

1 Introdução

1.1. Motivação

Garantir sistemas e serviços seguros é um dos grandes problemas encontrados por países, indústrias e organizações de maneira geral. Esta preocupação vai desde evitar fraudes e falsificações em documentos até, por exemplo, garantir segredos industriais envolvendo patentes ou a prioridade no lançamento de produtos antecipadamente.

O crescimento da criminalidade e do terrorismo internacional tem contribuído de forma decisiva para o aumento da preocupação com questões de segurança em todo o mundo.

Este quadro tem motivado a pesquisa sobre sistemas de identificação pessoal baseados em características biométricas.

Características biométricas são características físicas ou comportamentais singulares de cada indivíduo e que podem, portanto, ser utilizadas em sistemas de identificação.

Para que um sistema de identificação biométrico seja considerado seguro, é preciso que atenda os seguintes requisitos [16]:

- A característica biométrica utilizada deve conter diferenças significativas para indivíduos distintos.
- É essencial que possua características estáveis durante um longo período da vida.
- O sistema deve ser robusto a tentativas de fraude.

A biometria é muito superior aos meios convencionais de identificação, tais como cartões de identidade ou senhas, pois são intrínsecos às pessoas e conseqüentemente não podem ser esquecidos, falsificados, ou roubados. Em virtude destas vantagens cresce o número de aplicações de sistemas biométricos em todo o mundo [38,39,40]

A seguir são apresentadas as principais características e algumas vantagens e desvantagens das tecnologias biométricas mais utilizadas.

As tecnologias baseadas em impressões digitais são de longe as mais largamente utilizadas atualmente [52,55]. Estas características se formam na gestação, e exceto em casos de ferimento, permanecem estáveis durante toda a vida. Por quase 150 anos as análises das impressões digitais foram uma parte importante de investigações criminais para a identificação de suspeitos. Contudo, até recentemente, a identificação através das impressões digitais restrita a especialistas altamente treinados.

Atualmente já estão disponíveis sensores de impressões digitais na forma de dispositivos pequenos que podem ser transportados facilmente ou acoplados ao teclado de um micro computador. Impressões digitais já podem ser capturadas e armazenadas sobre a forma de descrições matemáticas chamadas *templates*, que podem ser comparadas automaticamente com outros *templates* armazenados numa base de dados.

Outra tecnologia biométrica importante usa reconhecimento de voz. O tom e o timbre da voz são distintivos dos indivíduos. Esta tecnologia [53,55] é usada em sistemas de reconhecimento de identidade em que os padrões da voz de indivíduos estão armazenados numa base de dados. Em sistemas de reconhecimento de voz o usuário deve treinar o software falando um número mínimo de frases. O sistema faz uma análise dos padrões harmônicos da voz e não uma comparação entre reproduções de uma mesma voz. Porém ruídos no ambiente ou alterações na voz, como a rouquidão, podem reduzir o desempenho do sistema.

Sistemas comerciais de reconhecimento de face [54,55] têm se tornado cada vez mais comuns. Pesquisas mostram que a face pode ser identificada durante qualquer etapa da nossa vida. As relações geométricas entre partes da face, como suas curvas e

contornos permanecem relativamente estáveis da infância em diante. As técnicas de reconhecimento facial usam esta estabilidade como seu ponto de partida. Utilizando fotografias digitais para criar descrições matemáticas das proporções do rosto (*templates*) estas técnicas são capazes de determinar a identidade de indivíduos com razoável segurança.

A análise da pele [51,55] é um das mais recentes tecnologias biométricas. Até recentemente, a textura da derme não podia ser capturada com resolução suficiente para ser usada num sistema automático de identificação biométrica. Atualmente a superfície da pele já pode ser analisada em busca de características particulares e um “*template* da pele” pode ser extraído. Além das diferenças óbvias na pigmentação, a pele de cada pessoa possui uma estrutura particular. As camadas da pele variam na espessura, têm ondulações, fibras de colágenos e fibras elásticas diferentes, e a densidade e posição capilar também variam de pessoa para pessoa. O “*template* de pele” pode ser usado separadamente, ou usado em conjunto com sistemas biométricos tradicionais como reconhecimento de face ou da impressão digital para constituir níveis elevados de segurança e robustez contra fraude.

A tecnologia de reconhecimento da mão [50,55] baseia-se na geometria da mão, incluindo a largura, a altura, comprimento dos dedos, distâncias e formas das juntas. Os leitores da geometria da mão são relativamente grandes e mecanicamente robustos. As unidades de captura são freqüentemente capazes de suportar condições extremas de trabalho, como altas temperaturas e ambientes sujos, mantendo-se em operação por longo tempo sem requerer reparo. Muitos funcionam satisfatoriamente mesmo quando a mão está suja, uma situação que um leitor de impressão digital em geral não toleraria.

