

## **MODELO COMPUTACIONAL DE RECONHECIMENTO DE FACES PARA AUXÍLIO À INVESTIGAÇÕES E NA BUSCA DE PESSOAS DESAPARECIDAS**

Herbert Mauadie<sup>1</sup>, David Machado<sup>2</sup>, Patrícia Braga<sup>3</sup>, Márcio Sousa<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Centro Universitário Jorge Amado, E-mail: herbert\_junior@hotmail.com;

<sup>2</sup> Centro Universitário Jorge Amado, E-mail: ddiogenes@gmail.com;

<sup>3</sup> Centro Universitário Jorge Amado, Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC, E-mail: patyfb04@gmail.com;

<sup>4</sup> Centro Universitário Jorge Amado, Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC, E-mail: marcio.soussa10@gmail.com.

### **RESUMO**

*No Brasil os processos investigativos e de busca ainda estão aquém de muitos outros países no mundo. De acordo com dados da Polícia Federal apenas 6% das investigações em busca de suspeitos foram solucionadas em 2012. A situação se torna pior quando comparada com a comunidade internacional. Nos Estados Unidos, o número de casos solucionados gira em torno 65%. Na França, 80% e na Inglaterra, 90%. Órgãos como a POLINTER (Polícia Interestadual), que trabalha na busca por pessoas desaparecidas, possuem recursos limitados para utilizar, de forma eficiente, os dados e informações que possuem. Portanto esse trabalho tem como objetivo propor um sistema de reconhecimento facial que permita a identificação de pessoas suspeitas, como também de pessoas desaparecidas, auxiliando os processos investigativos dos órgãos competentes. Espera-se que o sistema aqui proposto, integrado às diversas câmeras de vídeos espalhadas nos mais variados ambientes públicos, possa contribuir para a evolução dos processos investigativos e o controle da segurança.*

**Palavras-Chaves:** *Reconhecimento Facial; Segurança Publica; Biometria.*

### **ABSTRACT**

*In Brazil, the investigative processes and searches are still shorter than many other countries in the world. According to data from the Federal Police, released in 2012, only 6% of investigations in search of suspects were solved. The situation becomes worse when compared with the international community. In the United States the score increased to 65%; In France, 80% in England, 90%. Institutions as Polinter (Interstate Police), who works in the search for missing persons, have limited resources to use the data and information they possess. Institutions like that may benefit from a facial recognition system, working in conjunction with the video cameras scattered in public places. There is the possibility of*

*evolution in research processes and safety control, as well as a possible facilitation of the search process for missing.*

**Keywords:** *Facial Recognition; Public Security; Biometric*

## **INTRODUÇÃO**

O aumento das ocorrências de incidentes violentos nas cidades nos dias atuais, aliado a um aumento no uso de equipamentos de vídeo-monitoramento, percebe-se a importância que o uso de mecanismos de reconhecimento facial pode apresentar para a sociedade. A redução nos custos de equipamentos, como câmeras de vídeos digitais e computadores com alto poder de processamento, tem feito com que órgãos públicos, departamentos do governo e o comércio, de uma forma geral, façam uso dessas tecnologias, de forma consistente. Nota-se um crescente uso do recurso de monitoramento eletrônico em ambientes públicos, por meio de câmeras espalhadas nos espaços em comum.

Órgãos como a POLINTER (Polícia Interestadual), que trabalha na busca por pessoas desaparecidas, possuem recursos limitados no que diz respeito ao uso eficiente dos dados e informações que possuem.

Espera-se que órgãos investigativos e responsáveis pelo combate à violência possam beneficiar-se de um sistema de reconhecimento facial integrado às câmeras de vídeo espalhadas nos ambientes públicos, o que, talvez permitisse, uma evolução nos processos investigativos e no controle da segurança, além de uma possível facilitação do processo de busca por desaparecidos.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Introdução à biometria**

Michaelis [8] define biometria como a ciência da aplicação de métodos de estatística quantitativa a fatos biológicos. Ou seja, através da biometria é possível mensurar características únicas que podem ser utilizadas para a identificação de um indivíduo. Com as tecnologias atuais é possível identificar um indivíduo através de um scanner de íris, reconhecimento de voz, caligrafia, impressão digital, reconhecimento facial e DNA.

Alves[2] classifica os sistemas biométricos em duas categorias:

**Fisiológica:** está relacionada com as características do corpo, como reconhecimento facial e reconhecimento da íris.

**Comportamental:** está relacionada com o comportamento de uma pessoa, como verificação de assinatura, dinâmica de digitação e voz.



