

# LA VISIONE STEREOSCOPICA

## ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI

Università degli Studi dell'Insubria

A.A. 2004/2005

Sinardi Matteo – Zappino Massimo

# Indice

- Introduzione
- Cenni storici
- L'occhio umano
- La stereopsi
- Tecniche di ripresa
- Tecniche di visualizzazione
- Stereogrammi artificiali
- Applicazioni
- Conclusioni
- Bibliografia

# Introduzione

- Stereoscopia deriva dalle parole greche:
  - “*stereo*” che significa spazio
  - “*skopein*” che significa visione
- La stereoscopia è la percezione del rilievo di un oggetto che si ha in conseguenza della visione binoculare. Essa gioca sul fatto che ognuno degli occhi vede un'immagine lievemente differente dall'altra.

# Cenni storici

- I primi studi moderni sulla stereoscopia si devono al fisico inglese Sir Charles Wheatstone (Gloucester 1802 - Parigi 1875), e sono di poco anteriori alla scoperta della fotografia.



# Cenni storici



- Già nel 1832 aveva costruito un apparecchio (*lo stereoscopio*) fatto di lenti e di specchi che consentiva di vedere un'immagine tridimensionale a partire da due immagini affiancate.

# Cenni storici

- Fino al 1841, data dell'invenzione della fotografia, Sir Wheatstone poteva studiare la stereoscopia solo su questo tipo di immagini, che ovviamente non erano adatte per l'obiettivo che si era prefissato.



# Cenni storici

- Successivamente alla scoperta della fotografia, da parte di Talbot, Wheatstone poté studiare la stereoscopia su fotografie che rappresentavano meglio la realtà.



# Cenni storici

- La fotografia stereoscopica è vecchia quindi esattamente quanto la fotografia e, fin dal 1841, furono brevettate molte invenzioni che semplificavano l'esecuzione di due fotografie gemelle su una sola lastra.



# La stereopsi

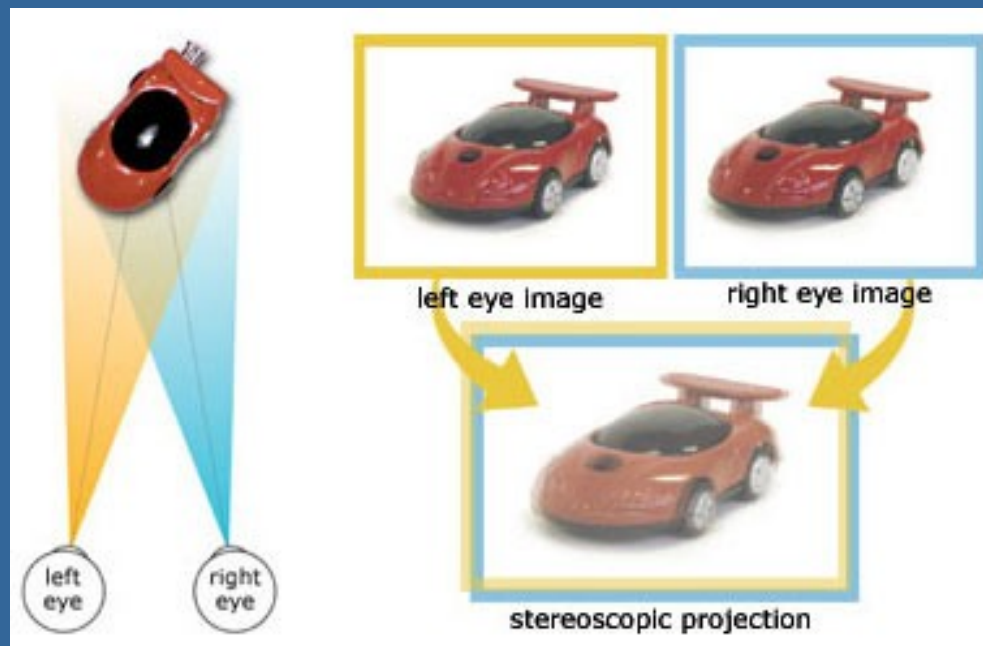
- Poichè gli occhi sono posizionati ad una distanza di circa 6,5 centimetri l'uno dall'altro, ogni occhio vede il medesimo oggetto da una angolazione prospettica leggermente diversa dall'altro.

# La stereopsi

- A questo punto interviene il cervello che sovrappone le due immagini, risultanti dalla visione dell'occhio destro e dell'occhio sinistro, e le elabora in una sola, fondendo le parti identiche ed inserendo in un modo intelligibile le differenze risultanti fra di loro.

# La stereopsi

- Un oggetto fissato dai due occhi viene percepito come un'unica immagine, anche se sulla retina di ogni occhio se ne sono formate due diverse.



# Tecniche di ripresa

- Sulla base del funzionamento della visione umana, per poter creare un'immagine stereoscopica è necessario acquisire due immagini di una scena da due punti diversi.



