
Animação Computadorizada

Marcelo Walter
UFPE

Alguns slides cedidos por Soraia Musse (PUC/RS)

Computação Gráfica - UFPE

Última atualização/junho 2009

Marcelo Walter

O que é Animação?

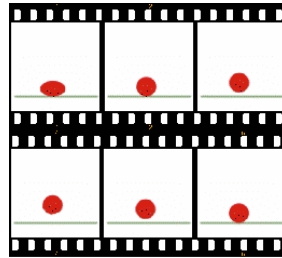
- Animar significa “dar vida” a um objeto, imagem ou desenho “sem vida”
- Alma em latim é **Anima** or **Animus**
- Animação é a arte do movimento expressa com imagens que não são obtidas direto da realidade

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

O que é Animação?

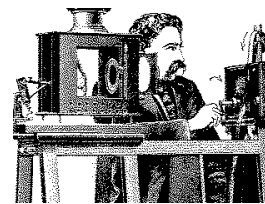
- Exibição de imagens numa velocidade tal que permite a ilusão de movimento
- A retina mantém a imagem por um certo tempo
- Possível devido a **persistência da visão**



10 quadros por segundo

Persistência da Visão

- Quantos quadros devem ser exibidos num determinado instante de tempo para a próxima imagem se “fundir” com a anterior
- Estudos estatísticos com pessoas
- Depende de vários fatores: condições de iluminação, brilho, etc
- Ao redor de **16 quadros por segundo** (*frames per second*)
- Cinema: 24 fps, mas cada frame é exibido duas vezes!!



Início da Animação

- *Stop-motion animation*
- J. Stuart Blackton - Pai da Animação Americana
- Parceria com Thomas Edison (que vendia o projetor)
- *“Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic”* (Arthur Clark)

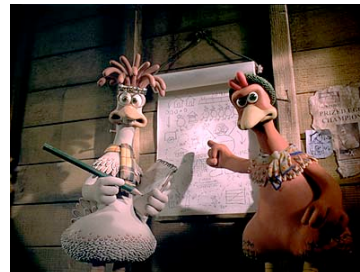


The Enchanted Drawing

©November 16, 1900
Thomas A. Edison

Animação Stop-Motion

- Objeto físico é manipulado, imagem capturada, repete
 - Claymation
 - Pinhead animation
 - Sand animation

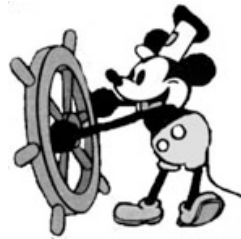


Chicken Run

<http://www.youtube.com/watch?v=TF5ldtVBBz8>

Disney: Animação como forma de arte

- Inovações
 - Idéia de story-board
 - Revisão dos movimentos com rascunhos em lápis
 - Novo hardware! **Multi-plane camera stand**
 - Uso efetivo de cor
 - Som!
 - Steamboat Willie (1928)

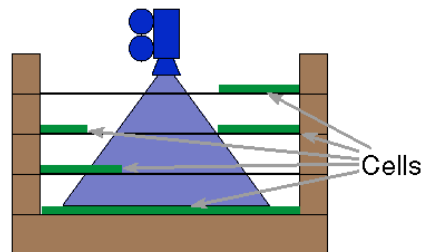
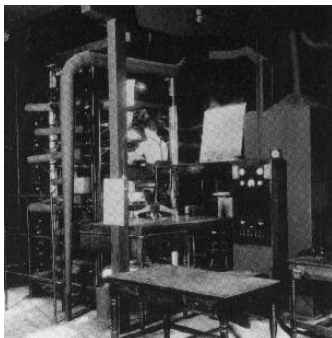


Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Multiplane Camera

- Move camadas de cena independentemente da câmera

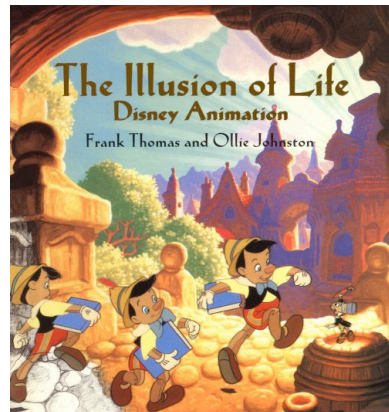


Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

12 Princípios de Animação

- 1 Squash and Stretch
- 2 Anticipation
- 3 Staging
- 4 Straight Ahead vs. Pose-to-Pose
- 5 Follow Through / Overlapping Actions
- 6 Slow In and Out
- 7 Arcs
- 8 Secondary Action
- 9 Timing
- 10 Exaggeration
- 11 Solid Drawing
- 12 Appeal



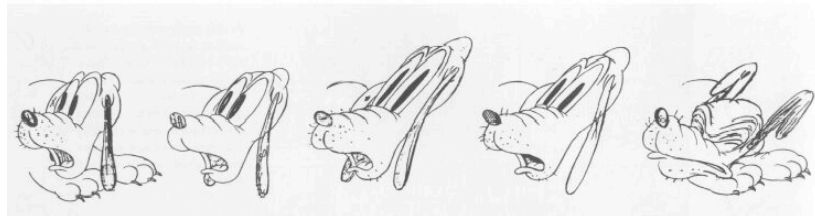
1ª ed 1981

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Squash and stretch

Definição da **rigidez** e **massa** de um objeto pela distorção da sua forma durante a ação



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Anticipation and Staging

- Preparação para a ação
- Deixa a idéia clara



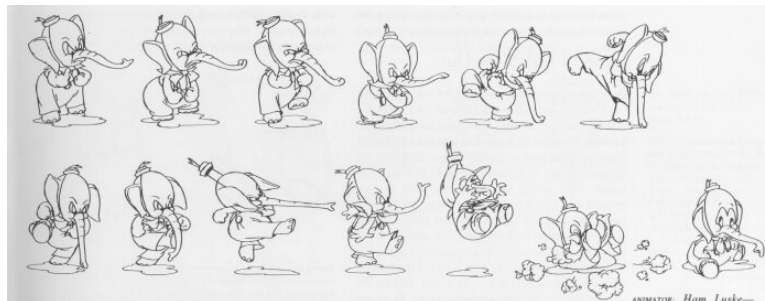
O que o Donald irá fazer a seguir?

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Follow Through

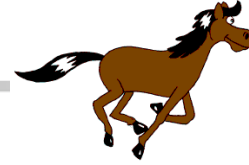
- Audiência gosta de ver a resolução de uma ação
- Descontinuidades são desconfortáveis...



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Secondary Motion



Observe o rabo e a crina do cavalo

- Personagens devem existir num ambiente real
- Movimentos extras complementares

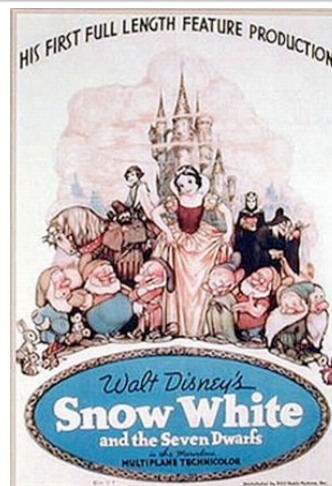


Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Animação Tradicional - 1937

- Branca de Neve e os Sete Anões
- Primeiro longa-metragem
- Uso efetivo de
 - Keyframing
 - Rotoscopia

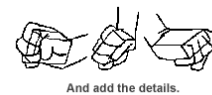
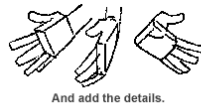
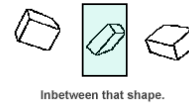
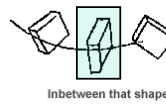
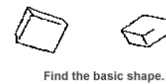
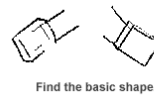
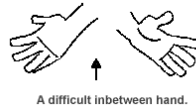


Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Keyframing

- Artista principal desenha os quadros-chave (*keyframes*)
- Artistas aspirantes são *Inbetweeners*, que desenham os quadros intermediários



