

# Animação Facial usando XNA

Anita Martins Costa

Esteban Walter Gonzalez Clua

Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciência da Computação, Brasil

## Resumo

Este artigo descreve um sistema computacional para geração de animações faciais tridimensionais, de simples utilização, baseada em pseudo-músculos. Implementado no engine da Microsoft, o XNA, uma ferramenta nova, acessível e de ampla aplicação, é capaz de reproduzir as emoções faciais básicas. Também são apresentados conceitos e detalhes relevantes à animação facial.

**Palavras-chaves:** Animação Facial; Expressão Facial; XNA.

### Contato:

{amartins,esteban}@ic.uff.br

## 1. Introdução

O interesse pela animação por computador, não é recente, em se tratando de animação facial 3D. Há mais de trinta anos usa-se o computador para este fim. A animação facial realística tem se tornado possível devido ao aumento da capacidade de processamento de polígonos dos hardwares gráficos, bem como pelo desejo de usuários comuns interagirem com o computador.

A face humana é interessante e desafiadora, especialmente devido à familiaridade que possuímos com ela. É uma parte importante do corpo que usamos para distinguir uma pessoa de outra, podendo perceber e inferir emoções a partir de sua observação.

Este trabalho propõe um sistema de animação facial tridimensional capaz de representar expressões faciais simples a partir de comandos do teclado. Dado um modelo geométrico correspondente a uma face, é feita a regionalização desta e a partir de uma abordagem baseada em pseudo-músculos, que tem como objetivo simular ações dos músculos faciais pela deformação da malha poligonal, a animação é realizada em tempo real.

A partir de uma breve apresentação da anatomia facial, de suas expressões e da descrição de técnicas usadas para este propósito é feita uma abordagem dos principais elementos da animação facial.

O engine da Microsoft, XNA foi escolhido para ser utilizado neste projeto por ser gratuito e direcionado

para a plataforma Windows, mantendo a idéia de um projeto portátil e de fácil otimização.

A plataforma XNA oferece uma biblioteca de classes própria e uma ferramenta de edição de código fonte, o XNA *Game Studio*. A base para o desenvolvimento de aplicações com a plataforma XNA é a linguagem C#. Possibilita a criação de qualquer tipo de jogo, diferentemente da maioria dos engines. Apesar do XNA ser direcionado para a criação de jogos, também pode servir como ferramenta de animação 3D. As facilidades para o controle das ações da animação pelo teclado servirão ao propósito deste trabalho.

## 2. Principais Elementos da Animação Facial

Para realizar uma animação facial correspondente à realidade deve-se levar em conta pelo menos dois elementos: a face (anatomia e dinâmica) e a animação em si. Nesta seção será exposta uma breve apresentação destes elementos.

### 2.1 Face

A face é um dos principais elementos da comunicação humana. As expressões faciais são capazes de traduzir emoções e sentimentos, podendo-se “falar” sem usar palavras.

A animação facial exige que se tenha certo conhecimento da anatomia facial, principalmente a estrutura muscular, pois tem o objetivo de representar expressões faciais de maneira que continuem sendo reconhecidas como familiares aos seres humanos.

Neste contexto, os temas anatomia facial e expressões faciais são abordados como segue:

#### 2.1.1 Anatomia Facial: Músculos e Ossos

O Crânio é composto por quatorze ossos principais, sendo a mandíbula o único articulado. Os dentes são a única estrutura óssea visível e estão encravados na mandíbula que rotaciona horizontalmente em um eixo horizontal próximo à orelha e articula a abertura e fechamento da boca. [Waters 1987]

Há uma enorme quantidade de músculos na face. Eles são responsáveis pelas expressões faciais e são voluntários e subcutâneos. A contração de um grupo

muscular, formado por fibras, provoca rugas na pele, perpendiculares à orientação de suas fibras, por exemplos pés de galinha nos cantos dos olhos, ou rugas na testa.

Os músculos faciais funcionam de maneira conjunta, portanto um grupo influencia na movimentação de outro e é difícil determinar com exatidão a região de abrangência de cada movimento. A seguir, a figura 1 [Waters 1987] ilustra a estrutura muscular facial.

