

Sistema de reconhecimento facial criminal

Alireza Chevelwalla[1] , Ajay Gurav[2] , Sachin Desai[3], Prof. Sumitra Sadhukhan[4]

Departamento de Engenharia da Computação

Instituto de Tecnologia Rajiv Gandhi.

Versova, Andheri(W), Mumbai-400053.

Resumo- O reconhecimento facial é um dos tópicos mais desafiadores da visão computacional atualmente. Possui aplicações que vão desde segurança e vigilância até sites de entretenimento.

Os softwares de reconhecimento facial são úteis em bancos, aeroportos e outras instituições para triagem de clientes. A Alemanha e a Austrália implementaram o reconhecimento facial nas fronteiras e na alfândega para o Controlo Automático de Passaportes.

O rosto humano é um objeto dinâmico com alto grau de variabilidade em sua aparência, o que torna o reconhecimento facial um problema difícil na visão computacional. Neste campo, a precisão e a velocidade de identificação são uma questão principal.

Existem muitos desafios para o reconhecimento facial. A robustez do sistema pode ser obstruída por seres humanos que alteram as suas características faciais através do uso de lentes de contacto coloridas, do crescimento do bigode, da aplicação de maquiagem intensa, etc. As preocupações éticas também estão relacionadas ao processo de registro, estudo e reconhecimento de rostos. Muitas pessoas não aprovam sistemas de vigilância que tiram numerosas fotografias de pessoas que não autorizaram esta ação.

O objetivo deste artigo é avaliar técnicas de detecção e reconhecimento facial e fornecer uma solução completa para detecção e reconhecimento facial baseado em imagem com maior precisão, melhor taxa de resposta e um passo inicial para vigilância por vídeo. A solução é proposta com base em testes realizados em vários bancos de dados ricos em termos de assuntos, pose, emoções e luz.

Palavras-chave - Impressão Digital, DNA, Redes Neurais, Visão Computacional.

1. INTRODUÇÃO

O registo criminal contém informações pessoais sobre uma determinada pessoa, juntamente com uma fotografia. Para identificar qualquer criminoso precisamos da identificação dessa pessoa, fornecida pela testemunha ocular. A identificação pode ser feita por impressão digital, olhos, DNA etc. Uma das aplicações é a identificação facial. O rosto é o nosso principal foco de atenção nas relações sociais, desempenhando um papel importante na transmissão de identidade e emoção. Embora seja difícil inferir inteligência ou caráter a partir da aparência facial, a capacidade humana de lembrar e reconhecer rostos é notável.

Um sistema de reconhecimento facial usa um banco de dados de imagens e compara outra imagem com aquelas para encontrar uma correspondência, se existir. Para cada imagem facial, a identificação pode ser feita utilizando os valores RGB para a cor dos olhos, largura e altura do rosto e também utilizando diversas proporções que foram feitas por Kovashka e Martonosi [1].

Este sistema tem como objetivo identificar os criminosos em qualquer departamento de investigação. Nesse sistema, armazenamos em nosso banco de dados as imagens dos criminosos junto com seus dados e depois essas imagens são segmentadas em quatro fatias - testa, olhos, nariz e lábios. Essas imagens são novamente armazenadas em outro registro do banco de dados para facilitar o processo de identificação. As testemunhas oculares selecionarão as fatias que aparecem na tela e com elas recuperaremos a imagem do rosto do banco de dados. Assim, este sistema proporciona um ambiente muito amigável tanto para o operador como para a testemunha ocular identificarem facilmente o criminoso, caso o registro criminal exista na base de dados. Este projeto tem como objetivo identificar uma pessoa a partir de imagens captadas anteriormente. O sistema desenvolvido também é um primeiro marco na detecção e reconhecimento facial baseado em vídeo para vigilância.

2. PESQUISA ATUAL SOBRE RECONHECIMENTO FACIAL E TÉCNICAS DISPONÍVEIS

O principal objetivo dos pesquisadores de visão computacional é criar sistemas automatizados de reconhecimento facial que possam igualar e, eventualmente, superar o desempenho humano. Para este fim, é imperativo que os pesquisadores computacionais conheçam as principais descobertas de estudos experimentais de reconhecimento facial [1]. Estas descobertas fornecem informações sobre a natureza das pistas em que o sistema visual humano se baseia para alcançar o seu desempenho impressionante e servem como blocos de construção para os esforços para emular artificialmente essas capacidades.

