

NALESSO, Amanda Cristina Ferreira; SALINA, Fernando Vernal. Reconhecimento facial utilizando Wavelet e PCA. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 2., 2016, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: IFSP, 2016. p. 133-136. ISSN 2525-9377.

## RECONHECIMENTO FACIAL UTILIZANDO WAVELET E PCA

AMANDA CRISTINA FERREIRA NALESSO<sup>1</sup>, FERNANDO VERNAL SALINA<sup>2</sup>

1,2 Instituto Federal de São Paulo, Informática, São Carlos, Brasil.

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um algoritmo para reconhecimento facial, tarefa muito utilizada por seres humanos e permite identificar rapidamente qualquer indivíduo, porém com um grau de complexidade quando implementado em máquinas. O método abordado utiliza o PCA (*Principal Component Analysis* – Análise dos Componentes Principais) precedido da DWT (*Discrete Wavelet Transform* – Transformada Discreta Wavelet). O PCA é um classificador estatístico que considera cada pixel da imagem como um componente correlacionado com os demais. A Transformada Wavelet permite dividir a imagem em escala e coeficientes *wavelets*, o que pode ser uma maneira de pré-processamento que permite analisar a imagem em diversas escalas, possibilitando assim a redução da representação do sinal e também o tratamento de eventuais ruídos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reconhecimento Facial. Visão Computacional. Transformada de Wavelet. PCA.

**ABSTRACT:** This paper presents an algorithm for facial recognition task widely used by humans and allows you to quickly identify any individual, but with a degree of complexity when implemented in machines. The approached method uses the PCA (Principal Component Analysis) preceded by the DWT (Discrete Wavelet Transform). The PCA is a statistical classifier that considers each image pixel as a component correlated with others. The wavelet transform allows dividing the image into wavelet coefficients and scale, which can be a way of pre-processing that allows to analyze the image to various scales, thereby enabling the reduction of the signal representation, and also the treatment of any noise.

**KEYWORDS:** Facial Recognition. Computer Vision. Wavelet Transform. PCA.

### INTRODUÇÃO

De acordo com Abuzneid e Mahmood (2016) reconhecimento facial tornou-se um campo de interesse para muitos pesquisadores. Esse interesse é motivado pela grande demanda de aplicações, como por exemplo, modelagem de rostos, sistemas de vigilância em tempo real, sistemas de correspondência estática como licenças DMV (Department of Motor Vehicle's vision), autoridade portuária e sistemas bancários.

O reconhecimento facial não é um método intrusivo, e pode ser feito sem que o indivíduo interaja diretamente com o sistema.

Nos últimos dez anos o reconhecimento facial tornou-se um campo específico na área de visão computacional, permitindo que novas tecnologias tornem o processo de reconhecimento facial cada vez mais robusto e eficaz.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo o estudo e implementação de Wavelet e PCA para reconhecimento facial.

## TRANSFORMADA WAVELET

A análise de dados de acordo com escalas variáveis no domínio do tempo e da frequência é a ideia básica da utilização da teoria *Wavelet*. A Transformada Discreta Wavelet (DWT) representa um sinal em termos de deslocamentos de função de baixa escala  $\phi$  e deslocamento de funções de alta escala  $\psi$ , conforme representado pelas equações (1) e (2). A baixa escala representa a *wavelet* comprimida, ou seja, detalhes que mudam rapidamente (alta frequência de  $w$ ). A alta escala representa a *wavelet* dilatada, ou seja, detalhes que mudam vagarosamente (baixa frequência de  $w$ ) (DAUBECHIES, 1992).

$$\psi_{j,k}(t) = 2^{j/2} \psi(2^j t - k) \quad (1)$$

$$\phi_{j,k}(t) = 2^{j/2} \phi(2^j t - k) \quad (2)$$

As equações (1) e (2) podem formar uma base ortonormal para determinadas escolhas de  $\phi$  e  $\psi$ , onde  $j, k \in \mathbb{Z}$ .

O sinal  $y(t)$  pode ser expresso e acordo com a equação (3), e os componentes  $u_{j,k}$  e  $w_{j,k}$  podem ser representados pelas equações (4) e (5).

$$y(t) = \sum_k u_{j_0,k} \phi_{j_0,k}(t) + \sum_{j=j_0}^J \sum_k w_{j,k} \psi_{j,k}(t) \quad (3)$$

$$u_{j,k} = \int y(t) \phi_{k,k}^*(t) \partial t \quad (4)$$

$$w_{j,k} = \int y(t) \psi_{k,k}^*(t) \partial t \quad (5)$$

O parâmetro  $J$  na equação (3) controla a resolução na representação *wavelet*.

A imagem pode ser tratada em diferentes escalas wavelets (o que reduz a dimensão original da imagem), implicando nesse caso uma maior rapidez de processamento.

## PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS - PCA

Análise de Componentes Principais (PCA) é uma técnica que pode ser utilizada para extrair características de uma imagem frontal humana e consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão (BHATI; MISHRA, 2010). O PCA busca construir um pequeno conjunto de componentes que resumem os dados originais, reduzindo a dimensionalidade dos mesmos, preservando os componentes mais significantes (KSHIRGAR; 2011).