# Tecniche di ripresa

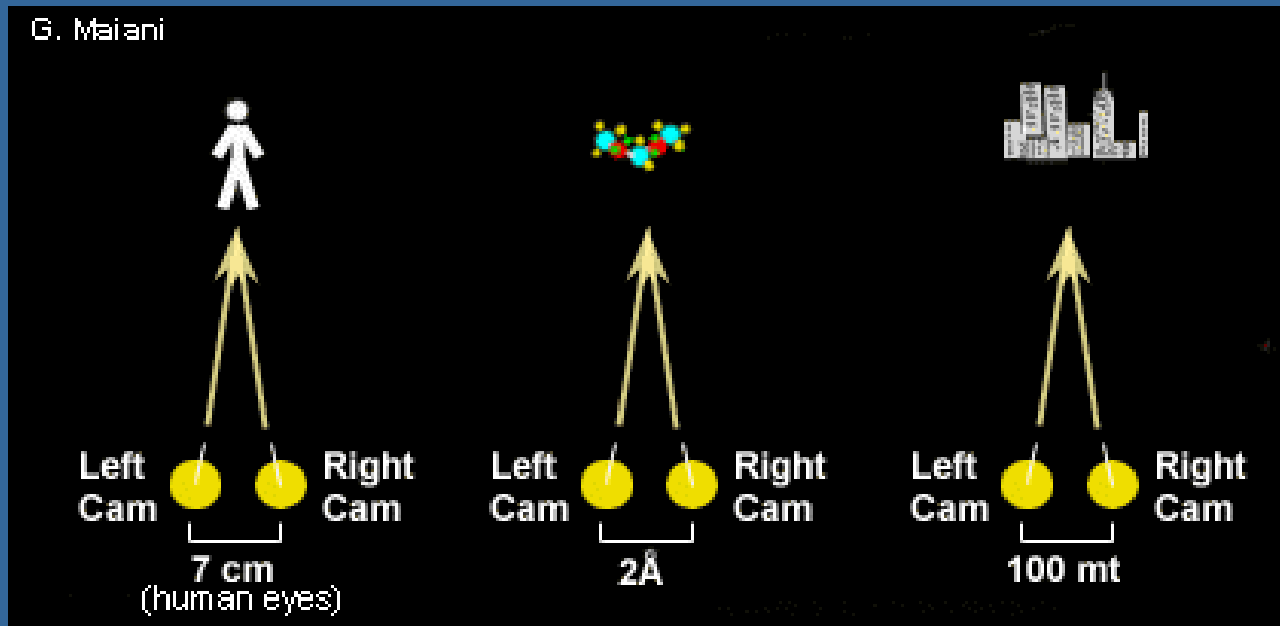
- La distanza tra i due punti di vista, nella stereoscopia, è pari alla distanza interoculare (circa 65 mm).
- Tale distanza deve essere aumentata o diminuita relativamente alla scala della scena per ottenere un effetto stereo significativo.

# Tecniche di ripresa

- Una distanza media tipica è di  $1/30$  della distanza tra l'osservatore e il punto più vicino della scena.
- Iperstereo: distanza tra i due punti di osservazione maggiore della distanza interoculare.  
*(Effetto scala ridotta)*
- Ipostereo: distanza tra i due punti di osservazione minore della distanza interoculare.  
*(Effetto modello ingrandito)*

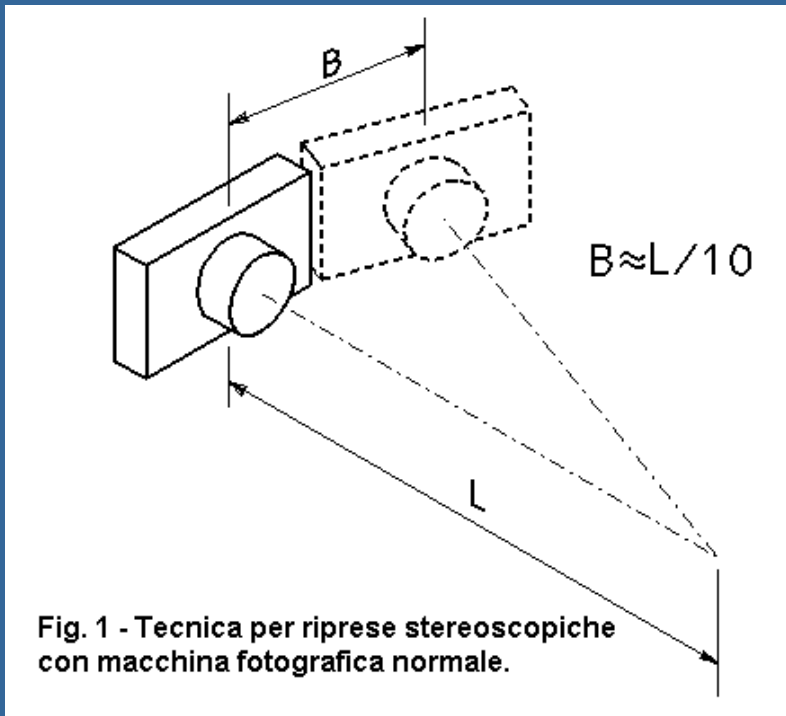
# Tecniche di ripresa

- La distanza interoculare è direttamente proporzionale alla distanza tra le macchine fotografiche e il soggetto



# Tecniche di ripresa

- Esiste una regola universale per stabilire la distanza tra le cineprese?