O problema de reconhecimento facial tem sido estudado há mais de duas décadas. As abordagens propostas na literatura até agora podem ser classificadas principalmente em duas categorias: baseadas em modelos e baseadas em aparência, conforme descrito por Fu Jie Huang e Zhihua Zhou [5]. O método baseado em modelo tenta extrair parâmetros geométricos medindo as partes faciais, enquanto a abordagem baseada em aparência usa a intensidade ou parâmetros derivados de intensidade, como coeficientes de faces próprias para reconhecer faces. Devido às mudanças nas condições de iluminação, expressão, oclusão, rotação, etc., a aparência do rosto humano pode mudar consideravelmente.

Existem abordagens propostas para reconhecer rostos em poses variadas. Um deles é o Modelo de Aparência Ativo proposto por Cootes [5], que deforma um modelo de face genérico para se ajustar à imagem de entrada e usa os parâmetros de controle como o vetor de características a ser alimentado no classificador. A segunda abordagem é baseada na transformação de uma imagem de entrada para a mesma pose das faces prototípicas armazenadas e, em seguida, usando a correspondência direta de modelos para reconhecer faces, proposta por Beymer, Poggio e posteriormente estendida por

Vetter [5]. O terceiro método é o autoespaço de todas as diferentes visões, proposto por Murase e Nayar, e posteriormente usado por Graham e Allinson no reconhecimento facial [5].

2.1 Técnicas bidimensionais e tridimensionais Nos primeiros anos do século 21, nos encontramos afastando-se continuamente da necessidade da interação humana física desempenhando uma parte importante das tarefas diárias. Aproximando-nos cada vez mais de uma sociedade automatizada, interagimos mais frequentemente com agentes mecânicos, utilizadores anônimos e com as fontes de informação electrónica da World Wide Web, do que com os nossos homólogos humanos. Portanto, talvez seja irónico que a identidade se tenha tornado uma questão tão importante no século XXI. Parece que numa época em que a fraude custa ao público milhares de milhões de libras todos os anos e mesmo as nações mais poderosas são impotentes contra alguns extremistas com um bilhete de avião, não é quem somos que é importante, mas sim, que somos quem afirmamos ser. Por estas razões, a autenticação biométrica já iniciou um rápido crescimento numa vasta gama de sectores de mercado e continuará, sem dúvida, a fazê-lo, até que as leituras biométricas sejam tão comuns como passar um cartão de crédito ou rabiscar uma assinatura [4].

2.2 Várias categorias de algoritmos de reconhecimento facial:

- Redes Neurais. • Análise de recursos. • Correspondência de gráficos. • Teoria da informação.

O reconhecimento facial tem uma série de vantagens sobre a biometria: não é intrusivo. Embora muitos métodos biométricos exijam a cooperação e a consciência **do sujeito** para realizar uma identificação ou verificação, como olhar para um scanner ocular ou colocar a mão num leitor de impressões digitais, o reconhecimento facial pode ser realizado mesmo sem o conhecimento do sujeito, conforme descrito pelo Comitê NISTC [4].

2.3 Técnicas de reconhecimento facial O

método para aquisição de imagens faciais depende da aplicação subjacente. Por exemplo, as aplicações de vigilância podem ser melhor atendidas pela captura de imagens faciais por meio de uma câmara de vídeo, enquanto as investigações de bancos de dados de imagens podem exigir imagens de intensidade estática obtidas por uma câmara padrão. Algumas outras aplicações, como o acesso a domínios de segurança máxima, podem até exigir a renúncia à qualidade não intrusiva do reconhecimento facial, exigindo que o usuário fique na frente de um scanner 3D ou de um sensor infravermelho [4].

2.3.1 Reconhecimento facial a partir de imagens de

intensidade Os métodos de reconhecimento facial a partir de imagens de intensidade se enquadram em duas categorias principais: baseado em recursos e holístico. Uma visão geral dos métodos bem conhecidos nessas categorias é fornecida abaixo.