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Keyframing

- Normalmente o começo e fim de uma ação
- Mudança de direção

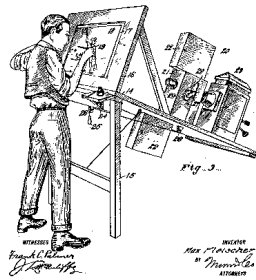


Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Rotoscopia

- Copiar um filme real quadro-a-quadro
- Inventado em 1914



Fada de Cinderela

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Animação **Assistida** por Computador

- Final dos anos 70, início dos anos 80
- Computador **auxilia** no processo de fazer filmes da maneira tradicional
 - Inbetween
 - Especificação do movimento
 - Rendering

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

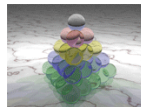
Mais difícil do que se imaginava...

- *The promise of higher output and quality using a computer has not been realized*
- *The transition ... has been much harder than expected*
- *A second problem ...animation system requires the management of **hundreds of thousands of drawings**, hence data base management techniques not normally found in experimental animation systems*

Catmull. *The problems of Computer Assisted Animation.*
SIGGRAPH 1978

Animação Computadorizada

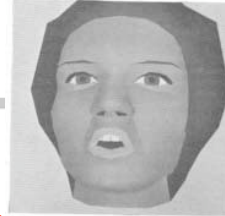
- *Arte de criar imagens em movimento utilizando o computador*
- *Começou quase junto com a CG em si*
- *Quando utilizado em filmes conhecido também como CGI - *Computer Generated Imagery**



Primeiros papers

- Frederick I. Parke. "Computer generated animation of faces". SIGGRAPH 1972!!

*"This paper describes the representation, animation and data collection techniques that have been used to produce "realistic" computer generated half-tone animated sequences of a human face changing expression. It was **determined** that approximating the surface of a face with a polygonal skin containing approximately **250 polygons** defined by about 400 vertices **is sufficient to achieve a realistic face**. Animation was accomplished using a cosine interpolation scheme to fill in the intermediate frames between expressions. This approach is good enough to produce realistic facial motion. The three-dimensional data used to describe the expressions of the face was obtained photogrammetrically using pairs of photographs."*



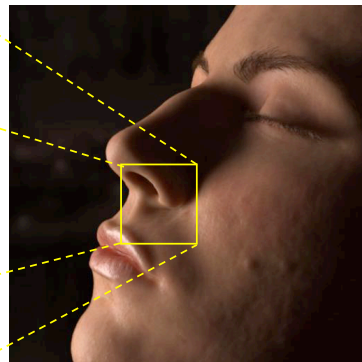
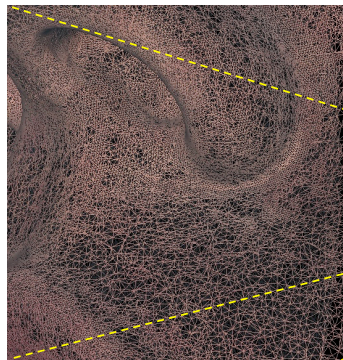
Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Quantos polígonos mesmo?

- Digital Face Cloning

13 MILHÕES!!



Henrik Wann Jensen
Sketch-Siggraph 2003

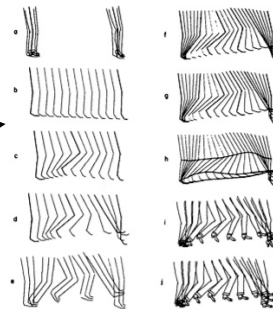
Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Primeiros papers?

Se lembram quem é este??