- Buoni risultati si ottengono sistemando le due fotocamere ad una distanza di circa 1/10 di quella che separa il punto di osservazione dall'oggetto più vicino presente in scena



# Tecniche di visualizzazione

- Una volta ottenuta la coppia di immagini è necessario trovare un sistema per fare in modo che ogni occhio veda una sola immagine.
- Esistono varie tecniche:
  - occhiali a cristalli liquidi
  - filtri polarizzati
  - anaglifi
  - visione libera

# Occhiali a cristalli liquidi

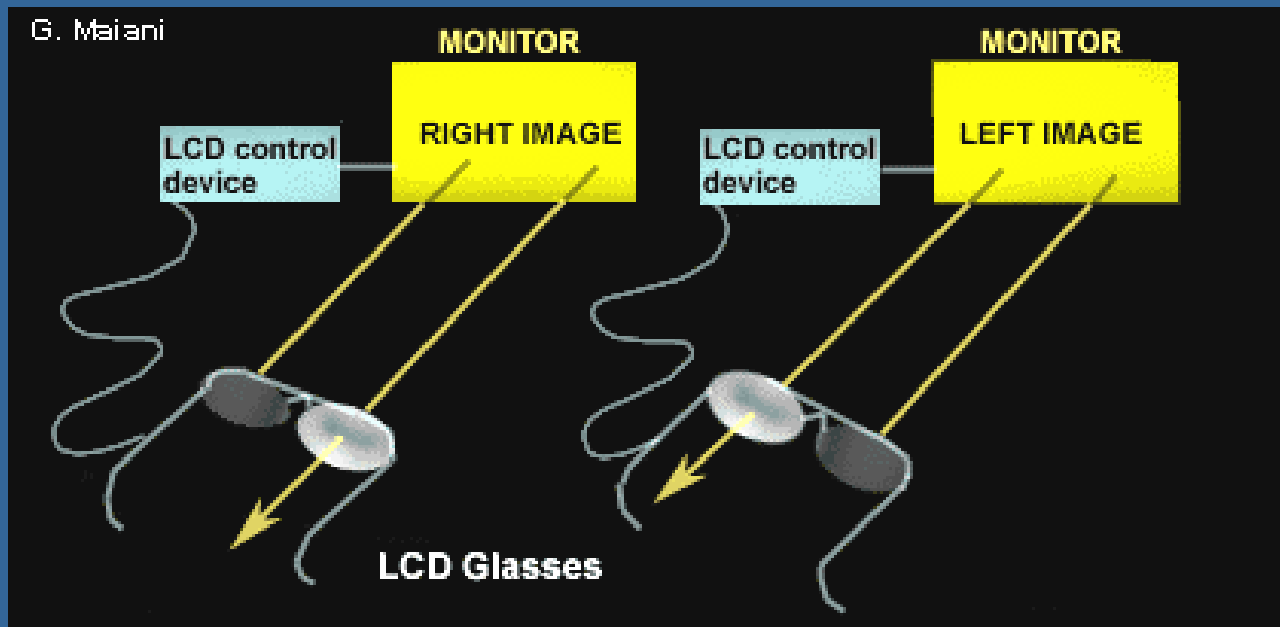
- Le immagini destra e sinistra vengono alternativamente visualizzate su uno schermo.
- Uno speciale apparecchio collegato ad un paio di occhiali a cristalli liquidi oscura in modo alternato una delle due lenti, in perfetta sincronizzazione con la sequenza delle immagini dello schermo.



# Occhiali a cristalli liquidi

- Quando sul monitor è presente l'immagine di destra, l'apparecchio oscura la lente sinistra, e viceversa.
- Lo scambio avviene in meno di  $1/50$  di secondo per dare l'illusione di un movimento fluido.

# Occhiali a cristalli liquidi



- Lo svantaggio principale è dato dal costo relativamente elevato dell'apparecchiatura.

