2 Trabalhos relacionados

2.1. Detecção de características faciais

A localização das características faciais desempenha um papel importante em diversas aplicações, tais como, reconhecimento de faces, sistemas de segurança, análise de expressões faciais, interação humano-computador, rastreamento de faces, etc. Um dos trabalhos pioneiros nessa área foi publicado em 1977 por Kanade [21] e nas últimas três décadas houve grandes avanços na detecção de faces e suas características. Como descrito no artigo de Ding, L. e Martinez, A. [11], muitos algoritmos mostram-se bastante confiáveis na detecção de faces em imagens com grande quantidade de pessoas e apresentando desempenho em tempo real ou perto disso. No entanto, muito ainda precisa ser feito para fornecer uma detecção precisa e detalhada da face e de suas características. Embora existam muitos métodos para localização de características faciais, a maior parte deles é computacionalmente cara, tornando inviáveis aplicações em tempo real [12].

A extração de características da face apresenta diversos desafios devido à grande variação na fisionomia das faces de um indivíduo para outro. Como descrito em [13] e [14], dentre os principais desafios podemos citar:

- Pose: A imagem da face depende da posição da face em relação à câmera (frontal, inclinada, perfil, cabeça pra baixo, etc.).
- Presença ou não de componentes estruturais: Características faciais tais como barba, bigode, cabelo e óculos podem ou não estar presentes. Além disso, a variedade entre esses componentes é bem grande, podendo apresentar múltiplas formas, cores e tamanhos.
- Expressões faciais: A aparência da face é diretamente afetada pelas expressões faciais e emoções demonstradas pela pessoa.
- Oclusão: As faces podem estar parcialmente oclusas por objetos ou por outra face.

- Condições da imagem: As condições de aquisição da imagem podem provocar problemas com a iluminação, podem fornecer imagens tremidas, com pouca resolução, etc.

Duas abordagens podem ser utilizadas para detecção das características faciais [2]:

- Na primeira abordagem, uma etapa de detecção da face é realizada anteriormente à detecção das características faciais a fim de determinar a região na qual a detecção das características será realizada. Diversos trabalhos apresentam uma revisão sobre as principais técnicas de detecção de faces em imagens. Em vídeos a detecção da face pode ser obtida através da detecção do movimento, facilitando o processo.
- Na segunda abordagem, a procura pelas características faciais é realizada na imagem inteira. Nesse caso, a geometria da face e o tamanho das características da face são normalmente levados em consideração, o que torna esse tipo de método mais propenso a erros e limita sua aplicação a imagens dentro de certo limite de tamanho.

As técnicas de detecção de características faciais são normalmente relacionadas à detecção dos olhos, boca, nariz, sobrancelha e alguma outra componente facial importante. As características faciais podem ser de três tipos diferentes: região, contorno ou ponto chave. Várias técnicas foram propostas com esse propósito e podem ser classificadas em quatro grupos de acordo com [10]: métodos baseados na geometria das características (geometric feature-based), métodos baseados em templates (template-based), métodos baseados na segmentação de cor (color segmentation techniques) e métodos baseados na aparência (appearance based approaches). Diversos trabalhos utilizam mais de um dos métodos a fim de melhorar a detecção das características faciais [4, 22].

2.1.1.

Método baseado na geometria das características

Os métodos baseados na geometria das características utilizam o tamanho e a posição dos componentes da face e a relação entre eles para detecção das características faciais. Esses métodos normalmente utilizam um banco de dados com um modelo para cada face e têm como objetivo fazer a correspondência entre

a face a ser detectada e alguma face presente no banco de dados. Para cada face presente no banco de dados, um vetor de características é calculado e a detecção é feita utilizando-se um classificador baseado no vizinho mais próximo.

Nesse tipo de abordagem, filtros de detecção de vales e análise horizontal e vertical das integrais de borda são muito utilizados. O gradiente vertical mostra-se bastante útil na detecção do topo da cabeça, olho, base do nariz e boca, enquanto o gradiente horizontal é utilizado na detecção das bordas esquerda e direita da face e do nariz.

Um exemplo dessa técnica pode ser encontrado em [6], onde Brunelli, R. e Poggio T. fazem uma comparação desse método com o método baseado em templates.

2.1.2. Métodos Baseados em Templates

Esses métodos têm como objetivo encontrar a melhor correspondência, dada por uma função de energia, entre um objeto da imagem e um modelo previamente determinado [5]. No caso da detecção de características faciais o objeto em questão poderia ser um olho, a boca ou alguma outra característica desejada.

Existem diversos trabalhos que utilizam métodos baseados em templates para detectar tanto a face como suas características [7]. Nesses casos, a abordagem mais simples é utilizar um modelo que representa a face como um todo e compará-lo a imagem utilizando uma métrica adequada (normalmente distância euclidiana) [6]. Normalmente, os modelos utilizados são frontais e a face é tida como sendo uma elipse. Como explicado em [9] o problema dessa abordagem é que ela não lida efetivamente com variações na escala, pose e forma. Em trabalhos que consideram apenas as características da face esses problemas também estão presentes. Como podemos ver em [6] diversas técnicas foram propostas para contornar esses problemas, dentre elas: sub-templates (ou templates baseados em componentes), multi-resolução, multi-escala e templates deformáveis [1].

2.1.3. Métodos baseados na segmentação por cor

A técnica de segmentação por cor leva em consideração o tom da pele para isolar a face. Qualquer região, no domínio da face localizada, que não é pele, é vista como uma possível candidata a alguma característica facial, tal como, narinas, olhos, sobrelhas e boca. Nesse tipo de abordagem, há uma grande utilização de diversos espaços de cor para se construir um modelo da pele e tornar possível a sua localização. Para a segmentação de pele muitos trabalhos utilizam algum threshold. Após encontrar regiões candidatas, características locais são utilizadas para verificar essas regiões. Normalmente, faz-se um agrupamento dos pixels de uma região utilizando uma análise de componentes conectados ou algoritmos de agrupamento e após isso, a forma ou outras características locais são utilizadas para verificação da característica.

A eficiência desse tipo de técnica em bancos de dados de imagens é bastante limitada devido à grande diferença existente entre as etnias. No entanto, é possível detectar faces não frontais e parcialmente oclusas com barba, óculos, etc.

Um exemplo desse tipo de abordagem pode ser encontrado em [22], onde Hongliang et al. utilizam a segmentação por cor para encontrar regiões de pele e, em seguida, realizam outros processamentos para decidir se a região encontrada é ou não uma face.

2.1.4. Métodos baseados na aparência

Os métodos baseados na aparência não necessitam de nenhum conhecimento prévio sobre o objeto ou característica a ser detectada. Geralmente, as técnicas que pertencem a este grupo necessitam de várias imagens para fazer o aprendizado. Esses métodos são normalmente baseados em técnicas de análise estatística e aprendizado de máquina. Exemplos dessa abordagem são as redes neurais, análise de componentes principais (PCA), Eigenfaces, Support Vector Machines (SVM), Linear discriminant analysis (LDA) e modelos de Markov ocultos.

Neste trabalho é proposta uma combinação de duas abordagens apresentadas acima. A face é detectada usando o método baseado na segmentação por cor. Para

reconhecimento das características faciais é utilizado um método baseado em aparência, onde certas características são extraídas de uma imagem de treinamento e usadas no treinamento de um classificador baseado em um algoritmo conhecido como FERNS. O método proposto é apresentado no capítulo 4.