- E. Catmull, "A System for Computer Generated Movies", Proceedings of the ACM National Conference, 1972
- N. Burtnyk and M. Wein. "Interactive skeleton techniques for enhancing motion dynamics in key frame animation" Communications of the ACM, 19(10), October 1976

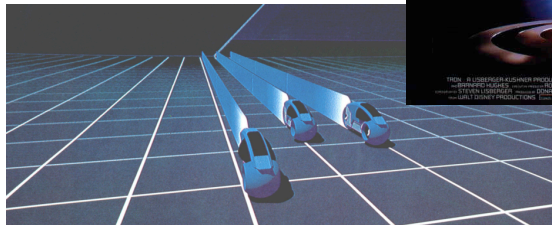


Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Primeiro filme a usar CG

- TRON - 1982
- Fracasso comercial



<http://www.youtube.com/watch?v=3efV2wqEjEY>

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Luxo Jr. - 1986

- Primeiro curta da Pixar
- Dirigido por John Lasseter - Nomeado para Oscar
- **Mudou a maneira de ver o potencial do computador para animações**
- Em termos técnicos:
 - Shadow Maps
 - Renderman Language



Computação Gráfica - UFPE

<http://www.youtube.com/watch?v=PvCWPZfK8pI>

Marcelo Walter

Jurassic Park - 1993



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Jurassic Park - 1993



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Toy Story - 1995



- Primeiro longa considerado totalmente feito em CG (Cassiopéia no Brasil?)

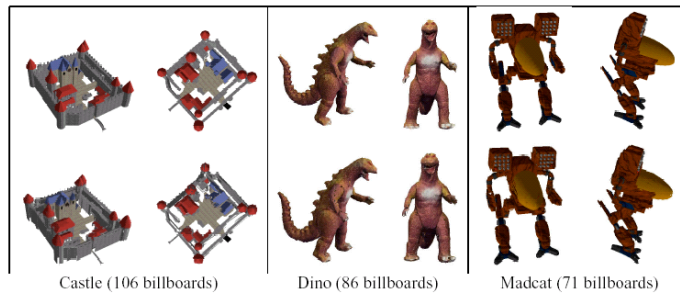


www.cassiopéia.com.br

Marcelo Walter

Técnicas 2D

- Sprites animados
- Billboards, impostores



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Técnica para Animação de Sprites

- Animações criadas por uma reorganização dos frames previamente gravados

15,000 usable sprite frames



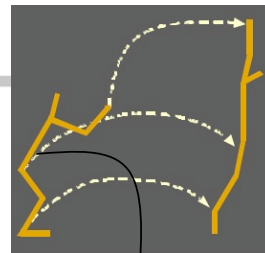
Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

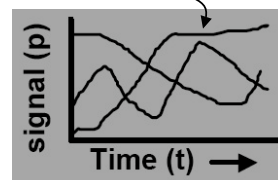


Movimento

- Cerne da animação!
- Aspecto mais característico da animação
- Expressa o *mood* dos caracteres (triste, alegre, ...)
- O que é um movimento?
- **Movimentos mapeiam configurações no tempo**



cintura



Técnicas para Animação

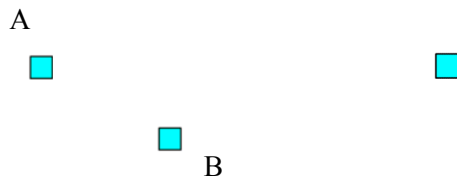
- Fazer à mão (Keyframe)
- Capturar
 - Rotoscopia
 - motion capture
- Calcular
 - Física
 - Procedural



Da Vinci
Estudo de mãos
1474

Keyframing (KF)

- Animadores experientes definem as posições-chave
- Computador gera os quadros intermediários por alguma **interpolação**



Como ir de A a B?

Interpolação em KF

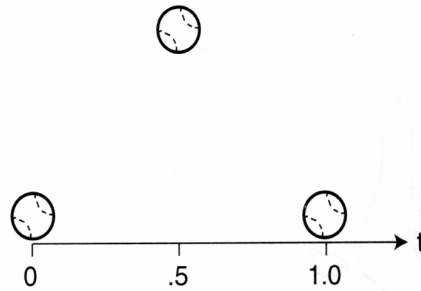
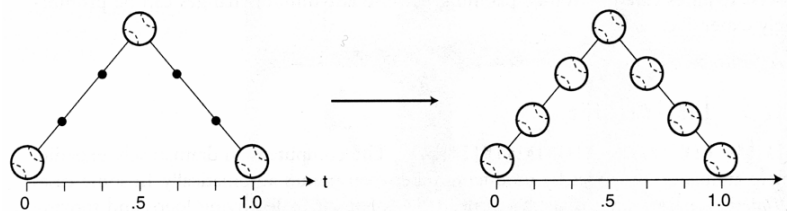


Figure 10.4 Three keyframes. Three keyframes representing a ball on the ground, at its highest point, and back on the ground.

