

COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Unidade 8 – Animações por Computador

Ivan Nunes da Silva



1



Conceito de Animação

- Apresentação sucessiva de quadros (frames) em alta velocidade.
- Cada quadro subsequente representa uma alteração do anterior.
- A ilusão de continuidade e movimento é provocada pelo tempo de persistência de uma imagem no nervo óptico.
 - Acima de 16 frames por segundo (fps) → Sensação de movimento.
 - Acima de 23,96 fps → Sensação de tempo real.
 - Acima de 26 fps → Taxa mais utilizada em animação.
 - Alguns jogos utilizam até 35 fps.

2



Animação em CG x Animação Convencional

• Animação Convencional

- Técnicas de desenho e pintura de quadros realizadas manualmente.
- Quadros são fotografados e apresentados em alta velocidade.
- Quadros também podem ser fotografias de objetos físicos (bonecos de argila, massa sintética ou mesmo objetos comuns).
- Ex: Desenhos Disney, Claymation (argila), Stop Motion, etc.



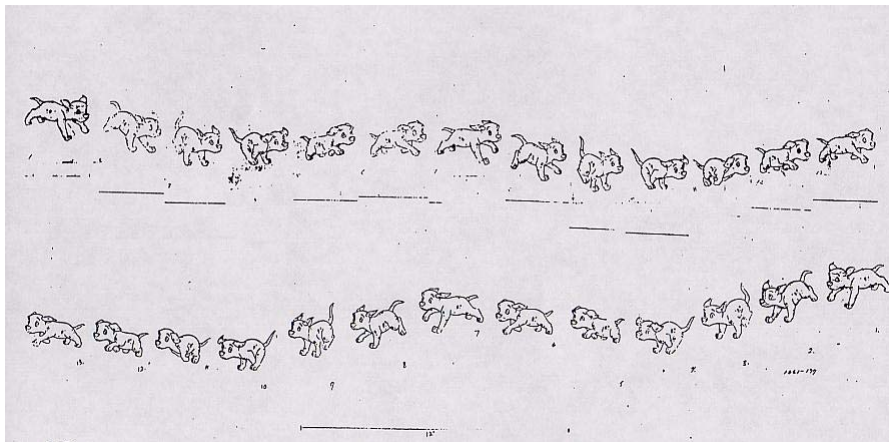
Animações convencionais: Desenho em Acetato, Claymation e Stop Motion

3



Animação em CG x Animação Convencional

• Animação Convencional: ACETATO (com model Sheets)



Diversos quadros-chave a serem transferidos para Acetato: 101 Dálmatas

4

- Animação Convencional: CLAYMATION (com Bonecos de Argila)



5

- Animação Convencional: STOP MOTION (com massa sintética)



6



Animação em CG x Animação Convencional

• Animação em COMPUTAÇÃO GRÁFICA

- ♦ Quadros são digitalizados ou totalmente confeccionados via computador.
- ♦ Desenhos e coloração são melhorados com o auxílio de ferramentas CAD/CAM e *After Effects*.
- ♦ Permite a instância de objetos de uma cena, criando-se novas perspectivas de animação.
- ♦ Permite a melhora de técnicas convencionais como o *Stop Motion*.



Animações em Stop Motion do filme “A Noiva Cadáver” melhoradas com o Apple Final Cut 7



Métodos de Controle de Movimento

Controle Explícito

- Por meio de quadros-chave o animador fornece tudo o que irá ocorrer na cena:
 - Rotação
 - Translação
 - Escala
 - Quadros-chave e tipo de interpolação entre eles
 - Ex: *Shockwave Flash*



Métodos de Controle de Movimento

Controle Procedural

- Cada elemento em uma cena influencia e sofre influência de seus vizinhos.

Controle Fundamentado em Restrições

- Deve-se respeitar restrições de movimentos dos objetos durante a animação:
 - Restrição de Posição.
 - Restrição de Ângulo.
 - Restrição de Interação.

9



Métodos de Controle de Movimento

Controle Fundamentado em Modelos Armazenados

- **Rotoscopia** → Informações vindas do mundo real são empregadas no sistema de controle:



Animador realizando uma rotoscopia de um boneco com sensores e visualizando em tempo real o resultado da animação em seu visor

Controle Fundamentado em Cinemática e Dinâmica

- Definição de posições, velocidades e acelerações
 - Mais fácil de modelar, menor esforço computacional.
- Parametrização de forças e torques
 - Movimentos complexos, realísticos.

