

1. Um pouco de história ...

O conceito de animação é antigo. Analisando historicamente as suas origens, vemos que os primeiros trabalhos foram desenvolvidos antes mesmo da invenção do computador:

1824	Peter Roget apresenta o seu trabalho “ <i>The persistence of vision with regard to moving objects</i> ” à Sociedade Real Britânica.
1831	O Dr. Joseph Antoine Plateau e o Dr. Simon Ritter constróem uma maquina chamada <i>phenakistoscope</i> , que produz a ilusão de movimento permitindo ao observador visualizar um disco giratório contendo pequenas janelas, através das quais é possível observar um outro disco contendo uma sequência de imagens. Rotacionando-se os discos na velocidade correcta, a sincronização das janelas com as imagens cria o efeito animado.
1887	Thomas Edison dá inicio à sua pesquisa sobre imagens animadas.
1889	Thomas Edison anuncia o desenvolvimento do seu kinetoscópio, que conseguia

	projectar um filme de 10m de comprimento em aproximadamente 13 segundos.
1889	George Eastman começa a produção de filmes fotográficos utilizando como elemento base a nitro-celulose.
1895	Louis e Auguste Lumière conseguem uma patente sobre o desenvolvimento de um aparelho chamado cinematografo, capaz de projectar imagens animadas.
1896	Thomas Armat desenvolve o vitascópio, que foi utilizado para projectar os filmes de Thomas Edison. Esta maquina teve grande influencia no desenvolvimento de todos os projectores subsequentes.
1906	J. Stuart Blackton produz o primeiro filme animado chamado “ <i>Humorous phases of funny faces</i> ”.
1908	Winsor McCay produz uma sequência animada utilizando o seu personagem cómico de Quadrinhos, chamado “ <i>Little Nemo</i> ”.
1909	Winsor McCay produz o cartoon chamado “ <i>Gertie the Trained Dinosaur</i> ”, formado por 10.000 películas de desenhos
1913	Pat Sullivan cria a série animada “Gato Félix”.
1915	Earl Hurd desenvolve o conceito de <i>Cel Animation</i> .
1923	Walt Disney utiliza a técnica de combinar actores reais com <i>cartoons</i> no filme “ <i>Alice's Wonderland</i> ”.
1926	Lotte Reiniger produz o primeiro filme completamente animado, chamado “ <i>Prince Achmed</i> ”.
1927	Os Irmãos Warner lancam “ <i>The Jazz Singer</i> ” que, pela primeira vez, combinava som e imagens.
1928	Walt Disney cria o primeiro cartoon com som sincronizado, chamado “ <i>Mickey Mouse</i> ”.
1945	Harry Smith produz animação desenhando directamente na película de filme.
1957	John Whitney cria os primeiros gráficos analógicos gerados por computador.
1961	John Whitney cria a primeira sequência animada de letreiros para a televisão.
1964	Ken Knowlton, trabalhando nos laboratórios da <i>Bell Company</i> , começa a desenvolver técnicas de computação para produzir Filmes animados.

2. Animação por Computador

Existem diferentes formas de produção de animação por computador:

- a) Animação baseada em *frames* (*frames based animation*) – este processo baseia-se no mesmo princípio das formas mais elementares de produção de animação: desenham-se tantos quadros ou *frames* quanto os necessários para produzir a iluminação da animação; enquanto os filmes de animação passam cerca de 30 *frames* por segundo(fps), uma animação em computador pode funcionar com 12 a 16 fps.
- b) Animação baseada em *cels* (*cel-based animation*) – este processo de criação de animação evoluiu do anterior, no sentido de se poder aumentar a produtividade em termos da qualidade de desenhos necessários; a designação *cel* deriva da utilização de camadas de papel de celulóide para desenhar diferentes cenários em camadas que depois eram sobrepostas; existem programas de animação que permitem desenhar em diferentes camadas (*layers*) para cada um dos planos que se pretendem representar; enquanto algumas camadas permanecem fixas, outras podem representar mais ou menos movimento.
- c) Animação baseada em objectos- trata-se de uma técnica utilizada em muitos programas de multimédia em geral (como, por exemplo, o *ToolBook*) e não apenas em programas específicos de animação; neste caso, criam-se ou inserem-se objectos com efeitos de animação em páginas (*slides* ou *frames*) da apresentação; esses efeitos de animação podem ser desde simples palavras a rolar no ecrã, até objectos tridimensionais em rotação ou transformação de uma imagem noutra (*morph*). [Azul98]