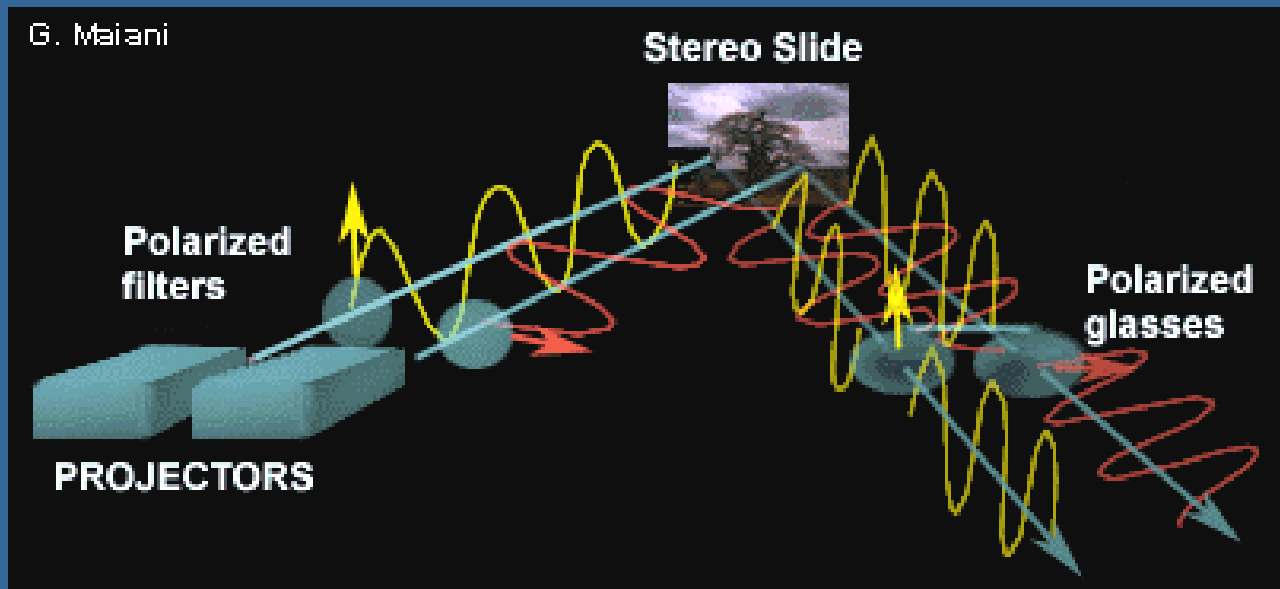
# Filtri polarizzati

- Il principio di funzionamento sfrutta la natura ondulatoria della luce.
- Le due immagini vengono proiettate attraverso due filtri polarizzatori ruotati di 90 gradi l'uno rispetto all'altro.



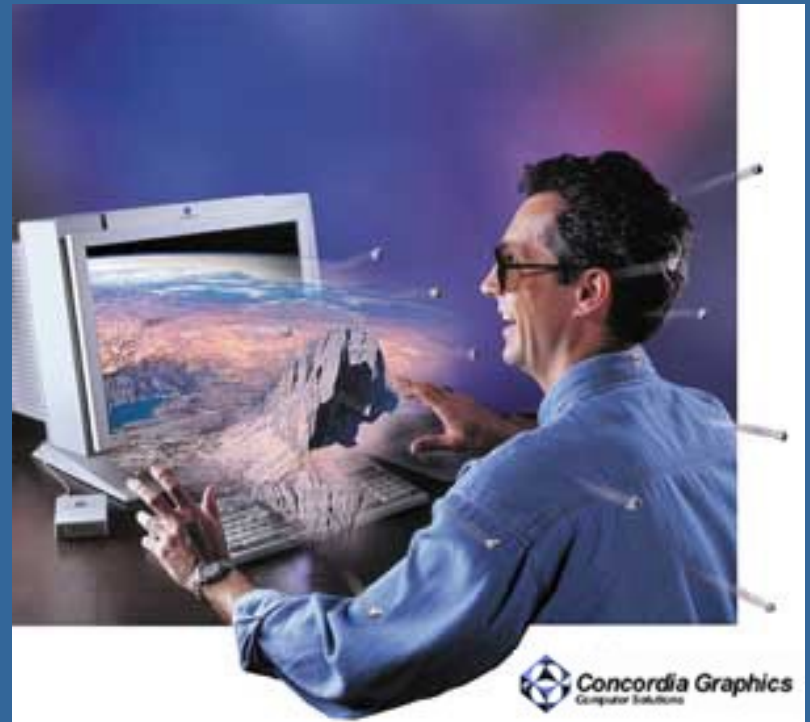
# Filtri polarizzati

- Gli occhiali polarizzati “decodificano” l'immagine proiettata in modo che per ogni occhio venga visualizzata solo l'immagine desiderata.



# Filtri polarizzati

- Questa tecnica è spesso usata per proiettare diapositive o film in 3D.
- Un apposito pannello polarizzato permette l'uso di questa tecnologia anche su normali monitor.
- Svantaggi: complessità, costi elevati, poca portabilità.



# Anaglifi

- (dal latino "*anaglyphus*", scolpito in bassorilievo)
- sono immagini ottenute "fondendo" tra di loro i canali dei colori complementari delle immagini sinistra e destra.





# Anaglifi

- Ottenuta la coppia di immagini stereoscopiche è necessario operare sui canali dei colori complementari (Red, Green, Blue)



# Anaglifi

- L'immagine di sinistra viene privata delle componenti verde e blu.
- L'immagine di destra viene privata della componente rossa.



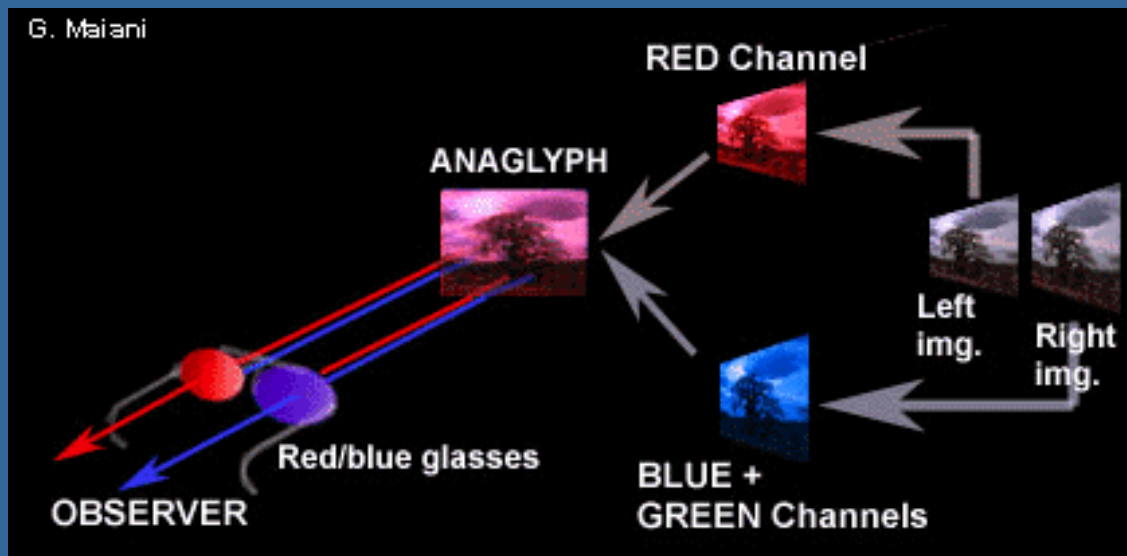
# Anaglifi

- Con un semplice strumento software viene effettuata la sovrapposizione.
- Appositi occhiali (rosso/ciano) permettono la separazione delle due immagini originali.