From "The computer in the visual arts", Spalter, 1999

Interpolação Linear

Figure 10.5 Inbetweening with linear interpolation. Linear interpolation creates inbetween frames at equal intervals along straight lines. The ball moves at a constant speed. Ticks indicate the locations of inbetween frames at regular time intervals (determined by the number of frames per second chosen by the user).



Simple, mas não muito realista
Pontos igualmente espaçados

Interpolação Não-linear

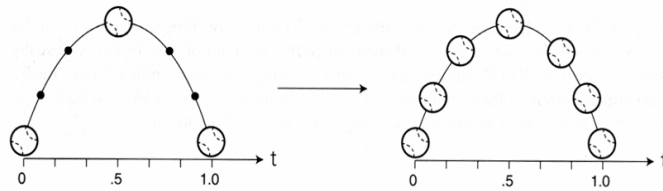


Figure 10.9 Inbetweening with nonlinear interpolation. Nonlinear interpolation can create equally spaced inbetween frames along curved paths. The ball still moves at a constant speed. (Note that the three keyframes used here and in Fig. 10.10 are the same as in Fig. 10.4.)

Melhora as posições da bola, mas ainda pontos igualmente espaçados

Easing

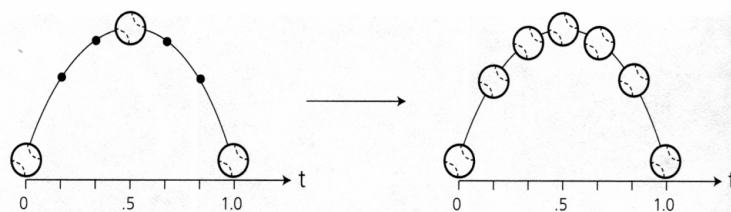
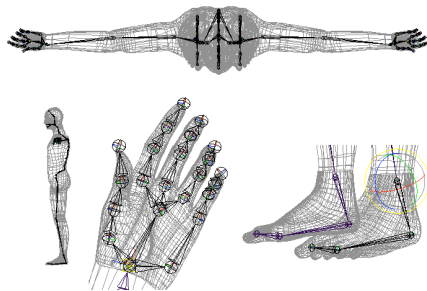


Figure 10.10 Inbetweening with nonlinear interpolation and easing. The ball changes speed as it approaches and leaves keyframes, so the dots indicating calculations made at equal time intervals are no longer equidistant along the path.

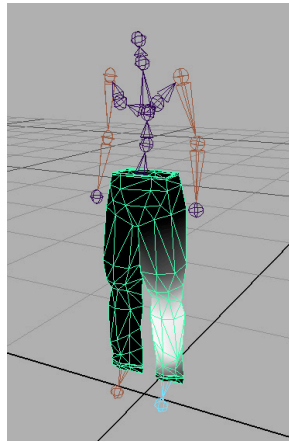
Ajuste no tempo entre frames. Representa melhor a velocidade da bola ao subir e descer

Definindo os esqueletos

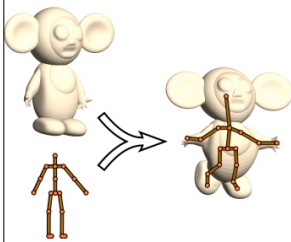


Estabelecer uma relação entre os polígonos e uma representação hierárquica

KF define as posições do esqueleto no tempo. Polígonos acompanham



Rigging



- Significa a construção e definições relativas a um personagem animável
- Preparar um personagem para ser animado.
- Um 'rig' tem vários graus de liberdade (DOF) que podem ser utilizados para controlar várias propriedades
- Processo tedioso. Especifica como a informação de movimento altera o personagem