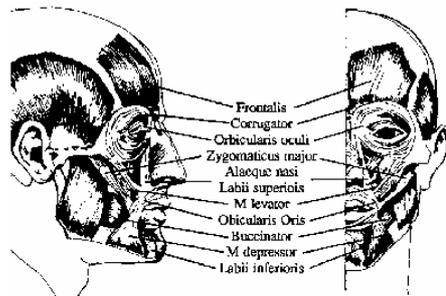


Figura1: Os maiores músculos da face

### 2.1.2 Expressões Faciais

As expressões faciais, caracterizadas como uma das formas de comunicação não-verbal, são essenciais para a percepção e interpretação das emoções e do comportamento entre humanos.

Não seria possível controlar pelo teclado todos os músculos da face devido ao seu elevado número. Assim, neste trabalho, será usada uma estrutura muscular simples, com apenas os grupos musculares responsáveis pelas expressões. Para tanto, foram consideradas as expressões faciais universais de Ekman: *raiva*, *medo*, *surpresa*, *nojo*, *alegria* e *tristeza* [Ekman 1999] brevemente descritas a seguir:

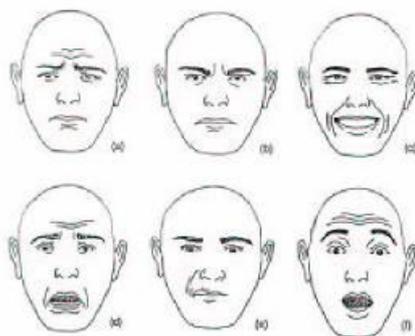


Figura2: Expressões universais (a) tristeza, (b) raiva, (c) alegria, (d) medo, (e) desgosto e (f) surpresa

- *Tristeza*: as sobrancelhas aproximam-se e elevam-se, os lábios descem, enquanto o queixo eleva-se;
- *Raiva*: as sobrancelhas aproximam-se e descem, a pálpebra inferior retrai-se e a

superior eleva-se, provocando um leve fechamento dos olhos, os lábios estreitam-se;

- *Alegria*: afastamento dos cantos da boca e elevação das maçãs do rosto, que produzirá um enrugamento característico nos olhos (pés de galinha);
- *Medo*: as sobrancelhas elevam-se e aproximam-se, os olhos e a boca abrem-se;
- *Nojo*: elevação de um dos cantos da boca, provocando leve enrugamento do nariz e
- *Surpresa*: as sobrancelhas elevam-se, os olhos e a boca abrem-se.

Os movimentos faciais são fortemente influenciados por três áreas, as sobrancelhas, os olhos e a boca [Kendall e Creary]. Cada expressão pode sofrer variação no grau de intensidade, por exemplo, a alegria pode variar de um sorriso a uma gargalhada.

## 2.2 Animação

Inicialmente a animação era feita manualmente por desenhistas. Com o advento do computador novas técnicas surgiram e produções, antes inimagináveis, foram realizadas. A evolução das técnicas de animação deu-se conforme a necessidade de animar personagens cada vez mais complexos.

### 2.2.1 Animação Facial: Histórico e Técnicas

A primeira face gerada por computador foi criada por Parke em 1971 [Parke 1972], que usou polígonos para representar uma cabeça capaz de abrir e fechar seus olhos e boca. Mais tarde, terminou a parametrização do modelo dando detalhes aos olhos, sobrancelhas e boca.[Parke 1974]

Em 1987, Waters [Waters 1987] descreve uma abordagem do modelo muscular para a animação de expressões faciais. Esta abordagem pode criar uma variedade de expressões faciais controladas pelos músculos. E seguindo essa linha de abordagens surgem outros trabalhos [Magnat-Thalmann 1988], [Lee, Terzopoulos e Waters] e [Lucero e Munhall], todos tentando superar as limitações dos anteriores.

O avanço das tecnologias para aquisição de imagens [Cyberware 1990] possibilita uma melhoria nas técnicas para animação facial utilizando esse recurso. Por exemplo, o *morphing*, uma das técnicas muito utilizada até hoje, faz a “transformação” de uma imagem em outra criando figuras intermediárias à duas imagens conhecidas.

