. In aperture mode, a small colour stimuli spot must be isolated: it is viewed in a darkroom, with no-light surround.

Pitfalls

Pitfalls can occur when considering these constraints to be negligible, namely, pretending that all colour follows the same mechanisms as colorimetry.

Open problems

There is the need to develop new methods for computing colour mechanisms in complex scenes, that is, considering spatial interactions, and not just the cone quanta catch.

Issue 2b

Ground truth

Colorimetry is based on aperture mode principles. Under this constraint using the colour-matching functions (CMFs) to integrate spectral measurements, a yellow reflective surface in white illumination is indistinguishable from a white surface in yellow illumination.

Pitfalls

Many practical applications are not compliant with the aperture mode constraint.

Open problems

future research and education in colour science needs to be aware of difference between isolated and non-isolated colour, and of the necessity for two different paradigms.

Issue 3

Ground truth

CIE XYZ code colour matching in aperture mode, accounting for all possible metamerism which originate from the same XYZ triplets (ie, match). No spatial mechanism can be accounted for by these integration curves.

Pitfalls

Considering CIE XYZ as a description of colour sensation outside aperture mode.

Open problems

1. New ways to teach colorimetry. The best way to learn how to use a tool is to start from its characteristics and practical limits. Limits, assumptions and constraints are important information for understanding the boundaries of the tool, which is amazingly beautiful but is not generally applicable as it is.
2. A new approach for dealing with colour in every-day scene (not in aperture mode). We can imagine colorimetry as a very fast race car, one that is great to drive on a racetrack. However, moving that car to an all-terrain race, while changing only a few parts, is not the best approach. It is better to use a car designed for that particular terrain.

Table1 Scene type characteristics

	Description	Model	Input	Goal	Output	HVS
Scene type 0	single light spot	XYZ	single light spot	Aperture Mode	Colorimetry Match	cone
Scene type 1	single light spot	CIE Lab	single light spot + illuminant	Object Mode	Appearance	cone + spatial
Scene type 2	a 2D scene	CIECAM	single spot taken isolated from a 2D scene + illuminant + parameters	Object Mode	Appearance	cone + spatial
Scene type 3	a 3D scene	?	?	Object mode	Appearance	cone + spatial

Table2 Mode characteristics

mode	visual description	visual mechanism
aperture mode	XYZ colorimetry	cone
object mode	appearance	cone+ spatial

Issue 4

Ground truth

The image projected from the scene through the eye-ball to the retina is spatially transformed by intra ocular glare. All points in the scene affect the retinal luminance value of each point on the retina.

Pitfalls

1. In the eye → considering colour formation as a pointwise process. Light on the retina is a spatial transformation (intraocular glare) of the light from the scene. Colorimetry is the exception. While every natural scene has considerable glare, Wright's colour-matching experiment, with no-light surrounds, has no glare.
2. In the camera → considering colour value in images as a faithful reproduction of scene values. All acquired values in an image are subject to glare distortion and can highly differ from the relative values of the scene.

Open problems

It is necessary to consider the presence of glare and its effect when dealing with colour outwith the aperture mode. A related topic is how HCS performs to deal with glare.

Issue 5

Ground truth

In general, a medium grey background change the appearance of the foreground, making a lighter colour even lighter, and a darker colour even darker. It is a bias in two opposite directions depending on the background reflectance value.

Pitfalls

Considering a medium grey background to be a neutral background.

Open problems

Rethinking and investigating background choice criteria.

Issue 6

Ground truth

Scene content complexity can be very high. Modelling and predicting its effect by describing each possible type of content configuration is extremely difficult. CAMs (aka? Cos'è ?) limit complexity to a small set of configurations, in terms of background size, distance and viewing field.

Pitfalls

Using CAMs in different scene content configuration for different purposes (uniform colour spaces).

Open problems

CAMs are open to a wider set of spatial configurations.

La formazione di un colore

sintesi additiva e sottrattiva = sono due metodi per formazione colori. La additiva deriva dalla legge di grassman (dove dati due punti sommati, tutte le sensazioni colore tra i due punti stanno nella linea che li unisce).

La differenza tra le due sintesi:

- **additiva** → usa tipicamente RGB, la somma dei colori da una sensazione di bianco. Nella sintesi additiva viene aggiunta energia.
- **sottrattiva** → usa tipicamente CMY, la somma dei colori genera il nero (dispendioso rispetto a dedicargli il pigmento). La sintesi sottrattiva assorbe energia, poiché i pigmenti che vengono mischiati assorbono determinate lunghezze d'onda, riflettendone le altre (aggiungendo un colore togliamo parte della riflettanza totale, assorbendo quindi una parte della luce).



Color intuitive representation:

- Hue
- Saturation
- Lightness

Lightness...
3 step choice...
HLS...

Da RGB a HLS...
RGB è device dependent, come anche HSL...

HSV = Si basa sullo spazio RGB. Nel vertice inferiore troviamo il nero, la parte superiore invece è schiacciata e contiene le coordinate con saturazione massima. ...

HSB =

//[color matching game](#) //[the history of color space \(from 450 BC to 1860\)](#)

What is Colour?

In arte è definito come:

Impressionismo → The conception of colour is an innate, incommunicable gift.

Neo-impressionismo → Colour is an exclusively physical phenomenon, governed by the rules of optics.

In psicofisica è definito come:

Titchener's model → Perceptual phenomena recognized **BUT** idealised, predominantly qualitative

Rood's model → Quantitative, optics-based BUT lack of pure spectral lines for perceivable colours (e.g.: magenta); metamerism?

Munsell non si chiede «What is colour?» Ma bensì «How can colour be measured and communicated?»

To measure is to communicate. Oral communication of colour is insufficient and inconsistent. On the contrary:

*'Music [is] equipped with a system by which it defines each sound in terms of its pitch, intensity, and duration, without dragging in loose allusions to the endlessly varying sounds of nature'. [...] 'So should **color** be supplied with an appropriate system, based on the hue, value, and chroma of our sensations, and not attempting to describe them by the indefinite and varying colors of natural objects'.*

'It may sound strange to say that color has three dimensions, but it is easily proved by the fact that each of them can be measured'.

A perceptual, yet quantitative, colour system is **Hue Value/Chroma**.

Hue = («Hot & Cold») "Hue is the quality by which we distinguish one color from another, as a red from a yellow, a green, a blue, or a purple. [...] Science attributes this quality to difference in the length of ether waves impinging on the retina"

Value = («Light & Dark») "Value is the quality by which we distinguish a light color from a dark one. [...] Science describes this quality as due to difference in the height or amplitude of ether waves impinging on the retina"

Chroma = («Weak & Strong») "Chroma is the quality by which we distinguish a strong color from a weak one. [...] Science describes chroma as the purity of one wave length separated from all others"

Munsell...

Colorimetric analysis con Macbeth ColorChecker → Il ColorChecker contiene 24 patch colorate con colori scelti per rappresentare vari oggetti naturali, colori problematici da riprodurre, colori primari additivi e sottrattivi e una scala di grigi.

Le patch sono realizzate con pigmenti molto stabili, di cui sono noti i valori spettrali e le coordinate colorimetriche.

Può essere utilizzato per il bilanciamento del bianco di una scena, la creazione di profili di colore ICC, la calibrazione del colore delle fotocamere e per la verifica dell'esposizione di una scena.

/*

Tesi:

- XYZ sono le uniche curve che conservano il metamerismo? No, ci son le curve di purre
- Color index (?)

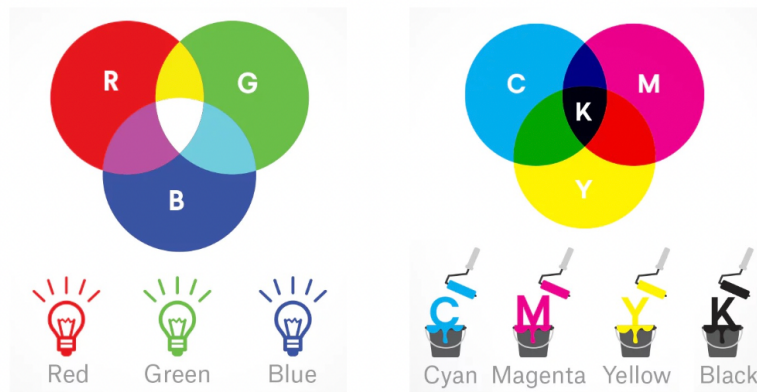
*/

T6 - Gamut mapping e profili

Modello RGB...

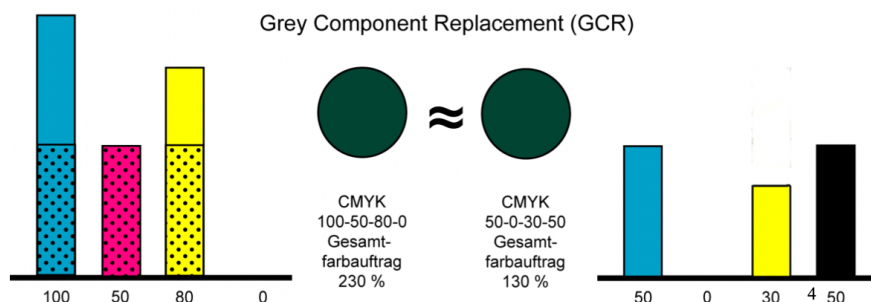
Sintesi additiva = monitor e televisori utilizzano sorgenti luminose che emettono luce

Sintesi sottrattiva = nella stampa si usano inchiostri che assorbono luce.



CMY influenzato dall'ambiente...perché?

Gray component replacement = (GCR) è una tecnica usata in sintesi additiva per sostituire con inchiostro nero i toni di grigio normalmente ottenuti dalla combinazione di ciano, magenta e giallo.



quantizzazione = dice quanti bit userò per andare a rappresentare un canale colore, solitamente si usano 8 bit in modo da avere 256 toni (0-255). Avere una quantizzazione alta non implica avere un range dinamico elevato. Avere una quantizzazione molto alta in un range dinamico molto basso non è favorevole in quanto il nostro occhio non è in grado di percepire tante sfumature dello stesso colore (spreco bit di quantizzazione).

range dinamico = indica il rapporto tra la luce massima e quella minima. Il range dinamico non è dipendente dalla quantizzazione, infatti se noi abbiamo una quantizzazione alta non significa necessariamente che anche il range dinamico sia elevato. Posso avere lo stesso range dinamico con quantizzazioni diverse.

Emissione dei fosfori...

Cromaticità dei fosfori secondo CIE → Mentre XYZ è uno spazio colore assoluto (dipende da caratteristiche umane), RGB è uno spazio colore relativo che dipende dal monitor (caratteristiche dei fosfori o dei filtri) ed ogni monitor ha caratteristiche diverse.

Bianco nativo = (D64 o 40 o 55) si trovano sulla linea degli illuminanti
A seconda dei fosfori c'è un certo tipo di bianco

Calibrazione del bianco = In un dispositivo, il bianco è ottenuto dai segnali R, G e B al 100%. Il punto di bianco può essere calibrato, esso viene definito in modo **assoluto** dal suo valore di luminanza (Y) e dai suoi valori di cromaticità (x, y); i profili invece ICC indicano il bianco in modo **relativo**, con un valore di tristimolo XYZ la cui luminanza è posta a 1.

