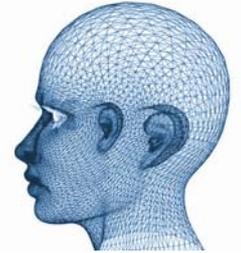


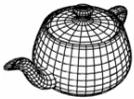
Fondamenti di Computer Grafica



Ing. Luca Gardelli

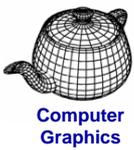
lgardelli@deis.unibo.it
luca.gardelli@unibo.it

DEIS - Dipartimento di Elettronica Informatica e Sistemistica
Alma Mater Studiorum--Università di Bologna sede di Cesena
Via Venezia 52, 47023, Cesena (FC) Italy
Ph: +39 0547 339210 Fax: +39 0547 339208



Computer
Graphics

Grafica 2D



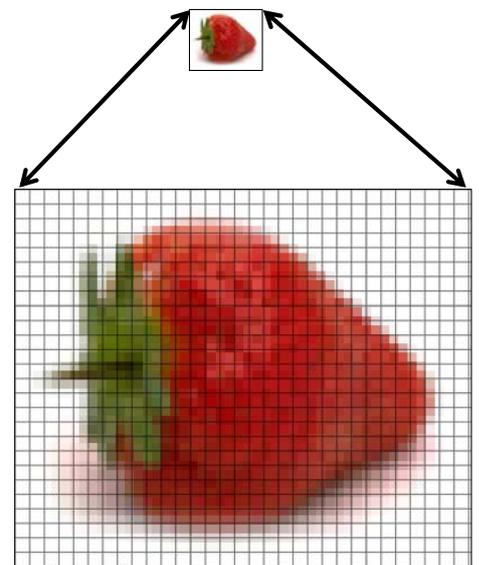
Immagine

- .. il cucchiaio non esiste – The Matrix
- L'immagine è solo un'astrazione di una nostra percezione visiva
- L'immagine è una sorta di descrizione della luce che giunge ai nostri occhi
- Può essere veicolata da differenti media, e.g. carta, display, tramite diverse tecnologie, e.g. stampa, LCD, Plasma, CRT



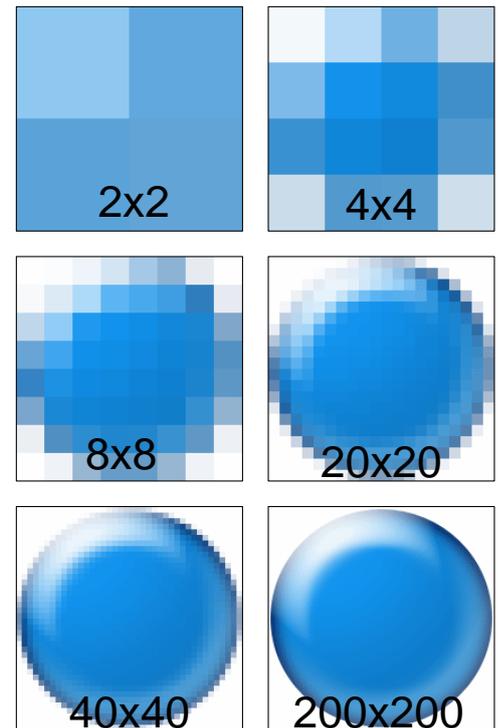
Immagine raster e pixel

- I moderni display di dispositivi elettronici rappresentano le immagini come matrice di pixel (tecnologia raster)
- Il pixel è dunque l'elemento più piccolo rappresentabile: ha forma quadrata – o rettangolare – ed ha un colore uniforme



Risoluzione

- La **risoluzione** misura il numero di pixel visualizzabili da un display
- **ppi** - pixels per inch, oppure per la stampa **dpi** - dots per inch forniscono un'indicazione di quanto sono grandi i punti
- Maggiore il ppi, maggiore la qualità dell'immagine rappresentata, maggiore il "costo di memorizzazione"
 - carta da quotidiano 75 dpi
 - computer display 72 a 96 dpi - in aumento
 - carta da rivista 150 dpi
 - riviste grafiche 300 dpi
 - fotografia >300 dpi



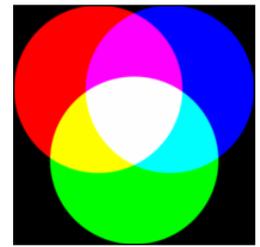
Fattore di Forma

- Il fattore di forma – **aspect ratio** – rappresenta il rapporto fra la dimensione orizzontale e verticale di un'immagine
- Più l'aspect ratio è grande più l'immagine è *panoramica*, cioè a parità di pixel in altezza aumenta il numero di pixel in lunghezza
- La TV in alta definizione è 16:9, mentre il cinema varia da 1,85 a 2,39

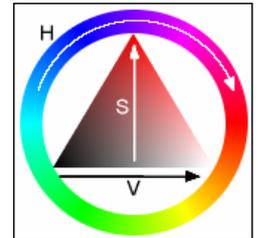
1:1 1.0	4:3 1,33	16:10 1,6	16:9 1,77
------------	-------------	--------------	--------------

