

# *Faces* – Biblioteca de Expressões Faciais

Janete Faustino      Ana Paula Cláudio      Maria Beatriz Carmo

Departamento de Informática, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa  
Campo Grande, 1749-016, Lisboa  
e25526@alunos.di.fc.ul.pt, {apc,bc}@di.fc.ul.pt

---

## Sumário

*A utilização de humanos virtuais inteligentes tem vindo a tornar-se habitual em diversos contextos que combinam contribuições de várias disciplinas, nomeadamente, da Computação Gráfica, da Inteligência Artificial e das Ciências Sociais. A capacidade de transmitir emoções é de fundamental importância para tornar credível a inteligência de um humano virtual.*

*Neste artigo apresenta-se uma biblioteca gráfica de expressões faciais que define um conjunto básico de expressões e é parte integrante de uma plataforma destinada a gerar ambientes virtuais habitados por humanos virtuais inteligentes.*

## Palavras-chave

*Humanos virtuais, ambientes virtuais, animação comportamental, expressões faciais.*

---

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de ambientes de Realidade Virtual ou de Realidade Aumentada é cada vez mais comum, tendo-se tornado um importante assunto de investigação. Estes ambientes são usados em áreas diversas como o entretenimento, a educação, o treino em ambientes industriais, a reconstituição de ambientes históricos, as aplicações médicas e o tratamento de fobias.

A introdução de humanos virtuais inteligentes em ambientes virtuais ou em ambientes reais tem vindo a emergir significativamente, constituindo estes, por si só, um importante tema de investigação onde se combinam contribuições de várias disciplinas, nomeadamente, da Computação Gráfica, da Inteligência Artificial e das Ciências Sociais.

Para que o comportamento e a aparência dos humanos virtuais sejam cada vez mais credíveis, a sua padronização torna-se fundamental, de modo a que a sua reutilização e adaptação sejam possíveis. Para tal, é essencial que no seu desenvolvimento se tenham em atenção as bases científicas, ou seja, o estudo anatómico e psicológico do ser humano sobre os quais assentam a expressividade facial.

Neste documento descreve-se a criação de uma biblioteca de faces de humanóides capazes de expressar emoções. Esta biblioteca, designada por *Faces*, é uma das componentes da plataforma IViHumans, destinada à

geração de ambientes virtuais habitados por humanos virtuais inteligentes [Carmo05]. Pretende-se que esta plataforma possa vir a suportar estudos sobre o comportamento de agentes inteligentes individuais ou integrados em sociedade.

Na secção 2 faz-se o enquadramento do trabalho desenvolvido. Na secção 3 descrevem-se algumas das teorias de cariz psicológico mais marcantes neste domínio. Na secção 4 referem-se os modelos de animação facial mais frequentemente adoptados. Na secção 5 descreve-se o protótipo que foi desenvolvido para visualizar e estender as expressões faciais da biblioteca. A secção 6 apresenta as conclusões e o trabalho futuro.

## 2. ENQUADRAMENTO

A arquitectura proposta para suportar a geração de cenas animadas com agentes inteligentes na plataforma IViHumans (**I**ntelligent **V**irtual **H**umans), é uma base fundamental no processo de desenvolvimento do projecto *Faces*. Esta é formada por duas camadas: uma camada gráfica e uma camada de Inteligência Artificial (figura 1).

A biblioteca *Faces* será integrada na camada gráfica.

Usando o Blender [httpBlender] como software de modelação, foi desenvolvido um modelo genérico 3D de uma face humana. Sobre este modelo foram feitas variações de modo a gerar um conjunto base de

expressões faciais que correspondem a emoções bem definidas. Foram também geradas as animações relativas à transição entre estas expressões básicas.

Como a plataforma IViHumans usa o OGRE [httpOGRE] como motor de *rendering* tornou-se necessário proceder à exportação do modelo desenvolvido para um formato compatível com o OGRE, exportando as representações gráficas das expressões faciais e as animações entre as várias representações, conforme explicado na secção 5.

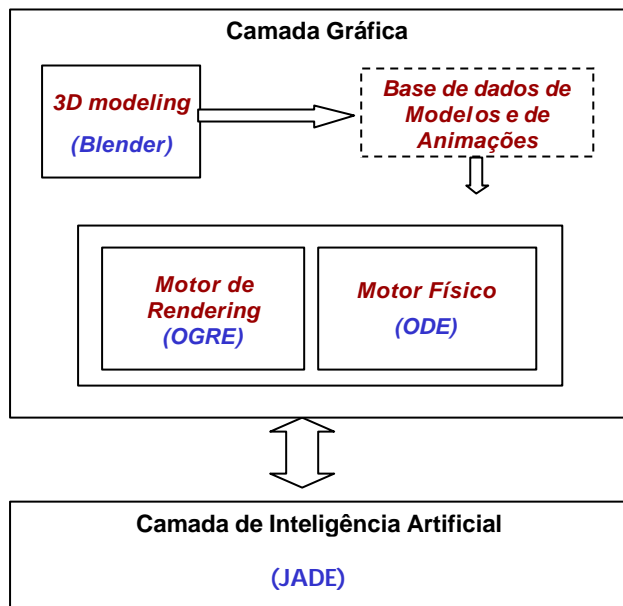


Figura 1: Arquitectura do projecto IViHumans.