Colori metamerici...

Come settare il monitor a D50 se il monitor ha un bianco nativo diverso come D65?
Si possono modificare le **intensità** in modo da spostare i vertici che compongono il triangolo di gamut e di conseguenza il baricentro (ovvero il punto di bianco). Nello spazio RGB, si sta spostando l'asse della linea dei grigi. Si passa da R=G=B a R=G=(B-3/255).

Tassonomia degli spazi colore:

- XYZ → spazio colore **assoluto** definito sulla base delle caratteristiche umane
- RGB → spazio colore **relativo** che dipende dal monitor (caratteristiche dei fosfori)

Problema: Ogni monitor ha caratteristiche cromatiche diverse che sono influenzate anche dalle regolazioni manuali!

Quindi: che senso ha definire il colore e le immagini digitali in termini di valori RGB? **C'è una risposta???**

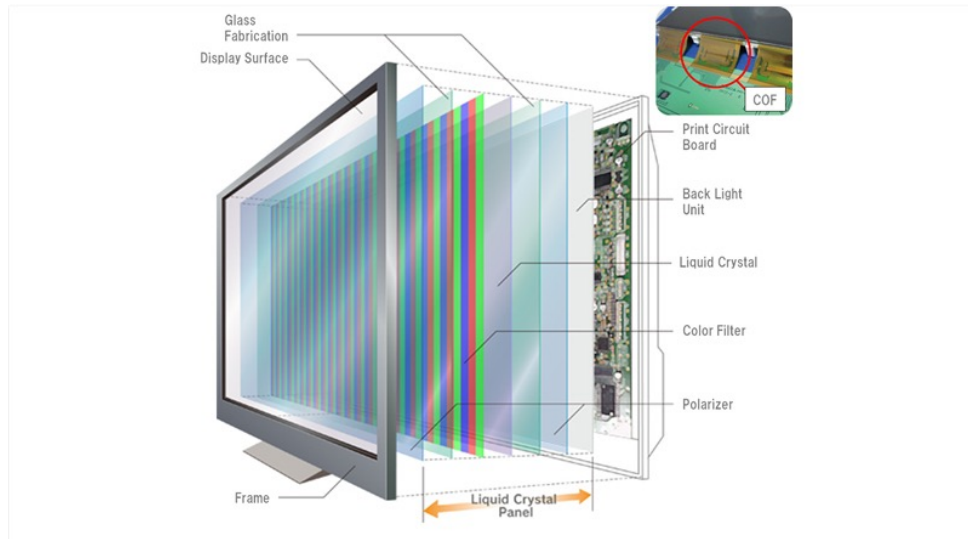
Da XYZ a RGB → i valori di tristimolo RGB dei fosfori del monitor usati in computer grafica sono una trasformazione lineare dei valori XYZ. La trasformazione lineare dipende dai valori di tristimolo dei fosfori del monitor.

Trasformare immagini da RGB in XYZ: che matrici di conversione vengono usate nello specifico? E per l'inverso? Per passare dallo spazio RGB a quello XYZ bisogna moltiplicare i valori di RGB **gammati** per una matrice M che contiene dei valori che dipendono dalle coordinate di cromaticità dei fosfori del monitor. Il calcolo è:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R^\gamma \\ G^\gamma \\ B^\gamma \end{bmatrix}$$

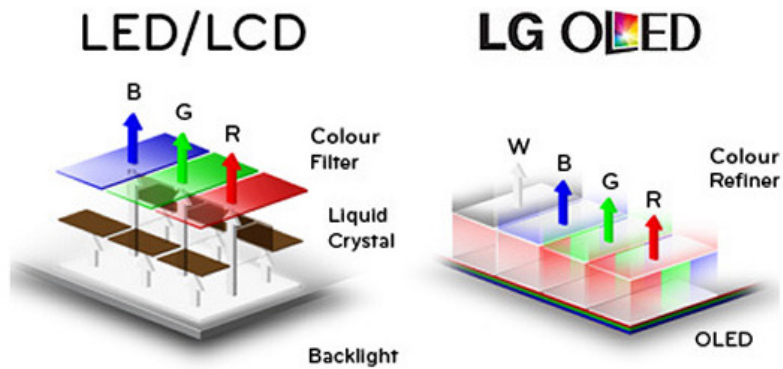
Un monitor è composto da:

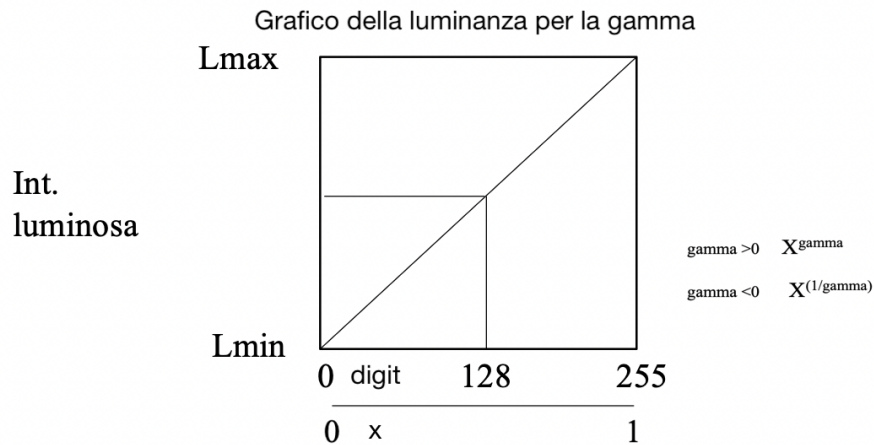
- vetro
- Strato di filtrino
- Pannello di cristalli liquidi
- ...altro?



Differenza tra led/LCD vs LG OLED (oled si spegne quando deve esprimere il colore nero)

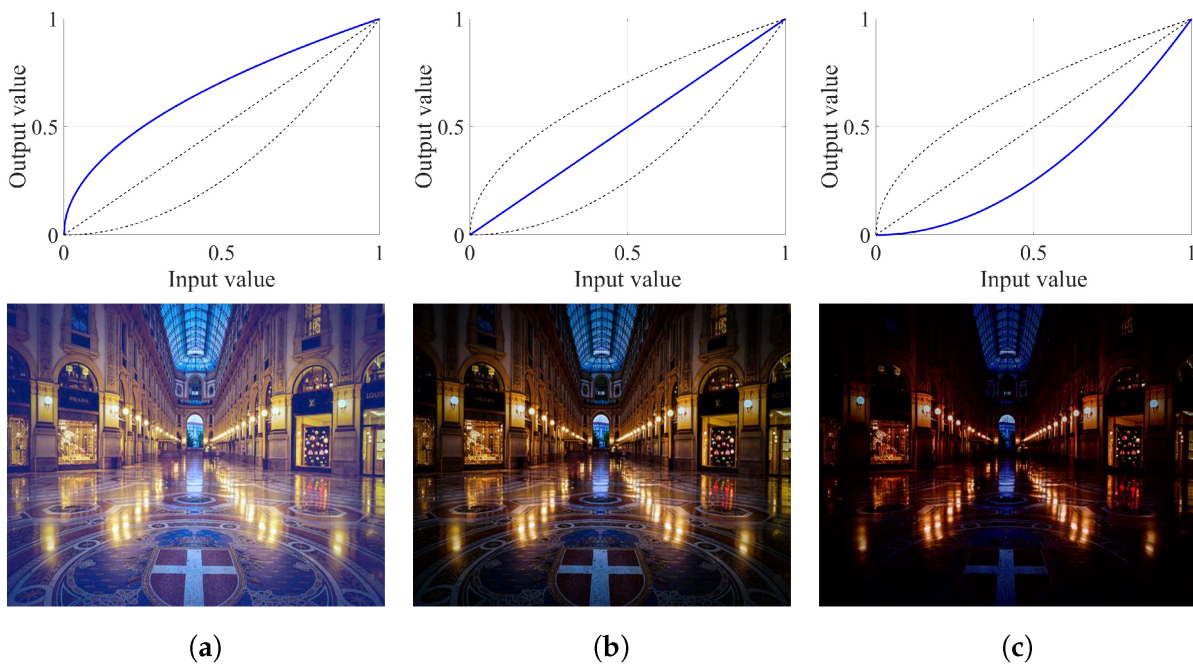
...





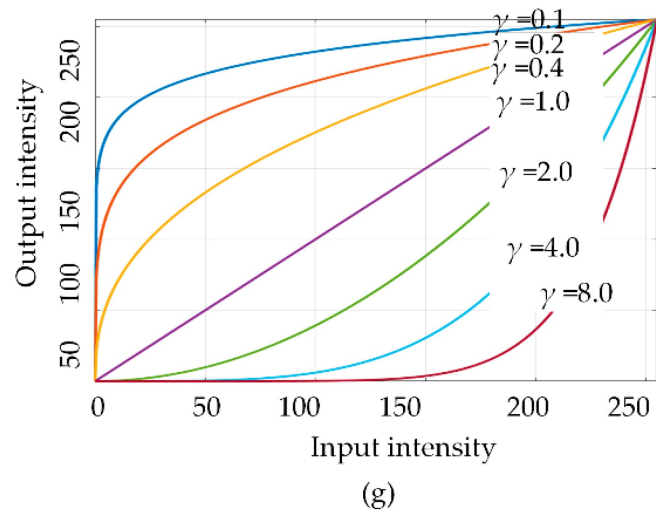
gamma = è una funzione che descrive l'andamento della luminosità di ogni canale colore di un dispositivo.

gamma correction = è una funzione che serve per controgammare nel momento in cui essa non sia più lineare, quindi moltiplico la mia gamma in input per una funzione opposta che mi controgammi facendola tornare lineare per ogni canale colore, altrimenti avrei dominanze cromatiche non volute.



Gamma correction curves and corresponding effects on an image: (a) $\gamma = 0.5$, (b) $\gamma = 1$
(c) $\gamma = 2$.

When $\gamma < 1$, low-intensity pixels will be increased more than high-intensity pixels.
 When $\gamma > 1$, the opposite effect is generated. When $\gamma = 1$, the input and output intensities are equal.



An example of gamma correction, the enhanced images with different parameters γ . (a) original image (b) $\gamma = 0.1$ (c) $\gamma = 0.3$ (d) $\gamma = 0.8$ (e) $\gamma = 1.2$ (f) $\gamma = 1.5$ (g) the curve along with different parameters γ .