- Esistono differenti **modelli di colore**: RGB, RYB, HSV, CMYK..
- Si caratterizzano per le tinte / grandezze utilizzate
- Nel disegno artistico si usa il modello RYB sottrattivo, Rosso Giallo, Blu (tricromia)
- I display CRT usano il modello RGB additivo (tricromia)
- Nella stampa su carta si usa il modello CMYK sottrattivo, Ciano Magenta Giallo e Nero (quadricromia)

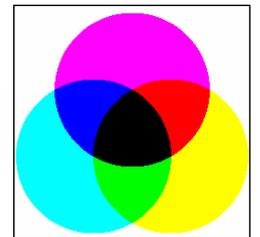
RGB



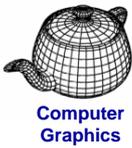
HSV



CMY

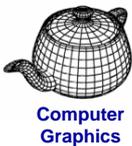


- Per il web, al fine di ridurre le dimensioni di un'immagine, si usa il modello basato su indice
- Si suppone di utilizzare una tavolozza di colori inferiori a quella possibile
- I colori sono organizzati in una tabella (**color indexed**) e ci si riferisce ad essi usando l'indice che ne identifica la posizione
- Esempio: Si consideri uno spazio a 24 bit cioè 16 milioni di colori. Di questi se utilizzano solo 16. Sono quindi necessari 4 bit per rappresentare lo spazio degli indici. Abbiamo ridotto ad 1/6 il costo dell'immagine!



Profondità e Canali

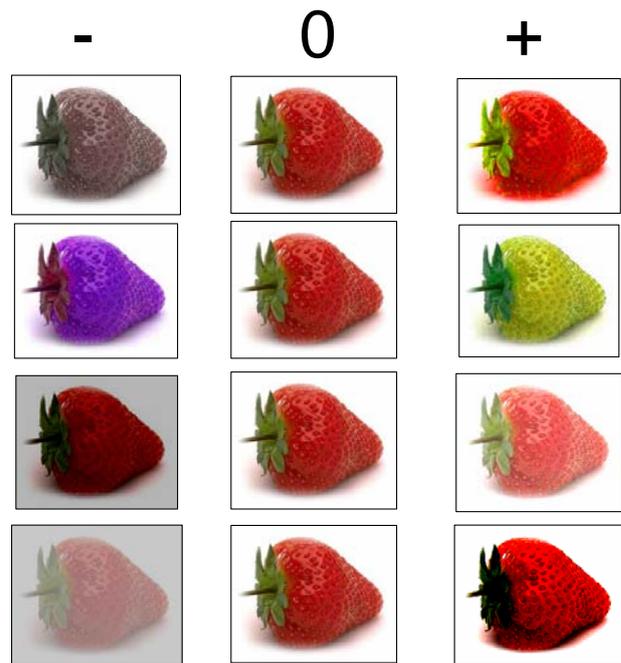
- La profondità (**color depth**) indica il numero bit utilizzati per rappresentare il colore
- Valori tipici sono: 1 monocromatico, 2 quadricromia, 8, 16, 24 true color, 32 (alpha), 48
- L'informazione del colore è memorizzata su tre **canali** distinti, Rosso Verde e Blu + eventuale trasparenza
- Un formato di colore (**color format**) si caratterizza per il numero di bit associati ad ogni canale
- Ad esempio RGB 24 bit (8,8,8) mentre RGB 16 bit (6,5,5), (5,6,5), (5,5,6)...



Memorizzazione

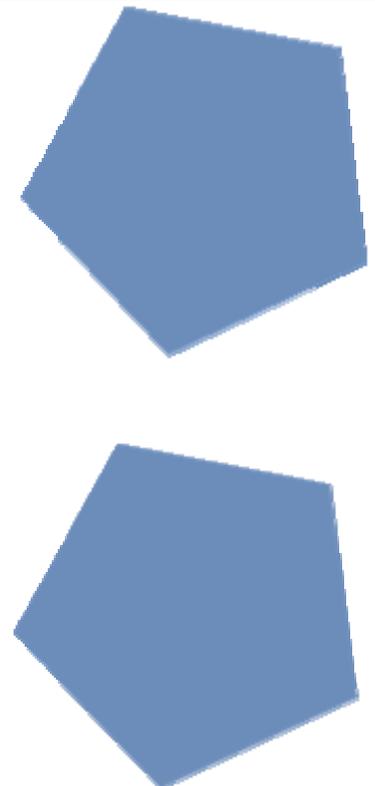
- Le immagini vengono memorizzate in differenti formati in base allo scopo
- Immagini che richiedono alta qualità vengono compresse in modo tale da minimizzare la perdita di informazione a discapito delle dimensioni
- Per la distribuzione su web e altri media si tollerano anche le perdite..
- Formati tipici sono JPEG, GIF, PNG, TIFF, TGA, BMP

- Saturazione (saturation)
- Tinta (hue)
- Luminosità (brightness)
- Contrasto (contrast)