No contexto da plataforma IViHumans, a face do humano virtual exprimirá o estado emocional do agente inteligente que lhe corresponde.

### 3. FUNDAMENTOS

As categorizações emotivas a nível facial são algo que desperta a atenção de psicólogos e cientistas há várias décadas. Segundo Lisetti, Darwin afirmava ser possível fazer uma categorização teórica das emoções, sendo estas consideradas processos mentais e fisiológicos causados pela percepção de eventos de categorias de carácter geral, que geravam um conjunto de sinais internos e externos e diversas combinações de planos de acção [Lisetti02]. Após Darwin esta área de pesquisa começou a despertar cada vez mais interesse, sendo realizados vários estudos neste campo. Um dos psicólogos que mais se destaca é Paul Ekman, afirmando que o ser humano pode assumir seis expressões faciais primárias: alegria, tristeza, raiva, medo, nojo e surpresa [Mandler97]. A cada uma destas expressões faciais primárias correspondem determinados posicionamentos dos músculos e dos elementos faciais (tabela 1).

Apesar de actualmente existirem psicólogos a contrapor a teoria desenvolvida por Paul Ekman, como é o caso de James Russel, esta teoria tem sido a mais adoptada na investigação e desenvolvimento de agentes inteligentes

sociais, bem como na animação de faces virtuais [Mandler97].

Nº	Expressão	Descrição
1	Alegria	As sobrancelhas estão relaxadas. A boca está aberta e os cantos da boca direccionados para cima, na linha de segmento das orelhas.
2	Tristeza	A parte interior das sobrancelhas (perto do nariz) está elevada. Os olhos estão ligeiramente fechados. A boca está relaxada.
3	Raiva	A parte interior das sobrancelhas contrai-se simultâneamente para baixo. Os lábios pressionam-se um contra o outro ou abrem-se ligeiramente, mostrando os dentes.
4	Medo	As sobrancelhas elevam-se simultâneamente e as respectivas partes interiores aproximam-se. Os olhos estão tensos e em alerta.
5	Nojo	As sobrancelhas e pálpebras estão relaxadas. O lábio superior eleva-se ligeiramente de modo assimétrico, fazendo uma pequena curva.
6	Surpresa	As sobrancelhas estão elevadas. As pálpebras superiores estão muito abertas e as inferiores relaxadas. A boca está aberta, descendo significativamente o maxilar inferior.

Tabela 1 – Características de cada uma das seis expressões faciais definidas por Paul Ekman.

### 4. MODELOS DE ANIMAÇÃO FACIAL

Existem diversos modelos de deformação, ou codificação, facial que têm vindo a ser desenvolvidos ao longo dos anos. Muitos destes modelos são apenas adaptações de modelos generalistas de deformação facial. Alguns baseiam-se meramente na criação de efeitos visuais credíveis sem tomar em consideração as leis estruturais e físicas. Outros são derivados de princípios físicos relacionados com forças, contracções musculares e biomecânica associada à pele, sendo possível categorizá-los de acordo com o mecanismo que controla a geometria do modelo facial. Alguns dos modelos mais conhecidos de deformação facial são a interpolação, os modelos paramétricos, os modelos baseados em acções musculares e o modelo baseado em elementos finitos.

Um dos modelos de deformação facial mais usado baseia-se na norma MPEG-4 [Thalman04], na qual se especifica:

- o modelo facial em estado neutro;
- um conjunto de pontos de referência – *feature points*;
- um conjunto de parâmetros de animação facial : os *Facial Animation Parameters (FAP)*. A cada um

destes parâmetros corresponde uma acção facial específica que modifica a face no estado neutro.

Para definir os FAP para modelos arbitrários, o MPEG-4 define unidades de parâmetros de animação facial, os *Facial Animation Parameters Units (FAPU)*, que são aplicáveis a qualquer modelo de face expresso nesta norma. Os FAPU são definidos com base em fracções de distâncias entre pontos chaves da face no estado neutro, sendo estas que permitem a interpretação dos FAP em qualquer modelo facial de modo coerente.