A animação facial tridimensional feita a partir de um modelo geométrico, tem pelo menos cinco diferentes abordagens diferentes [Parke e Waters], como segue:

- *interpolação* também conhecida como key-frame, baseia-se na criação de quadros (cenas) intermediários aos quadros chave dados, pela interpolação das posições dos vértices que compõem esses quadros chave, cada quadro chave é obtido após um intervalo de tempo;
- *baseada em performance* é realizada a partir dos movimentos de seres humanos reais, geralmente outras técnicas são usadas em conjunto;
- *parametrização* faz uso de uma série de transformações geométricas para realizar a animação facial, assim, a partir de um conjunto de parâmetros é possível ter o controle dos movimentos da face;
- *baseada em pseudo-músculo* as expressões são simuladas a partir da deformação da malha do modelo simulando uma ação muscular a partir de poucos parâmetros e
- *baseada em músculos* geralmente representado por uma malha de sistemas massa-mola, que procura simular as propriedades elásticas da pele humana para produzir animações realistas representa as propriedades físicas da face, tendo os músculos e tecido facial como parâmetros de manipulação.

Atualmente, as técnicas são usadas em conjuntos para obter-se melhores resultados.

### 3. Solução Baseada em Pseudo-músculos parametrizados

Este trabalho propõe um sistema de animação facial baseado em pseudo-músculo que tem seus parâmetros controlados pelo teclado, implementado no engine XNA Game Studio Express.

De fácil manipulação, o XNA é capaz de representar as expressões faciais simples, descritas na seção 2.1 com a combinação dos movimentos, assim como acontece na realidade. A fidelidade às expressões faciais reais depende da habilidade do usuário e futuramente serão implantados novos movimentos tornando as expressões do modelo cada vez mais naturais.

#### 3.1 Descrição do Sistema

Dado um modelo 3D de uma face simples, os vértices dos polígonos referentes aos grupos musculares principais são nomeados e armazenados em matrizes, cada matriz referente a uma região. Estas matrizes possuem, além das coordenadas dos vértices, pesos atribuídos a cada um deles de acordo com cada grupo muscular e movimento que será executado. Por exemplo, as sobrancelhas têm como pontos de controle (pontos de maior movimento) aqueles mais internos, mais próximos ao nariz, os outros pontos dessa região terão movimentos mais suaves.

Os músculos *frontalis* e *corrugator* são responsáveis pela movimentação das sobrancelhas e além de provocar as rugas na testa. As sobrancelhas podem movimentar-se com relativa independência uma da outra, afastando-se ou aproximando-se dos olhos.

O músculo *levator palpebrae*, quando contraído, levanta a pálpebra superior e o relaxamento deste músculo, o fechamento dos olhos.

Dois músculos na face são os responsáveis pela expressão do sorriso, o *orbicularis oculi* e o *zygomatice major*. Ambos trabalham juntos. A diferença é que o primeiro é involuntário e o segundo não. O *orbicularis oculi*, como o nome sugere, fica perto dos olhos – no canto externo – e dá o efeito de olhar semi-serrado. O *zygomatice major* move as bochechas afastando os cantos da boca ou aproximando-os um do outro, provocando, por exemplo, o sorriso.

Através de comandos no teclado é feita a animação como relacionado na tabela 1.

Teclas	Ação correspondente
a	a sobrancelha esquerda eleva-se
s	a sobrancelha direita eleva-se
d	as duas sobrancelha afastam-se
f	as duas sobrancelha aproximam-se
g	pálpebras superiores descem
j	lábio inferior desce (abertura da boca)
k	os cantos da boca aproximam-se
l	os cantos da boca afastam-se

Tabela 1: Lista de comandos e ações correspondentes

O controle do avatar é feito pelo teclado. Determinadas teclas, quando pressionadas, provocam a movimentação de regiões da face e em conjunto formam expressões faciais simples e assim que são liberadas a região da face volta a posição original. Quanto mais desenvolvida a habilidade do usuário do sistema, mais realística será a animação do avatar. Por exemplo, se as teclas *d j* forem pressionadas as sobrancelhas elevam-se e a boca abre, formando a expressão de surpresa.