2.3.1.1 Baseado em recursos

As abordagens baseadas em recursos primeiro processam a imagem de entrada para identificar e extrair (e medir) características faciais distintas, como olhos, boca, nariz, etc., bem como outras marcas, e então calculam as relações geométricas entre esses pontos faciais, assim reduzindo a imagem facial de entrada a um vetor de características geométricas.

Técnicas padrão de reconhecimento de padrões estatísticos são então empregadas para combinar faces usando essas medidas.

2.3.1.2 Holístico

As abordagens holísticas tentam identificar rostos utilizando representações globais, ou seja, descrições baseadas na imagem inteira e não em características locais do rosto. Esses esquemas podem ser subdivididos em dois grupos: abordagens estatísticas e de IA.

2.3.1.3 Estatística Na

versão mais simples das abordagens holísticas, a imagem é representada como uma matriz 2D de valores de intensidade e o reconhecimento é realizado por comparações de correlação direta entre a face de entrada e todas as outras faces do banco de dados. Embora tenha sido demonstrado que esta abordagem funciona em circunstâncias limitadas (ou seja, iluminação, escala, pose iguais, etc.), ela é computacionalmente muito cara e sofre das deficiências usuais de abordagens simples baseadas em correlação, como sensibilidade à orientação facial, tamanho, condições de iluminação variáveis, confusão de fundo e ruído.

2.3.2 Abordagens Predominantes

Existem duas abordagens predominantes para o problema de reconhecimento facial: geométrica (baseada em características) e fotométrica (baseada em visualizações). À medida que o interesse dos pesquisadores no reconhecimento facial continuou, muitos algoritmos diferentes foram desenvolvidos, três dos quais foram bem estudados na literatura de reconhecimento facial: Análise de Componentes Principais (PCA), Análise Discriminatória Linear (LDA) e Elastic Bunch Graph Matching (EBGM) [4].

2.3.2.1 PCA:

Análise de Componentes Principais (PCA)

PCA é a técnica pioneira em Kirby e Sirovich em 1988. Com PCA, as imagens da sonda e da galeria devem ter o mesmo tamanho e devem ser normalizadas para alinhar os olhos e a boca dos sujeitos nas imagens. A abordagem PCA é então usada para reduzir a dimensão dos dados por meio de compressão de dados e revela a estrutura de baixa dimensão mais eficaz dos padrões faciais. Esta redução nas dimensões remove informações que não são úteis e decompõe com precisão a estrutura da face em componentes ortogonais (não correlacionados) conhecidos como faces próprias. Cada imagem facial pode ser representada como uma soma ponderada (vetor de características) das faces próprias, que são armazenadas em uma matriz 1D. Uma imagem de sonda é comparada com uma imagem de galeria medindo a distância entre seus respectivos vetores de características. A abordagem PCA normalmente exige que toda a face frontal seja apresentada a cada vez, caso contrário a imagem resulta em um desempenho ruim. A principal vantagem

desta técnica é que ela pode reduzir os dados necessários para identificar o indivíduo a 1/1000 dos dados apresentados.

Na fase de treinamento, você deve extrair vetores de recursos para cada imagem do conjunto de treinamento. Seja A uma imagem de treinamento da pessoa A que tem uma resolução de pixels de $M \times N$ (M linhas, N colunas). Para extrair características PCA de A , primeiro você converterá a imagem em um vetor de pixel \vec{A} concatenando cada uma das M linhas em um único vetor. O comprimento (ou dimensionalidade) do vetor \vec{A} será $M \times N$. Neste projeto, você usará o algoritmo PCA como técnica de redução de dimensionalidade que transforma o vetor \vec{A} em um vetor A que possui dimensionalidade d . Para cada imagem de treinamento i , você deve calcular e armazenar esses vetores de recursos i .