O MPEG-4 especifica 84 atributos ou pontos de referência para o estado neutro. Estes estão organizados em pequenos grupos como o queixo, os olhos, a boca, entre outros. No total existem 68 parâmetros categorizados em dez grupos relacionados com as várias partes da face. [Thalman04]

## 5. PROTÓTIPO FACES

A identificação das características faciais que tornam possível ao humanoide expressar emoções e simular a transição entre diferentes estados emocionais foi uma etapa fundamental no início do trabalho. O MPEG-4 foi escolhido para a concretização desta etapa já que se trata de uma norma amplamente divulgada e adoptada.

Usando o Blender como software de modelação e animação 3D foram definidos os 84 pontos de referência do MPEG-4 sobre um modelo facial no estado neutro, procedendo-se de seguida à sua animação de acordo com o modelo de animação facial desta mesma norma. Foram ainda definidas as seis expressões faciais primárias identificadas por Paul Ekman: alegria, tristeza, raiva, medo, nojo e surpresa. Para obter as representações gráficas destas expressões construiu-se uma malha facial para a expressão neutra e foram-se alterando os pontos da malha de modo a obter as características de cada expressão de acordo com a tabela 1 (figura 2). Estas seis expressões faciais primárias são as primeiras a fazer parte da biblioteca de representações gráficas com expressões faciais.

O modelo facial com as respectivas expressões e animações faciais sobre ele definidas foram exportados para o OGRE. Este motor de *rendering* recebe um ficheiro com extensão *mesh.xml* e converte-o em dois ficheiros cujas extensões são *.material* e *.mesh*. O primeiro ficheiro contém informação relativa à textura do modelo e o segundo contém a biblioteca de representações gráficas com expressões faciais, bem como o modelo genérico da face humana virtual.

Para testar o modelo facial e as animações no contexto do OGRE usou-se uma aplicação disponibilizada na página deste software [httpOGRE]. Esta aplicação, desenvolvida em C++, tem vindo a ser alterada de modo a adicionar um conjunto de funcionalidades que se consideram fundamentais para a plataforma IViHumans.

De entre estas funcionalidades destaca-se a possibilidade de definir novas expressões faciais à custa das já existentes. Segundo o psicólogo Schlosberg, as seis

expressões faciais primárias estão ligadas percentualmente, sendo possível dispô-las num espaço de duas dimensões [Monzani02].

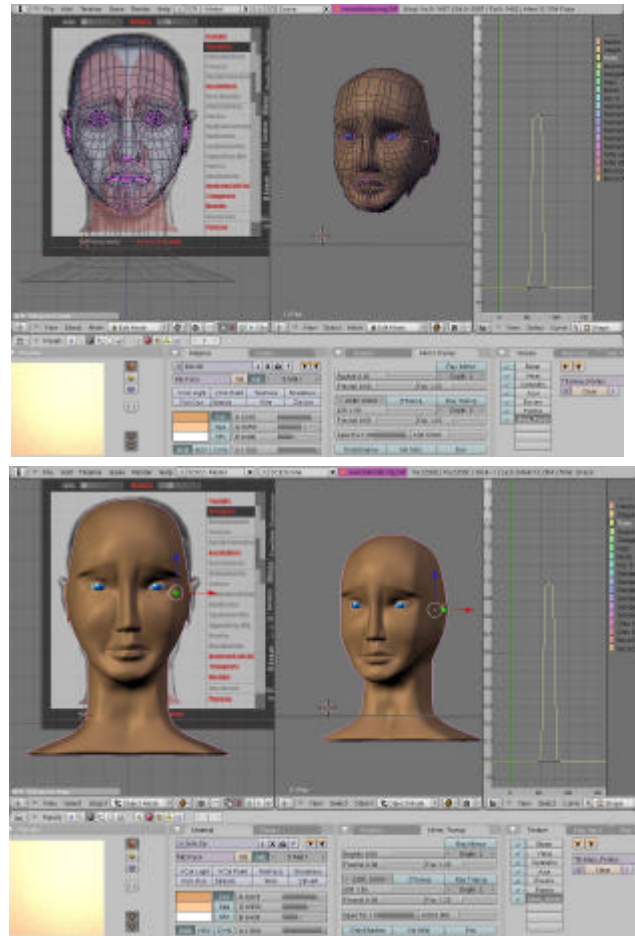


Figura 2: Exemplo da definição de uma expressão facial no modelo desenvolvido – *tristeza*.

