



**ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E  
HUMANIDADES  
EACH- USP**

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação  
Científica - PIBIC/CNPq/USP**

**Definição e implementação de gramática para  
geração de expressões faciais em jogos  
psiquiátricos**

Candidato:

Antonio Henrique Nunes Muniz – Número USP: 7556879

Orientadora:

Profa. Dra. Arianne Machado Lima

São Paulo - Abril/2013

## Introdução

A capacidade de processar e identificar emoções faciais é um componente essencial da comunicação humana e interação social. Apesar de a interação social poder variar de acordo com as normas e costumes culturais, estudos interculturais têm insistentemente gerado evidências a favor da universalidade das emoções faciais. Seis emoções universais já foram estabelecidas, incluindo, felicidade, tristeza, raiva, nojo, medo e surpresa, cada uma das quais corresponde a um regime específico dos músculos da face e tem neurocircuitos parcialmente separáveis (EKMAN & FRIESEN, 1971; GOSSELIN & KIROUAC, 1995).

Segundo a revisão de Rocca et al (2009) o processamento de emoções faciais, que varia de interpretação do estímulo para a preparação de uma resposta comportamental apropriada, é apoiada por sistemas neurais específicos. Estudos de imagem cerebral sugerem que regiões específicas no córtex temporal inferior medeiam a percepção de faces. Doenças distintas podem se caracterizar por déficits diferentes em aspectos específicos do processamento emocional. Por exemplo, pacientes com doença de Urbach-Wiethe, que causa dano bilateral na amígdala, são incapazes de distinguir medo tanto em faces reais como imaginárias. Nos transtornos psiquiátricos, o paradigma de reconhecimento de faces vem recebendo maior atenção especialmente nos transtornos do espectro autista (HARMS *et al.*, 2010), transtornos do humor (ROCCA *et al.* 2009) e na esquizofrenia (TAYLOR *et al.*, 2012). Estudos mais recentes vêm inclusive avaliando a possibilidade de reconhecimento de padrões em populações de risco para transtornos mentais (MOURÃO-MIRANDA *et al.*, 2012). Portanto, o paradigma de reconhecimento de face pode ser desenvolvido como uma ferramenta na avaliação de transtornos mentais.

Com esta motivação, a presente proposta faz parte de um projeto de pesquisa mais abrangente que visa a desenvolver um jogo de reconhecimento de faces que possa ser explorado no campo de pesquisa dos transtornos mentais. Em uma versão inicial deste jogo, imagens estáticas de várias emoções devem ser geradas e mostradas ao jogador, que deve adivinhar qual é a emoção descrita naquela imagem. Posteriormente o jogador deverá identificar mudanças emocionais ocorrendo dinamicamente (progressivamente) na imagem. Também será de interesse selecionar, dependendo do perfil do jogador, características das imagens (ou seja, do personagem) do jogo, como sexo, idade e grupo étnico. Sendo assim, grande parte do desafio computacional da implementação deste jogo reside na geração destas imagens.

Uma imagem digital é uma representação do objeto físico que pode ser armazenada, manipulada e interpretada de acordo com as necessidades do interessado. Matematicamente, uma imagem pode ser descrita como uma função da intensidade do sinal retornado em um sensor. Em imagens digitais, considerando o domínio espacial, esta função pode ser representada por um vetor de valores discretos (GONZALEZ e WOODS, 2002).

O objetivo de definir matematicamente a imagem é a possibilidade de manipular o seu conteúdo a fim de transformá-la ou retirar dela informações importantes. Ao vasto conjunto de operações que podemos aplicar no vetor que representa uma imagem denominamos processamento de imagem.

Cada ponto ou elemento constituinte do vetor é chamado de “pixel” que é uma abreviação do termo em inglês *picture element*. A medida de um pixel depende da resolução espacial com a qual a imagem foi adquirida. O pixel é, então, a menor unidade sobre a qual podemos realizar operações referentes a realce de objetos de interesse, suavização de ruídos, detecção de pontos e bordas, segmentação de partes significativas, reconhecimento de padrões, entre outras.