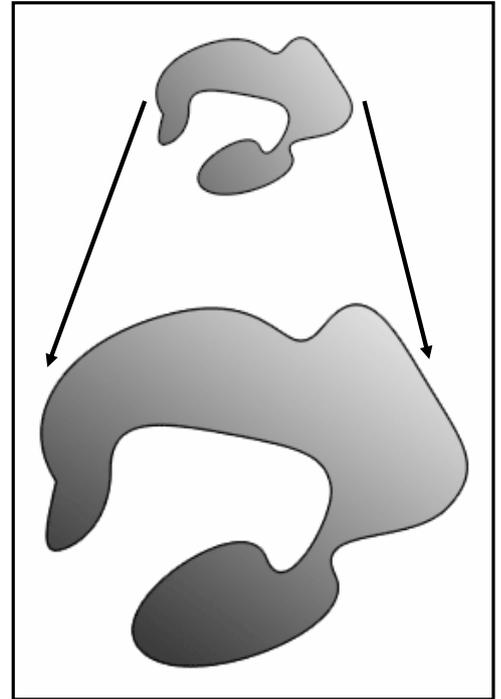


Aliasing

- **Aliasing** è quel fenomeno - spesso indesiderato - per cui i pixel sui bordi esterni di una figura appaiono frastagliati
- E' un artefatto visuale dovuto al sotto-campionamento...
- Anti-Aliasing è una tecnica che riduce tale effetto sovra-campionando l'immagine e sfumando i bordi



- Si rappresentano le immagini come insieme di primitive caratterizzate da proprietà
- Non perdono in qualità quando vengono ridimensionate
- Le dimensioni sono contenute
- E' difficile creare un'immagine vettoriale fotorealistica
- E' facile passare da un'immagine vettoriale ad una raster, ma non il contrario
- Richiedono più potenza di calcolo
- E' un formato non adatto per creare animazioni complesse

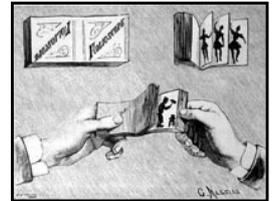


Animazione

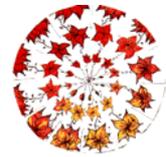
- L'**animazione** è l'illusione del movimento creato tramite la visualizzazione consecutiva di immagine statiche
- Questo è possibile perchè le immagini **persistono** nell'occhio umano per un certo periodo di tempo
- L'immagine in questo contesto viene chiamata **frame** o fotogramma
- Tali immagini possono essere prodotte tramite disegno manuale, fotografia, cinepresa o rendering



Mutoscope



Flipbook



Phenakistoscope



Phenakistoscope

Walk Cycle

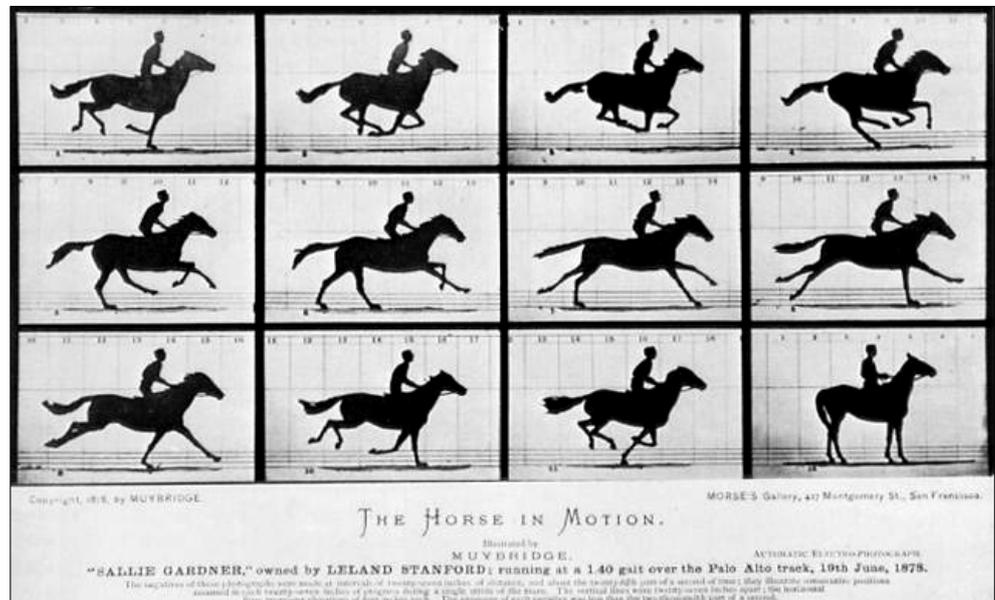
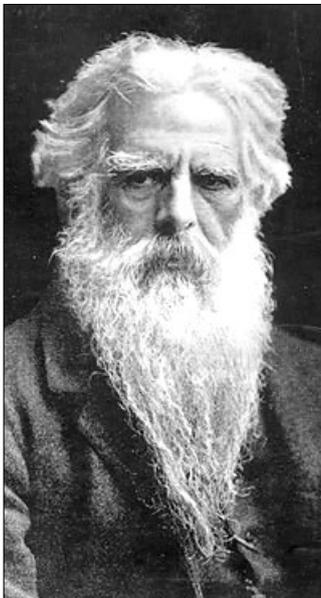
Richard Williams – The Animator's Survival Kit

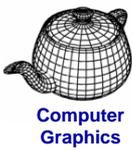


La figura mostra un ciclo completo di camminata: questi disegni se visualizzati in sequenza creano l'illusione del movimento.