Captura

- Rotoscopia

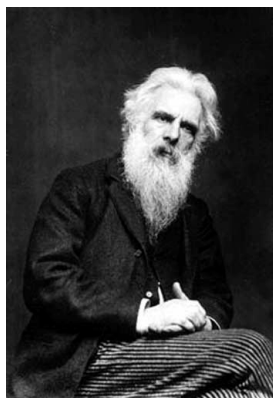


Terminator II (1991)

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Muybridge e Stanford



Muybridge

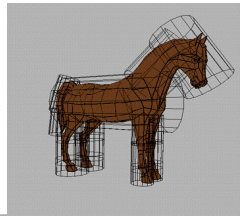
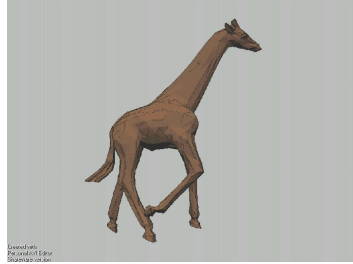


1872 - Governador da Califórnia contrata Muybridge para “provar cientificamente” que num trote de cavalo, as 4 patas ficam todas no ar em algum momento

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Polygonal Horse e Giraffe



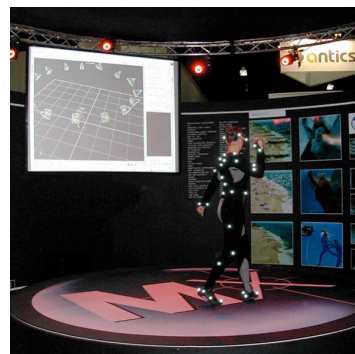
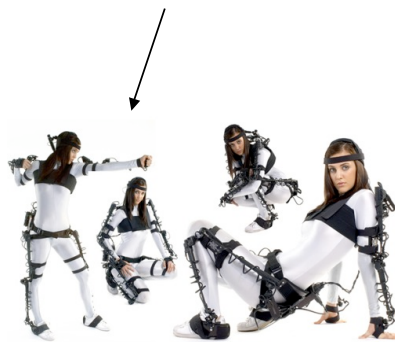
Walter, Fournier.
Growing and
Animating
Polygonal Models
of Animals.
Eurographics 1997

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Captura de Movimento - MOCAP

- Sistemas caros
- Não-Óticos ou Óticos →



Exo-skeleton

Computação Gráfica - UFPE

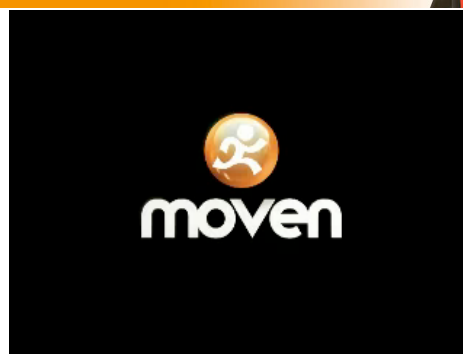
Marcelo Walter

Captura de Movimento - MOCAP



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter



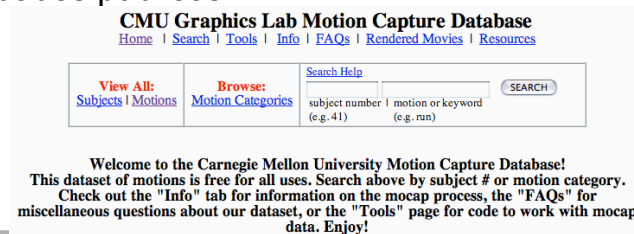
Sensores miniatura inerciais
Transmissão wireless

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Vantagens

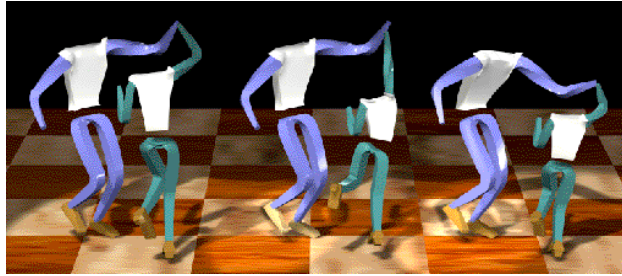
- Captura exatamente os movimentos dos atores
- Relativamente fácil de capturar
- Disponibilidade de capturas em banco de dados públicos



