

1 Introdução

Os sistemas de reconhecimento facial realizam a identificação de indivíduos a partir de uma imagem ou conjunto de imagens faciais coletadas por dispositivos eletrônicos, por exemplo, câmeras fotográficas, vídeo gravadoras, telefones celulares, entre outros. Ganha relevância nos anos recentes aplicações de reconhecimento facial a partir de imagens geradas por câmeras de vídeo monitoramento ou de vigilância, cada vez mais ubíquas, devido a seu baixo custo e simplicidade de instalação, sendo largamente utilizadas para a verificação ou identificação de indivíduos em locais públicos.

Os sistemas de reconhecimento facial apresentam grandes vantagens sobre outras formas de reconhecimento. Por exemplo, num sistema de reconhecimento baseado em impressões digitais o usuário precisa colaborar com o processo de aquisição dos dados, enquanto que, nos sistemas de reconhecimento facial a aquisição das imagens pode ocorrer sem a cooperação do indivíduo, de forma natural e não intrusiva. A par disso, a coleta de imagens pode ser realizada a distância, gerando, assim, um grande volume de dados a serem analisados.

Takeo Kanade, na sua tese doutoral de 1973 (Kanade, 1973), foi o primeiro a desenvolver um sistema de reconhecimento facial automático. Foi, contudo, só a partir do trabalho desenvolvido por (Kirby, et al., 1990) que a comunidade científica começou a interessar-se pelo desenvolvimento de novas técnicas de reconhecimento a partir de imagens faciais. O principal aporte de Kirby e Sirovich foi representar às imagens faciais como pontos num espaço de reduzida dimensão por médio da transformação de Karhunen-Loeve.

A partir de então, ferramentas estatísticas e probabilísticas foram utilizadas na solução de problemas de reconhecimento facial. Turk e Pentland usaram as Análises de Componentes Principais para gerar uma representação da face num espaço de pequena dimensão, definido pelas componentes principais que, neste contexto, passaram a ser chamadas de *autofaces* (*eigenfaces do inglês*) (Turk, et al., 1991). Com o tempo, várias extensões das *autofaces* foram desenvolvidas. Assim, outros autores (Belhumeur, et al., 1997), (Zhao, et al., 1998) sugeriram a aplicação da Análise Linear de Discriminante à base proposta

por Turk e Pentland visando obter uma melhor capacidade discriminativa entre classes ou identidades. Moghaddam e coautores (Moghaddam, et al., 1998) propuseram o uso de métricas probabilísticas para comparar faces misturando as componentes principais com a análise bayesiana. Em (Zhang, et al., 2005) propõe-se uma forma de representar a face usando filtros de Gabor a fim de obter uma melhor acurácia no reconhecimento de imagens faciais em aplicações em que fatores, como idade, textura e cor da pele, representam um grande problema. Posteriormente, propôs-se em (McCool, et al., 2009) um classificador baseado no Modelo das Misturas Gaussianas a partir de sub-imagens que representam a resposta em frequência das imagens faciais originais. Em (Wallace, et al., 2011) os autores aplicaram Modelagem da Variabilidade Inter-Sessão e Análise de Fatores Conjunta à autenticação de faces usando Modelos de Misturas Gaussianas. Num desenvolvimento ainda mais recente (Günther, et al., 2012) sugeriu-se o uso das magnitudes e fases resultantes, produzidas por filtros de Gabor em pontos específicos das imagens faciais para o reconhecimento em ambientes com iluminação não uniforme e em situações com grandes variações de expressão facial.

A maioria destes métodos apresentam melhor desempenho quando a aquisição das imagens ocorre em situações controladas, ou seja, com iluminação constante e uniforme, bom contraste, face em posição frontal com expressão neutra. No entanto, os sistemas de reconhecimento facial, apesar dos esforços realizados pelos cientistas, ainda têm um grande caminho a percorrer quando se trata de analisar imagens capturadas em condições não controladas, que junto às propriedades inerentes aos indivíduos (idade, textura e cor da pele) atrapalham o processo reconhecimento.