La comprensione dei movimenti

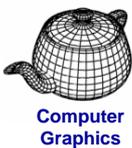
Edweard Muybridge – fine XIX secolo
un' opera titanica di fotografia dell'uomo e
degli animali in movimento





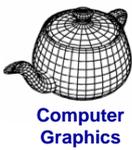
Frame rate

- La velocità con cui si presentano i frame prende il nome di **frame rate** e si misura in **fps** - frames per second
- Di solito per ottenere movimenti fluidi si ritengono necessari almeno 24 fps
- Gli standard attuali prevedono: cinema 24 fps, tv americana 30 fps (NTSC), tv europea 25 fps (PAL)..
- Alcune applicazioni - per motivi di prestazioni - usano rate minori, e.g. videotelefono, webcam, video streaming



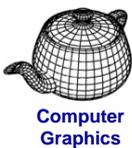
Video Bit Rate e Codec

- Un parametro per valutare la qualità di un video è la sua **bit rate**, cioè il flusso di bit per secondo (si indica con bps)
- Ad esempio 10 secondi di animazione a 2000 Kbps richiedono circa 2,5 MB
- A parità di bit rate la qualità dipende dall'efficienza dell'algoritmo utilizzato..
- L'algoritmo di compressione viene implementato e distribuito come **codec**



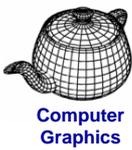
Double buffering

- Il **frame buffer** è una zona di memoria che rappresenta direttamente i pixel visualizzati
- Se le operazioni di disegno sono “complicate” si verifica un fenomeno di sfarfallio – **flickering**
- Il **double buffering** è una tecnica che impiega due buffer – front e back buffer – per ridurre il flickering: le operazioni di disegno vengono eseguite su quello nascosto e poi copiate direttamente sul frame buffer



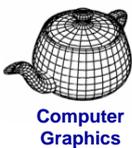
Distribuzione CD/DVD

- La distribuzione di contenuti video tramite CD e DVD rende disponibile una capacità di memorizzazione alta e quindi permette di avere una VBR alta
- Formati di comune impiego sono l'MPEG nelle varie versioni (DVD - MPEG2), AVI - Audio Video Interleave, QuickTime, DIVX..



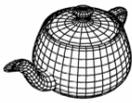
Distribuzione web

- La distribuzione di contenuti video sul web richiede un'attenzione particolare per quanto riguarda i limiti di banda
- Si utilizza l'approccio **streaming**, cioè si inviano le informazioni durante la riproduzione del video
- Supportano lo streaming QuickTime, Real Media, e Window Media Video

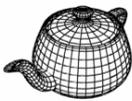


Grafica vettoriale

- I vincoli di banda che impone il web hanno portato allo sviluppo di altre tecniche di animazione "più leggere".
- Nella **grafica vettoriale** i frame non sono definiti da immagini, ma da un insieme di primitive di disegno - linee.. - le cui caratteristiche possono variare nel tempo - colore, forma, posizione.
- Per ulteriori dettagli si rimanda a Macromedia Flash e lo standard SVG del W3C

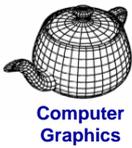


Grafica 3D



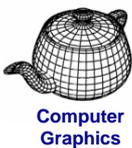
Introduzione

- La grafica 3D si suddivide tipicamente in due sotto-aree
 - **interattiva** (real-time): legata alla visualizzazione di geometrie 3D in tempo reale - e.g. CAD, videogiochi..
 - **non-interattiva**: prodotta con strumenti interattivi, ma distribuita sotto forma di immagini e filmati - e.g. film, pubblicità..



Competenze

- La grafica non-interattiva 3D è una disciplina artistica all'80% e ingegneristica al 20%
- Richiede competenze proprie delle arti tradizionali:
 - Disegno, pittura, teoria del colore, anatomia artistica..
 - Animazione e figura in movimento..
 - Scultura, tecniche dei materiali..
 - Fotografia, cinema, regia..
 - Illuminazione, dinamica e resa dei materiali..
 - Composizione e fotoritocco
- Ma anche competenze matematico/informatiche
 - Curve parametriche di Bezier
 - Scripting
 - Ottimizzazione del rendering

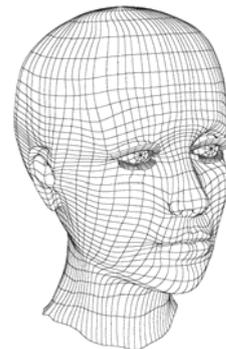
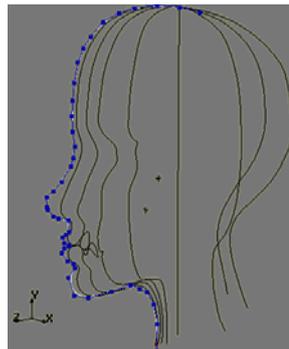


Flusso di lavoro

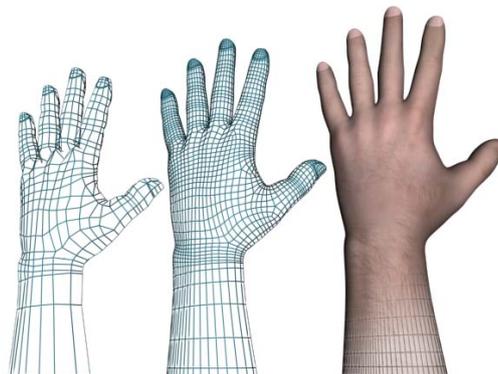
- La produzione di un film basato su grafica 3D si articola nelle seguenti *fasi artistiche*:
 1. Modeling
 2. Texturing
 3. Rigging & Skinning / Morphing
 4. Animation
 5. Lighting
 6. Rendering
 7. Compositing & Post-production
- Prima e dopo questo processo ci sono altre fasi che non vedremo in questo seminario, e.g. design di personaggi, storyboard, scripting