Compressione dei colori:

- scuri → quando si sposta il punto in alto DX della gamma function verso SX
- chiari → quando si sposta il punto in alto DX della gamma function verso il basso

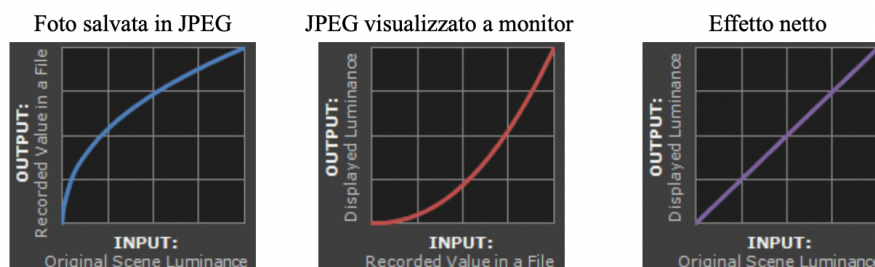
Non c'è una perdita di informazioni quando si applica la funzione gamma.

Il Gamma è definito come $V_{out} = V_{in}^{\gamma}$, dove:

- V_{out} = il valore di luminanza in output,
- V_{in} = la luminanza in input (dell'immagine).

Questa formula modifica la curvatura della funzione blu sottostante, se:

- gamma < 1 la linea curva in alto,
- gamma > 1 la linea curva in basso.



Luminanza in input * Funzione di correzione gamma = Luminanza in output

Calibrazione → l'intensità lineare di ogni barra centrale è la media delle intensità lineari delle strisce laterali. Calibrando la gamma appaiono uguali.



Formato raw...

Ci sono due tipi di calibrazione:

- dispositivo (c'è un input e un output)
- pipeline (controgammare)

Da XYZ a RGB e viceversa

Trasformazione lineare:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} R^\gamma \\ G^\gamma \\ B^\gamma \end{bmatrix} \quad \text{dove} \quad M = \begin{bmatrix} 0,431 & 0,342 & 0,178 \\ 0,222 & 0,707 & 0,071 \\ 0,020 & 0,130 & 0,939 \end{bmatrix}$$
$$\begin{bmatrix} R^\gamma \\ G^\gamma \\ B^\gamma \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

I coefficienti di **M** si ricavano dalle coordinate di cromaticità dei fosfori; nell'esempio un monitor standard. Fattore di correzione gamma del monitor.

Il costo del cambio di gamut è la rinuncia della quantizzazione (ovvero si riduce).

La forma della gamut nello spazio XYZ è ??? (CIElab diagramma?)

Gli spazi colore sono tutti complessi...?

Reticolato ...

Il solido di un gamut dovrebbe essere concavo (perché?) ma spesso è convesso. Cosa implica?

Come si disegna (plotta) un CIElab?

🙄 discorso incompleto...

Disegnare nel CIElab non è assoluto dipende dal bianco di riferimento, in questo modo il cambia solo l'orientamento.

Gamut mapping = trasferire la gamma colori da un dispositivo all'altro (come spostare i colori da un gamut a un altro). Ci sono due approcci:

- locale → aggiusta solo i pixel fuori gamma (meglio se gamut simili, e dall'obiettivo del mapping)
- globale → analizza tutti i pixel per trovare una soluzione (es.: gamma correction, meglio se gamut diversi)

Clipping = il clipping nel gamut mapping fa parte dell'**approccio locale**. Quando si passa, ad esempio, da uno spazio grande a uno più piccolo ci si può ritrovare con meno colori di quelli che si aveva in partenza. I colori dello spazio di arrivo che sono contenuti perfettamente nello spazio di partenza rimarranno invariati. I colori che non ricadono nello

spazio di arrivo verranno mappati con i colori percentualmente più vicini. Questo meccanismo prende il nome di clipping, si perde la correttezza di alcuni colori per preservarne altri. Nell'effetto finale si avrà una **perdita di dettagli** nell'immagine.

intenti di rendering = insieme di approcci che modifica una tinta nel gamut mapping. Si chiamano intenti e non algoritmi (anche se ci sono) perché:

- sono accezioni generali (non algoritmi particolari)
- ciascuno cerca di preservare un aspetto
- definiscono un approccio da adottare per mantenere il colore
- la differenza tra un intento ed un algoritmo è che ci possono essere più algoritmi che seguono lo stesso intento

Gli intenti di rendering si chiamano così perché ci permettono di rappresentare i colori che verrebbero lasciati fuori dallo spazio colore quando si esegue il gamut mapping. Gli intenti di rendering dicono al sistema in che modo gestire le relazioni tra colori.

Ci sono quattro intenti di rendering principali:

- Absolute Colorimetric (Colorimetrico Assoluto);
- Relative Colorimetric (Colorimetrico Relativo);
- Perceptual (Percettivo);
- Saturation (Saturazione).

Absolute Colorimetric = Riproduce i colori nel gamut esattamente, ma taglia quelli fuori gamut riproducendoli come il più **estremo** colore riproducibile. Questo altera **saturazione** e **luminosità**; ogni colore al di fuori del gamut viene reso come un colore “di confine”. Rimangono, quindi, molti colori fuori dal gamut di stampa e, quindi, molte relazioni tra i colori vengono a mancare.

Il risultato è una stampa con aree “piatte” ed altre con transizioni tonali molto grezze. Questo intento di rendering può essere utile per vedere come il colore della carta modifichi i colori stampati.

Nell'intento di rendering colorimetrico assoluto mantengo asse dei grigi ma cambio valori RGB, perché riposizionando i 3 vertici del gamut otterrò che un punto sul diagramma di cromaticità sarà nella stessa posizione ma con colori sfalsati.

Qual'è l'unico caso in cui l'intento di rendering colorimetrico assoluto non cambia colore tra gamut in e gamut out? Nel caso in cui i due gamut coincidono.

L'intenzione di rendering colorimetrico assoluto:

- fa clipping,
- modifica terna RGB spostando i vertici (modifica la terna di primari),
- effettua un passaggio nello spazio XYZ per effettuare mapping sul nuovo gamut (si usa matrice M con coordinate cromatiche dei fosfori del primo gamut nella trasformazione da RGB a XYZ, successivamente si fa la trasformata inversa da XYZ a RGB usando matrice inversa M ma con fosfori con coordinate cromatiche del secondo gamut).
- Il grigio medio rimane uguale se il bianco di riferimento è lo stesso.

Proiezione di isoluminanza....?

Relative Colorimetric = E' come Absolute Colorimetric, ma in più **scala il punto di bianco** dell'immagine originaria in modo da farlo combaciare con il punto di bianco

dell'immagine di destinazione.

In questo modo abbiamo un colore comune a cui far riferimento e tutti i colori assumono sfumature analoghe rispetto al bianco, anche se non sono gli stessi esatti colori.

Infine i colori fuori gamut vengono mappati sul colore più vicino riproducibile.

Questo altera **saturazione** e **luminosità**; ogni colore al di fuori del gamut viene reso come un colore "di confine".

Differenza tra colorimetrico assoluto e relativo → Colorimetrico assoluto e relativo sono due intenti di rendering che si basano sull'approccio locale e sul clipping, infatti i colori che non ricadono all'interno dello spazio colore di arrivo verranno approssimati col la percentuale di colore appena più vicina.

La differenza principale tra questi due intenti è che il colorimetrico relativo fa combaciare i bianchi dei due spazi in modo tale da preservare la codifica, anche se in questo modo verrà cambiato xyz. Il colorimetrico assoluto invece garantisce solo che l'asse dei neutri rimanga uguale e quindi va a preservare xyz cambiando però la codifica.

Perceptual = Comprime i colori presenti nello spazio colore più ampio (quello di origine) in modo da accoppiarsi a quello più piccolo (quello di destinazione, stampa o visualizzazione che sia).

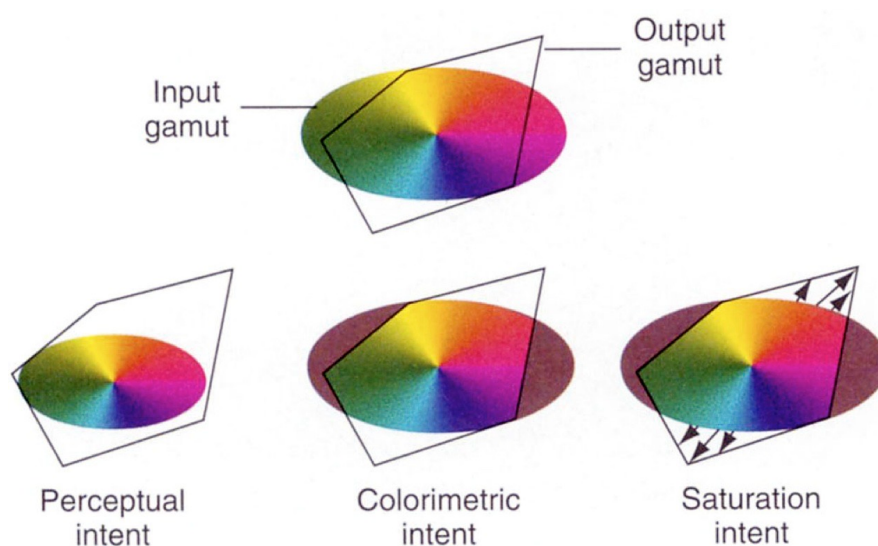
Questo si ottiene alterando i colori fuori gamut e quelli dentro il gamut in modo da preservare le relazioni reciproche quando vengono trasferiti nello spazio di destinazione.

L'intero gamut dei colori originali viene **compresso** in maniera da mantenere le relazioni tra i colori. Mantenendo le relazioni, l'aspetto complessivo dell'immagine rimane invariato.

Lo svantaggio è praticamente tutti i **colori** vengono **modificati**. Non essendo image dependent non è realmente percettivo.

Saturation = Converte i colori semplici saturi nello spazio sorgente in colori saturi identici nello spazio destinazione.

Ignora differenze in tonalità e luminosità, perciò è raramente usato con immagini fotografiche ed è più spesso usato con immagini grafici con colori basici.



Intenti:

- Perceptual → preserva il rapporto visivo tra i colori rimpicciolendo lo spazio colore e modificando i colori in proporzione. Tutti i colori (colorimetricamente) cambieranno ma si ha la sicurezza di non clippare.
- Colorimetric → preserva i colori nel gamut ma taglia quelli fuori gamut riproducendoli come il più estremo colore riproducibile.

Quale intento di rendering è migliore?

DISCLAIMER: INTERPRETAZIONE PERSONALE

L'intento di rendering migliore è quello percettivo in quanto basandosi sull'approccio globale va a ridimensionare tutti i colori mantenendo i rapporti. In questo modo i colori verranno cambiati ma allo stesso tempo tutti i dettagli verranno conservati. L'occhio umano non si accorge che i colori sono stati cambiati perché non ha un metodo di confronto ed è quindi meglio cambiare i colori ma preservare tutti i dettagli piuttosto che preservare i colori ma andare a perdere i dettagli. Infatti l'aspetto complessivo dell'immagine rimane invariato (grazie alle relazioni)

Parlando di intenti di rendering e parlando del fatto che alcuni RGB di partenza possono diventare RGB diversi, a pelle cambia di più gli RGB un colorimetrico assoluto o il percettivo? mentre quale altera di più i valori XYZ/asse dei grigi?