10

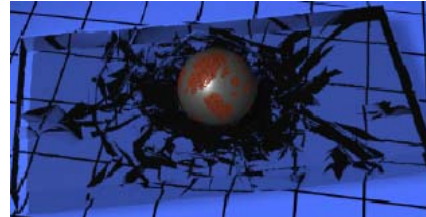


Métodos de Controle de Movimento

Controle Fundamentado em Leis Físicas

- Modelagem de objetos leva em consideração características físicas:

- Massa;
- Centro de Massa;
- Momento de Inércia;
- Coeficiente de Atrito, etc.



Modelo gráfico de uma esfera de metal caindo sobre uma placa de vidro

- Movimento produzido pela aplicação de forças e torques sobre o objeto.
- Especificação de restrições e condições iniciais.

11



Métodos de Controle de Movimento

Controle Comportamental

- Cada entidade reage de acordo com o comportamento de entidades vizinhas.
- Exemplo: Bando de pássaros voando:
 - Devem evitar colisões com os vizinhos próximos.
 - Devem alcançar a mesma velocidade dos vizinhos próximos.
 - Devem ficar o mais próximo possível de seus vizinhos imediatos.

12

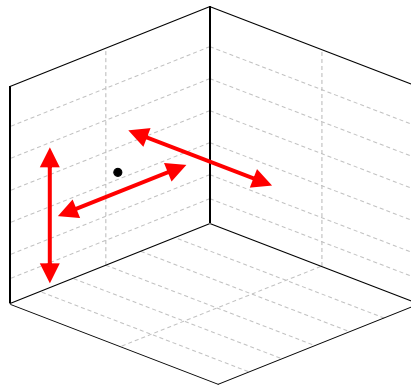


Controle Fundamentado em Leis Físicas

• Tipos de Objetos

➤ Partículas

- Modelado como um ponto $[x,y,z]$ e com 3 graus de liberdade.



Um ponto só pode ter três graus de liberdade devido à translação, pois nele não podemos aplicar transformações de escala e nem de rotação.

13



Controle Fundamentado em Leis Físicas

• Tipos de Objetos

➤ Corpos Rígidos

- Modelado como um conjunto de vértices de polígonos.
- Pontos com distâncias fixas.
- Possui 6 graus de liberdade em relação ao universo: 3 para translação e 3 para rotação.



Personagem “Biscoito” dos filmes Shrek e Shrek 2

14



Controle Fundamentado em Leis Físicas

• Tipos de Objetos

➤ Corpos Flexíveis

- Infinitos pontos que se movimentam uns em relação aos outros.
- Na prática, utilizam-se finitos pontos que representam vértices de polígonos ou pontos de controle de superfícies paramétricas.
- Distância entre pontos varia em função do tempo.
- Cada ponto é modelado como uma partícula: 3 graus de liberdade.
- Para n pontos, tem-se $3n$ graus de liberdade.



15

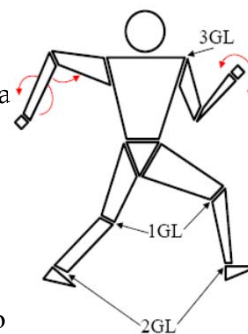


Controle Fundamentado em Leis Físicas

• Tipos de Objetos

➤ Corpos Articulados

- Elementos conectados por articulações.
- Elementos podem ser Rígidos ou Flexíveis.
- Movimentação de um elemento está restrita aos outros elementos em que se encontra conectado: 1 à 3 graus de liberdade.
- Total de graus de liberdade do objeto: 6 (universo) + somatório dos graus de liberdade de todas as articulações.
- Se os elementos forem Flexíveis, deve-se acrescentar ao total de graus de liberdade o número de graus de liberdade individual de cada elemento.
- Corpo humano pode ter até 200 GL.