- E' la fase in cui si crea una geometria 3D di un oggetto da rappresentare
- Esistono 3 approcci diversi
 1. **Mesh** - il modello è costituito da vertici, segmenti e triangoli.
 1. Ottimo per videogame, si può agire sul numero di triangoli
 2. Facile da imparare
 3. Troppo oneroso per design ad alto dettaglio
 2. **NURBS** – il modello è composto da curve e superfici parametriche
 1. Genera modelli troppo complessi per videogame
 2. Difficile da imparare
 3. Adatto al design ad alto dettaglio
 3. **Subdivision Surfaces** – semplice come la modellazione mesh ma produce dei risultati che sono paragonabili in quanto a dettaglio alle NURBS

Un modello a basso numero di poligoni per Quake 3

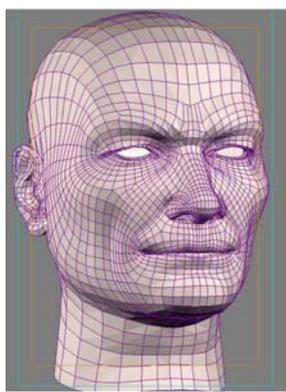


Un modello NURBS

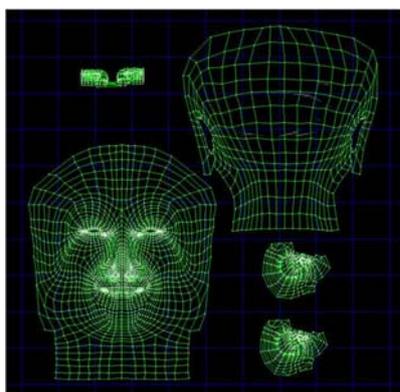


Un modello Subdivision Surface

- In questa fase alle geometrie si applicano delle immagini – **texture** – in modo da simulare l'aspetto dei materiali reali..
- ..e rappresentare quei dettagli che richiederebbero una geometria troppo densa, e.g. pieghe
- Le texture solitamente si ottengono dall'elaborazione di foto, disegni, oppure definendo i parametri del modello matematico - e.g. vetro, marmo..
- Le coordinate della geometria vanno mappate su quelle delle texture - **UV Mapping**



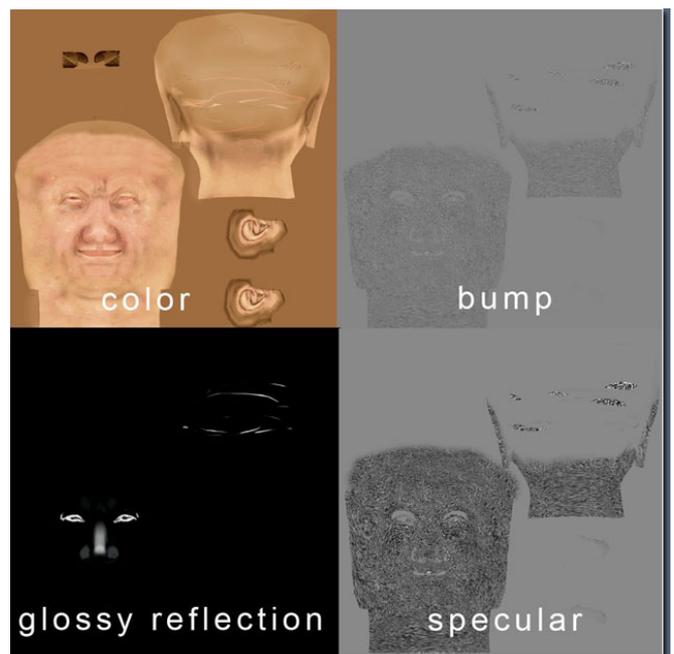
1. Geometria



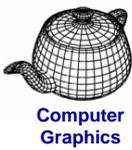
2. Unwrapping



4. Application
of textures



3. Painting Textures



Preparazione per l'animazione

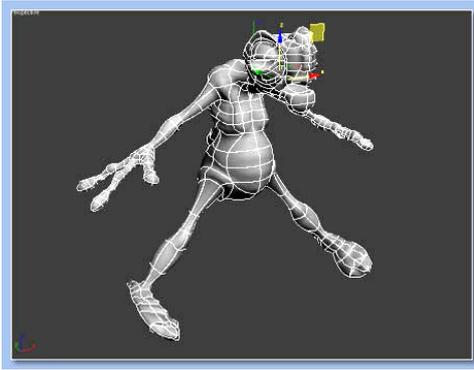
- Ora che il modello è completo occorre prepararlo per l'animazione
- Tecnicamente esistono tre metodi per animare
 1. **Animazione scheletale** – tipicamente usata per l'animazione di personaggi
 2. **Morphing** – Animazione del viso—e.g. Lip-Synching—ed effetti speciali
 3. **Controller** – Usata per lo più per i veicoli e sistemi particellari