A descrição de uma face pode ser feita como uma composição hierárquica multiníveis (olhos, boca, nariz, etc., que, por sua vez, são compostos por outros elementos mais simples – olho, por exemplo, é composto por contorno, sobrancelhas, cílios, íris, etc.). Além disso, regras definem diferentes tipos de elementos (exemplo: olho cerrado ou aberto) relacionados de diferentes maneiras (exemplo: distância entre as sobrancelhas) dependendo da emoção. Sendo assim, as diferentes faces para as várias emoções podem ser descritas por meio de gramáticas, mais especificamente grafos AND-OR.

Um grafo AND-OR é uma sêxtupla que representa uma gramática de imagem  $G = \langle S, VN, VT, R, C, P \rangle$ , na qual  $S$  é o símbolo inicial, representando a cena ou a categoria de um objeto,  $VN$  representa o conjunto de nós não terminais,  $VT$  representa os nós terminais (primitivas, partes e objetos),  $R$  é o conjunto de relações entre os nós,  $C$  é o conjunto de todas as configurações válidas que podem ser derivadas de  $G$  e  $P$  representa o modelo de probabilidade definido no grafo AND-OR. Para representar informações de contexto, a árvore AND-OR é transformada em um grafo AND-OR adicionando arestas horizontais ligando os nós que possuem algum tipo de relação (nós OR filhos de um mesmo nó AND). A adição destas arestas produz um grafo AND-OR que representa uma gramática de imagem (LIN *et al.*, 2009). A Figura 1 ilustra um grafo AND-OR que descreve relógios de parede.

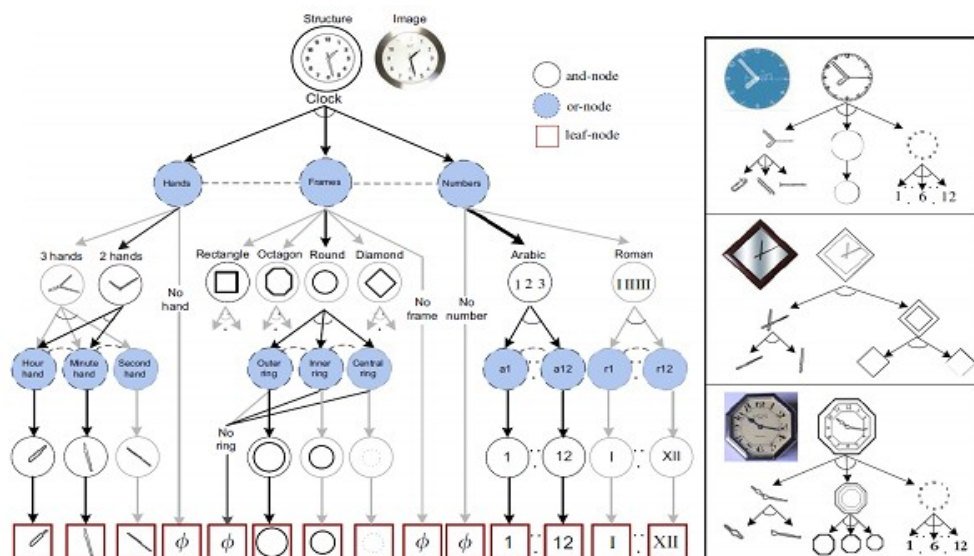


Figura 1: Grafo AND-OR que descreve a decomposição estrutural e as relações espaciais de alguns possíveis relógios de parede. Fonte: (LIN *et al.*, 2009)

Gramáticas e grafos AND-OR já vêm sendo bastante utilizados em reconhecimento de padrões em imagens. O problema de geração de imagens utilizando gramáticas é menos explorado, e, neste caso, são utilizadas gramáticas paralelas (*L-systems*) (ROZENBERG & SALOMAA, 1992). No entanto, este tipo de gramática é mais adequado para desenho de estruturas recursivas, como fractais. Acreditamos que, para o problema descrito neste projeto, grafos AND-OR seriam mais adequados.