16



Restrições de Movimento

- **Objetivo:** Facilitar o trabalho do animador em determinar o roteiro completo da animação, devendo-se realizar simulações de cinemática e dinâmica.
- **Restrições Cinemáticas**
 - Atuação nas variáveis cinemáticas (posição, velocidade, etc.) de acordo com algum critério.
- **Restrições Dinâmicas**
 - Ponto no espaço pode transladar.
 - Ponto fixo em um ponto de outro corpo: objetos devem mover-se separadamente.
 - Ponto deve seguir um caminho quando estiver fixo no mesmo.
 - Orientação no espaço em relação a um ponto.
- **Restrições Espaços-Temporais**
 - Posições iniciais, finais e intermediárias dos objetos, bem como as velocidades, influenciam diretamente no movimento.
- **Outras Restrições**
 - Limitação de força.
 - Prevenção de interpenetrações.

17



Dificuldades da Análise Dinâmica

- **Custo computacional extremamente elevado:**
 - Detecção de todos os graus de liberdade dos objetos de uma cena.
 - Tempo muito elevado para criar animações.
 - **Solução:** Utilização de clusters para distribuir a carga de cálculos.

Cluster para processamento gráfico da empresa ILM, cujos principais clientes são Lucas Filmes, Disney Pixar e DreamWorks



CPUs da GhetoCluster trabalhando de forma distribuída

18



Dificuldades da Análise Dinâmica

- **Instabilidade Numérica**

- Amostragem de 50 à 300 fps, enquanto que a gravação ocorre em média à 30 fps.
- Se a frequência de amostragem for muito elevada, a solução para as equações pode não ser encontrada.
- **Solução:** Utilizar amostragem adaptativa.

19



Dificuldades da Análise Dinâmica

- **Controle do Movimento em Animações Realistas:**

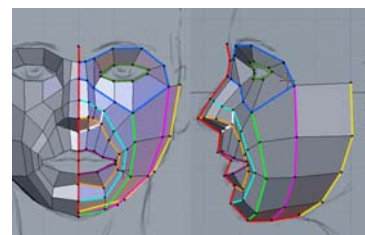
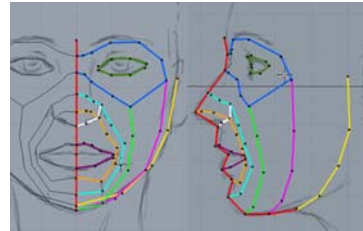
- Necessário definir forças e torques como aqueles realizados pelos músculos.
- Força muscular necessária para efetuar determinado movimento é extremamente difícil de ser quantificada.
- Elementos (braço, ombro, pescoço, etc.) interagem de formas diferentes para cada indivíduo.

20



Animações Humanóides

- Utilizam-se todas as formas de animações conhecidas:
 - Quadros-chave, restrição de posição, cinemática, dinâmica e comportamental.
- **Motion-Capture (MC)**
 - Captura da posição e orientação de um objeto real no espaço físico, sendo que a gravação desta informação vai ser utilizada em um modelo computacional.



MC utilizando canetas óticas e sensores na face de um ator

21

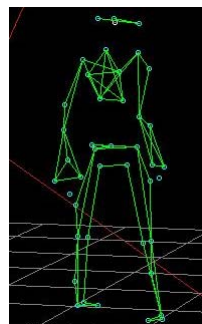


Motion-Capture

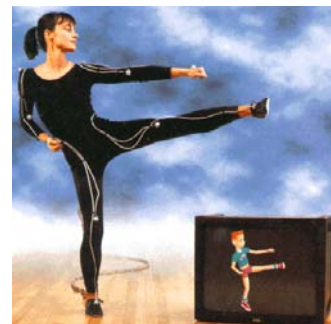
- Armazena os movimentos através da amostragem uniforme das posições ou orientações globais de marcadores posicionados no corpo de um ator.



MC utilizando sensores no corpo dos atores e estações de radar



Modelo computacional após o MC

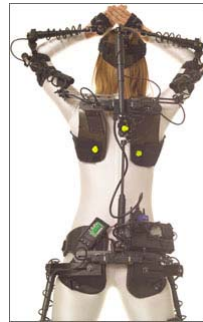


MC utilizando sensores no corpo da atriz, conectados a um sistema de aquisição

22

Motion-Capture

- Cada elemento é armazenado em uma estrutura hierárquica que representa os movimentos humanos