Animar um objecto não consiste simplesmente na definição da sua trajectória ou comportamento ao longo do tempo. Os objectos que serão animados devem ser representados correctamente no computador, de modo a fornecer uma descrição adequada e intuitiva, facilitando assim a sua simulação. Esta representação dependerá de dois factores: os parâmetros e a representação visual dos objectos. Os parâmetros poderão ser geométricos (posição e orientação), físicos (aceleração, massa, etc.) e até comportamentais (relações, motivações etc.). Os aspectos visuais dos objectos reais, nem sempre são possíveis representar a sua complexidade total no computador.

O resultado final é uma sequência de configurações, que descrevem a variação desses parâmetros ao longo do tempo. Essas etapas podem ser exemplificadas como:

Modelos Geométricos + Parâmetros de Animação = Sequência de configurações

A passagem de uma etapa para a outra não é directa, e envolve uma série de sub-etapas essenciais para o processo de animação.

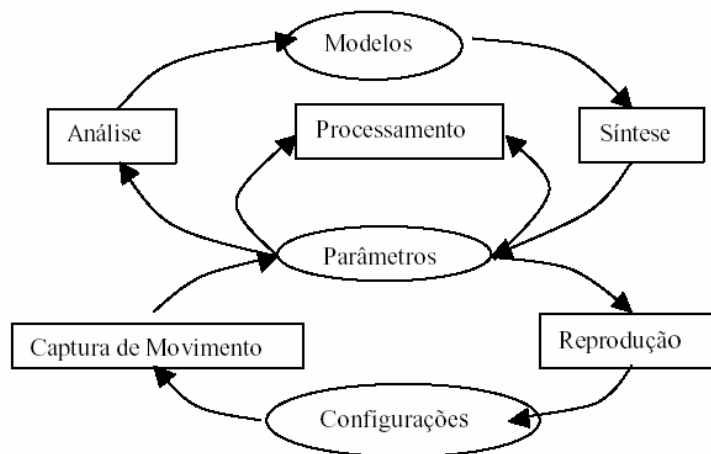


Fig. 1. Funcionamento da Animação

2.1. Etapas para o processo de animação

2.1.1. Síntese

Os parâmetros de animação associados aos objectos geométricos são usualmente gerados (ou sintetizados) através de processos computacionais, onde um modelo matemático é utilizado para representar no computador o movimento (ou mesmo o comportamento) de objectos reais. A etapa de síntese de parâmetros de animação é a mais estudada actualmente. Ao longo do tempo, diversas técnicas foram desenvolvidas para sintetizar os parâmetros, seja através de métodos *keyframes* (cinematográficos), simulação (dinâmicos) ou animação comportamental (comportamentais).

2.1.2. Análise

Através da observação de certos aspectos visuais de um objecto, podemos extrair informações importantes sobre o mesmo. Os conjuntos de técnicas que utilizam sequência de imagens de objectos reais para extrair informações geométricas e de movimento dos mesmos são conhecidos respectivamente como *Shape from Motion* e *Motion Tracking*, e estão profundamente relacionados com a área de Visão Computacionais.

2.1.3. Processamento

Nem sempre os parâmetros sintetizados são aproveitados de imediato. Ocasionalmente, é necessário fazer alguns ajustes nos dados, processando-o de modo a corrigir ou modificar alguns aspectos, de acordo com o desejo do animador.

2.1.4. Reprodução

Na etapa de reprodução, os parâmetros de animação são aplicados aos objectos geométricos no computador. Desta forma, é gerada uma sequência de configurações dos objectos que estão a ser animados. Posteriormente, essa sequência de configurações pode ser transformada em imagens, utilizando-se métodos de visualização tradicionais.

2.1.5. Captura

Este processo de captura de movimento armazena, ao longo do tempo, o movimento de marcadores especiais posicionados no corpo de um actor, consistindo em registar, através de um processo de amostragem, a posição e orientação das articulações de uma actor ao longo do tempo, e então mapea-las em um actor virtual, no computador. Entretanto uma das dificuldades encontradas por animadores é a falta de ferramentas eficientes para a edição de movimentos capturados. Desta forma, para se poder fazer qualquer modificação no movimento é necessário repetir a sessão de captura, o que ofusca a velocidade de produção e a interactividade.