# Anaglifi

- Schema del processo di creazione

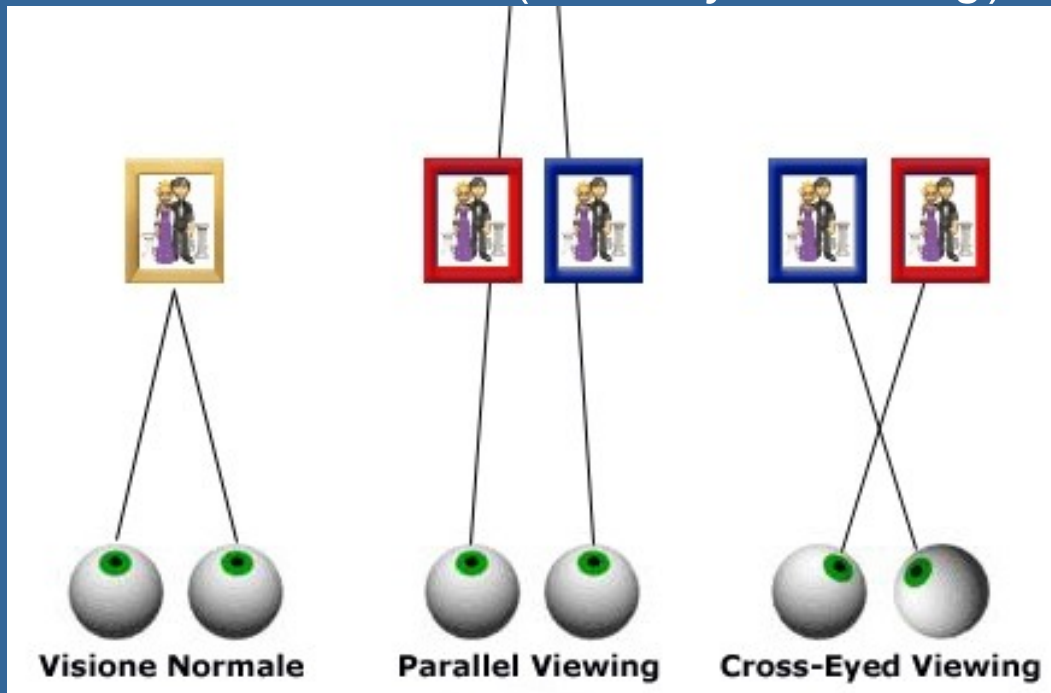


# Anaglifi

- Vantaggi: sono semplici da realizzare e hanno basso costo.
- Svantaggi: sono spesso percepiti come immagini in scala di grigi, si ottengono a colori con delle limitazioni, qualità non elevata.

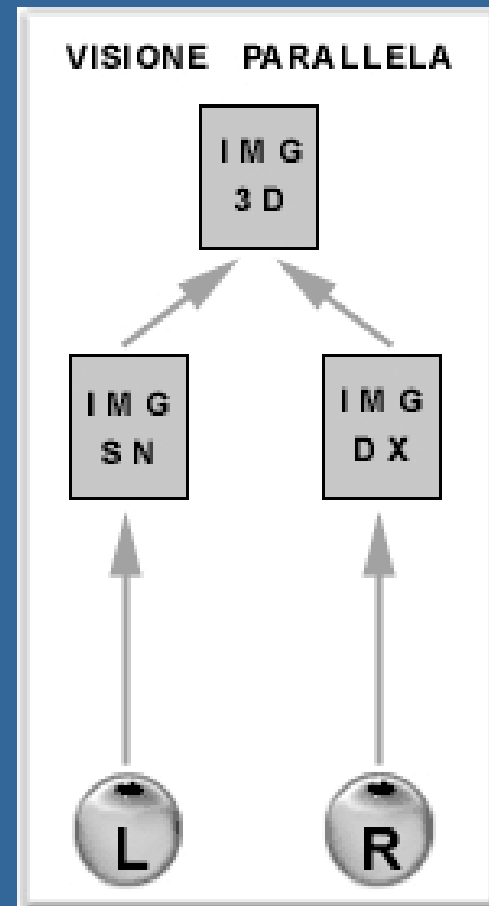
# Visione libera

- Esistono due metodi di visione libera:
  - Visione parallela (*parallel viewing*)
  - Visione incrociata (*cross-eyed viewing*)