Desvantagens

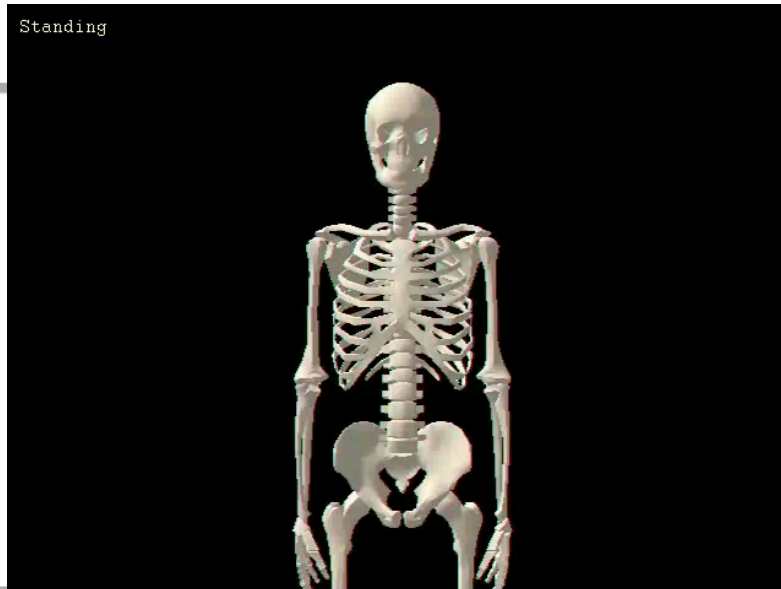
- Ruído
- Oclusões
- Se não for wireless ou câmera, tem os fios...
- Alinhamento do dados capturados com o personagem CG
- Reutilização dos dados
 - Difícil mudar escala no tamanho (precisa também alterar no tempo)
 - Mudar apenas parte do movimento
- Transição entre movimentos
 - Motion clips são curtos

Customização de MOCAP



- Adaptar os movimentos a novos personagens
- Exagerar movimentos
- Blending de movimentos
- Problema ainda em aberto de pesquisa

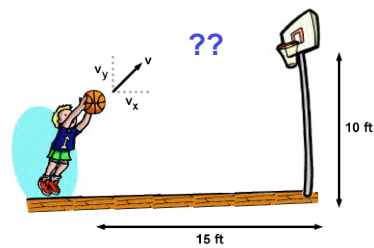
Standing



Calculando Movimento

- Movimento criado a partir de algoritmos
- Regras ou uso de Física
- Física difícil de controlar

Quais os valores dos parâmetros (velocidade, direção, etc) para a bola acertar a cesta?



Cinemática Inversa - IK

- Sistema calcula as condições iniciais a partir do efeito desejado

“Posiciona as mãos do atleta no cavalo”



Técnicas High-level

- Corpos rígidos
- Corpos deformáveis
- Corpos articulados
- Sistemas massa-mola

Corpos rígidos

- Corpos com massa
- Possuem movimento translacional e rotacional
 - Translacional (como se houvesse somente o CM)
 - Rotacional: física considerando o torque
 - Não possui movimento interno



Corpos Deformáveis

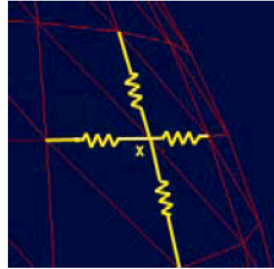
- Formado por partículas com 3 DOFs translacionais
- Existe movimento interno
- Métodos:
 - Deformação geométrica
 - FFD
 - Restrições
 - Deformação física

Corpos Articulados

- Hastes
- Articulações
- Forças/Torques
- Distribuição pelas hastes
- Base

Sistemas Massa-Mola

- Base de muitas simulações de tecidos
- Vértices são pontos de massa
- Arestas são molas