2.2. Sistema de Síntese de movimento

2.2.1. Keyframing

A evolução das técnicas de animação deu-se vagarosamente até a utilização de computadores como ferramenta de desenho. Para produzir o desenho animado “Branca de Neve e os Sete Anões”, os estúdios *Walt Disney* precisaram desenhar cerca 250.000 quadros, o que tornava impraticável produções desse tipo. Foi nos estúdios *Disney* que surgiram técnicas como *keyframing*, também conhecida como *in-betweening*, que ainda são utilizadas nos modernos sistemas de animação.

O uso de computadores facilita bastante o processo de criação de animações pois todo o trabalho de interpolação entre os quadros-chave de uma animação é realizado automaticamente. Os animadores profissionais têm à disposição todo um conjunto de técnicas de animação como *keyframing*, simulação e animação comportamental.

Keyframing – esta técnica, a mais antiga de todas, facilita muito o trabalho do animador. O animador estabelece os quadros chave (ou *keyframes*) da animação, porém, a geração dos quadros intermédios é feita automaticamente pelo computador através de métodos de interpolação. Estes *frames* intermediários são designados por *In-betweens*. Devido às limitações do próprio processo de interpolação, esses quadros chave devem possuir uma certa coerência espacial. Se isso não acontecer, o algoritmo de interpolação pode não ter informação suficiente para completar a sequência. O processo consiste na interpolação dos parâmetros de animação dos objectos através da utilização de funções interpolantes

(lineares, quadráticas, *splines*, etc.) ou métodos avançados que serão utilizadas nos quadros intermediários.

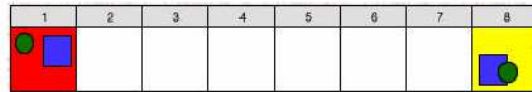


Fig. 2. Frames desenhados pelo utilizador

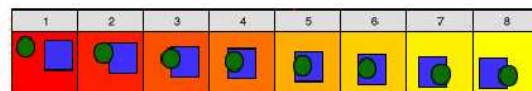


Fig. 3. Frames In-Betweens gerados pelo computador

2.2.2. Animação Procedural

A técnica de **Animação Procedural** consiste, por definição, na utilização de funções(ou procedimentos) para controlar algum parâmetro do objecto. Um exemplo simples de animação procedural é mostrada na figura 4. Nesta animação, o objectivo é fazer a roda girar sobre um plano. Podemos criar uma função cujo objectivo seja aplicar uma composição de transformações para transladar a roda de um factor determinado, fazendo-a girar de forma coerente. Para isso, devemos observar alguns aspectos matemáticos do problema. O comprimento do arco ab definido pelo ângulo \underline{s} é dada por $C_{ab}=sr$. Logo, a composição de transformações deve ser a seguinte: para cada passo da animação, girar a roda em torno do eixo que passa pelo seu centro q pelo ângulo \underline{s} , aplicando em factor de translação \underline{sr} na direcção paralela ao plano suporte, onde r é o raio da roda.

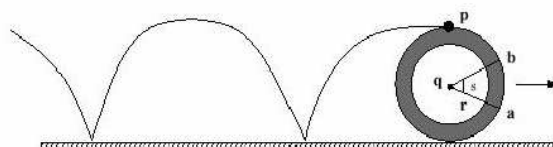


Fig. 4. Definição de uma serie de procedimentos para fazer a roda girar

2.2.3. Método de Simulação

A **Simulação** é uma alternativa proposta para calcular as posições das articulações do objecto ao longo do tempo, utilizando, para isso, conceitos de física *newtoniana*. Apesar dos resultados serem visualmente melhores do que os *keyframing*, o uso de simulação requer cálculos extremamente complexos o que inviabiliza a sua utilização em aplicações

onde a interactividade e a possibilidade de controle da animação são factores fundamentais.

2.2.4. Método de Animação Comportamental

A **Animação Comportamental** é a classe da animação em que o animador define como os objectos interagem com o meio em que estão inseridos. Isto é através de procedimentos que têm como objectivo dar ao objecto uma percepção do que está acontecer à sua volta.