Entrambi gli intenti cambiano l'RGB. L'intento di rendering Percettivo altera i valori XYZ(asse dei grigi) rispetto al colorimetrico perché altera tutto ma si preoccupa di preservare le relazioni tra i colori.

Facciamo delle considerazioni, avere un gamut grande non è sempre un vantaggio. Il gamut migliore è quello per cui la foto assomiglia a tutte le trasformazioni (il gamut si deve assomigliare) quindi gamut piccolo più facile da mappare.

Parlando di gamut mapping, perdo più informazione nel colorimetrico o nel percettivo? (dipende dal tipo di informazione, ad esempio corretta individuazione colorimetrica del punto, cosa succede nel colorimetrico o nel percettivo)

Spatial dimension e gamut mapping

M1 - Intro + Progettazione di sintesi multimediali

Un sistema multimediale è un prodotto d'arte e di comunicazione.

Arte fatto = fatto ad arte o con arte.

Arte = (in senso lato) capacità di produrre un'opera secondo un complesso di regole o di conoscenza e tecniche.

Oggetto artificiale = uno strumento, un programma o un'applicazione.

Per creare arte occorre:

- Ideare
- Disegnare → **Design**
- Progettare
- Realizzare

Un artefatto va progettato e costruito. Imparare a **leggere** un'opera (o artefatto) vuol dire:

- Studiarne il contenuto, la struttura, la tecnica, il mezzo, la forma, la fruizione e quindi
- Valutarne il messaggio di comunicazione avendo presente tutti questi aspetti

Un progetto multimediale, come tutti gli artefatti, ha una concezione, un disegno, una realizzazione e una evoluzione. L'evoluzione dell'artefatto implica anche una evoluzione nel suo uso e in chi lo usa.

Quando l'uomo **inizia** a produrre immagini e a che scopo?

Graffiti sulle pareti delle caverne si ritrovano in Indonesia, a Sulawesi, circa 40K anni fa, ma diffuse ovunque si sia diffusa la razza umana: Spagna, Francia e Italia.

Ma quale era lo **scopo** di questi artisti e cosa si deduce dall'emergere di questa forma di attività?

Testimonia l'emergenza di una coscienza collettiva, della formazione di credenze religiose, di una capacità di astrazione e dell'uso di un linguaggio simbolico.



Spesso vengono raffigurati grandi animali, talora figure umane con fattezze animali come nelle grotte di Lascaux, a sud ovest della Francia, 20K anni fa. Hanno anche il semplice scopo di testimoniare la presenza di alcuni gruppi in quel luogo spesso tramite impronte di mani, quale marcatura del territorio. Come le 71 impronte nelle caverne di Maltravieso in Spagna, attribuite all'uomo di Neanderthal.

Il linguaggio usato non è solo figurativo ma anche simbolico, infatti sono stati ritrovati 32 simboli in caverne nel Sud Europa in un periodo di 35K anni.

In sintesi ci sono tre aspetti che caratterizzano un artefatto:

- Il **contenuto** → la narrazione e il linguaggio usato, visivo o simbolico
- Il **medium** → che supporta e rafforza il contenuto
- L'**uso sociale** → del medium che valorizza il messaggio

M2 - Teoria dei media

Il mezzo condiziona la comunicazione, bisogna comprendere la modalità d'uso del mezzo e capire se è adatto per la trasmissione di una determinata comunicazione. L'esigenza di comunicare in modo visuale è molto antica.

La teoria dei media prende in prestito strumenti di analisti e linguaggi da diversi campi (soprattutto dal cinema) come:

- **Mass media** = significa valutare l'**impatto** di fotografia, televisione, radio. Emerge come campo di studio a sé stante con l'introduzione di processi algoritmici e manipolazioni al computer.
- **Nuovi media** = termine che nasce negli anni '80/'90 con la rete.

L'analisi dei media nasce dalla critica della società del '900, con l'affermarsi del consumismo e del capitalismo. L'intro dei media viene visto come uno strumento per il controllo dei comportamenti ..

Filosofi e intellettuali gettano le basi teoriche dell'analisi dei media come la **Scuola di Francoforte** con Theodor Adorno, [Walter Benjamin](#). Con le leggi razziali sono fuggiti dalla Germania per ritrovarsi prima a Parigi poi a New York.

La produzione di massa e i media si avvantaggiano della facilità delle **riproduzioni** per raggiungere la popolazione.

Benjamin analizza la fotografia e la riproduzione meccanica vs opere d'arte:

- Originale vs migliaia di riproduzioni ad uso e consumo di tutti in circostanze molto diverse
- Separazione tra arte e il suo significato culturale e tradizione

Personaggi della Scuola di Francoforte si incontrano con i personaggi della **Scuola di Chicago**, i quali ritengono che le società moderne hanno bisogno di questi mezzi di comunicazione di massa (i mezzi elettrici, telegrafo, TV o radio, erano al centro della loro attenzione).

I Lumiere hanno creato la tecnica del cinema ma chi ha capito l'importanza del cinematografo? [Georges Méliès](#), il quale creò filmati di narrazione.

Gutenberg ha creato la tecnica dei caratteri mobili ma il veneziano Aldo Manuzio ha capito come sfruttarla, stampando diversi classici, testi scolastici, etc.

Dopo la II guerra mondiale si fa strada la visione che i media di massa possono essere usati come **strumento di propaganda** e condizionamento. I media di massa alterano la percezione del pubblico. Quindi si apre la strada allo studio dell'influenza dei media su individui, istituzioni, società (effetti collaterali).

"The medium is the message."

Marshall McLuhan, 1964

McLuhan fu pioniere dello studio della teoria dei media, ingegnere e letterato, propone la suggestione che sia il medium, con l'uso che se ne fa, che abbia impatto sulla società più che non il contenuto (Il mezzo crea l'impatto sul ricevente, non il contenuto). Nuovi media cambiano la percezione delle società. E' il mezzo che cambia la società.

McLuhan individua uno stretto legame tra cultura e società, in cui i media modificano il messaggio e forgianno il modo con cui lo si riceve, come:

- Dall'oralità alla forma scritta → l'oralità ha avuto un'importanza che si è diffusa in parallelo con la scrittura (es.: lettura da parte di attori dell'Inferno, Purgatorio e Paradiso di Dante).
- Dalla forma scritta alla stampa → La scrittura è utilizzata per uno scopo immediato e per tramandare dei testi (es.: [codice di hammurabi](#)). Importante notare l'evoluzione del medium della forma scritta nella storia: da papiro a pergamena a codice (struttura del libro).
- Dalla stampa alle trascrizioni elettroniche (e quindi, anche se al tempo di McLuhan la rete non c'era, ai nostri tempi con la rete e i media sociali)

Marziale pubblicizza una bottega che vende codici, e quindi libri. Diceva che il libro era più maneggevole, e questo ha portato alla diffusione di fatti della scrittura. Il rotolo era scomodo, richiedeva che venisse portato con due mani.

Non solo i romani si facevano leggere dai greci più colti di loro, ma anche a causa di questo, l'esperienza della lettura era uditiva. Ad oggi percepiamo le parole scritte come un'unità visiva.

Il testo scritto si avvantaggia dell'organizzazione del testo, della tipografia dei caratteri. La scrittura porta a processi di astrazione. Il testo orale è più semplice, più empatico. Platone condanna l'uso della scrittura come tecnica che avrebbe impoverito il sapere umano.

L'introduzione della scrittura ha avuto delle ostilità, non è stata sempre accolta e ben vista.

McLuhan dice che ogni nuovo media diventa un contenitore per il precedente (la radio contiene i concerti dal vivo, la TV contiene il cinema, il cinema aveva come antenato il teatro). Ma secondo McLuhan non è tanto il contenuto che viene trasmesso quanto il modo con cui viene trasmesso che influenza.

Il contenuto viene continuamente cambiato in funzione di come ne usufruiamo (una storia trasmessa in TV diventa diversa rispetto alla stessa messa in scena a teatro).

La teoria dei media introduce anche una classificazione dei media rimasto famosa: hot media e cool media. **Hot** e **cool** hanno a che fare con il grado di partecipazione.

- **Hot media** → quando molti canali sensoriali sono coinvolti e la **partecipazione diminuisce** (il cinema e i film sono hot). Le informazioni trasmesse sono tante e complesse, perciò viene meno l'opportunità di completamento personale e partecipazione da parte del ricevente.
- **Cool media** → chi riceve riempie i vuoti informativi con una **partecipazione attiva**, quando pochi sensi sono coinvolti nella ricezione. (la radio è cool, come anche la TV, i cartoni animati, i fumetti). Bassa definizione di informazioni e il ricevente lavora nelle pause o nei vuoti per completare il significato.

//Mc Luhan, intervista BBC 1965, [The Future of Man in the Electric Age](#)

Benjamin ha influenzato John Berger scrisse "The Work of Art in the Age of Reproduction" in cui evidenzia il fatto che i media che vengono creati e riprodotti meccanicamente vengono definiti come messaggeri ideali di espressione **politica**.

Berger negli anni 70' riprende questa idea e scrive "Ways of seeing", in cui introduce

l'idea che il mezzo utilizzato per trasmettere le immagini cambia il modo in cui noi le guardiamo. La riproduzione delle opere d'arte cambia il messaggio che le opera aveva quando fu creata. Dal suo libro trae 4 lezioni trasmesse dalla BBC nel 1972.

//John Berger / Ways of Seeing , [Episode 1](#) (1972)

M3 - Percezione dell'immagine

La percezione di una immagine ha diverse teorie psicologiche di riferimento:

- **psicologia della psicoanalisi** = **Istinti inconsci** agiscono sugli individui. L'IO, ovvero ciò che noi siamo, è prodotto dallo scontro perenne delle due forze opposte di Es e Super io (Freud, Austria 1800)
- **psicologia comportamentista** = L'individuo reagisce agli **stimoli ambientali** mettendo in atto delle risposte determinate da **stimoli specifici** (S-R): é possibile modificare il comportamento degli individui modificando gli stimoli a cui vengono sottoposti (Watson USA 1914)
- **psicologia cognitivista** = studia i **processi mentali** degli individui, la coscienza, l'intelligenza, la memoria, le emozioni, l'attenzione, la percezione e i sentimenti. A partire dagli stimoli la conoscenza viene **organizzata** in reti semantiche cognitive. Il **costruttivismo** viene spesso considerato una corrente della psicologia cognitivista.
- **psicologia della Gestalt**

In particolare due teorie spiegano il meccanismo della percezione visiva, ovvero di **significazione di un'immagine**:

- **Teoria costruttivista** → che rientra nel cognitivismo. I dati sensoriali sono sottoposti ad interpretazione da parte del pensiero.
- **Teoria della Gestalt** → la percezione avviene organizzando dei dati sensoriali secondo schemi innati.