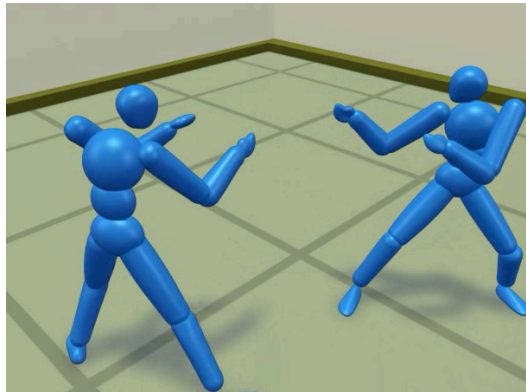


Exemplos

**Simulation
of Bracelets
with
Collisions
and Gravity**

Dynamic Response for MOCAP - Zordan et al - SIGGRAPH 2005

- Incorpora impactos inesperados em seqüências mocap
- Mistura física para cálculo do impacto e blending com mocap de novo



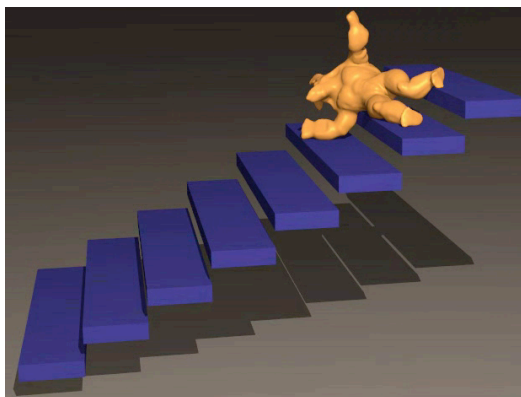
Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Hot Topics



- Irving, G., Schroeder, C., and Fedkiw, R. **"Volume Conserving Finite Element Simulations of Deformable Models"**. SIGGRAPH 2007



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Hot Topics



- Rony Goldenthal et al. **“Efficient Simulation of Inextensible Cloth”** SIGGRAPH 2007

Efficient Simulation of Inextensible Cloth

Rony Goldenthal The Hebrew University
Columbia University
David Harmon Columbia University
Raanan Fattal UC Berkeley
Michel Bercovier The Hebrew University
Eitan Grinspun Columbia University

Hot Topics



- Constraint-based Motion Optimization Using A Statistical Dynamic Model, SIGGRAPH 2007

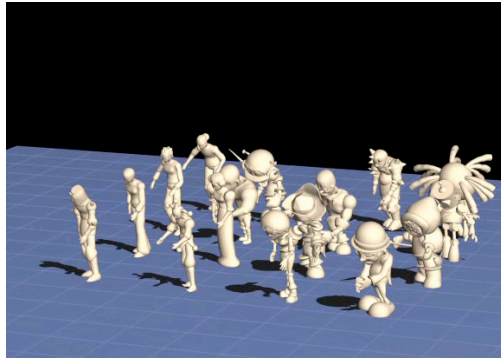
Constraint-based Motion Optimization Using a Statistical Dynamic Model

Jinxiang Chai, Texas A&M University
Jessica K Hodgins, Carnegie Mellon University

Hot Topics



- Automatic Rigging and Animation of 3D Characters
- Ilya Baran & Jovan Popović



Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Hot Topics



- Lee, Choi, Jehee Lee.
Group Behavior from Video: A Data-Driven Approach to Crowd Simulation

Group Behavior from Video

A Data-Driven Approach to Crowd Simulation

Kang Hoon Lee
Myung Geol Choi
Qyoun Hong
Jehee Lee

Seoul National University

Computação Gráfica - UFPE

Marcelo Walter

Hot Topics

07 EUROGRAPHICS
PRAGUE CZECH REPUBLIC
03-07 SEPTEMBER

- Alon Lerner,
Yiorgos
Chrysantho,
Dani
Lischinski
**Crowds by
Example**

"Crowds by Example"

Alon Lerner
Yiorgos Chrysanthou
Dani Lischinski

Referência clássica

- Lançamento em
Outubro de 2007
- Rick Parent



Rick Parent