Figura 1 – Modelo de Autenticação Biométrica. Fonte: (ROSA, 2012).

Como pode ser visto na Figura 1, o modelo de autenticação biométrica é realizado em dois métodos, o registro e a verificação, ou seja,

### Processamento de Imagens

O processamento de imagens, geralmente, é realizado por meio de conversão para tons de cinza. Os níveis de tonalidades apresentados na escala de cinza que possibilitam a marcação de pontos que identificarão aquela imagem.

Um sistema de processamento de imagens pode ser, de uma maneira geral, dividido nas etapas apresentadas na *Figura 2*:

ETAPA	DESCRIÇÃO
1. Tratamento fora da imagem	Correção de iluminação, uso de colorantes químicos, etc.
2. Aquisição da imagem	Amostragem, armazenamento e compactação.
3. Melhoramento ("image enhancement") *	Pré-tratamento digital da imagem.
4. Segmentação da informação *	Extração dos "objetos" do "fundo" da imagem
5. Parametrização *	Determinação de grandezas sobre cada "objeto": área, perímetro, forma, descrição estrutural, topologia, etc
6. Reconhecimento *	Classificação dos "objetos"
7. Análise Quantitativa: * Aplicação da ferramenta a outras áreas científicas.	Associação das grandezas ao problema: determinação de funções de correlação espacial ou temporal, análise de seqüência de imagens, etc.

\* - Fases com extrema dependência ao problema onde o Proc. de Imagens está aplicado.

Figura 2 – Quadro de etapas do processo de tratamento de imagens. Fonte: (ALBUQUERQUE, 2005).

É importante entender alguns conceitos de processos no sistema de tratamento de imagens. O pixel é o elemento básico de uma imagem, possuindo uma forma retangular ou quadrada. Essa forma é utilizada para facilitar a implementação eletrônica, para sistemas de visualização;

V WORKSHOP DE PESQUISA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (PTI)  
I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA (SIINTEC)

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil

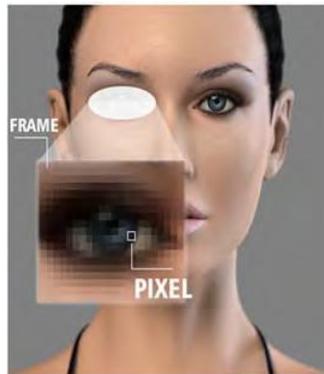


Figura 3: Exemplo gráfico de um pixel. Fonte: Próprio Autor

Além dos pixels, detalhes importantes no processo de imagens estão relacionados à distância (como visto acima) e filtragem.

Segmentar refere-se à dividir a imagem em diferentes partes ou regiões, para que os algoritmos de tratamento possam fazer o processo de forma mais detalhada. A imagem é separada por regiões e cada região produz os dados específicos, facilitando na montagem da informação final. Diversos são os tipos de segmentação, porém, nenhum é capaz de produzir resultados satisfatórios em todas as imagens. Pesquisas nas mais diversas fontes deixam claro de que para cada tipo de imagem, existe uma técnica mais eficiente ou menos eficiente.

### **Reconhecimento Facial**

O reconhecimento Facial é comparar uma face com outras faces em uma determinada base de banco de dados e poder identificar de quem é.

Segundo Bianchi [4] os sistemas de reconhecimento facial estão cada vez mais necessitando de algoritmos robustos, que consigam atuar sobre diferentes condições de iluminação, orientações e expressões.

Abaixo segue uma lista de fatores que podem prejudicar a taxa de acerto no processo de reconhecimento de faces:

**Pose:** Por causa dos variados graus da pose de um indivíduo, isso pode acabar por omitir parcialmente ou totalmente alguma característica necessária para o reconhecimento.

**Expressão facial:** A expressão facial tem a capacidade de alterar as características da face.

**Condições da imagem:** As condições da imagem tem o poder de influenciar no reconhecimento. Isso acontece por causa de fatores como a luminosidade e a presença de ruídos. Por causa disso, geralmente, utiliza-se algoritmos para tratamento de imagens, visando melhorar as condições que a imagem recebida possui.

**Outras:** A mudança nas estruturas do rosto, seja na presença ou ausência de uma característica, pode levar a um erro de reconhecimento.