Normalmente, é introduzido no comportamento básico do objecto um conjunto de regras que servirão para decidir as reacções que devem ser tomadas pelo objecto em relação aos acontecimentos ao longo da animação.

2.3. *Rendering*

A simulação em 3D fica completa quando se faz a cobertura das superfícies das estruturas em *wireframe* com padrões ou texturas, brilho, sombras, etc.

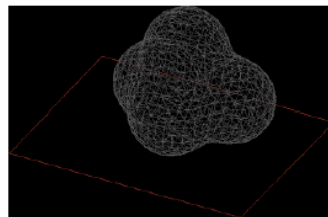


Fig. 5. Estrutura *Wireframe*

Esta operação de revestimento de superfícies visíveis do *wireframes* é habitualmente designada por *rendering*. Na figura seguinte pode-se visualizar a diferença existente entre uma imagem sem *Rendering* (Mesg) e uma com *Rendering*.

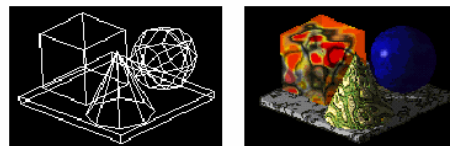


Fig. 6. Um *Mesg* e uma imagem com *Rendering*

Existem três formas principais de efectuar o *rendering* de um objecto:

- ☛☛ **Sombreado plano** – cada superfície é recoberta apenas com cor, conferindo-lhe a aparência de superfícies plana;

☛☛ **Sombreado curvo** – a cobertura das superfícies é feita com cores que se tornam mais suaves junto às arestas dos objectos, dando-lhes a ilusão de arredondamento ou curvatura, tornando assim mais suave a ilusão de tridimensionalidade;

☛☛ **Ray tracing** – consiste numa técnica de *rendering* e simulação 3D que confere às superfícies dos objectos a aparência de brilhos e reflexos provenientes do ambiente tridimensional (virtual) em que se inserem.



Fig. 7. Ray Tracing

A modelação gráfica em 3D, após os *renderings* dos objectos, produz a simulação de mundos tridimensionais. A partir daí, pode começar a falar-se de realidade virtual.

Na animação a velocidade de *Rendering* é bastante importante. A velocidade de *Rendering* depende de vários factores que vão desde a complexidade da geometria, passando pela representação de texturas até à iluminação. Ela deverá ter uma taxa de transferência de pelo menos 15 imagens por segundo.

Considerações a ter para reduzir o tamanho dos ficheiros e para ter *rendering* mais rápidos:

- ☛☛ Medir frequentemente a eficiência do mundo em diferentes plataformas;
- ☛☛ Usar o menor número de polígonos possível. Para reduzir o n.º de polígonos aconselha-se a utilizar texturas com pouca resolução (uma textura com grande resolução aumenta drasticamente o tempo de *Download*) e a remover os *Backfaces* (tudo o que o utilizador não vê, ao navegar no modelo);
- ☛☛ Recorrer a texturas, materiais e luzes para criar o efeito de superficiais mais complexas sem usar muitos polígonos;
- ☛☛ Estruturar cuidadosamente hierarquia dos objectos;
- ☛☛ Reutilizar texturas e sons sempre que possível, e sempre com tamanhos reduzidos;

Referências

- [Hea94] HEARN, DONALD; BAKER, M. PAULINE; Computer Graphics, Prentice Hall International Editions; 2ª Edição, London, 1994.
- [Azul98] AZUL, ARTUR AUGUSTO; Introdução às Tecnologias de Informação 2, Porto Editora; 1ª Edição, Porto, 1998.
- CYBULSKI, KRYŚ; VALENTINE DAVID; “Computer Animation” http://168.229.3.2/AAST/ComputerAnimation/Graph_Rendering.html, Dez 1999
- SILVA, FERNANDO WAGNER SERPA; “Um Sistema de Animação Baseado em movimento capturado”; <http://www.lcg.ufrj.br/~nando/publ.html>
- OTTO, GEORGE; “Graphics Short Course IV: Animation Techniques” http://www.psu.edu/dept/cac/ait/viz/sem_notes/anim_tech/index.html, Dez 1999
- BUTZ, ANDREAS ; “CIS270, 03/26/98, Animation” <http://www.cs.columbia.edu/~butz>, Dez 1999