

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO**

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
Corso di Laurea in Informatica

**ANIMAZIONE REALISTICA DI  
PERSONAGGI DIGITALI**

Relatore: Prof. Alberto BORGHESE  
Correlatore: Dott. Davide SELMO

Tesi di Laurea di:  
Simona PAPPALARDO  
Matricola 564465

**Anno accademico 2002-2003**

# Realizzazione del cortometraggio

- Creazione di una storia
- Storyboard
- Modellazione
- Modellazione di alberi mediante L-System
- Animazione
- Simulazione di folla
- Rendering
- Montaggio Video
- Musiche e suoni

# Storyboard

neo NETWORK PAGE 1/

**SCHEMMA NERO**  
ACTION

**STACCO NETTO SUL PARTICOLARE DELL'OCCHIO PALATO DEL CUCCIO IN ATTEZIONE, E QUELLO DISGNATO SUL LIBRO.**  
ACTION

**MANIPOLAZIONE VISIVA ZOOM OUT DAL QUADRO PRECEDENTE. L'ILLUSTRAZIONE SUL LIBRO È IN BIANCO E NERO, TRATTO GROSSO. LA LETTERA DURANTE LO Z-O, ENTRA ANCHE UNA PARZIALE PARADIGMA IN SENSO NOSTRO, CHE SI CONVIENE INSERIRE NELLO Z-O.**  
ACTION

CRATTO DEL LIBRO

DUAL

SUG

neo NETWORK PAGE 2/

**CARATTERATA VISIVA SX**  
ACTION

**VENDE CARATTERATA VISIVA SX, ANCHE LE VOCI DELLA PAGINA**  
ACTION

FRASCIO DEL FOGLIO

DUAL

SUG

neo NETWORK PAGE 3/

CIFRE DI SHAKE

**LA CATERA VISIVA E SCOPPIAZZO DEL CUCULO, SOTTOSO DALI' INTERINE**  
ACTION

**VENOSSEMI CARATTERATA VISIVA SX (IL CUCULO IN MISLA DI SARETE CONE UN ANATI LA PLECEVA)**  
ACTION

**SISTEMO DI CONTRAPRESORE DEL CUCULO**  
ACTION

**SILVIO "MOTIVAZIO" (ATTIRAZIO) VERSO STODIZIO DEL CUCULO**  
ACTION

DUAL

SUG

neo NETWORK PAGE 4/

D.S.SOLVENZA INCRUCIATA

**CONTRO-ATTO PARTIZIONE DELL'OCCHIO PALATO DEL CUCULO, IN SIVVATA E NOSTRO NOSTRO, IN PUPILLE SI SIVVATE I DIGNI ANATI, LA PALTEDEI SENTE.**  
ACTION

**CONTRACANTO CARATTERATA LUNGO IL DISGNIO, DEL CUCULO CHE GUARDA IN ANO ENO AL BATO COL NIDO E L'UCCELLO (INQUADRIAMO SILENZA)**  
ACTION

**ANZI ILLUSTRAZIONE DEL LIBRO PARZIALE PARADIGMA CROCIARE IN SENSO ANTIOTIZIO, L'INQUADRIAMO BESHN CTO SILENZA VISIO E L'ATO APPROVO OLTREMO DEL PRECEDENTE**  
ACTION

**FRASCIO DEL FOGLIO (LA PAGINA GUM, FUGGILIPPO).**  
ACTION

**LA MUSICHETTA CRESCE CON LO SVILUPPO DEL PIANO**  
ACTION

**NOSTRO SIVVATE BASH, IN CROCIAMO, UNA MUSICHETTA TRONFANTE E "NOSTRO"**  
ACTION

DUAL

SUG

# Modellazione (1)

E' il processo di costruzione degli oggetti che costituiscono la scena.