L'esperienza visiva è **dinamica**. Leggiamo non solo le posizioni, i colori, le forme degli elementi che compongono un'immagine, ma percepiamo le tensioni che intercorrono tra gli elementi inerenti alla figure secondo linee di forza, sono importanti:

- **Equilibrio**
- **Direzione** → Nella cultura occidentale il senso normale di lettura è da sinistra a destra e dall'alto verso il basso
 - Le quattro direzioni non sono equivalenti
 - La parte sinistra appare più **significativa**
 - La parte destra più **pesante** quasi per effetto delle forza di gravità

La struttura nascosta → non rileviamo singole dimensioni e direzioni, ma l'immagine nel suo insieme. Le immagini percepite sono dinamiche (hanno una stabilità e una attrazione). I punti di un'immagine sono in un campo di forza.

Teoria di gestalt = (teoria della forma) leggi che ci permettono di formalizzare come l'occhio umano è in grado di percepire stimoli visivi in modo inconsapevole e estrapolare dei pattern, strutture (Gestalten) unitarie. Le leggi della Gestalt sono:

- **legge della vicinanza** / prossimità → tutte le strutture grafiche che sono posti **vicini** uno all'altro vengono percepiti come un'unica entità.
- **legge della somiglianza** / similarità → gli elementi del campo visivo che sono **simili** tra loro tendono a essere raccolti in una unità. questa legge vale anche per i colori.
- **legge della chiusura** → tutto ciò che è **chiuso** viene percepito come un'unità assestante. (funziona anche quando non è presente una chiusura completa). è una delle leggi più forti.
- **legge della "buona curva"** → Quelle parti di una figura che formano una "curva buona" o che vanno nella stessa direzione si costituiscono in unità più facilmente delle altre.

- **legge della “buona forma”** → Il campo percettivo si segmenta in modo che risultino entità per quanto possibile equilibrate, **armoniche**, costituite secondo un medesimo principio in tutte le loro parti
- **legge dell'esperienza passata** → l'esperienza modella le nostre impressioni.

Figure ambigue = sono configurazioni che sottoposte a osservazione prolungata danno luogo a **diverse percezioni**. Le diverse rese percettive sono distinte e non si fondono. L'attività percettiva è un processo attivo e quindi continua anche dopo il primo rendimento percettivo.

Le ambiguità possono essere:

- Ambiguità figura-sfondo → Il rapporto tra figura e sfondo diventa ambigui quando viene meno la gerarchia degli oggetti raffigurati (scambio di ruoli tra figura e sfondi).
- Ambiguità di significato → Tutta la figura si ristruttura assumendo un altro significato
- Ambiguità di posizione → visibile in particolare nei disegni 3D come i lavori grafici di Escher
- Ambiguità tutto-parti → Studiata da pittori e incisori dal Rinascimento come Arcimboldi

M4 - La composizione e la narrazione

Le forme e le inquadrature

La **composizione** dell'immagine è molto importante, infatti l'immagine riprodotta o disegnata non è solo la **parte centrale** e principale del messaggio perché percepiamo anche quello che le **sta intorno**.

Non è sempre stato così, per esempio, l'importanza dello sfondo s'impone nel tempo. La **prospettiva** formale introdotta nel XV secolo permette di generare immagini complesse. La **composizione** e la **presentazione** dell'immagine è parte della **comunicazione** della stessa.

La composizione delle immagini si evolve con la storia:

- I graffiti sulle pareti delle caverne non avevano limitazioni nello spazio. Si disegnava dove si voleva o si poteva.
- Nel Rinascimento si inizia a comporre l'immagine concepandola come una **finestra** sul mondo, da cui l'idea dello sfondo.
- Con la comprensione della **prospettiva**, che nasce nel 1400, si fa spazio la rappresentazione del mondo esterno in scene **complesse** (Piero della Francesca).
- La nascita della **fotografia** verso la fine del '700 influenza il modo con cui si concepiscono le **inquadrature** e quindi le **composizioni** delle immagini in un quadro.
- Più tardi ancora, l'esperienza del viaggio in **treno** che ci espone all'immagine in movimento, influenzerà nuove **composizioni**.
- Naturalmente poi il **cinema** introduce tutte le sue nuove tecniche per realizzare nuove inquadrature.

Disegnare implica ispirarsi ad una realtà ma anche introdurre elementi di **astrazione** o fantasia, diverso da **fotografare**, che implica **inquadrare**.

Il primo piano in un dipinto conferisce **profondità** all'immagine.

Il poema epico

I poemi epici e le storie popolari risalgono a tempi antichi e rivelano molto della psicologia e dell'identità culturale dei popoli che le hanno tramandate. L'epica, ovvero *parola*, racconta le gesta di un passato glorioso, sono le prime forme di racconto ma con indicazioni sulle conoscenze, sulla religione, sulla realtà politico-sociale.

Il fulcro dei poemi sono le gesta dell'eroe: il personaggio più forte o più autorevole. I poemi erano trasmessi oralmente con accompagnamenti musicali e recitazioni. Per facilitare la memorizzazione presentano frequenti ripetizioni e motivi ricorrenti.

Alcuni poemi epici sono:

- **Gilgamesh**, poema epico babilonese ca XII sec aC; racconta la storia del re di Uruk, vissuto circa 2500aC
- **Mahābhārata**, poema epico indiano ca IX-VIII sec aC; di 90.000 versi. Una vasta opera letteraria, trascritta nel XI dC, narra di fatti risalenti fino al XXXII sec aC
- Omero (dubbi sulla sua esistenza) raccoglie storie della guerra di Troia nel XIII sec aC tramandate oralmente nell'**Iliade** (ca 15000 versi) e nell'**Odissea** (ca 12000 versi). Una versione consolidata intorno al VII sec aC e le prime trascrizioni intorno al V sec aC

- **Beowulf**, poema epico di 3182 versi, il più lungo poema anglo-sassone. Ambientato circa nel VIII sec

The hobbit e la saga del Signore degli anelli, scritti da John R R Tolkien (1892- 1973), linguista e professore a Oxford hanno radici nella tradizione nord europea: Beowulf medioevale, le leggende di Re Artù, il poema The faerie queene di Spencer del 1590, le saghe islandesi e l'epica finnica del Kalevala.

Gli eroi che cercano di entrare nella **gloria** imperitura del racconto nel momento perfetto hora della loro **morte** (hora, da cui deriva ora). La preparazione alla morte e il suo raggiungimento: una preoccupazione importante per l'eroe. L'esperienza reale della vita nella morte. Gli eroi che prevedono e progettano la loro morte.

Blade runner, regia di Ridley Scott 1982, tratto dal racconto Do androids dream of electric sheep? di Philip K Dick 1968. Il soliloquio del replicante Roy che sta per morire e che rimanda a questioni fondamentali concernenti la vita e la morte.

"All those moments will be lost in time like tears in rain. Time to die."

La narrazione di storie viene influenzata da media diversi: Il confronto tra arte verbale, basata sulla parola, e visiva, basata sull'immagine. Il confronto tra opere in tempi diversi e non legate storicamente.

Spesso il testo epico si articola in una narrazione principale e numerose **micro-storie** che rafforzano il messaggio in una comunicazione a due sensi, le micro-storie illuminano la storia esterna e viceversa. La storia veniva avvertita come reale e vera, contrariamente alla moderna percezione della realtà vs la fantasia.

Il **lamento** è medium che mescola pianto e canto, presente in molte culture anche popolari. Frequentemente eseguito da donne per esprimere **dolore**, disillusione o anche amore. (Nell'Iliade: lamento di Achille per la morte di Patroclo, di Priamo e quello di Andromaca per la morte di Ettore. Nel Vangelo: la Vergine ai piedi della Croce, poesia in ungherese nel XIII secolo).

Teoria della narrativa

Vladimir Propp, linguista e antropologo russo, studioso del folklore e degli elementi strutturali delle fiabe popolari. I due principali studi di Propp sulla **composizione**, gli **elementi** e le **radici storiche e culturali** della fiaba sono:

- **Morfologia della fiaba**, in cui classifica formalmente il genere della fiaba: identifica le funzioni immutabili dei personaggi e le loro caratteristiche fondamentali sulla base di una convincente documentazione empirica.
- **Le radici storiche dei racconti di fate**, ricostruzione della genesi della fiaba in un più ampio contesto storico e culturale. Nel racconto di magia individua la rappresentazione creativa e autenticamente popolare di antichi rapporti di produzione e delle corrispondenti manifestazioni magico- religiose.

Lo **Schema di Propp** formalizza la struttura della fiaba cercando di illustrare degli elementi fissi che sono alla base della struttura narrativa dei racconti popolari. Introduce per la prima volta la separazione tra **fabula** e **intreccio** (o plot).

Propp giunse anche alla conclusione che tutti i personaggi delle 100 fiabe popolari russe analizzate potevano essere catalogati in 7 categorie di "personaggi-tipo":

- **Eroe** → protagonista che, dopo aver compiuto un'impresa, trionferà. Può essere ricercatore, avventuriero o vittima.
- **Antagonista** → colui che lotta contro l'eroe.
- **Falso eroe** → (o antieroe) la persona che si prende il merito delle azioni dell'eroe o cerca di sostituire l'eroe con l'inganno.
- **Mandante** → (sovrano → incarica l'eroe, identifica il falso eroe e premia l'eroe) chi invita o comanda all'eroe di partire per la sua missione.
- **Mentore** → il personaggio che prepara l'eroe, gli fornisce un oggetto magico.
- **Aiutante** → generalmente un mago, chi aiuta l'eroe a portare a termine la missione.
- **Principessa** → (o il premio) premio amoroso finale per l'eroe.

Algirdas Julien Greimas studia storia medioevale e i dialetti franco-provenzali ma lentamente lascia gli studi linguistici per studiare la semantica. Nel 1966 pubblica l'opera **Semantica strutturale** considerata fondante della Scuola semiotica di Parigi.

semiotica = si pone come obiettivo lo studio in profondità del testo, andando al di là di una lettura superficiale, per analizzare le strutture di senso, la sintassi, i modelli semantici del testo pubblicitario.

Analisi semiotica del testo è il tentativo di spiegare qual'è il sistema che permette al testo di avere un significato.

La semiotica **generativa** di un testo è un modello stratificato dove il testo si costruisce secondo piani collegati tra loro che si estendono dal livello più **astratto** e profondo a quello più **concreto**, descrittivo e superficiale. Rende esplicito il sistema che permette al testo di significare.

Grammatica fondamentale = il sistema semantico di opposizioni di valori astratti, semi, che governa il senso del testo. Il **quadrato semiotico**, la struttura elementare.

Grammatica narrativa superficiale = la costruzione di enunciati narrativi, attanti/ruoli attanziali, secondo le modalità dello **schema narrativo canonico**.

Grammatica discorsiva = in cui si articola la attorializzazione, la spazializzazione e la temporalizzazione.

La narratività è la trasformazione di valori profondi tramite attanti, personificati da attori che contribuiscono alla formazione della dimensione discorsiva

Greimas distingue tra:

stati = in cui i soggetti si trovano in congiunzione o in disgiunzione con il loro oggetto (o scopo);

trasformazioni = in cui i soggetti, da congiunti diventano disgiunti dall'oggetto (o scopo), e viceversa.