## **METODOLOGIA**

### **Configurações usadas nos testes**

O projeto foi elaborado em uma plataforma de 64 bits do Windows 8. Porém, em testes feitos no Windows 7 de 32 bits, o funcionamento ocorreu sem nenhuma anomalia registrada. Foi utilizada a versão 2.4.9 do EMGU de 64 bits, pois devido a pesquisa ficou claro que a versão escolhida funcionaria em ambas plataformas, tanto de 32 bits como na de 64 bits, encontrado em <http://sourceforge.net/projects/emgucv/>.

Um sistema para detecção e reconhecimento de faces. Para a realização foi utilizado bibliotecas para o processo de tratamento da imagem, da detecção e do reconhecimento das faces.

O sistema foi desenvolvido utilizando a linguagem C#, e conta com o auxílio de uma biblioteca chamada EMGUCV, que é responsável pelo processamento de imagens, adaptada para o ambiente de desenvolvimento atual, é uma modificação da OpenCV, desenvolvida pela Intel. Essa biblioteca escolhida por seu alto desempenho associado ao método de detecção facial Paul Viola e Michael Jones.

Após o processamento e melhoria da imagem, e depois do algoritmo de detecção de face encontrar a face no vídeo, o algoritmo de reconhecimento facial, o Eigenface, entra em execução para poder comparar o face detectada com outras faces que estão guardadas no banco de dados. Sendo essa comparação realizada com inúmeros cálculos que irão determinar com qual essa foto está mais parecida e assim poder determinar de quem a face em evidência.

### **Eigenface**

É um conjunto de vetores utilizados para dar ao computador a capacidade de reconhecimento de faces. É considerado o primeiro exemplo bem sucedido de tecnologia de reconhecimento facial. Esses vetores são derivados da matriz de covariância da distribuição de probabilidade dimensional de possíveis rostos de seres humanos. A vantagem do *eigenface* está na velocidade e eficiência do sistema. Ele é capaz de ser executado em lotes numerosos de faces em um curto período de tempo. Uma desvantagem a se destacar é o fato da dificuldade do *eigenface* em identificar rostos quando o ambiente possui diferentes níveis de luz ou ângulos. A visão frontal é fator determinante para a eficácia.

Para o algoritmo realizar o procedimento de reconhecimento facial, são necessários alguns procedimentos. Sendo eles:

Uma imagem pode ser vista como uma matriz A de n x m pixels, entretanto, para estabelecer o relacionamento entre um conjunto de imagens necessita-se de um “espaço de faces”, no qual

se pode computar o quão similar duas faces são. Assim, ao invés de representar as imagens como matrizes, estas são representadas como pontos. Para isto, todas as linhas da matriz  $A$  são unidas em um único vetor linha  $\Gamma$  com  $n \times m$  coordenadas, desta forma obtém-se um “espaço de faces”. Nota-se que este espaço é grande mesmo para imagens pequenas, para as imagens utilizadas neste trabalho, por exemplo, o espaço possui 10304 dimensões.

Após obter os vetores  $\Gamma$  de todas as  $M$  imagens do banco, computa-se a face média  $\Psi$ , que representa o centro de gravidade do conjunto de faces:

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i$$

Para todo vetor  $\Gamma$  calcula-se o vetor  $\Phi$ :

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$$

Constrói-se a matriz  $A$  tal que cada  $i$ -ésima coluna da matriz é a transposta do vetor linha  $\Phi_i$ . Portanto, neste trabalho, a matriz  $A$  possui dimensão  $10304 \times 40$ .

Calcula-se a matriz de covariância  $C$ :

$$C = AA^T$$

Para se obter as eigenfaces é preciso apenas computar os autovetores da matriz  $AA^T$ . Entretanto, a matriz  $AA^T$  possui dimensão  $10304 \times 10304$ , o que faz com que o cálculo de seus autovetores seja computacionalmente inviável. Para contornar este problema considera-se a matriz  $A^T A$  de dimensão  $40 \times 40$  e seus autovetores tais que:

$$A^T A v_i = \lambda v_i$$

Multiplicando ambos os lados por  $A$ , tem-se:

$$AA^T A v_i = \lambda A v_i$$

Desta forma pode-se observar que  $A v_i$  são os autovetores de  $C = AA^T$  associados aos 40 maiores autovalores da matriz. O cálculo das eigenfaces (autovetores) neste trabalho, assim como toda a manipulação das matrizes, foi realizado através da biblioteca Eigen de álgebra linear.