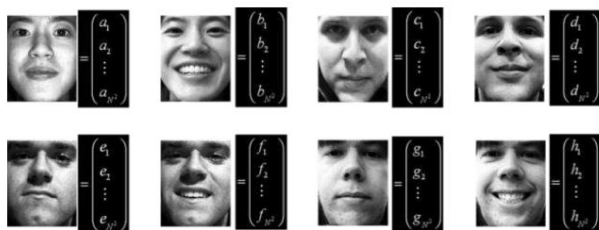


Figura 1. Rostos com seus vetores próprios

Na fase de reconhecimento (ou fase de teste), você receberá uma imagem de teste J de uma pessoa conhecida. Seja J a identidade (nome) desta pessoa. Como na fase de treinamento, você deve calcular o vetor de características desta pessoa usando PCA e obter J . Para identificar J , você deve calcular as semelhanças entre J e todos os vetores de características I no conjunto de treinamento. A similaridade entre vetores de características pode ser calculada usando a distância euclidiana. A identidade do I mais semelhante será a saída do nosso reconhecedor facial. Se $I = J$, significa que identificamos corretamente a pessoa J , caso contrário, se $I \neq J$, significa que classificamos incorretamente a pessoa J .

2.3.2.2 LDA: Análise Discriminante Linear LDA é uma

abordagem estatística para classificar amostras de classes desconhecidas com base em amostras de treinamento com classes conhecidas. (Figura 2) Esta técnica visa maximizar a variância entre classes (ou seja, entre usuários) e minimizar a variância dentro de classes. variação de classe (ou seja, dentro do usuário). Na Figura onde cada bloco representa uma classe, há grandes variações entre as classes, mas pouca variação dentro das classes. Ao lidar com dados de face de alta dimensão, esta técnica enfrenta o problema de tamanho de amostra pequeno que surge quando há um pequeno número de amostras de treinamento disponíveis em comparação com a dimensionalidade da amostra.

espaço.



Figura 2. Exemplos de seis classes usando LDA

2.3.2.3 EBMG: Elastic Bunch Graph Matching EBMG baseia-

se no conceito de que imagens de faces reais têm muitas características não lineares que não são abordadas pelos métodos de análise linear discutidos anteriormente, como variações na iluminação (iluminação externa vs. fluorescentes internas), pose (ficar em pé vs. inclinar-se) e expressão (sorriso vs. carranca). Uma transformação wavelet de Gabor cria uma arquitetura de ligação dinâmica que projeta a face em uma grade elástica. O jato Gabor é um nó da grade elástica, indicado por círculos na imagem abaixo, que descreve o comportamento em torno de um determinado pixel. É o resultado de uma convolução da imagem com um filtro Gabor, que é utilizado para detectar formas e extrair características por meio do processamento de imagens.

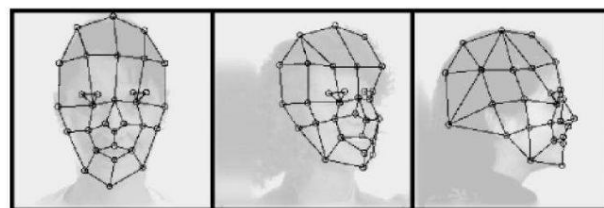


Fig3. Correspondência de gráfico de grupo elástico

2.4 O detector de rostos Viola-Jones O

princípio básico do algoritmo Viola-Jones é varrer uma subjanela capaz de detectar rostos em uma determinada imagem de entrada, conforme demonstrado por Ole Helvig Jensen [2]. A abordagem padrão de processamento de imagem seria redimensionar a imagem de entrada para tamanhos diferentes e, em seguida, executar o detector de tamanho fixo através dessas imagens. Esta abordagem acaba sendo bastante demorada devido ao cálculo dos diferentes tamanhos de imagens. Ao contrário da abordagem padrão, Viola-Jones redimensiona o detector em vez da imagem de entrada e executa o detector várias vezes através da imagem – cada vez com um tamanho diferente. A princípio, pode-se suspeitar que ambas as abordagens consomem igualmente tempo, mas Viola-Jones desenvolveu um detector invariante de escala que requer o mesmo número de cálculos, independentemente do tamanho.

Este detector é construído usando uma chamada imagem integral e características retangulares simples que lembram as wavelets de Haar [2].