M5 - Le forme narrative

Il tema, il soggetto

Nella produzione per il cinema troviamo 3 figure, estremamente importanti •

- **Autore** = è l'ideatore dell'opera
- **Sceneggiatore** = scrive la storia in una forma adatta alla sua trasposizione in immagini in movimento
- **Regista** = responsabile delle scelte relative al piano visuale

Il processo di scrittura per il cinema si compone di

- **Tema** = (o idea) Le radici profonde del messaggio, senza alcun dettaglio (poche parole per il nostro progetto)
- **Soggetto** = Cosa raccontare. Il tema sviluppato nella forma di racconto, ancora generico senza dettagli (poche frasi per il progetto, poche pagine per un film)
- **Trattamento** = Testo più esauriente in forma letteraria che descrive luoghi, personaggi, motivazioni. I ruoli dei personaggi, l'azione e il contesto sono sviluppati (30 pagine per un film, racconta i luoghi i tempi, la trattazione psicologica dei personaggi)
- **Scaletta** = Come raccontare. Sequenza tecnica delle scene con una breve descrizione. Evidenzia il ritmo della storia.
- **Sceneggiatura** = Include i dialoghi e la descrizione dei luoghi dettagliata per ogni scena. Non contiene indicazioni sulla macchina da presa, compito del regista (poche pagine x progetto, 100 pagine per film di 1.5 h).

Il **soggetto** *drammatizza* il **tema**, specificandone il **contesto**, lo **spazio**, il **tempo**, e l'**azione**. Non è troppo specifico e non entra nei dettagli della trama e della caratterizzazione dei personaggi. È una citazione senza dettagli dei personaggi, delle azioni e del contesto, una guida per la stesura successiva, senza dettagli. Va scritto, rivisto e limato finché non risulti **chiaro** il progetto. Poche frasi per mettere a fuoco il protagonista e individuare lo svolgimento dell'azione.

Lo stesso tema può essere sviluppato in diversi soggetti e dare luogo a diversi trattamenti e sceneggiature e quindi essere alla base di film diversi.

La forma del soggetto è espresso con concetti semplici in forma piana: una scrittura **visiva**.

Poco intreccio, personaggi ridotti al minimo. Niente sottigliezze letterarie e riferimenti colti.

Tempo verbale indicativo presente in 3^o persona. Questo tempo verbale è il tempo in cui accadono i fatti e dà forza al racconto.

Sintesi della sostanza della storia. Il contesto, i personaggi principali e lo spazio tempo dell'azione. Mostrare più che raccontare. Non richiede particolari formati testuali.

La struttura del soggetto è divisa in:

- **Inizio** → il conflitto alla base della storia, i personaggi principali, indicazione della localizzazione spazio-temporale della storia
- **Parte centrale** → una breve descrizione dello sviluppo dominante del plot e il suo climax
- **Fine** → la risoluzione del conflitto.

Il trattamento e la scaletta

La realizzazione di un soggetto è un processo di collaborazione tra diverse figure: produttori, funzionari cinematografici o televisivi, registi, sceneggiatori, lettori. La produzione deve essere approvata attraverso il filtro di molte decisioni e revisioni.

Il **trattamento** non è sempre presente ma talora prende la scrittura vera e propria della sceneggiatura. È un testo letterario di circa 30 pagine (in tutti i documenti cartacei la pagina è di 30 righe circa e di 60 battute a riga con margini di 4,5 cm dx e sx e 7 sup e inf).

Il **trattamento** (o pre-sceneggiatura):

- Espresso in forma narrativa (forma indiretta, tempo indicativo) con indicazioni non solo fattuali ma anche psicologiche dei personaggi
- Fa un approfondimento dei caratteri dei personaggi
- Da una definizione degli ambienti e delle atmosfere, il ritmo delle scene, l'azione dei personaggi e alcune battute fondamentali.
- Il racconto in prosa della storia, scena dopo scena
- Serve per verificare la concretezza dello sviluppo dell'idea iniziale

La **scaletta**:

- E' lo schema dell'intreccio della storia, ne riassume i momenti fondamentali.
- Si articola in scene
- Si presenta come una successione numerata (circa 25 punti) con una frase per ogni scena che ne riassume la sequenza, l'azione relativa.
- E' molto soggettiva e diventa un promemoria per lo sceneggiatore che, con essa, costruisce lo scheletro della sceneggiatura.

Storia = è la sequenza dei fatti che vogliamo raccontare. È cosa raccontiamo.

Discorso = riguarda il modo con cui mostriamo i fatti, documentato nella scaletta. È come raccontiamo.

La distinzione appare chiara se pensiamo al **tempo nella storia narrata** che necessariamente è diverso dal **tempo della realtà**.

Ci sono diversi tempi della narrazione:

- Tempo reale = della storia è il tempo della durata dell'azione nella storia
 - Tempo del racconto = è la distanza dei fatti come vengono presentati nella narrazione
- Dall'ordine reale otteniamo una sequenza cronologica esatta.

Nel racconto si possono inserire:

- anticipazioni (flash forward o prolessi), che creano suspense oppure
- retrosezioni (flash back o analessi) che aggiungono dettagli di informazioni e fanno capire il presente

Fabula → i tempi degli eventi sono nell'ordine di causa effetto (ha un inizio, evoluzione e una conclusione)

Intreccio o plot → i tempi possono subire un'alterazione, la sequenza degli eventi può essere mostrata diversamente, i flash-back sono più comuni, mentre flash-forward o anticipazioni degli eventi per riprendere il racconto sono più difficili da realizzare.

M6 - La sceneggiatura

Cos'è la sceneggiatura?

- Un testo destinato a diventare un film
- Il film sulla carta o una storia raccontata per immagini

Un lavoro che richiede revisioni e si sviluppa in fasi

– Come tutti i processi creativi, ma con forme proprie – Per essere realizzato ha bisogno dell'apporto di altri linguaggi

La scrittura cinematografica:

- Usa il tempo presente e si riporta quello che i personaggi fanno e si dicono
- Propensione al visuale
- Poche descrizioni psicologiche
- Poche modalità astratte
- Suggestioni alla regia implicite
- Mostra, non parlare: descrizione per immagini più che con le parole

La sceneggiatura è simile ad un testo teatrale con alcune differenze:

- Il testo teatrale descrive sommariamente la scena, si basa principalmente sui dialoghi e si indicano raramente le azioni
- Nel testo per il cinema si descrivono le azioni dei personaggi, gli ambienti e si scrivono i dialoghi

La scena = l'unità narrativa della sceneggiatura. Si svolge in un'unica unità di spazio e di tempo. La scena cambia con ogni **cambiamento spazio temporale**. Sono divise in:

- Interni (INT.)
- Esterni (EST.)

indicano chiaramente lo **spazio** e il **tempo** degli eventi.

Due modalità di sceneggiatura:

- Per scene → quella che si propone al produttore (detta speculation script). Il racconto suddiviso in scene dal punto di vista della drammaticità della storia.
- Per inquadrature → shooting script usata dal regista. La scena viene scomposta in inquadrature. La linearità del racconto scompare, la lettura è specialistica.

Esistono alcune convenzioni del formato della sceneggiatura, per facilitarne la lettura e la comunicazione con produttore, regista e attore:

- I caratteri fissi (Courier 12), interlinea 1
- 1 pagina rende circa 1 minuto di film
- Il layout fisso: disposizione dei dialoghi, intestazioni, transizioni
- La grammatica: uso di un codice per indicare suoni, dialoghi, descrizioni
 - IN, OFF: il suono nella scena inquadrato o meno
 - VOICE OVER: una voce non nella scena (narratore)

Le convenzioni sul formato della sceneggiatura dipendono anche dal paese:

- Italiana → Pagina divisa su 2 colonne: a sinistra la descrizione, a destra l'audio (rumori di fondo, musica, dialoghi)
- Francese → Descrizioni a tutta pagina, dialoghi una colonna a destra
- Americana → Descrizioni a tutta pagina e dialoghi centrati

Il ritmo nella sceneggiatura è controllato dalla struttura del testo. Convenzioni:

- il punto rappresenta uno stacco, un cambio di inquadratura, il passaggio ad un'altra prospettiva
- i puntini una sospensione, una pausa

Il doppio trattino una interruzione brusca

Regole di scrittura:

- I dialoghi iniziano sempre con il NOME del personaggio che parla scritto maiuscolo
- Sotto al nome senza saltare riga può esserci la descrizione di un'azione o un atteggiamento (azione)
- Se il personaggio che parla non è visibile nella scena si aggiunge (F.C.) oppure (OFF)
- Se la voce è di un narratore che non fa parte della storia si aggiunge (V.F.C.) (V.O)
- I rumori vanno indicati come RUMORE: il rumore
- Due personaggi che parlano in parallelo vanno messi su due colonne affiancate
Due scene di azioni contemporanee vanno indicate come MONTAGGIO PARALLELO e i due nomi

M7 - Il linguaggio cinematografico

Il cinema è finzione.

- La storia è la sequenza dei fatti che vogliamo raccontare, è **cosa** raccontiamo
- Il discorso riguarda il modo con cui li mostriamo, il discorso è **come** raccontiamo

Questa distinzione appare chiara se pensiamo al **tempo** nella storia narrata che necessariamente è diverso dal tempo della realtà (in entrambe le direzioni: una contrazione dei tempi e talora un rallentamento).

Come abbiamo già avuto modo di notare in letteratura si parla di

- Fabula: i tempi degli eventi sono nell'ordine di causa effetto (un inizio, l'evoluzione e la conclusione)
- Intreccio o plot: i tempi possono subire un'alterazione (la sequenza degli eventi può essere mostrata diversamente)

Alcune scelte sono importanti per la comunicazione della storia e la trasformazione in discorso:

- La struttura dei **tempi** della storia reale
- La decisione sul **punto di vista** da cui viene raccontata la storia (il focus della storia)

Tempo reale della storia = è il tempo della durata dell'azione nella storia

Tempo del discorso = (o del racconto) è la distanza dei fatti come vengono presentati nella narrazione.

Dall'ordine del tempo reale otteniamo una sequenza cronologica esatta, le anticipazioni (flash forward o prolessi) creano suspense, le retrosezioni (flash back o analessi) aggiungono dettagli di informazioni, fanno capire il presente.

Confronto tra il tempo reale della storia e quello della sua narrazione

- **Ellissi**: si tralasciano alcuni spezzoni temporali – dall'infanzia si passa all'età adulta
- **Sintesi**: molto frequente ovviamente – l'infanzia in 5 minuti
- **Accelerazione**: rende una scena ironica o surreale
- **Estensione**: la vita al rallentatore; enfatizza e drammatizza la scena – Gita al faro
- **Ripetizione**: come l'estensione o rallentamento serve ad enfatizzare una scena ripetendone alcuni fotogrammi
- **Pausa**: il tempo della storia si ferma
- **Scena**: i due tempi coincidono – un dialogo, brevi azioni fisiche della storia

Chi racconta la storia? Decidere da quale **punto di vista** affrontare la storia o focalizzazione, e quindi come:

- guardare un oggetto da filmare
- farlo osservare dal pubblico

Scelte importanti per comunicare la struttura del racconto, esaltano o modificano il significato proprio dell'oggetto inquadrato nel contesto della storia.