1.1. Motivação

A pesquisa em reconhecimento facial automático iniciada há mais de três décadas se concentrou inicialmente em métodos de reconhecimento baseados em imagens estáticas. Substantial progresso se fez desde então.

Mais recentemente o interesse se volta para os métodos baseados em vídeo por duas razões principais. Em primeiro lugar, porque o reconhecimento facial em vídeo oferece a possibilidade de se integrarem informações de diversos quadros individuais de longas sequências de vídeo, levando a taxas de reconhecimento potencialmente mais elevadas do que quando se usam apenas

imagens estáticas. Em segundo lugar, porque a tecnologia baseada em vídeo viabiliza aplicações de identificação não cooperativa, isto é, aquelas em que o indivíduo não colabora ou colabora pouco com o processo de identificação.

No âmbito da segurança, o reconhecimento facial em vídeo permite agilizar o atendimento a usuários nas situações em que muitos indivíduos devem ser identificados rapidamente, como, por exemplo, em aeroportos e no controle de acesso a grandes eventos culturais, artísticos ou esportivos. Ainda mais estratégicas são as aplicações de vídeo-monitoramento, também conhecidas pelo termo francês *surveillance*. Trata-se do monitoramento e, no presente contexto, da identificação de pessoas em áreas públicas sem que estas tenham ciência de que estão sendo identificadas.

Na grande maioria das aplicações de vídeo-monitoramento, as imagens são monitoradas visualmente por agentes de segurança ou gravadas para posterior visualização, caso necessário. Existe, contudo, uma demanda por sistemas de monitoramento contínuo capazes de alertar agentes de segurança sobre uma ação criminosa em andamento, enquanto ainda há tempo de se prevenir o delito, ou sobre a presença de indivíduos com comportamento suspeito, enquanto estes ainda podem ser interpelados no local monitorado. O extraordinário volume de dados a ser analisado inviabiliza o monitoramento visual nestes casos e cria a demanda por métodos automáticos de rastreamento e identificação de indivíduos a partir de imagens faciais capturadas em vídeo.

O reconhecimento a partir de vídeo apresenta, no entanto, novos problemas inexistentes no reconhecimento em imagens estáticas. Como as condições de captura são não controladas, há grandes variações de iluminação, de orientação da cabeça e de expressão facial, além de problemas de oclusão, nitidez e baixa resolução das imagens capturadas.

A presente dissertação aborda essas questões visando ao desenvolvimento de um sistema automático de vídeo-monitoramento com identificação facial.

1.2. Objetivos

Objetivo Geral

- Comparar o desempenho de diversos algoritmos de reconhecimento facial em imagens faciais capturadas a partir de sequências de vídeo.

Objetivos Específicos

- Desenvolver um método para determinar em sequências de vídeo faces em posição frontal com respeito da câmera (detector de face frontal).
- Avaliar a acurácia dos algoritmos de reconhecimento com base nas imagens faciais obtidas com o detector de face frontal.
- Identificar o/os algoritmos com melhor desempenho no reconhecimento quando voltados a tarefas de verificação e identificação em sistemas de vídeo monitoramento.

1.3.

Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos organizados como a seguir:

- O capítulo 2 introduz os conceitos básicos relacionados com o reconhecimento facial automático, assim como os problemas que devem ser superados no processo de reconhecimento. Adicionalmente, se apresenta o reconhecimento facial como complemento aos sistemas de vídeo monitoramento.
- O capítulo 3 descreve diversos algoritmos de reconhecimento facial existentes com ênfase naqueles que representam o atual estado da arte.
- O capítulo 4 detalha a metodologia empregada no desenvolvimento desta dissertação, desde a construção dos bancos de dados até o procedimento experimental.
- O capítulo 5 apresenta a avaliação dos resultados obtidos a partir da comparação dos algoritmos de reconhecimento facial.
- O capítulo 6 expõe as conclusões extraídas no desenvolvimento desta dissertação, comentários sobre os resultados nas experiências realizadas e uma proposta de trabalhos futuros.