

Sistema Híbrido Inteligente Aplicado ao Reconhecimento de Rostos

Douglas Rodrigues Oliveira^{*,1}, Lamartine N.F. Guimarães^{**,1}

(1) Área de Inteligência Artificial

Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

(*)Mestrado, e-mail: douglas@nucleo.inpe.br; (**) Orientador

Resumo

O trabalho proposto aqui visa criar um sistema de reconhecimento de rostos, através da extração de características faciais presentes em fotos frontais de seres humanos. Serão utilizadas fotos com resolução de 256 níveis de cinza, e a partir das distâncias entre pontos especiais (saliências, bordas entre outros) extraídos das imagens, formar-se-á um vetor-identidade, contendo relações relevantes entre estes pontos característicos tornando-os capazes de identificar, sem ambigüidades, o rosto de determinado modelo. Para a extração das características, a imagem será filtrada utilizando Filtros Gabor, aproveitando suas qualidades de realce de bordas, boa correlação da frequência *versus* localização e sua uniformidade ao tratar diferentes tonalidades de pele. Finalmente, a fim de tornar o sistema robusto a pequenas variações, aproveitar-se-á da capacidade de generalização das redes neurais e sua tolerância à falhas, utilizado-se uma rede neural multicamadas "feedforward", treinada de forma supervisionada por Algoritmos Genéticos, para a tarefa de reconhecimento efetiva dos rostos.

Palavras-Chave: Reconhecimento de rostos, Filtros Gabor, redes neurais, algoritmos genéticos.

1 - Introdução

O reconhecimento de rostos é uma das ações mais corriqueiras no dia a dia dos seres vivos inteligentes. Esta atividade tem despertado o interesse de pesquisadores, que trabalham com visão computacional e inteligência artificial, devido à grande quantidade de aplicações possíveis a partir do domínio das tecnologias e metodologias de reconhecimento facial. Algumas das possibilidades vislumbradas pelos pesquisadores são: sistemas de vigilâncias, definições automáticas de perfil, reconhecimento de expressões faciais, interface homem X máquina entre outras.

Os rostos humanos possuem uma grande variabilidade de formas, tamanhos e feições particulares tornando-os objetos difíceis de se modelar genericamente. Além das variações morfológicas, a luminosidade e certos adornos, como óculos ou maquiagem, tornam a confiabilidade de um sistema de reconhecimento de rostos uma tarefa ainda mais complexa. Abordagens baseadas na aparência, e ainda abordagens baseadas em aprendizado, são técnicas que têm sido utilizadas com sucesso na tentativa de contornar o problema da variedade existente entre rostos humanos (Tian et al.[1], Zhang et al.[2]).

O sistema híbrido de reconhecimento de rostos, que está sendo proposto aqui, fará uso de uma combinação de técnicas, (extração de características baseadas na aparência, definição de características da geometria facial, aliadas a técnicas de aprendizado) a fim de tornar o sistema de reconhecimento robusto aos problemas já citados, e estudar ainda a importância da raça dos seres humanos na escolha dos traços relevantes à sua diferenciação (Kalocsai et al.[3]).

2 - Metodologia

A metodologia que está sendo empregada para o desenvolvimento do sistema híbrido de reconhecimento de rosto, segue a seqüência da Figura 1:

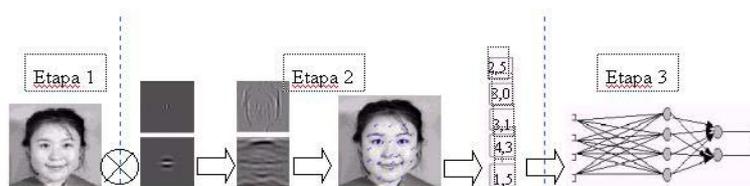


Figura 1: Etapas da metodologia empregadas

2.1 – Etapa 1: divisão do rosto

A etapa 1 consiste em dividir o rosto em três faixas horizontais de estudo, para a efetiva aplicação dos filtros. Esta divisão possibilita uma escolha de parâmetros de controle mais adequados para cada faixa de estudo. A divisão facial seguirá os mesmos padrões usados no estudo da estética facial, em odontologia, na confecção de próteses maxilo-faciais e ortodônticas. A Figura 2, retirada livro de Mario Graziani [4], ilustra as divisões em questão e os diferentes formatos de rosto existentes.

Os estilos faciais, e suas respectivas relações de escala, ajudarão na tarefa de determinar o vetor-identidade que melhor representará o rosto de uma determinada pessoa. Serão estudadas, também neste ponto, as faixas horizontais que contêm as características mais importantes para o discernimento entre pessoas de mesma raça e de raças diferentes.

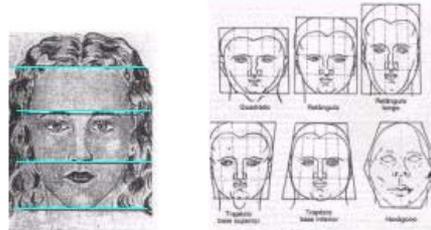


Figura 2: Divisão do rosto em 3 seguimentos e diferentes estilos faciais

2.2 – Etapa 2: os Filtros Gabor, sua aplicação e a extração do vetor-identidade

As funções de Gabor são Gaussianas moduladas por senóides complexas. Em duas dimensões elas têm a forma (Martins [5]):

$$G(x, y) = \left(\frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \right) \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) \right] * \exp[2\pi j Wx]$$

A Função Gabor tem uma parte real par-simétrica (co-seno) e uma parte imaginária ímpar-simétrica (seno) que respondem maximamente na imagem, a bordas tipo linha (ou barra) e a bordas tipo degrau, respectivamente. Variando-se a rotação e a escala da “Wavelet” mãe (Função Gabor), constrói-se um banco de filtros que pode ser aplicado na imagem como um todo, ou em partes dela, como será o caso aqui tratado.