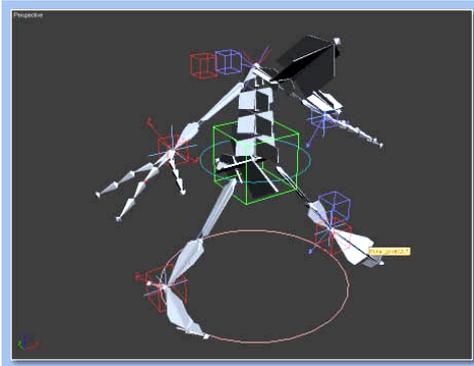
Rigging e Skinning

- L'animazione scheletale prevede l'uso di uno scheletro che deforma il modello che costituisce il personaggio
- Viene effettuata in due passi
 1. Il **rigging** è la fase in cui si creano le ossature: in questo modo è possibile deformare le geometrie velocemente e in un modo analogo alla realtà
 2. Lo **skinning** è quella fase in cui si parametrizza l'effetto del rigging sulla geometria - e.g. muscoli

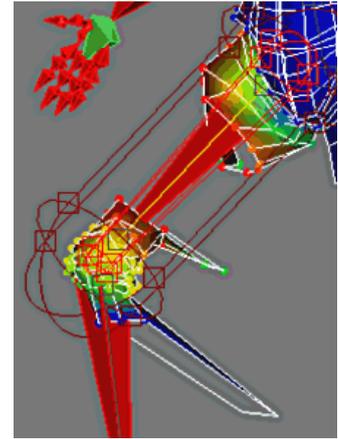
Rigging e Skinning



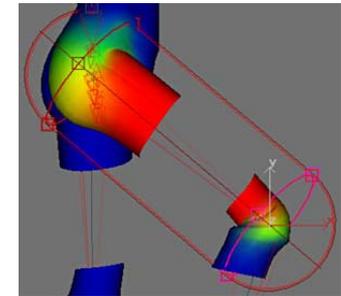
1. Geometria



2. Rigging

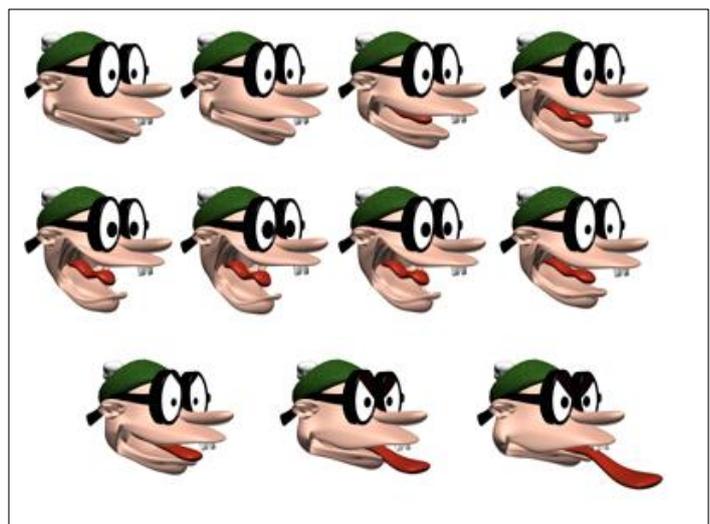


3. Skinning



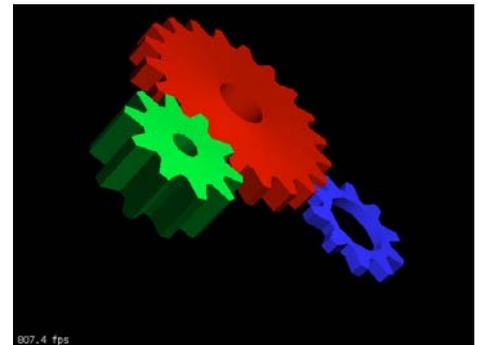
Morphing

- Usata soprattutto per gestire le espressioni del viso e la sincronizzazione labiale
- Si copia il modello e si spostano i vertici in modo da ottenere una diversa espressione
- Si passa da un'espressione all'altra tramite interpolazione matematica



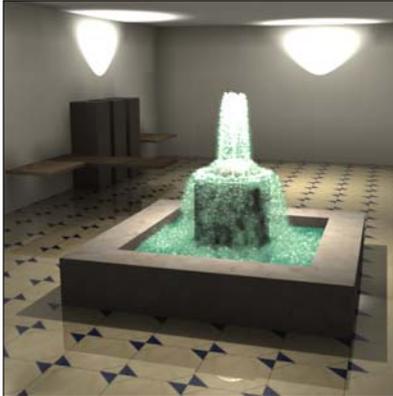
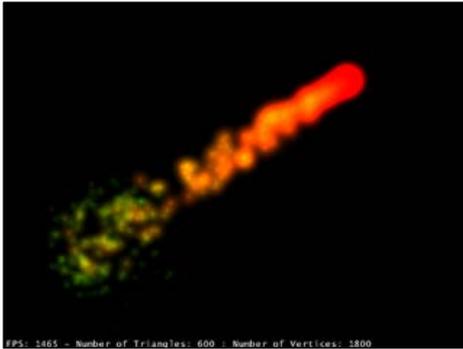
Controller

