

# Tecniche di animazione 3D nella realizzazione di un cortometraggio

---

Leonardo Marini

10 Dicembre 2019

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

1. Introduzione

2. Concetti di animazione

3. Progettazione

4. Produzione

# Intro

---

- Cortometraggio animato in 3D

- Cortometraggio animato in 3D
- Uso di diverse tecniche di animazione

- Cortometraggio animato in 3D
- Uso di diverse tecniche di animazione
- Breve durata

- Cortometraggio animato in 3D
- Uso di diverse tecniche di animazione
- Breve durata
- Nessun requisito sulla storia



Figure 1: Capitano



Figure 2: Ragazzo

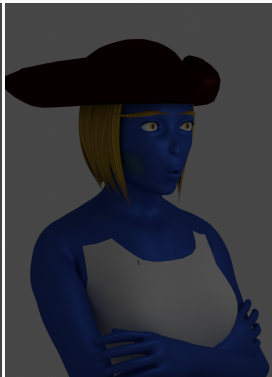


Figure 3: Capitana



# Concetti di animazione

---

# Rappresentazioni di rotazione

Angoli di Eulero

Quaternioni

Matrici

- Concettualmente semplice

# Rappresentazioni di rotazione

Angoli di Eulero

Quaternioni

Matrici

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante

## Quaternioni

## Matrici

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

## Matrici

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock

## Matrici

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock
- Concettualmente complessa

## Matrici

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock
- Concettualmente complessa
- Semplifica i calcoli

## Matrici



# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock
- Concettualmente complessa
- Semplifica i calcoli
- Interpolazioni consistenti e dirette

## Matrici

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock
- Concettualmente complessa
- Semplifica i calcoli
- Interpolazioni consistenti e dirette

## Matrici

- Qualsiasi tipo di trasformazione

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock
- Concettualmente complessa
- Semplifica i calcoli
- Interpolazioni consistenti e dirette

## Matrici

- Qualsiasi tipo di trasformazione
- Parenting

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock
- Concettualmente complessa
- Semplifica i calcoli
- Interpolazioni consistenti e dirette

## Matrici

- Qualsiasi tipo di trasformazione
- Parenting
- **Constraints**

# Rappresentazioni di rotazione

## Angoli di Eulero

- Concettualmente semplice
- Complessa e confusa in pratica
- L'ordine delle rotazioni è importante
- Gimbal lock e interpolazioni spezzate

## Quaternioni

- No gimbal lock
- Concettualmente complessa
- Semplifica i calcoli
- Interpolazioni consistenti e dirette

## Matrici

- Qualsiasi tipo di trasformazione
- Parenting
- Constraints
- Armature deform

- Figure complesse come quella umana

- Figure complesse come quella umana
- Approccio naive

- Figure complesse come quella umana
- Approccio naive
- Precisione del posizionamento



- Figure complesse come quella umana
- Approccio naive
- Precisione del posizionamento
- Difficile animare azioni comuni

- Approccio inverso

- Approccio inverso
- Figure complesse come quella umana

- Approccio inverso
- Figure complesse come quella umana
- Semplifica le animazioni

# IK (Inverse Kinematics)

- Approccio inverso
- Figure complesse come quella umana
- Semplifica le animazioni
- Complessa da calcolare

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial p_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_n} \\ \frac{\partial p_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_n} \end{bmatrix}$$

Matrice di derivate parziali corrispondenti alla differenza della posizione attuale dell'end-effector rispetto alla posizione obiettivo.

## Proprietà

- Soluzione iterativa
- Simile al simplesso

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial p_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_n} \\ \frac{\partial p_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_n} \end{bmatrix} \cdot Y = \begin{bmatrix} p_x & p_y & p_z & \alpha_x & \alpha_y & \alpha_z \end{bmatrix}^T$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial p_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_n} \\ \frac{\partial p_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_n} \end{bmatrix}$$

$$\cdot Y = \begin{bmatrix} p_x & p_y & p_z & \alpha_x & \alpha_y & \alpha_z \end{bmatrix}^T$$

$$\cdot \dot{\theta} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 & \dot{\theta}_2 & \cdots & \dot{\theta}_n \end{bmatrix}^T$$



$$\begin{bmatrix} \frac{\partial p_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_n} \\ \frac{\partial p_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_n} \end{bmatrix}$$

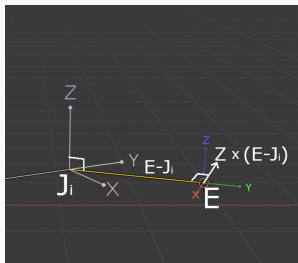
$$\bullet Y = \begin{bmatrix} p_x & p_y & p_z & \alpha_x & \alpha_y & \alpha_z \end{bmatrix}^T$$

$$\bullet \dot{\theta} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 & \dot{\theta}_2 & \cdots & \dot{\theta}_n \end{bmatrix}^T$$

$$\bullet V = \dot{Y} = J(\theta)\dot{\theta}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial p_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_x}{\partial \theta_n} \\ \frac{\partial p_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial p_y}{\partial \theta_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_2} & \cdots & \frac{\partial \alpha_z}{\partial \theta_n} \end{bmatrix}$$

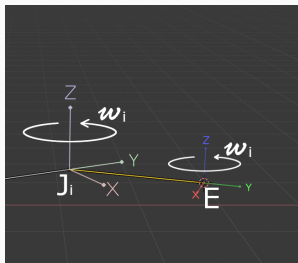
- $V = \begin{bmatrix} v_x & v_y & v_z & \omega_x & \omega_y & \omega_z \end{bmatrix}^T$
- $\dot{\theta} = \begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 & \dot{\theta}_2 & \cdots & \dot{\theta}_n \end{bmatrix}^T$
- $V = \dot{Y} = J(\theta)\dot{\theta}$



- $v = Z \times (E - J_i)$

- 

Figure 4: Velocità lineare,  $v$



- $v = Z \times (E - J_i)$
- $\omega = \omega_i$

Figure 4: Velocità angolare,  $\omega$

$$V = J\dot{\theta}$$
$$J^{-1}V = \dot{\theta}$$

# Progettazione

---

**Table 1:** Diversi tipi di rig necessari un una figura umana in base ai compiti che deve eseguire

Porzione del rig	Compito	Soluzione
Braccia	raggiungere e gesticolare	IK e FK
Mani	afferrare	FK
Gambe	correre e camminare	IK

# Produzione

---



## IK

camminata  
corsa  
raggiungere

## FK

raggiungere  
afferrare

## Curve

camminata  
corsa  
inseguimento spaziale

## Cicli

camminata  
corsa  
sparatorie