### Procedimento Experimental

Para poder testar o potencial de reconhecimento do sistema, foi utilizada uma série de testes, sendo a principal realizada com cinco indivíduos, sendo eles diferentes entre eles. Pois nos testes interiores pode-se perceber que os resultados apresentados pelo sistema estavam variando muito com a etnia, com a iluminação do ambiente e se o indivíduo estava usando algum acessório.

Indivíduo 1 - Sexo feminino, de pele escura, magra, cabelos longos.

Indivíduo 2 - Sexo masculino, de pele escura, magro e com cabelo curto.

Indivíduo 3 - Sexo masculino, de pele morena, um pouco mais claro do que o usuário acima, possui um porte normal, e careca.

Indivíduo 4 - Sexo masculino, de pele clara, apresentava barba e bigode durante o processo de reconhecimento, porte normal e cabelo curto. Indivíduo

5 - Sexo feminino, de pele clara, porte forte, cabelo preto longo.

Em um ambiente iluminado, obtivemos os seguintes resultados:

Indivíduo	Reconhecimento	Valor de retorno	Valor de Corte
1	SIM	1.223	3.500
2	SIM	1.245	3.500
3	SIM	2.500	3.500
4	SIM	2.050	3.500
5	SIM	1.345	3.500

Agora os testes foram realizados em um ambiente com luminosidade reduzida.

Indivíduo	Reconhecimento	Valor de retorno	Valor de Corte
1	SIM	2.346	3.500
2	SIM	1.746	3.500
3	NÃO	2.124 -> 1*	3.500
4	SIM	2.300	3.500
5	SIM	2.200	3.500

\* Durante o teste com a luminosidade baixa, o indivíduo 3 foi reconhecido inicialmente como indivíduo 1. Porém como o resultado muda a cada vez que a face é detectada, depois ele foi reconhecido com o valor de 3,286.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os testes realizados com os algoritmos e os diversos estados de fotografias e capturas de vídeos, pode-se concluir o seguinte:

Alguns fatores relevantes foram observados para o processo de reconhecimento, entre eles destaca-se condições de iluminação, etnia dos indivíduos nas imagens, características como barba, uso de óculos, chapéu e outros objetos. Essas características interferem na visualização original da face. Foram realizados testes repetitivos, alterando-se parâmetros nos algoritmos, com o objetivo de chegarmos aos melhores resultados possíveis. Em casos onde as faces apresentavam condições ideais de iluminação, posicionamento e tonalidade, o algoritmo de reconhecimento se mostrou funcional, com excelentes resultados. Em contrapartida, imagens com baixa iluminação, ângulos desfavoráveis e com presença de pessoas de pele escura, houve dificuldade de precisão na identificação.

O algoritmo de reconhecimento da face precisa ser configurado através de parâmetros que são alterados pelo código, e até chegar a um padrão bom para a utilização, obtemos os seguintes resultados:

V WORKSHOP DE PESQUISA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (PTI)  
I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA (SIINTEC)

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil



Figura 4: Detecção Facial em teste. Fonte: Próprio autor

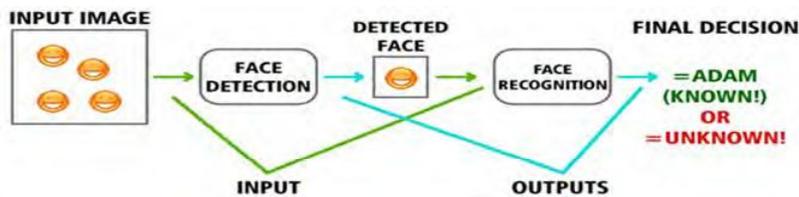


Figura 5: Realização do procedimento de detecção de face e reconhecimento. Fonte: (Few Tutoriais, 2012)

Para realizar o método de reconhecimento, são passados os seguintes parâmetros: um vetor de imagens e de “labels” (rótulos), onde se utiliza o arquivo de dados em formato “xml.”