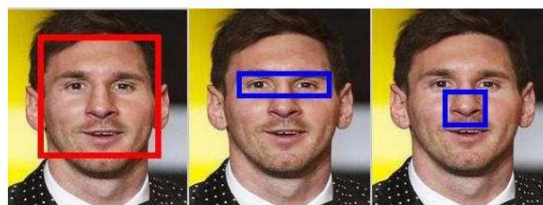


Figura 4. Detector de rosto, detector de nariz, saída de detector de olhos

Estamos usando esse algoritmo para separar diferentes recursos do rosto da imagem. E estamos armazenando esses recursos em um banco de dados com face correspondente.

2.4.2 O detector invariante de escala O

primeiro passo do algoritmo de detecção de faces Viola-Jones é transformar a imagem de entrada em uma imagem integral. Isso é feito tornando cada pixel igual à soma total de todos os pixels acima e à esquerda do pixel em questão. Isso é demonstrado na Figura

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Input image

1	2	3
2	4	6
3	6	9

Integral image

Figura 5. Transformar imagem de entrada em imagem integral

Isso permite o cálculo da soma de todos os pixels dentro de qualquer retângulo usando apenas quatro valores. Esses valores são os pixels da imagem integral que coincidem com os cantos do retângulo na imagem de entrada.

O detector facial Viola-Jones analisa uma determinada subjanela usando recursos que consistem em dois ou mais retângulos. Cada recurso resulta em um único valor que é calculado subtraindo a soma do(s) retângulo(s) branco(s) da soma do(s) retângulo(s) preto(s). Viola-Jones descobriu empiricamente que um detector com resolução básica de 24 x 24 pixels fornece resultados satisfatórios. Ao permitir todos os tamanhos e posições possíveis dos recursos, um total de aproximadamente 160.000 recursos diferentes podem ser construídos. Assim, a quantidade de características possíveis supera em muito os 576 pixels contidos no detector na resolução básica. As imagens a seguir são capturas de tela do nosso módulo de sistemas que é o reconhecimento facial junto com o nome de um rosto correspondente.

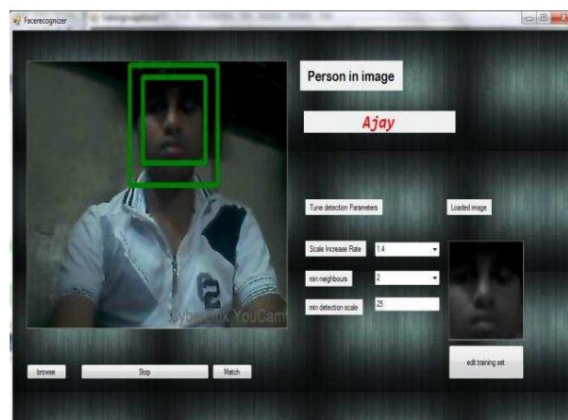


Figura 6. Reconhecimento facial de vídeo ao vivo



Figura 7. Reconhecimento facial com imagem

3. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este sistema usa nossa implementação de um sistema de reconhecimento facial usando características de um rosto, incluindo cores, características e distâncias. Usando seus dois graus de liberdade, nosso sistema permite dois modos de operação, um que resulta em poucos falsos positivos e outro que resulta em poucos falsos negativos. Demonstramos diversas preocupações relacionadas ao processo de reconhecimento facial, como a iluminação e as condições de fundo em que as imagens faciais são tiradas. Nosso sistema poderá ser melhorado no futuro através do desenvolvimento de um algoritmo de detecção facial que seja menos sujeito a erros e falhas e tenha um bom desempenho independentemente da cor da pele. Um conjunto de recursos mais extenso também evitaria a possibilidade de enganar o sistema através da alteração de características faciais.

4. REFERÊNCIAS

1. Adriana Kovashka Margaret Martonosi - Reconhecimento facial baseado em recursos para identificação de criminosos versus identificação para compras sem dinheiro
2. Ole Helvig Jensen "Implementando o algoritmo de detecção de rosto Viola-Jones"
3. Rabia Jafri* e Hamid R. Arabnia* Uma Pesquisa de Técnicas de Reconhecimento Facial
4. Reconhecimento Facial - Comitê NSTC de Tecnologia, Comitê de Pátria e Subcomitê de Segurança Nacional de Biometria.
5. Fu Jie Huang Zhihua Zhou "Pose de reconhecimento facial invariante".