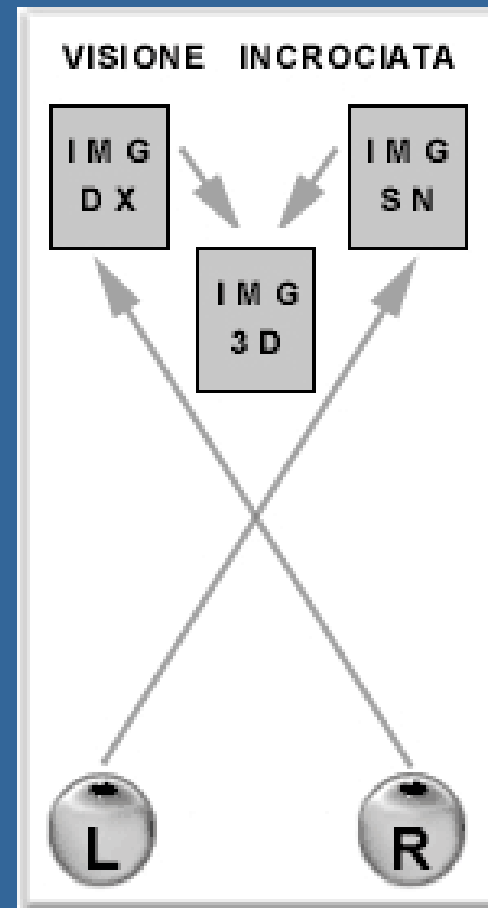
# Parallel viewing

- Le immagini vengono poste l'una affiancata all'altra.
- Viene posto lo sguardo oltre la distanza delle immagini.
- Gli occhi si disporranno parallelamente finché ogni occhio vede una sola immagine.
- Il cervello elabora le immagini e percepisce un'unica immagine virtuale tridimensionale.



# Crossed-eyed viewing

- Le immagini stereoscopiche vengono invertite (destra - sinistra).
- Lo sguardo dovrà incrociarsi affinché l'occhio destro possa vedere l'immagine sinistra e viceversa.
- Quando ogni occhio riesce a vedere nitidamente la propria immagine viene percepito l'effetto 3d.





# Visione libera

- Le immagini utilizzate per la visione libera sono chiamati *autostereogrammi*.
- Vantaggi: semplicità di realizzo, basso costo, portabilità.
- Svantaggi: difficoltà di visione.

# Visione libera

- Esempio di *autostereogramma*, visione parallel viewing.



# Stereogrammi artificiali

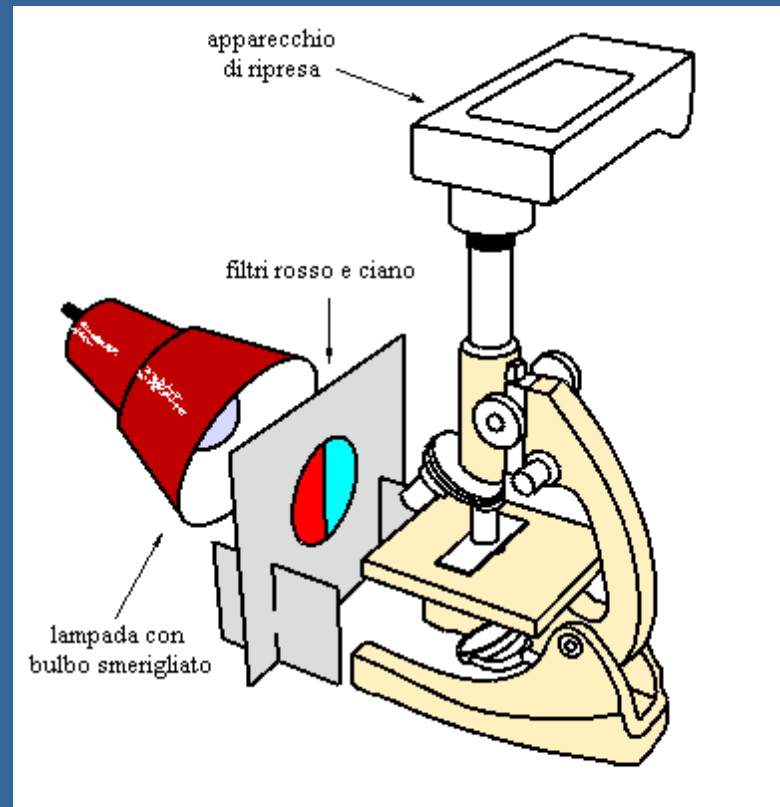
A thick, light blue horizontal bar with rounded ends, positioned below the title.

# Applicazioni

- Le applicazioni della stereoscopia sono numerose.
  - settore biologico
  - stereofotogrammetria
  - realtà virtuale
  - settore ludico