## Objetivo

O presente projeto faz parte de um projeto maior, cujo objetivo é utilizar técnicas gramaticais e de processamento de imagens para gerar, em um primeiro momento, imagens (caricaturas) das emoções neutra, raiva, felicidade, tristeza, nojo, medo e surpresa. O projeto é composto por duas partes. A primeira parte, com ênfase na parte gramatical, consiste na implementação da estrutura de dados de grafos AND-OR e a definição do grafo AND-OR (símbolos terminais e não-terminais, relações, etc) para as várias emoções. A segunda parte, com ênfase em processamento de imagens, consiste na definição de pontos de controle para os vários componentes de face e implementação de um programa capaz de, a partir do grafo AND-OR definido na primeira parte, gerar as imagens utilizando técnicas de processamento de imagem.

O objetivo do projeto desta iniciação científica, ou seja, do aluno em questão, é a realização da parte um, orientado pela Profa. Arianne Machado Lima, especialista em gramáticas. A parte dois será realizada por outro aluno sob a supervisão da Profa Fátima de Lourdes dos Santos Nunes, especialista em processamento de imagens.

## Metodologia

A estrutura de dados de grafos AND-OR assim como métodos para sua manipulação serão implementados em C++ sob o paradigma de orientação a objetos. Será definido um formato para especificar um grafo AND-OR específico, permitindo assim que um grafo específico possa ser instanciado a partir da leitura de um arquivo, por exemplo.

Na definição do grafo AND-OR para as emoções de faces, serão definidos para os nós terminais os valores de pontos de controle característicos das emoções. Relações espaciais entre os componentes deverão também ser definidas de acordo com as emoções. Essas definições serão baseadas em dados antropométricos disponíveis em (VIEIRA, 2012).

O cronograma das atividades será:

- estudo sobre grafos AND-OR (3 semanas)
- estudo e pesquisa sobre dados antropométricos de emoções (3 semanas)
- definição da estrutura do grafo AND-OR para as sete emoções selecionadas (2 meses)

- estudo de C++ (1 mês)
- implementação da estrutura de dados e métodos para grafos AND-OR (4 meses)
- definição do descritor de grafos AND-OR (para instanciação dos grafos) (1 mês)
- testes (1 mês)
- escrita do relatório e de um artigo científico (1 mês e meio)

## Referências

- EKMAN, P.; FRIESEN, W.V. Constants across cultures in the face and emotion. **J Pers Soc Psychol.** 17(2):124-9, 1971.
- GONZALEZ, R.C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 2a. Edição, 2002.
- GOSSELIN, P.; KIROUAC, G.. Decoding facial emotional prototypes. **Can J Exp Psychol.** 49(3):313-29, 1995.
- HARMS, M.B.; MARTIN, A.; WALLACE, G. L. Facial emotion recognition in autism spectrum disorders: a review of behavioral and neuroimaging studies. **Neuropsychol Rev.** 20(3):290-322, 2010.
- LEDOUX, J.E. Emotion circuits in the brain. **Annu Rev Neurosci.** 23:155-84, 2000.
- LIN, L.; WU, T.; PORWAY, J.; XU, Z. A stochastic graph grammar for compositional object representation and recognition. **Pattern Recognition** 42:1297-1307, 2009.
- MOURÃO-MIRANDA, J.; OLIVEIRA, L.; LADOUCEUR, C. D.; MARQUAND, A.; BRAMMER, M.; BIRMAHER, B.; AXELSON, D.; PHILLIPS, M. L. Pattern recognition and functional neuroimaging help to discriminate healthy adolescents at risk for mood disorders from low risk adolescents, **PLoS One**, 7(2):e29482, 2012.
- ROCCA, C.C; HEUVEL, E. V., CAETANO, S.C., LAFER, B. Facial emotion recognition in bipolar disorder: a critical review. **Rev Bras Psiquiatr.** 31(2):171-80, 2009.
- ROZENBERG, G.; SALOMAA, A. **Lindenmayer Systems: Impacts on Theoretical Computer Science, Computer Graphics, and Developmental Biology**. Springer-Verlag, 1992.
- TAYLOR, S. F.; MACDONALD, A. W. 3rd; Cognitive Neuroscience Treatment Research to Improve Cognition in Schizophrenia, Brain mapping biomarkers of socio-emotional processing in schizophrenia. **Schizophr Bull**, 38(1):73-80, 2011.
- VIEIRA, R. C. C. **Reprodução e manipulação de personagens virtuais**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará. 2012.