Os Filtros Gabor se mostram atrativos à tarefa de reconhecimento de rostos, devido à sua boa capacidade de realçar bordas e saliências na imagem. Eles ainda apresentam boa correlação entre uma dada freqüência e sua localização na imagem, trabalhando bem com tonalidades de pele opostas (como pode ser observado pela Figura 3).



Figura 3: Resultado da aplicação do Filtro Gabor a tons de pele diferentes

Os parâmetros do filtro, que devem ser ajustados para a sua aplicação na imagem, são os seguintes: tamanho NxN da imagem (ou do quadrante da imagem) onde será aplicado o filtro, intervalo de freqüências para a ação do filtro, número de orientações e número de estágios. De posse desses dados, o módulo gerador dos filtros (implementado em Matlab) entra em ação, criando os filtros.

Após a aplicação do filtro na imagem, com os parâmetros adequados, têm-se realçadas as características salientes presentes no rosto (cantos dos olhos, cantos da boca, narinas, entre outros). Inicia-se então, a fase de varredura da imagem filtrada, a fim de determinar as características geométricas que irão compor o vetor-identidade (tamanho dos olhos, tamanho da boca, formato do rosto, etc.).

Os vetores-identidade são as entradas para a etapa seguinte do processo de reconhecimento: o treinamento da rede neural.

2.3 – Etapa 3: definição e treinamento da rede neural

A escolha da rede neural para ser empregada neste trabalho, deve-se à sua capacidade para “aprender”, recuperar e generalizar, a partir de padrões ou dados usados na sua etapa de treinamento. Outra qualidade interessante, que se espera atingir com o uso dessa tecnologia, é a certificação de que o desempenho do sistema tenha uma degradação mais suave sob condições adversas – tolerância à falhas. (Haykin [6]).

Nesta etapa, será utilizada uma rede “*feedforward*” de múltiplas camadas tendo como entrada o vetor-identidade especificado na etapa anterior. A rede neural fará o papel da função de aptidão do algoritmo genético. Os pesos da rede neural serão estruturados como sendo “indivíduos” de uma “população” de possíveis soluções. A rede será ativada para um conjunto de treinamento, e sua saída efetiva para cada entrada, será comparada com a saída desejada. Um valor de aptidão será atribuído para cada “indivíduo”, de acordo com os erros obtidos. O treinamento da rede realiza-se pela tentativa de encontrar o “indivíduo” mais apto, ou seja, aquele conjunto de pesos que gere o menor erro (menor erro = reconhecer o maior número de vetores-identidade corretamente).

3 - Dificuldades e Observações

Até o presente momento, algumas dificuldades podem ser salientadas dentro das 3 etapas de desenvolvimento do sistema de reconhecimento de rostos.

3.1 - Etapa 1

São encontradas dificuldades para estabelecer as 3 faixas horizontais nos rostos, delimitando a área de aplicação do filtro. Estas áreas devem manter relações adequadas de proporção, e ainda conseguir que o processo de divisão seja o mais independente possível do controle humano. A idéia aqui é encontrar pontos chave, marcados pelo usuário, a partir dos quais o próprio sistema se encarregará de delimitar as outras regiões de forma imparcial.

3.2 - Etapa 2

Nesta etapa, um impasse é a definição de quais distâncias são relevantes para formar o vetor-identidade que alimentará a rede neural. Há problemas ainda com a definição dos parâmetros dos Filtros Gabor para que as distâncias sejam extraídas de forma eficiente. O fator raça, estará sendo levado em consideração na definição das características que vão representar o rosto, pois se acredita que determinadas características dão privilégios a certos biotipos.

3.3 - Etapa 3

Definição das taxas de mutação e *crossover* para a aplicação na etapa evolutiva dos “indivíduos”.

4 - Referências Bibliográficas

- [1] Tian, Y.-I.; Kanade, T.; Cohn, J. F. Recognizing Facial Actions by Combining Geometric Features and Regional Appearance Patterns. Pittsburg: Carnegie Mellon University, January 2000. 31p. (CMU-RI-TR-01-01).
- [2] Zhang, Z.; Lyons, M.; Schuster, M.; Akamatsu, S. Comparison Between Geometric-Based and Gabor-Wavelets-Based Facial Expression Recognition Using Multi-Layer Perceptron. Proceedings, 3rd IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, April 1998, Nara Japan, p. 454-459.
- [3] Kalocsai, P. Malsburg, C. v.d., Horn, J. Face Recognition by Statistical Analysis of Feature Detectors. Imaging and Vision Computing 18, July 1999. Published by Elsevier Science Inc. p.273-278.
- [4] Graziani, M.; Prótese Maxilo-Facial, 3rd edition. p. 6-36.
- [5] Martins, M. P. Filtros Gabor – Fundamentos e Aplicações. São José dos Campos: INPE, 2000. 23p. (Relatório final do curso de Tópicos Avançados em Processamento Digital de Imagens).
- [6] Haykin, S. Redes Neurais – princípios e prática. Porto Alegre: Brookman, 2001. 900p. (Trad. Paulo Martins Engel) 2a ed.
- [7] Sexton, R.S., Gupta, J. N.D. Comparative evaluation of genetic algorithm and backpropagation for training neural networks. Information Sciences 129, May 2000. Published by Elsevier Science Inc. p.45-59