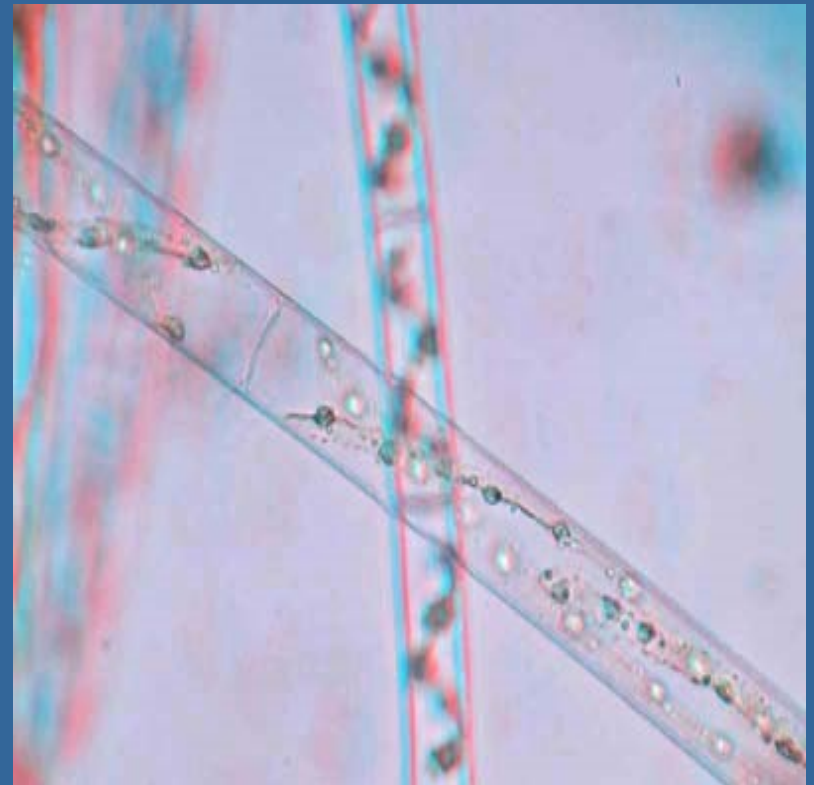
# Settore biologico

- Microscopi stereoscopici permettono di acquisire coppie di immagini stereoscopiche ad alto ingrandimento.
- Rendono possibile la visione e la portabilità di oggetti ingranditi.



# Settore biologico

- Nello studio dei protozoi, per esempio, è possibile vedere in tempo reale gli spostamenti di questi nelle tre dimensioni.
- Limitazioni della stereoscopia microscopica sono date dal calare della profondità di campo con l'aumentare dell'ingrandimento.



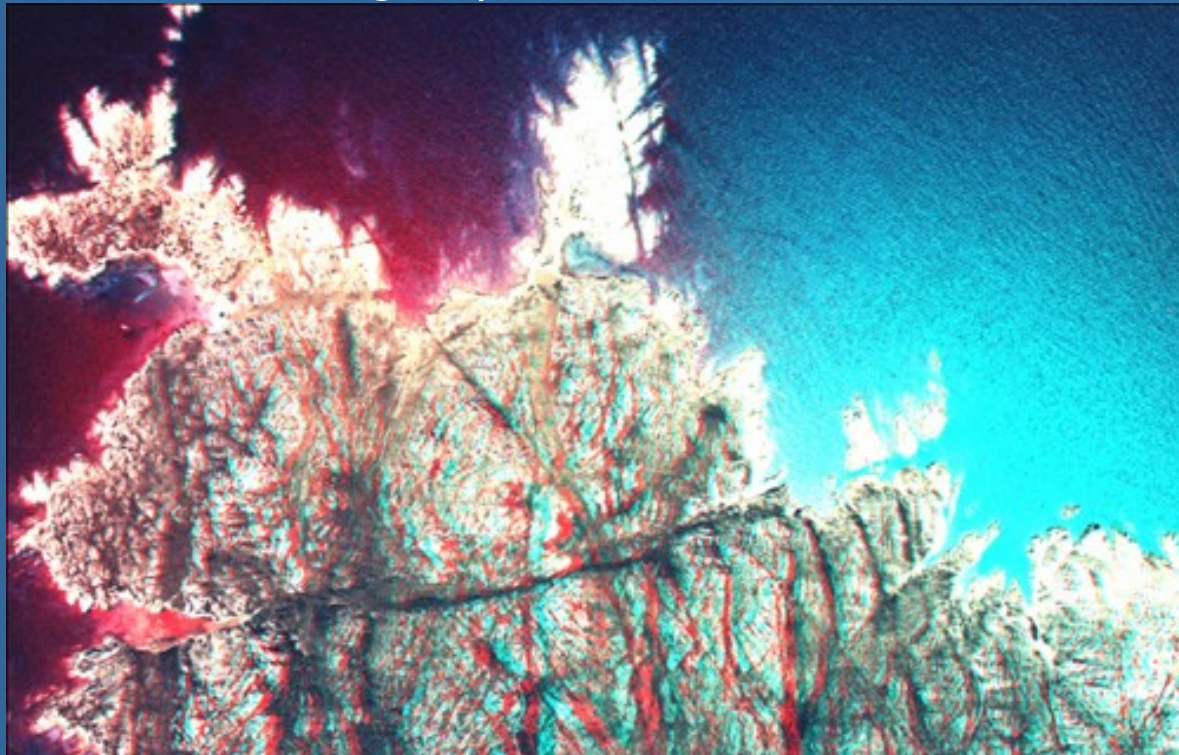
# Stereofotogrammetria



- Le riprese aeree possono essere effettuate in stereoscopia ricreando una visione tridimensionale del suolo.