Esistono due principali strumenti di modellazione:

- NURBS
- Poligoni

## POLIGONI

Vantaggi: tempi di rendering inferiori

Svantaggi: rispetto alle NURBS sono meno flessibili nella modellazione

# Modellazione (2)

## NURBS

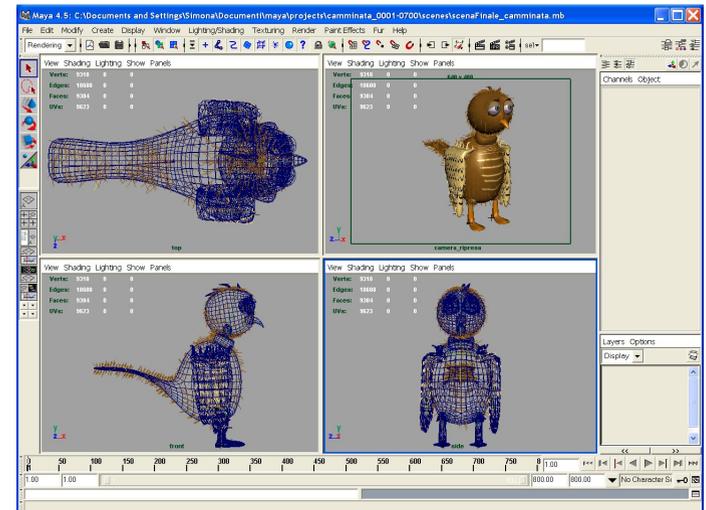
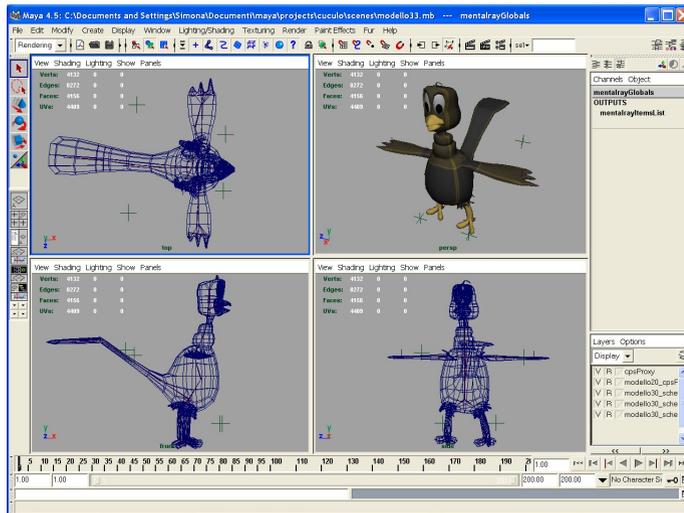
Vantaggi: molto flessibili, sono adatte per superfici smussate e forme organiche

Svantaggi: possono essere visibili fessure e giunzioni tra le diverse superfici  
NURBS

tempi di rendering più alti dovuti alla tassellazione

# Modellazione (3)

Per modellare oggetti e personaggi delle scene è stata utilizzata sia la modellazione poligonale che NURBS



# Generazione di alberi con gli L-System (1)

Sia  $V$  un alfabeto,  $V^*$  l'insieme di tutte le parole costituibili su  $V$ ,  $V^+$  l'insieme di tutte le parole non nulle su  $V$ .

Una stringa L-System è una tripletta ordinata  $G = \langle V, ?, P \rangle$  dove  $? \in V^+$  è chiamato *assioma* e  $P \subset V \times V^*$  è un insieme finito di produzioni

Una produzione  $(a, \chi) \in P$  scritta come  $a \rightarrow \chi$

Il concetto centrale degli L-System è la riscrittura

# Generazione di alberi con gli L-System (2)

Esempio

Assioma: a

Regole di riscrittura

o produzioni:  $a \rightarrow c$   
 $c \rightarrow ac$

a  
|  
c  
|  
a c  
| |  
c ac  
...

# Generazione di alberi con gli L-System (3)

Interpretazione geometrica della stringa: turtle graphics

Uno stato della turtle è definito come una tripletta  $(x, y, a)$  dove le coordinate  $(x, y)$  rappresentano la posizione della turtle e l'angolo  $a$  è la direzione nella quale la turtle è rivolta.