La focalizzazione: 3 modalità

- Focalizzazione esterna o modo oggettivo → Autore mostra allo spettatore quello che succede al personaggio. Narrazione neutrale. L'autore è estraneo alla storia mostra quello che succede e non sembra conoscere dettagli ulteriori

- Focalizzazione interna o soggettiva → Le inquadrature non sono neutre ma mostrano la psicologia del personaggio, il suo pensiero, quello che vede. Lo spettatore vive la storia come il personaggio
- Focalizzazione del narratore → L'autore conosce tutti i dettagli della storia e svela mano a mano allo spettatore quello che succede ai personaggi. Il narratore può mostrarci quello che il personaggio non vede.

Soggettiva = vista attraverso gli occhi di un personaggio

Pseudo-soggettiva = riprende la scena quasi dal punto di vista del soggetto principale. Chi guarda vede l'azione come se fosse al fianco del soggetto. Usata per i dialoghi. L'attore deve guardare in un punto a metà tra occhi dell'interlocutore e obiettivo.

Il punto di vista oggettivo è spesso vicino al soggettivo. Spesso si distinguono solo per il montaggio: è l'inquadratura che precede che spiega quella seguente

Punto di vista del narratore

- Come voce narrante (voice over) può essere esterna o interna alla storia (presenza autore sulla scena).
- Come personaggio che si rivolge all'ascoltatore (camera look) interviene tra il film e lo spettatore. Può essere esterno o interno alla storia. Flash-back o i movimenti della telecamera possono essere usati per svelare dettagli.

M8 - Inquadrature e movimenti di camera

Le inquadrature = Le unità base che compongono il film. Il film si costruisce con una tecnica narrativa basata su sequenze di inquadrature. La composizione delle inquadrature avviene attraverso il **montaggio**. I registi parlano di grammatica del cinema e delle inquadrature come mattoncini (Pudovkin) o cellule (Ejzenstein) che compongono l'organismo.

Elementi strutturali di un film:

- **Inquadratura** = Lo spazio delimitato dall'obiettivo della macchina da presa in cui si svolge l'azione senza soluzione di continuità. Ciò che il regista decide di farci vedere: è quindi il suo punto di vista. Definita dalle caratteristiche del fotogramma (distanza apparente tra spettatore e personaggio, angolazione...). Definita anche dalla durata temporale.
- **Scena** = Insieme delle inquadrature che avvengono nello stesso luogo e tempo
- **Sequenze** = Più scene legate tra loro dall'azione
- **Parte o atto** = Una o più sequenze che svolgono la stessa funzione narrativa

Spazio = quello che l'obiettivo delimita, quindi la resa della scena inquadrata. Dal punto di vista dello spazio definiamo la scala della rappresentazione spaziale. L'ampiezza dello spazio da rappresentare e la distanza degli oggetti ripresi. La distanza può essere:

- **Reale** = la camera è fisicamente vicino o lontano rispetto al soggetto
- **Apparente** = quando si usa un obiettivo che avvicina o allontana il soggetto

I parametri delle inquadrature:

- Scala delle inquadrature:
 - I campi della rappresentazione dell'ambiente
 - I piani di rappresentazione delle figure umane
- Altezza della posizione della MdP
- Angolazione riprese frontali, laterali, di 3/4 o di quinta
- Inclinazione sull'asse verticale
- Illuminazione
- Colore

Scala dei campi:

- **Campo lunghissimo (CLL)** = Quadro di un intero ambiente, ben più ampio dei personaggi, che possono essere presenti ma si perdono nell'ambiente
- **Campo lungo (CL)** = Quadro che abbraccia un intero ambiente, ma in cui i personaggi si vedono e se ne capiscono i movimenti ma non l'espressioni e le emozioni. L'ambiente è ancora dominante
- **Campo totale (CT)** = Quadro che abbraccia un intero ambiente, ma in cui i personaggi e l'azione risultano chiaramente riconoscibili
- **Campo medio (CM)** = Quadro in cui l'azione è posta al centro dell'attenzione, mentre l'ambiente è relegato al ruolo di sfondo, di spazio dell'azione. L'elemento umano diventa più importante.

Scala dei piani:

- **Totale (TOT)** = Quadro di passaggio tra campo e piano: tra CM e FL, sovrapponendosi ora all'uno ora all'altro. L'azione è ripresa interamente, indipendentemente dalla relazione con ambiente e dalla distanza degli oggetti rappresentati. E' un po' più specifico del CM, concentra sull'azione e trascurava l'ambiente.

- **Figura intera (FI)** = inquadratura del personaggio dai piedi alla testa. Bilancia ambiente e personaggio
 - **Piano americano (PA)** = inquadratura del personaggio dalle ginocchia in su
 - **Piano medio (PM)** = inquadratura del personaggio dalla cintola in su, indica meglio i movimenti della parte superiore del corpo
 - **Primo piano (PP)** = inquadratura ravvicinata del personaggio, concentrata sul volto, con il contorno del collo e delle spalle. Utilizzata per dare enfasi all'espressività del viso
 - **Primissimo piano (PPP)** = inquadratura ravvicinatissima concentrata sulla bocca e sugli occhi. Mostra le espressioni più profonde.
- Dettaglio (DETT) o particolare (PART)** = inquadratura ravvicinata di un oggetto o di un corpo. La differenza tra particolare e dettaglio è solo linguistica. Particolare è riferito a una persona o animale e dettaglio a oggetti o cose.

CLL*	Campo lunghissimo	MdP	Macchina da presa
CL*	Campo lungo	DIDA	didascalia
CM*	Campo medio	FC	Fuori campo
TOT*	Campo totale	Sogg	Soggettiva
FI	Figura intera	PAN	Panoramica
MF	Mezza figura	*	Riferito all'ambiente
PA	Piano americano		
PM	Piano medio		
PP	Primo piano		
PPP	Primissimo piano		
PART	Particolare		
DETT*	Dettaglio		

Non sempre la telecamera è parallela al suolo. Può essere inclinata, alzata o abbassata e persino capovolta. Queste modalità possono avere un forte impatto comunicativo.

Inquadratura frontale= la macchina da presa alla stessa altezza dell'oggetto filmato.

Inquadratura dall'alto o plongée = la macchina da presa al di sopra dell'oggetto filmato. tende a schiacciare il personaggio e a rendere una situazione di oppressione psicologica o fisica. Spesso usata per rendere la violenza, l'oppressione o la morte
L'inquadratura dall'alto può essere usata accoppiata alle scale del campo e del piano
Applicata ad un campo lungo è spesso utilizzata per esprimere uno sguardo onnisciente, oppure per mostrare con chiarezza il movimento dei personaggi nell'ambiente.
Applicata ad un primo o primissimo piano è spesso utilizzata per conferire al soggetto debolezza e mostrarlo in una posizione di inferiorità. E' l'angolazione quasi sempre usata per inquadrare i bambini, coerente con l'esperienza quotidiana.

Inquadratura dal basso o contre-plongée = La macchina da presa al di sotto dell'oggetto filmato; è spesso utilizzata per far emergere la forza di un soggetto, il suo essere predominante o essere imponente

L'angolazione delle inquadrature: sull'asse orizzontale la MdP può muoversi inquadrando il soggetto con:

- **Riprese frontali** = In modo da mostrare completamente il viso ad esempio;
- **Riprese di 3/4** = Una parte del volto è coperta, spesso usata nelle riprese di dialoghi;
- **Riprese di quinta** = Nei dialoghi associata ad una ripresa frontale o di 3/4 un interlocutore può essere inquadrato di spalle;
- **Riprese laterali** = La MdP segue lateralmente il soggetto il viso è ripreso solo per metà e questo non consente di valutarne le espressioni.

I movimenti della telecamera nelle riprese

Il video è costituito essenzialmente da immagini in movimento. Questa dinamicità si può realizzare in due modi:

- Gli attori si muovono e li riprendiamo
- Le macchine da ripresa si muovono e animano, interpretano, sottolineano la scena e le azioni dei personaggi

Le panoramiche sono realizzate con movimenti della macchina da presa che ruota o s'inclina su se stessa e possono variare per direzione, estensione, continuità e velocità. La panoramica classica ha due punti fermi: la partenza e l'arrivo con inquadrature fisse. Evitare oscillazioni di disturbo durante il movimento. Usata per esplorare l'ambiente. Quando subordinata alle riprese di un personaggio: a seguire o a precedere.

Le panoramiche possono variare per direzione, estensione, continuità e velocità.

- **Orizzontale (Pan)** = da destra verso sinistra e viceversa
- **Verticale (Tilt)** = la MdP ruota verso l'alto (si dice cabrare) o verso il basso (picchiare)
- **Obliqua** = ruota in verticale, orizzontale e diagonalmente
- **Circolare** = rotazione a 360°
- **A schiaffo (Zip, Swish o Whip Pan)** = panoramica veloce
- **Composta** = insieme delle combinazioni precedenti

Le **carrellate** sono i movimenti effettuati dalla MdP in toto. Si distinguono in base alla relazione tra MdP e soggetto per distanza e asse di ripresa.

Carrelate ottiche per avvicinarci o allontanarci dal soggetto, modificando la distanza apparente. In avanti (zoom) focalizza su un particolare o indietro (zoom reverse) rivela l'ambiente.

Inquadrature a seguire per accompagnare il movimento del personaggio. La distanza tra soggetto e MdP resta costante

- Carrellata a seguire o in avanti
- Carrellata a precedere o indietro
- Carrellata laterale
- Carrellata verticale
- Carrellata circolare

Si usa per seguire il personaggio in movimento, lungo un corridoio ad esempio

Ha uno scopo illustrativo della scena e del contesto ma anche uno scopo comunicativo anche se è meno coinvolgente di quella a precedere

Movimenti di macchina:

- **Macchina a mano** = Naturale e intuitiva. Ha fini narrativi come evidenziare lo stato d'animo del personaggio in fuga. Usato nei documentari o nei film dilettaanti o quando si vuole dare un senso realistico alla scena concitata.
- **Steady-cam** = Introdotta negli anni '70 consente di seguire il personaggio in modo fluido e scorrevole
- **Dolly o carrello** = Consente alla camera di muoversi in linea retta seguendo attore
- **Gru, Jib** = Vari tipi di macchinari che consentono di riprendere dall'alto o in direzione obliqua
- **Camera car** = La macchina da presa montata su un veicolo per riprendere scene in movimento

M9 - Il tempo nella narrazione

Il tempo narrativo nell'arte

Le forme narrative hanno una varietà di generi e di veicoli: Il linguaggio, orale e scritto; le immagini, fisse e in movimento; i gesti, il mimo e il ballo; o una loro combinazione.

Il racconto di storie è presente nei miti, nelle favole popolari, nell'epica, nei romanzi, nei dipinti, in bassorilievi, in tessiture...