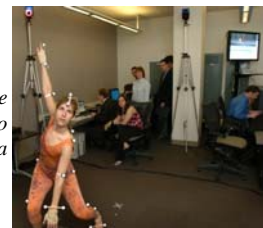


Potenciômetros e solenóides

Sensores de posição



Sensores de rádio frequência

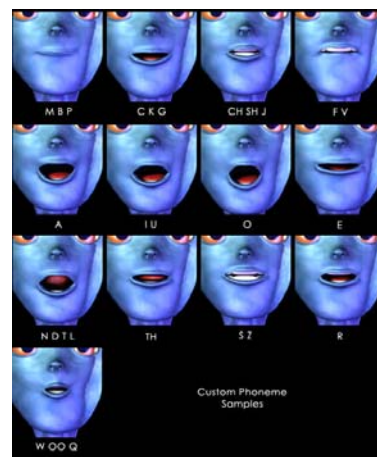
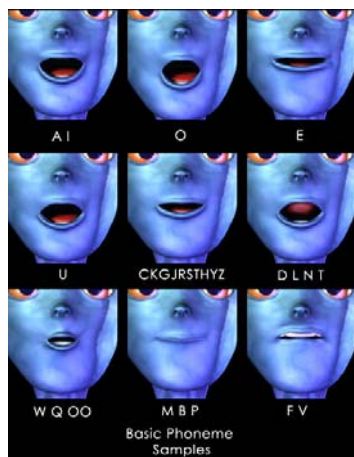


Sensores faciais e corporais para MC através de potenciômetros e solenóides, sensores de emissão de rádio frequência e de posição

23

Sincronização de Fala

- Fonemas são identificados com sua respectiva representação visual.



24



Sincronização de Fala

- Através da forma de onda emitida pelo locutor, cada fonema é identificado.
- Cada fonema é relacionado com sua representação visual, inserindo-se quadros entre os quadros-chave.

Treason - Magpie Exposure Sheet

Frame	Waveform	Timecode	Key	Mouth name	Comments
0		00.00.00.00	X	Closed	
1		00.00.00.01		Closed	
2		00.00.00.02	X	Y	You
3		00.00.00.03			
4		00.00.00.04	X	OO	
5		00.00.00.05		OO	
6		00.00.00.06		OO	Will
7		00.00.00.07	X	L	
8		00.00.00.08		L	
9		00.00.00.09	X	P	Pay
10		00.00.00.10	X	P	
11		00.00.00.11		P	
12		00.00.00.12	X	A	
13		00.00.00.13		A	
14		00.00.00.14		A	
15		00.00.00.15	X	E	
16		00.00.00.16		E	
17		00.00.00.17	X	F	For
18		00.00.00.18	X	F	
19		00.00.00.19		F	
20		00.00.00.20	X	I	
21		00.00.00.21		I	
22		00.00.00.22		I	
23		00.00.00.23		I	
24		00.00.00.24	X	OO	Your
25		00.00.00.25		OO	
26		00.00.00.26	X	R	
27		00.00.00.27		R	
28		00.00.00.28	X	S	Treason
29		00.00.00.29		S	
30		00.00.00.30			

Tabela de Relacionamento de Fonemas (Representação Visual)

25



Sincronização de Fala

Apenas movimento labial



[Treason-Soft.avi](#)

Alguns movimentos de face



[Treason-Custom.avi](#)

Movimento completo



[Treason-Final.avi](#)

Movimento completo com texturas na face



[Treason-All.avi](#)

Discurso: “You will pay for your treason pilot”.

26



Exemplos de Animação

Objeto Leve



[weight-bug-light.avi](#)

Objeto pesado



[weight-bug-heavy.avi](#)

Salto real



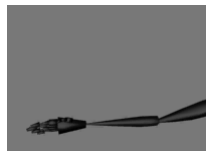
[anticip-bug-jump.avi](#)

Salto ruim



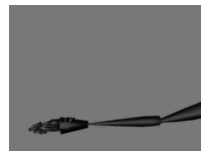
[anticip-bug-jump-bad.avi](#)

Braço real



[ease-arm-good.avi](#)

Braço ruim



[ease-arm-bad.avi](#)

27



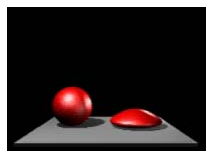
Exemplos de Animação



[bug-squash-tummy.avi](#)



[sec-bug-look.avi](#)



[squash-ball.avi](#)



[weight-ball.avi](#)

28



Exemplos de Animação

- Executar o link:
 - [stop_motion.wmv](#)
- Executar o arquivo do Xiao:
 - [xiao3.exe](#)

29



Fim da Apresentação



30