### 4. Trabalhos Futuros

Será feita a implementação do sistema com o acréscimo de regiões controláveis na face (este controle continuará sendo feito pelo teclado nesta fase), tornando cada vez mais realística a animação.

Posteriormente, o controle destas regiões que representam os grupos musculares será feita pela pelas imagens capturadas por câmera em tempo real. Alguns pontos de controle serão determinados na face do usuário e suas ações, restritas a uma área de atuação, substituirão os comandos de teclado. Porém a movimentação do modelo não será uma cópia fiel do usuário e sim uma aproximação.

Após a implementação da fase anterior, o modelo receberá personalidade, que funcionará como uma máquina de estados variando entre possíveis humores. Assim o modelo “imitará” o usuário, com a intensidade regulada pelo seu humor. Por exemplo, se o modelo está no estado *feliz*, a ação de sorrir pode tornar-se uma gargalhada, diferentemente de quando estiver no estado *desanimado*, não passando de um sorriso.

Todas as otimizações feitas no sistema continuam com o propósito de possibilitar a qualquer pessoa realizar a animação facial do modelo e com esse propósito, o tipo de entrada de estímulo da animação será opcional, teclado ou vídeo, assim pessoas cegas, por exemplo, também poderão usá-lo.

## 5. Conclusão

A animação da face humana, por causa da sua familiaridade, é tarefa árdua e interessante. Para ser bem realizada deve-se considerar aspectos da anatomia e física muscular facial, construindo um modelo geométrico que simule suas ações com naturalidade.

Este trabalho tem como objetivo, além de descrever os principais elementos da animação facial, propor um sistema de animação facial que não exija do usuário conhecimentos anteriores de programação.

O engine XNA, da Microsoft, foi escolhido por ser direcionado à plataforma Windows, gratuito, de vasta aplicação. A facilidade em integrar novos recursos ao sistema influenciou fortemente na escolha deste engine, pois este trabalho traz apenas uma fase inicial do projeto.

O uso de uma nova tecnologia neste trabalho levou naturalmente à abertura de possibilidades de pesquisas futuras, como a implementação de um modelo com personalidade, que será capaz de realizar uma mesma ação com diferentes intensidades, assim como todos nós.

## Referências

CYBERWARE Laboratory Inc. 4020/RGB 3D Scanner with Color Digitizer. Monterey, CA, 1990.

EKMAN, Paul., 1999. “Facial Expressions”. Handbook of Cognition and Emotion. New York: John Wiley & Sons Ltd. Chapter 16. Site visitado: <http://www.paulekman.com> [acessado em jul/2007]

KENDALL, Florence P.; CREARY, Elizabeth K.. Músculos, provas e funções. Editora Manole, 1995.

LEE, Y.; TERZOPOULOS, D. and WATERS, K.. Realistic modeling for facial animation. SIGGRAPH'95 Proceedings of the 22nd

annual conference on computer graphics and interactive techniques, 1995, p.55-62.

LUCERO, J. C.; MUNHALL, K.G. A model of facial biomechanics for speech production. The Journal of the Acoustical Society of America, v.106, n.5, p.2834-2842, Novembro, 1999.

MAGNENAT-THALMANN, N. ;PRIMEAU, E. and THALMANN, D. Abstract Muscle Actions Procedures for Human Face Animation. Visual Computer, 3(5):290 -297, 1988.

PARKE, F. I. and WATERS, K. Computer Facial Animation A. K. Peters, Ltd., Wellesley, MA, 1996

PARKE, F. I.. A Parameterized Model for Human Face. PhD thesis, University of Utah, Salt Lake City, UT, Dec 1974.

PARKE, F. I.. Computer Generated Animation of Faces. Master's thesis, University of Utah, Salt Lake City, UT, June 1972.

WATERS, Keith. A muscle model for animation three-dimensional facial expression. SIGGRAPH'87 Proceedings of the 14th annual conference on computer graphics and interactive techniques, ACM Press, 1987, p.17-24.