Dato il passo di lunghezza  $d$  e l'incremento dell'angolo  $d$ , la turtle risponde ai seguenti simboli:

F: Spostamento in avanti di un passo di lunghezza  $d$

$$(x, y, a) \rightarrow (x', y', a)$$

$$\text{dove } x' = x + d \cos a$$

$$y' = y + d \sin a$$

Una linea tra i punti  $(x, y)$  e  $(x', y')$  viene disegnata

f: Spostamento in avanti di passo  $d$  senza disegnare la linea

# Generazione di alberi con gli L-System (4)

- + Rotazione in senso antiorario di un angolo  $\delta$   
 $(x, y, \alpha) \rightarrow (x, y, \alpha + \delta)$
- Rotazione in senso orario di un angolo  $\delta$   
 $(x, y, \alpha) \rightarrow (x, y, \alpha - \delta)$

Estensione al 3D

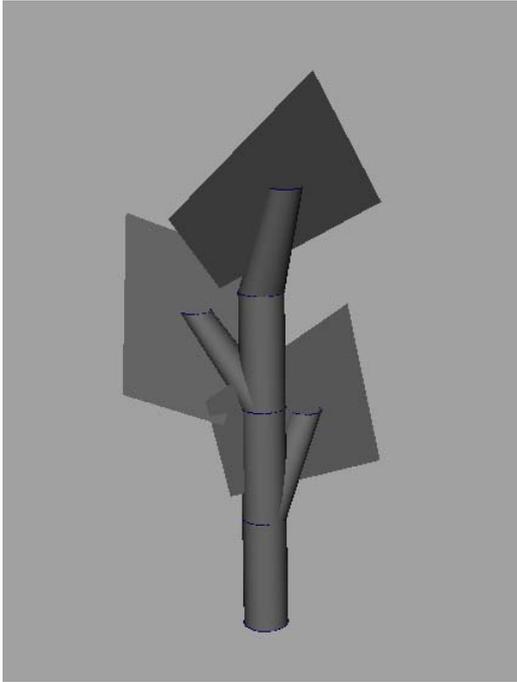
- & Rotazione di un angolo  $\delta$  attorno all'asse X
- ^ Rotazione di un angolo  $-\delta$  attorno all'asse X
- / Rotazione di un angolo  $\delta$  attorno all'asse Y
- \ Rotazione di un angolo  $-\delta$  attorno all'asse Y
- ! Riduzione diametro del ramo

# Generazione di alberi con gli L-System (5)

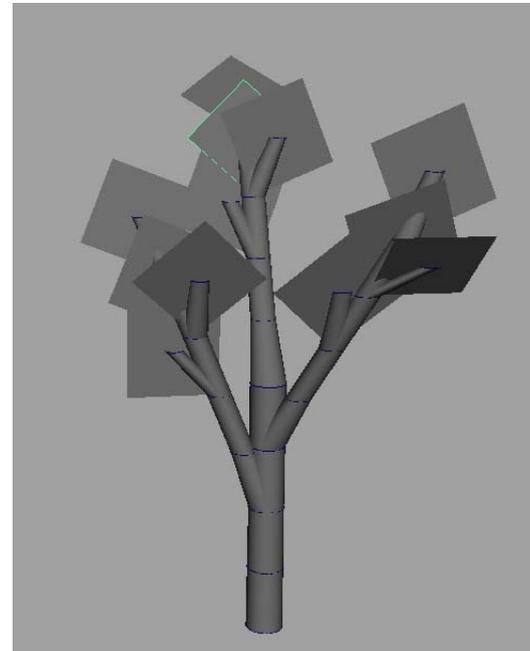
```
seed      A
rule      A -> !F!G[+*A{----f++++f++++f++++f} ]F[-&*A{----
           f++++f++++f++++f} ]F[^*A{----f++++f++++f++++f} ]
rule      G -> !!G!!G
rule      F -> F
delta     22.5
alpha    24
length   1
iter     5
x        0
y        0
z        0
raggio   6
```

# Implementazione di un L-System (1)

1 passo di ricorsione:

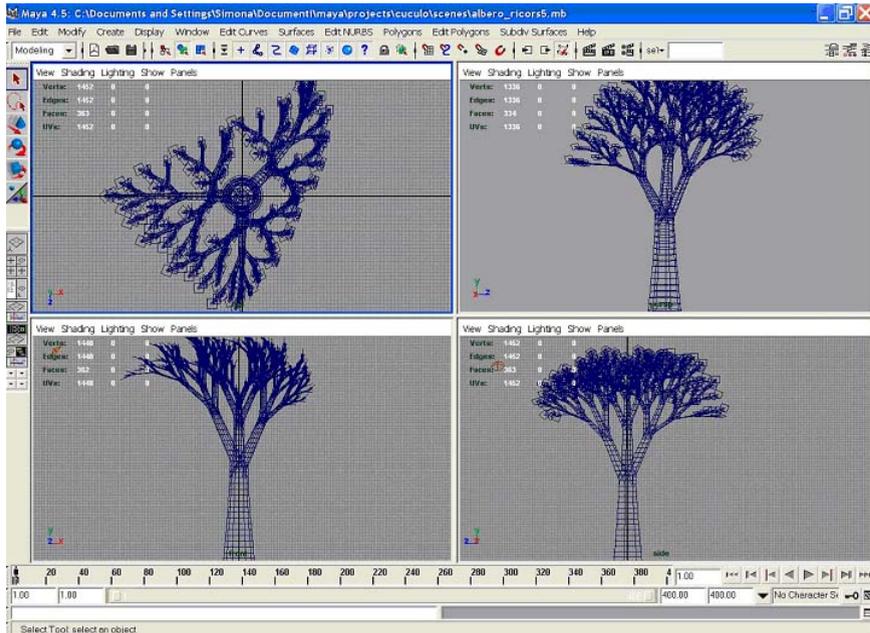


2 passi di ricorsione:



# Implementazione di un L-System (2)

5 passi di ricorsione:



Albero renderizzato:



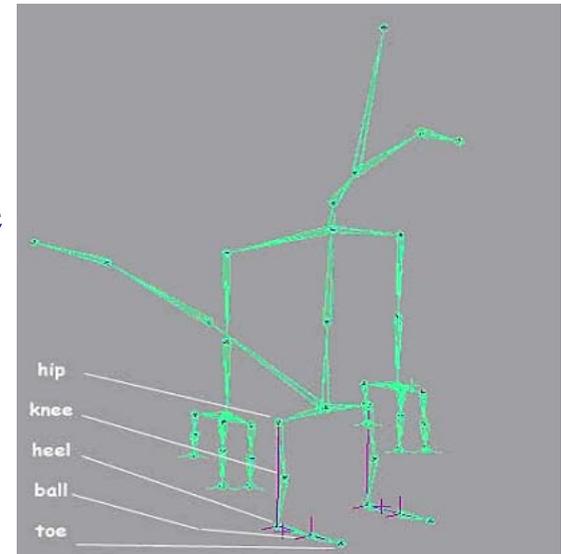
# ANIMAZIONE (1)

Un'animazione è rappresentata da una serie di immagini riprodotte in sequenza.

Ognuna di queste immagini è chiamata *frame*.

Per animare un personaggio bisogna creare uno scheletro e collegarlo alle superfici del modello → processo di “skinning”

Uno scheletro è composto da segmenti connessi con cerniere (joint) e fornisce la struttura utilizzata per animare il personaggio



# ANIMAZIONE (2)

Tecnica di animazione utilizzata: *keyframe*

Essa prevede che vengano definiti i valori nelle posizioni chiave che l'oggetto assume durante l'animazione (key-frame)

Il valore dei punti nei frame intermedi viene calcolata tramite interpolazione.

# Crowd Simulation (1)

Consente ad un insieme di elementi uguali di spostarsi come un gruppo, avendo quindi una meta comune, cercando di evitare gli ostacoli e di non collidere con i componenti del gruppo stesso.