### Eigenfaces

O método Eigenfaces foi o primeiro algoritmo de reconhecimento facial utilizado com sucesso para reconhecer faces na área de visão computacional. Tal método procura um conjunto de características que não dependem de formas geométricas da face, como olhos, nariz, boca e orelhas, e utiliza toda a informação da representação facial (KSHIRSAGAR, 2011). Sua utilização no processo de reconhecimento facial foi desenvolvido pela primeira vez por Kirby Sirovichand em 1987 e utilizado por Mathew Turk e Alex Pentland em na classificação faces. É uma técnica não supervisionada.

Conforme Diniz et al (2013) Eigen faces funciona de forma semelhante ao método PCA, porém utiliza-se uma otimização para reduzir a matriz de covariância, reduzindo o processamento necessário para calcular os autovetores e autovalores.

As imagens das faces não se encontram distribuídas de forma aleatória em um espaço de alta dimensionalidade, de tal modo que possam ser descritas em um espaço de

dimensionalidade menor. Devido a esta teoria realiza-se a transformada de KLT (Karhunen-Loève), encontrando-se os vetores que descrevem as imagens dentro deste espaço. Tais vetores são denominados Eigenfaces pela forma semelhante que eles representam as imagens. (BOA SORTE, 2013).

### **Fisherfaces**

É uma técnica para reconhecimento de padrões Desenvolvida por Robert Fisher em 1936 para classificação taxonômica, e pode ser utilizada para reconhecimento facial (DUDA; HART, 1973). De acordo com Fisher (1936) Fisherface utiliza um método de classe linear específica, discriminante linear de Fisher (FLDA) para a redução de dimensionalidade e classificadores simples.

O método LDA, também conhecido como Discriminante linear de Fisher (FLDA) de acordo com Belhumeur et al. (1996), é uma alternativa ao uso do PCA, e baseia-se em combinações lineares das variáveis independentes que dão uma espécie de pontuação, ao objeto observado, obtendo-se em seguida uma probabilidade daquele objeto pertencer a um dos grupos, dessa forma o conjunto de imagens de treino da face e construído por várias classes, onde cada uma representa uma identidade de uma pessoa, fazendo com que o problema do reconhecimento possa ser formulado de modo a determinar a que classe pertence uma determinada pessoa desconhecida.

### **MÉTODO PROPOSTO**

Para realizar a classificação da face, inicialmente irá utilizar a Transformada Discreta Wavelet, utilizando uma base ortonormal, representada pelas equações (1) e (2), utilizando o função Haar, a qual foi proposta por Daubechies (1992) como DB2.

Será utilizado somente a primeira escala *wavelet*. Isso permite a redução do ruído na imagem, bem como a amostragem da imagem original para metade do tamanho.

Na sequência a imagem será utilizado um classificador baseado no PCA, tal como o EigenFace ou o FisherFace.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os testes iniciais foram realizados utilizando a base de dados de imagens ORL, da Universidade de Cambridge. A base foi escolhida por ser muito utilizada em artigos de reconhecimento facial, o que permitirá, ao final do projeto, a comparação com outros resultados publicados.

Foram utilizadas 40 classes (onde cada indivíduo representa uma classe) com 40 imagem cada classe, sendo utilizada duas imagens de cada classe para treinamento e todas as amostras para testes.

Inicialmente o método EigenFace teve uma taxa de acerto de 86%, enquanto o método FisherFace obteve uma taxa de 82%. A utilização de wavelet não alterou o percentual de classificação, mesmo considerando apenas 25% dos pixels da imagem.

### **CONCLUSÕES**

Embora os resultados sejam similares com a utilização da DWT vale ressaltar que a classificação considera somente 25% dos componentes originais, já que a primeira escala wavelet reduz a imagem pela metade.

Os testes iniciais foram feitos somente com a base de dados ORL, as quais não possuem dados ruidosos, porém espera-se uma melhor performance quando o algoritmo for testado em ambiente real, onde existe a interferência externa que pode gerar imagens ruidosas.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe e irmã por todo carinho e incentivo. Ao meu orientador Fernando Salina, por toda paciência, lições, encorajamento, correções, e toda colaboração neste trabalho.

Agradeço ao IFSP pelas oportunidades de crescimento profissional e aprendizado.

## REFERÊNCIAS

BELHUMEUR, Peter, N, et al. **Eigenfaces Vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection**. IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence. 1996.

BOA SORTE, Lucas. X. **Reconhecimento de Faces: Aplicação de Algoritmos de Redes Neurais**. Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA889/2011/IA889-07.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2016.

BHATI, Raman; et al. **A Comparative Analysis of Different Neural Network For Face Recognition Using Principal Component Analysis**, Wavelets And Efficient Variable Learning Rate. Computer and Communication Technology (ICCCT). International Conference on. 2010.

DINIZ, Fábio A; et al. RedFace: Um Sistema de Reconhecimento Facial Baseado Em Técnicas de Análise de Componentes Principais e Autofaces. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, Passo Fundo, v.5 n.1, p. 42-54. 2013.

FISHER Ronald. A. **The Use of Multiple Measures in Taxonomic Problems**, Ann. Eugenics 7 1936.

KSHIRSAGAR, Vivek. P; et al. **Face recognition using Eigenfaces**. Computer Research and Development (ICCRD), 3rd International Conference on, 2011.

DAUBECHIES, Ingrid. **Ten Lectures on Wavelets**. Philadelphia. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1992.

KAZUBEK, Marian. Wavelet Domain Image Denoising by Thresholding and Wiener Filtering. **IEEE Signal Processing Letters**, v. 10, n 11, pp 324-326, 2003.