Seguindo esta teoria, Hagen criou uma interface gráfica à qual chamou Disco de Emoções [Monzani02]. Esta possibilitava ao utilizador escolher qual a percentagem que teria cada expressão facial primária na expressão facial final. O perímetro do disco correspondia à percentagem máxima, enquanto o centro correspondia à mínima, ou seja, à expressão neutra (figura 3). [Monzani02]

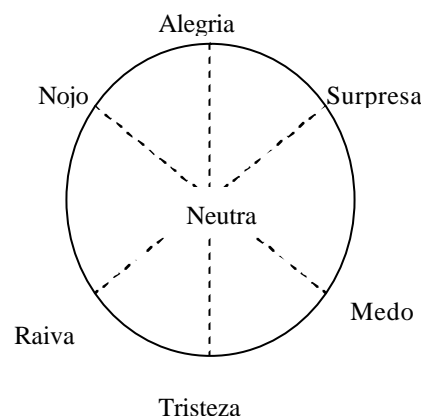


Figura 3: Disco Emocional.

De modo a ir ao encontro desta ideia, a interface da referida aplicação foi adequada de modo a suportar dois modos de actuação: o automático e o manual. Qualquer um dos dois possui as seis expressões básicas faciais e a definição dos pontos de expressão e animação facial segundo a norma MPEG-4. O modo automático permite ao utilizador ver a transição entre os diferentes estados emocionais disponíveis na biblioteca gráfica de faces, no modo manual, o utilizador tem ao seu dispor uma barra de deslocamento para cada expressão facial primária. Cada barra de deslocamento permite controlar a percentagem que cada expressão revela no modelo facial. A aplicação interpola os valores das percentagens escolhidas e gera uma nova expressão facial daí resultante (figura 4).



**Figura 4:** Versão inicial do protótipo da aplicação para testar o modelo facial e as suas animações.

## 6. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste artigo apresentou-se uma biblioteca gráfica de expressões faciais que define um conjunto básico de expressões seguindo modelos e uma norma amplamente aceites pela comunidade científica desta área. A biblioteca é parte integrante de uma plataforma destinada a gerar ambientes virtuais habitados por humanos virtuais inteligentes.

Esta biblioteca é extensível visto que é permitido ao utilizador definir interactivamente novas expressões que poderão, em breve, vir a ser adicionadas à biblioteca.

Serão ainda realizados testes de integração desta biblioteca na plataforma IViHumans procedendo à sua ligação com a camada de Inteligência Artificial.

## 7. REFERÊNCIAS

[Carmo05] Carmo, B., Cláudio, A.P., Cunha, J.D., Coelho, H., Silvestre, M., Albuquerque, M.P.. *Plataforma de Suporte à Geração de Cenas Animadas com Agentes Inteligentes*, Actas do 13º Encontro Português de Computação Gráfica, pp 79-84, Vila Real, Outubro 2005.

[Faustino05] Faustino, J., *Projecto Faces: Expressão de Emoções em Humanos Virtuais*, Relatório de CEPEI do DI-FCUL, 2006. (A publicar brevemente em <http://www.di.fc.ul.pt/disciplinas/pei/?relatorios>).

[Ghijsen05] Ghijsen, M., Nijholt, A., Heylen, D., Akker, R.. *Facial Affect Displays during Tutoring Sessions*, Workshop at IUI 2005: International Conference on Intelligent User Interfaces, San Diego, CA, USA, 2005.

[httpBlender] <http://www.blender3d.org/>

[httpLabMAg] <http://labmag.di.fc.ul.pt/>

[httpOGRE] <http://www.ogre3d.org/>

[Lisetti02] Lisetti, C. L.. *Personality, Affect and Emotion Taxonomy for Socially Intelligent Agents*, Fifteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference, pp 397 - 401, 2002.

[Mandler97] Mandler, G.. *The Psychology of Facial Expression*, Cambridge University Press, 1997.

[Monzani02] Monzani, J.S.. *An Architecture for the Behavioural Animation of Virtual Humans*, Thèse sciences EPFL, Faculté informatique et communications IC, Section d'informatique, 2002.

[Silvestre04] Silvestre, M., Pinto-Albuquerque, M., Carmo, M.B., Cláudio, A.P., Cunha, J.D., Coelho, H.. *Arquitetura de Suporte à Geração de Cenas Animadas com Agentes Inteligentes*, relatório técnico do Departamento de Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, DI-FCUL TR-04-7, Julho de 2004.

[Silvestre05] Silvestre, M., Pinto-Albuquerque, M., Carmo, M.B., Cláudio, A.P., Cunha, J.D., Coelho, H.. *Concretização de uma Arquitectura de Suporte à Geração de Cenas Animadas com Agentes Inteligentes*, relatório técnico do Departamento de Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, DI-FCUL TR-05-6, Março de 2005.

[Thalmann04] N. Magnenat-Thalmann, D. Thalmann. *Handbook of Virtual Humans*, John Wiley & Sons, 2004.

[When04] Wen, Z., Huang, T. S.. *3D Face Processing: modeling, analysis and synthesis*, Kluwer Academic Publishers, 2004.