# Stereofotogrammetria

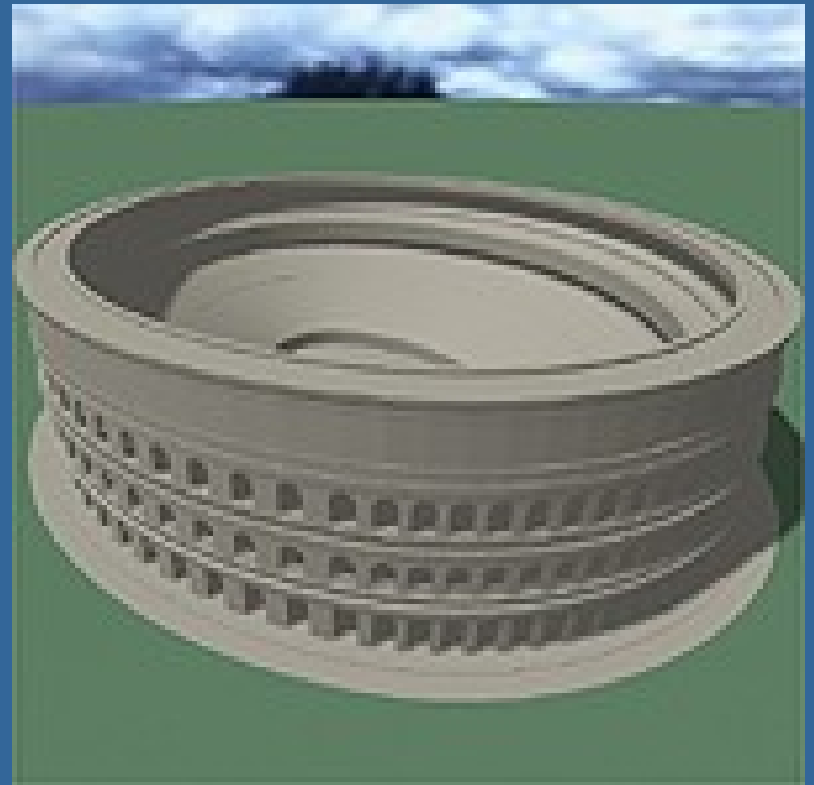
- Fotografia stereoscopica con tecnica anaglifo (*Isola di Caprera – Sardegna*)



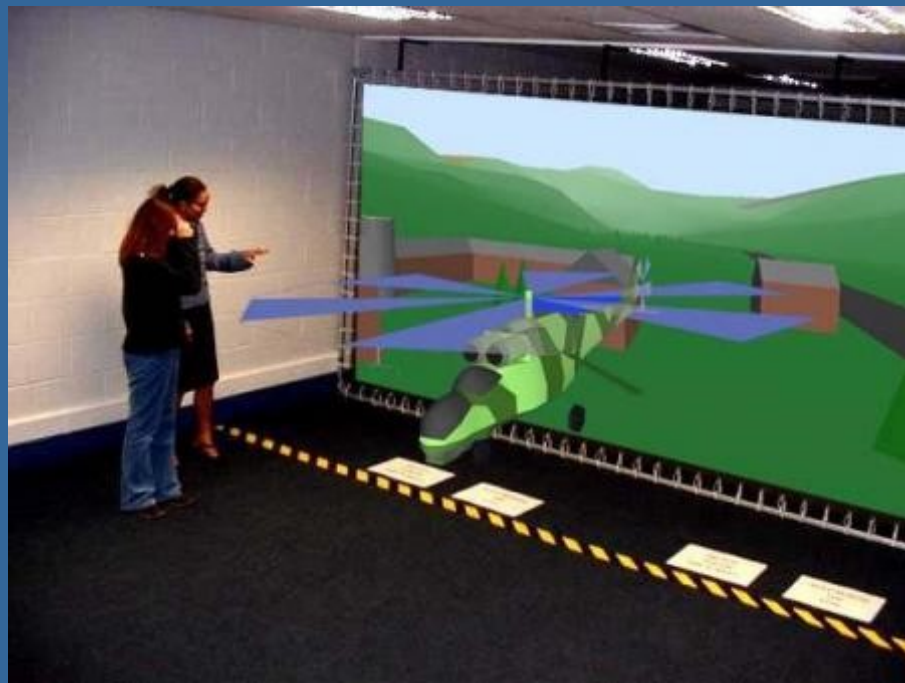


# Realtà virtuale

- La stereoscopia gioca un ruolo importante all'interno della realtà virtuale.
- Grazie alla computer grafica è possibile realizzare interi scenari completamente visibili con la percezione della profondità.



# Realtà virtuale



- Gli sviluppi di questa tecnologia sono ancora lenti a causa del costo eccessivo.

# Settore ludico

- Nel settore ludico, a piccoli passi, prende sempre più piede la stereoscopia.
- Sia i videogames che i film 3d proiettati in apposite sale, fanno uso di tecnologie per la riproduzione della terza dimensione.



# Settore ludico

- Scena di un videogames vista a occhio nudo con tecnica shutter-glass (occhiali a cristalli liquidi)



# Conclusioni

- Nella visione stereoscopica il lavoro principale è compiuto dal cervello.
- Le “sole” difficoltà che si incontrano sono quella di catturare le immagini e quella di dirigere a ogni occhio la luce di una sola un'immagine.
- I costi elevati, ma anche un mercato ancora immaturo non permettono ancora la diffusione di queste tecnologie a livello commerciale.

# Conclusioni

- Lo sviluppo di questa tecnologia a livello commerciale è frenata sia dai costi elevati che dalle difficoltà tecniche, ma soprattutto da un mercato non ancora pronto ad assimilarla.

# Bibliografia

- <http://www.anag3d.com>
- <http://www.3d-photo.com>
- <http://www.ffranceschi.com>
- <http://rilievo.poliba.it>
- <http://www.geotecnologie.unisi.it>
- <http://www.funsci.com>