Strategia per evitare le collisioni: campi di forze

- campo di forza repulsivo a corto raggio attorno ad ogni elemento
- campo di forza attrattivo posizionato attorno ad alcuni elementi del gruppo, chiamati leader

# Crowd Simulation (2)

## Campi di forze

**Vantaggi:** L'elemento del gruppo viene effettivamente diretto lontano dalla collisione

Tecnica facile da implementare

Gli effetti della forza decrescono quando il componente si allontana dall'ostacolo

**Svantaggi:** A volte può non produrre il moto desiderato

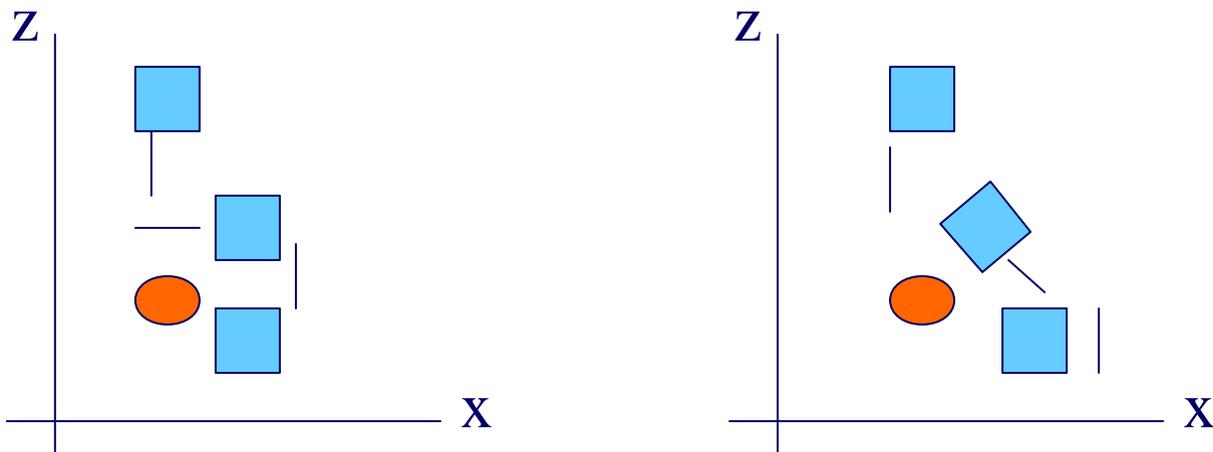
## Divisione e Ricompattamento

- ostacolo
- divisione della folla in gruppi separati
- ricompattamento del gruppo quando l'ostacolo è stato superato (bilanciamento tra collision avoidance e crowd centering)

# Implementazione della crowd simulation

Approccio adottato: campi di forze

- creazione di campi attrattivi
- sono stati creati campi repulsivi solo per gli oggetti
- soluzione per poter far ruotare l'elemento quando incontra un ostacolo  
 $\text{rot}Y = \arctan(x / z)$  dove  $x, z$  sono le componenti del vettore velocità



# Rendering (1)

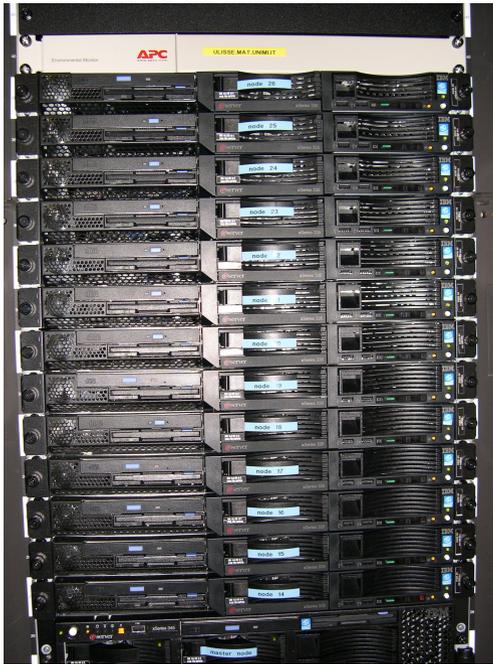
Permette di proiettare su un'immagine bidimensionale una scena 3D.

- camera
- proprietà dei materiali
- luci

Tempi stimati di render: 70 giorni !!!

⇒ Utilizzo della renderfarm del dipartimento di Matematica

# Rendering (2)



Renderfarm composta da 26 XEON biprocessori a 2.4 GHz, dove ogni nodo ha 1 GB di RAM