Lo stendardo di Ur → Arte sumera, 2500 a.C Mesopotamia, oggi Iraq, British Museum
Pannello di legno intarsiato e decorato con conchiglie e lapislazzuli. Due facce: la storia della pace e la storia della guerra. Il racconto si sviluppa su strisce orizzontali che vanno lette da sinistra a destra e dal basso all'alto

Colonna traiana → Roma, 113, Foro di Traiano. Riporta la storia della campagna di Traiano alla conquista della Dacia. Prima colonna celebrativa.

Gli arazzi di Bayeux → Tessuti ricamati per 68 metri con la storia della conquista normanna di Guglielmo il conquistatore dell'Inghilterra di Aroldo. Fatto in Normandia o Inghilterra, metà del XI sec.

Cappella degli Scrovegni → Molte raffigurazioni religiose con le storie delle scritture.
Giotto, 1305

Storytelling sequenziale:

- Immagini statiche che rendono una storia sequenzialmente
- I singoli episodi raccolti in riquadri separati
- Un precedente rispetto al moderno storyboarding e ai fumetti

Rappresentazione del movimento nell'arte

La pratica del racconto visuale pone la questione della rappresentazione del tempo e del movimento.

Nella pittura classica sono evidenti gli sforzi di ricreare la narrazione di situazione dinamiche in modo molto espressivo. I futuristi, movimento di avanguardie sviluppato specialmente in Italia e Russia, guardavano idealizzandola la vita moderna e la tecnologia. Quindi rappresentavano dinamicità e movimento

La fotografia congela in un immagine un istante di tempo, ma solo con lo sviluppo delle meccaniche dell'otturatore e delle pellicole che hanno ridotto i tempi di esposizione si sono potuti cogliere attimi del movimento. I primi dagherrotipi richiedevano una staticità completa perchè l'esposizione durava almeno 30 secondi: questo spiega le pose statiche dei primi ritratti (intorno al 1840)

La più famosa foto di guerra che riprende l'attimo in cui un soldato repubblicano cade ferito a morte a Cordova. Robert Capa ha dichiarato che la foto che lo ha reso famoso è stata scattata per caso mentre era in trincea e aveva la macchina sopra la testa. Molte polemiche sulla sua autenticità che nulla tolgono all'immagine

La fotografia è questo che fa: congela il movimento e lo mostra in modo molto diverso da come lo possiamo percepire

La rappresentazione del tempo nei film. Tempo reale e tempo della storia sono due modalità di rappresentazione del tempo adottati fin dall'inizio del cinema. L'arrivo del treno dei Lumière 1896 vs Il viaggio sulla luna di Méliès 1902. Alcuni artisti moderni hanno messo in discussione questo schema e hanno forzato la visione del tempo così come trascorre: la realtà come è, attimo dopo attimo sequenzialmente.

Nuove forme

Dare vita alla natura inanimata

- Tensione tra ciò che è fermo o morto (still life o natura morta) e ciò che è vivo e in movimento
- Nel genere della natura morta in pittura si allude ad una forma di vita precedente.
 - Da un lato memento mori dall'altro grande celebrazione della vita

Creare nuove esperienze

Mettere in movimento e dare vita ad un mondo inanimato. Riportare in vita il mondo dei morti. Relazione tra vita e morte, tra mondo inanimato e mondo in movimento e vivo.

Dare vita al mondo inanimato

Una profonda coscienza del rapporto tra quello che si muove e quello che non si muove. Tra scene dal vero e effetti speciali. Nella cinematografia lo stop motion consente di creare la finzione del movimento.

Stop motion = (o passo uno) Il termine passo uno si riferisce al numero di fotogrammi per secondo: se sono tutti differenti si parla di passo uno; se invece i quadri si ripetono in coppie si parla di passo due. Il passo uno sfrutta una cinepresa che impressiona un fotogramma alla volta, azionata dall'operatore.

Sperimentare nuove relazioni spazio temporali

- Il tempo campionato (time lapse)
- Sfasamento nello spazio
- Lo spazio tagliato a fette e riprodotto in tempi diversi

Time lapse = La frequenza di ogni fotogramma inferiore a quella di riproduzione. Da non confondersi con lo stop motion.

Spazio e tempo che possono essere rappresentati indipendentemente dallo spazio e tempo della realizzazione.

Chroma key = Con l'uso del chroma key si rafforzano, nell'insieme, le possibilità di realizzare un cinema povero e leggero, fondato sulla creatività individuale più che sull'organizzazione industriale.

"Il cinema è una falsa apparenza il più verosimile possibile, in cui usiamo tutta la nostra abilità nel produrre il come: la nostra volontà infinita ci consente di produrre mondi illusori in cui esprimiamo un'onnipotenza fittizia, un intelletto infinito fittizio e un piacere reale."

Olivier Pourriol, 2009, Cinefilosofia.

P - Produzione di un contenuto multimediale

La multimedialità è una forma di comunicazione caratterizzata dalla compresenza e interazione di più linguaggi (testi scritti, immagini, suoni, animazioni) in uno stesso supporto o contesto informativo.

Musica extra-diegetica = la musica di una scena, dove non si vede la fonte sonora.

Musica/suono diegetica = si sente un suono che di cui si vede la provenienza

Inquadratura = (piano)

Scena = una serie di inquadrature in uno stesso posto

Sequenza = una serie di scene divise in:

- Inizio
- Climax
- Risoluzione
- Fine

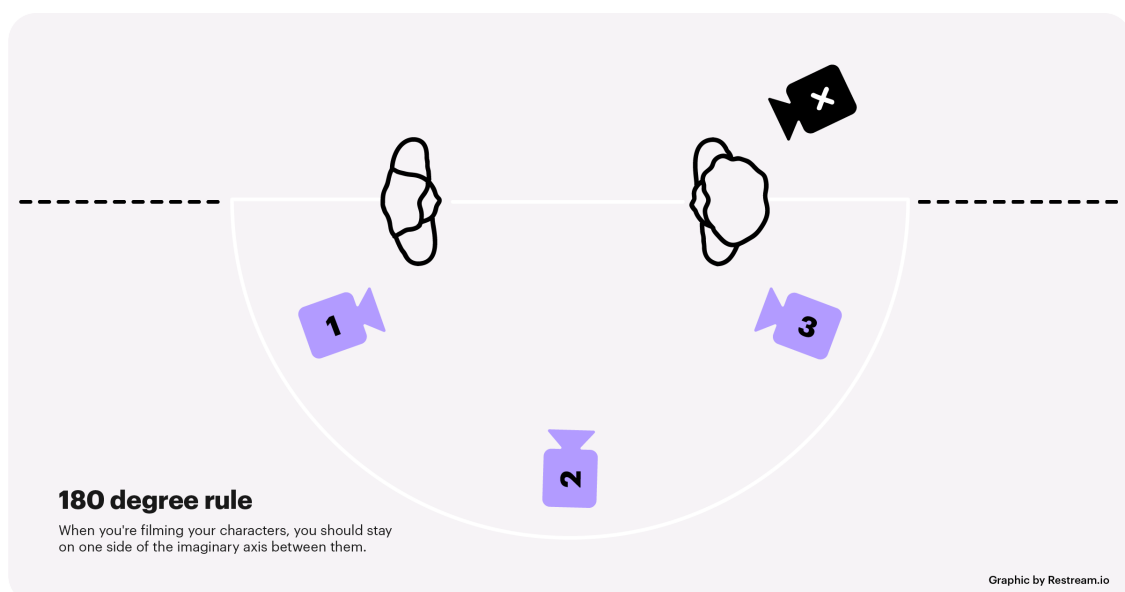
Be-roll = sequenze che si fondono insieme

Inquadrature:

- soggettiva = inquadratura dove si segue cosa sta guardando il soggetto / protagonista della scena
- Supina = macchina perpendicolare dal basso

Raccordo di sguardo = i personaggi vengono inquadrati mentre si guardano a vicenda, si segue lo sguardo dei personaggi

Regola dei 180° = The 180 rule is a filmmaking technique that helps the audience keep track of where your characters are in a scene. When you have two people or two groups facing each other in the same shot, you have to establish a 180-degree angle, or a straight line, between them. When you're filming your actors, you should stay on one side of this line.



- Campi = danno più peso all'ambiente
 - Lunghissimo -> ci viene presentato il luogo nella sua interezza
 - Lungo -> figura umana distinguibile
 - Medio -> la figura umana ha un peso
 - Totale -> si vede la totalità dell'ambiente e si vede bene anche l'azione (esempio una camera

Figura intera -> personaggio inquadrato dalla testa ai piedi

- Piani = danno più peso alla persona (e quindi alle emozioni)
 - Americano = dal sottoginocchio alla testa / che può variare da sopra al bacino (usato nei western per vedere la fondina della pistola)
 - Mezzo busto / figura
 - Primo piano = ripresa dalle spalle in su, volto
 - primissimo = taglio del mento e della fronte
 - Particolare = dettaglio, close up di un oggetto/uomo/animale

L'effetto Kulešov = è un fenomeno cognitivo del montaggio cinematografico dimostrato dal cineasta russo Lev Vladimirovič Kulešov negli anni venti. Kulešov fece un esperimento che dimostrò che la sensazione che un'inquadratura trasmette allo spettatore è influenzata in maniera determinante dalle inquadrature precedenti e successive

Ci sono due tipi di montaggio di due o più sequenze montate insieme:

- **parallelo** -> due sequenze montate una dopo l'altra dove le sequenze non hanno niente in comune (ma sono coerenti per la storia) audio aiuta a capire che le sequenze avvengono nello stesso momento
- **Alternato** -> le due sequenze a un certo punto si incontrano

montaggio delle attrazioni = è una teoria formulata dal regista russo Sergej Michajlovič Èjzenštejn nel 1924. Secondo tale teoria il cinema e il teatro dovrebbero essere utilizzati come strumenti volti a stimolare particolari reazioni emotive nello spettatore. Per raggiungere tale scopo è necessario realizzare un montaggio cinematografico che si svincoli dal mero naturalismo per comprendere elementi eterogenei. Il concetto di "attrazione" risulta quindi fondamentale per catturare l'attenzione del pubblico, che deve essere sempre spinto alla riflessione intellettuale. Il regista attuerà la prima applicazione pratica di tale teoria nel film Sciopero! (1924) in cui è rappresentato attraverso spezzoni brevissimi e spesso incomprensibili, il caos della lotta e della rivoluzione.

/*

Film da guardare:

- Rope - nodo alla gola (1948), Alfred Hitchcock

Consigli:

- Bronson (2008), Nicolas Winding Refn
- Arrival (2016), Denis Villeneuve
- the The Lighthouse (2019), Robert Eggers

- The Graduate (1967), Mike Nichols
- Adaptation (2002), Spike Jonze
- Solyaris (1972), Andrei Tarkovsky
- Persona (1966), Ingmar Bergman
- Arca russa (Russkiy kovcheg, 2002), Aleksandr Sokurov

Compositori:

- aphex twin
- trent reznor

*/