- E' un tipo di animazione più adatta a corpi meccanici
- Si descrive in modo matematico, come insieme di trasformazioni geometriche, e.g. traslazione, oppure variazione di proprietà come colore, fase...
- L'esempio tipico è quello degli ingranaggi (a fianco)



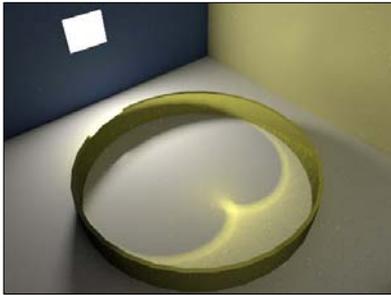
Animazione

- In questa fase si definiscono i movimenti dei personaggi, dell'ambiente e le inquadrature di massima
- Si usa la tecnica del **keyframing**: si decide la configurazione di un modello in diversi istanti nel tempo e le posizioni intermedie (**in-betweens**) vengono calcolate tramite interpolazione
- Ad ogni keyframe si orientano le bones, si scelgono i morphing target e si parametrizzano i controller
- *Si guadagna molto rispetto all'animazione tradizionale in cui va disegnato ogni frame!*
- In questa fase spesso si definiscono anche le animazioni particellari, e.g. pioggia, neve..

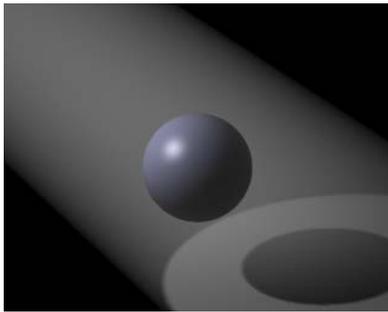


- Si definisce il tipo di illuminazione della scena prodotta da luci e ambiente
- I parametri sono
 - Numero di luci
 - Posizione relativa rispetto all'inquadratura
 - Tipo di luce: torcia, neon, riflettore
 - Tipo di ombre e caratteristiche
- Il grado di realismo influenza il tempo di rendering
 - Ombre
 - trasparenze
 - Caustiche
 - Luci volumetriche
 - Global illumination

Illuminazione

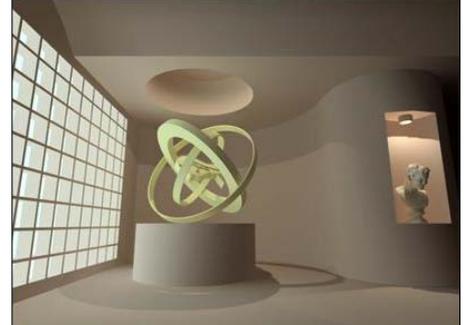
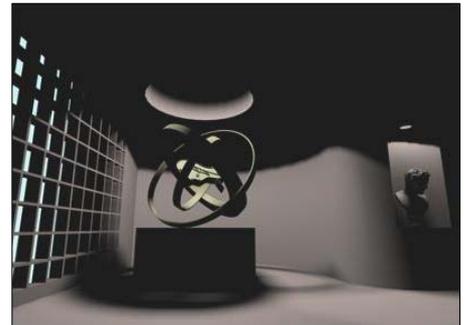
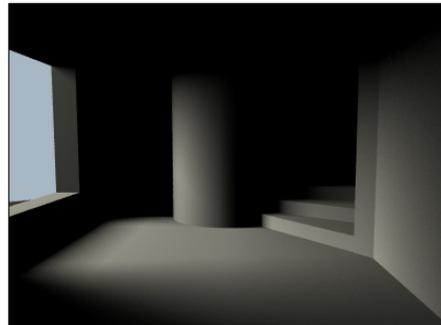


Alcuni esempi di caustiche: sono necessarie tecniche di photon mapping



Alcuni esempi di luci volumetriche – profondità della scena e claustrofobia

Global Illumination



Scene illuminate con Radiosity

Senza (sopra) / Con (sotto) Radiosity

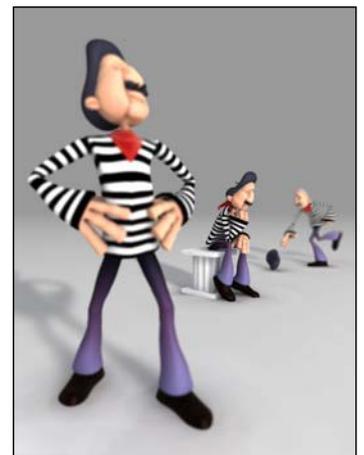
- Una volta terminate le fasi precedenti si dà inizio al processo di rendering: questa fase *non è interattiva!*
- I parametri includono
 - Il tipo di output, e.g. filmato, immagini
 - Il dispositivo di output, e.g. tv, cinema, stampa
 - Il tipo di effetti da includere, e.g. motion blur, depth cueing
- Un singolo fotogramma può richiedere anche parecchie ore se la scena è molto dettagliata – *180h per il mammut di Ice Age!*
- Questa fase è più legata alla tecnologia e la distribuzione del calcolo che a aspetti artistici!
- Spesso viene data in out-sourcing a **rendering farm**, cioè aziende che gestiscono cluster di computer a questo scopo.