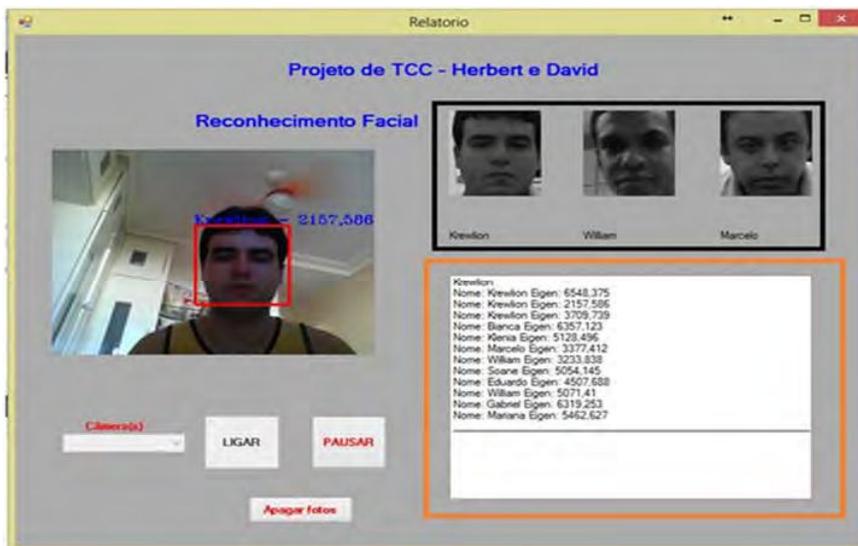


Figura 6: Vetor com os valores do distanciamento de cada usuário no banco. Fonte: Próprio autor

## CONCLUSÃO

Ao concluir o desenvolvimento do software de reconhecimento facial, ficou comprovado que o método de detecção e reconhecimento facial é bastante eficaz, e tem um grande potencial para ajudar os órgãos que precisarem deste recurso.

Apesar de ter tido sucesso no projeto, futuras implementações iriam ajudar a melhorar a chance de acerto da pessoa. Por exemplo, pode-se buscar apenas o olho que possua as características apontadas, partindo depois para a próxima característica, entre os selecionados. Isso provocará um esquema de árvore, melhorando os resultados e criando segmentações, até encontrar a face buscada, como explica a Figura 7.

Figura 7: Esquema de seletividade para implementação futura.

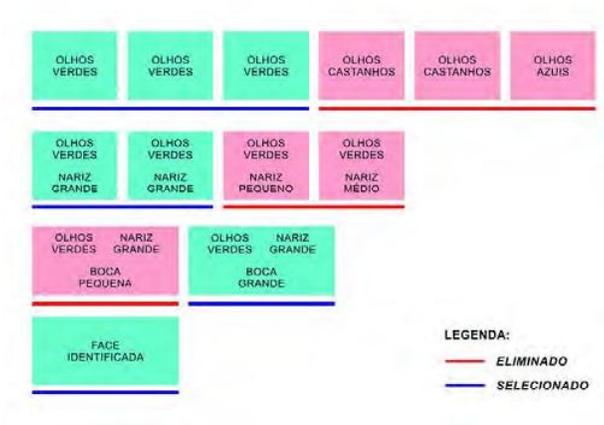


Figura 8: Imagem de uma implementação futura. Fonte: Próprio autor

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup>Franco, A.; SSP amplia monitoramento por câmeras em Salvador. Disponível em <<http://atarde.uol.com.br/bahia/materias/1463891-ssp-amplia-monitoramento-por-cameras-em-salvador>>. Acesso em: 21 de novembro de 2012.

<sup>2</sup>Alves, E. M.; *Métodos biométricos para aplicações de segurança computacional*, Universidade Estadual de Londrina. 2008.

<sup>3</sup>Canedo, J. A. História da Biometria. Disponível em

<<http://www.forumbiometria.com/fundamentos-de-biometria/118-historia-da-biometria.html>>. Acesso em: 27 de outubro de 2012.

<sup>4</sup>Bianchi, M. F.; *Extração de características de imagens de faces humanas através de wavelets, PCA e IMPCA*, USP - São Carlos, 2006.

<sup>5</sup>Sítio do FEW TUTORIALS. Disponível em <<http://fewtutorials.bravesites.com/entries/basic-concepts/level-4a-getting-ready-for-face-recognition-the-basics>> Acesso em: 09 de março de 2013.

<sup>6</sup>Gonzales, R. C.; *Processamento de Imagens Digitais*, ed. Edgard Bluch, 2000.

<sup>7</sup>Kleina, N. Como funcionam os sistemas de reconhecimento facial. Disponível em <<http://www.tecmundo.com.br/camera-digital/10347-como-funcionam-os-sistemas-de-reconhecimento-facial.htm#ixzz2Ci5bx2Jj>>. Acesso em: 20 de novembro de 2012.

<sup>8</sup>Michaelis, Dicionário. Significado de “Biometria”.

<<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=biometria>>