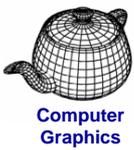


Due esempi di Motion Blur



Due esempi di Depth of Field





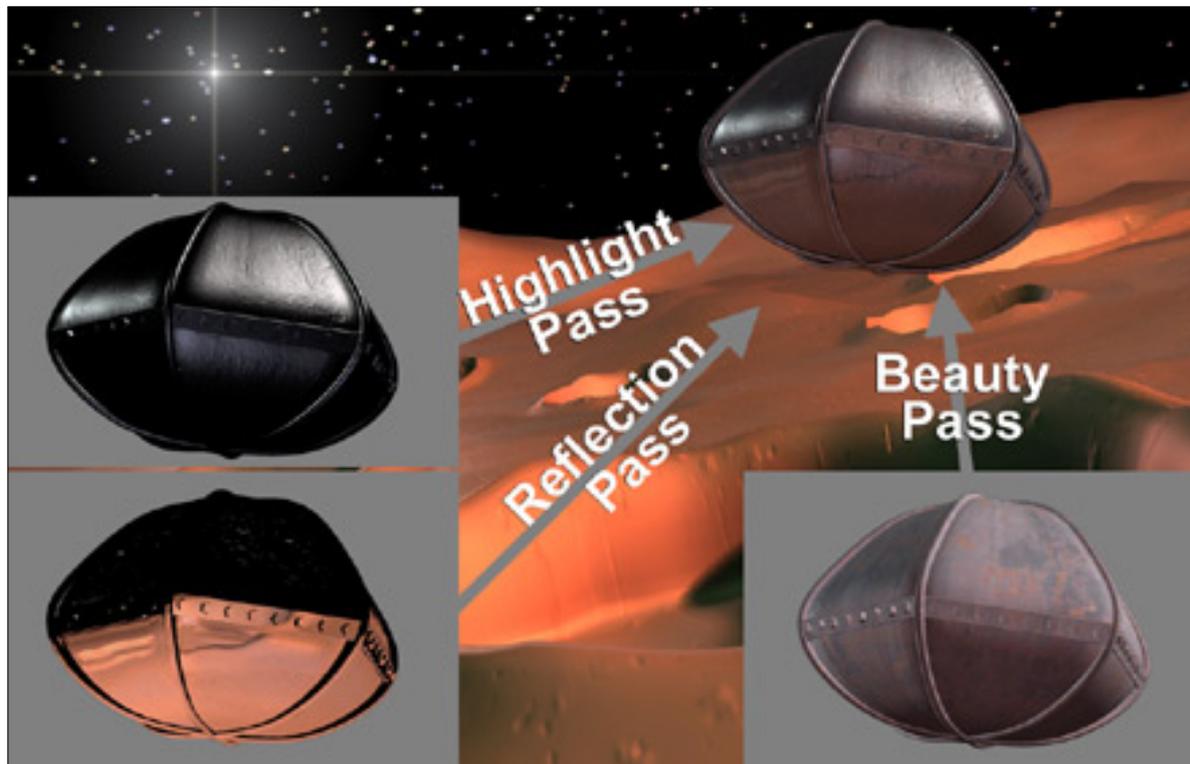
Shrek 2

- Sono state utilizzate 320 workstation HP Linux-based, dual-Xeon 2.4GHz, 2GB di RAM e NVIDIA Quadro XL.
- Per alcune scene la Dreamworks si rivolta a rendering farm di 3000 CPU!
- Ad una media di 10 h/CPU per frame Shrek 2 richiederebbe circa 54000 gg/CPU per essere renderizzato!
- Una rendering farm impiega 1 mese circa!

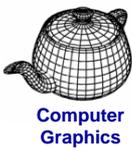


Compositing & Post-Production

- In questa fase le immagini vengono montate per formare un'unica sequenza
- Spesso il rendering produce diverse immagini per un singolo frame - **multipass**
- Queste immagini vengono sovrapposte per regolare la luminosità, riflessioni, ombre..
- Inoltre si scelgono quali sequenze mantenere, le inquadrature - regia
- Si integrano audio e sottotitoli, titoli e titoli di coda..



Bibliografia e Links



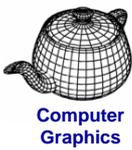
Software per grafica 2D

- Adobe Photoshop - www.adobe.com
- JASC PaintShop Pro - www.jasc.com
- Adobe Illustrator - www.adobe.com
- Macromedia Freehand - www.macromedia.com
- Corel Painter - www.corel.com
- GIMP - www.gimp.org (FREE!)



Software per video

- Apple QuickTime - www.quicktime.com
- Apple Final Cut - www.apple.com
- Adobe Première - www.adobe.com
- VirtualDub – <http://virtualdub.sourceforge.net> (FREE!)
- Discreet Cleaner - www.discreet.com
- Macromedia Flash - www.macromedia.com



Software per grafica 3D

- Discreet 3D Studio Max - www.discreet.com
- Alias Maya - www.aliaswavefront.com
- Softimage - www.softimage.com
- Newtek LightWave - www.newtek.com
- Pixar RenderMan - www.pixar.com
- Blender - www.blender3d.org (FREE!)
- Milkshape - www.download.com (FREE!)



Tutorial grafica 3D

- www.3dluvr.com
- www.3drender.com
- www.3dtotal.com
- www.highend3d.com
- www.thegnomonworkshop.com
- www.aliaswavefront.com
- www.3dark.com
- <http://en.wikipedia.org>