A tecnologia de reconhecimento da retina [55,56] captura e analisa os padrões dos vasos sanguíneos do nervo fino posicionado na parte posterior do globo ocular. Os padrões da retina são traços altamente distintivos. Cada olho tem seus próprios padrões totalmente distintos na formação dos vasos sanguíneos, mesmo em olhos de gêmeos idênticos. Este padrão permanece via de regra estável por toda a vida de uma pessoa, mas pode vir a ser afetado por doenças. O fato de a retina ser pequena e interior ao olho dificulta o procedimento de captura da imagem, já que é necessário

ao usuário olhar fixamente para um ponto fixo até que a câmera focalize os padrões e, assim, os capture adequadamente.

A última tecnologia abordada neste capítulo é a que usa a estrutura da íris para identificação. O olho, diz o ditado, é o espelho da alma, e não é surpresa que a íris carregam características peculiares de cada pessoa. O aspecto visual da íris [2] é o resultado direto da sua estrutura em multicamadas. Esta estrutura complexa é formada por músculos que controlam as ações da pupila, vasos sanguíneos e pigmentação de tecidos epiteliais.

A íris humana apresenta um conjunto de propriedades que a qualifica como um dos sistemas de reconhecimento biométrico mais seguros. Nela observamos um órgão interno do olho que está protegido do ambiente externo pelos cílios e pálpebras. Distinta da retina, a íris é claramente visível, facilitando a sua captura, veja a Figura 1. Outro ponto muito importante é a grande diversidade na representação da íris de pessoas distintas [2,56]. Outra vantagem é que a íris no ser humano começa a se formar no terceiro mês de gestação e tem 80% de suas características no oitavo mês, e se encontra completamente formada no primeiro ano de vida. Além disso, “*não sofre nenhuma alteração devido a doenças como ocorre com a retina*” [17], permanecendo inalterada durante toda a vida de um indivíduo, sendo que para a mesma a íris direita é diferente da íris esquerda.

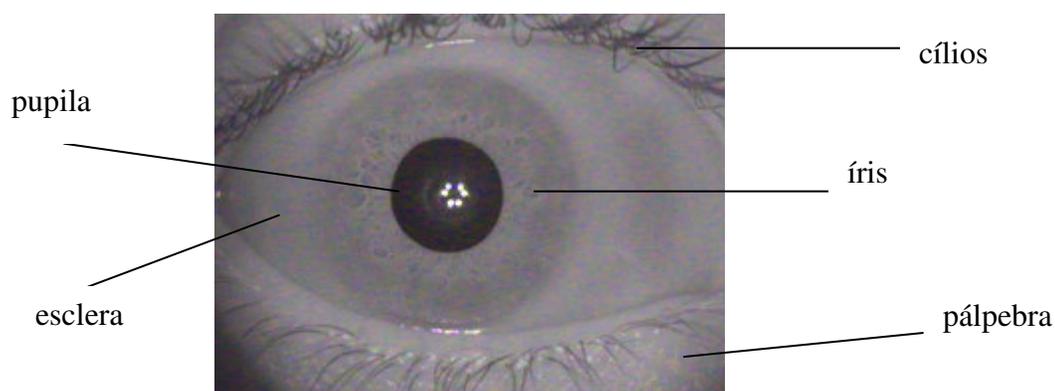


Figura 1 - Estrutura Ocular

O processo de reconhecimento através da íris humana pode ser dividido em duas etapas distintas. A primeira é a aquisição da imagem da íris. A segunda etapa envolve a representação e reconhecimento da íris [8].

Apesar de numerosa, a literatura disponível que descreve os principais métodos de reconhecimento de íris propostos é fragmentada e incompleta, talvez intencionalmente com o intuito de preservar os segredos da tecnologia que tem um grande potencial comercial.

De fato, a maioria dos sistemas comerciais disponíveis atualmente faz uso da tecnologia proposta por Daugman, sendo construída sob licença da IriScan, empresa construída pelo próprio criador do método. Todos os sistemas de reconhecimento de íris implantados no Brasil até o momento de que tem notícia o autor deste trabalho são produtos importados. O autor da presente pesquisa desconhece sistemas comerciais de reconhecimento de íris com tecnologia brasileira.

Este cenário motivou a realização da presente pesquisa, com o intuito de aprofundar o entendimento desta tecnologia. Este trabalho está descrito de forma resumida em [1] e em detalhes neste volume.

1.2. Objetivo

O propósito deste trabalho é investigar os principais aspectos técnicos e científicos envolvidos na identificação de indivíduos a partir da imagem da íris. Em particular este trabalho enfoca as seguintes questões:

- a) o método de captura de imagem,
- b) o pré-processamento da imagem,
- c) o método de representação da íris, e
- d) o método de reconhecimento, ou seja, a determinação final da identidade do indivíduo.

Para alcançar estes objetivos foi construído um protótipo completo capaz de realizar a identificação humana através da íris que inclui todos os aspectos a serem investigados.

Foi ainda estabelecido como um objetivo importante para este trabalho a comparação entre três dos principais métodos de representação e reconhecimento apresentado na literatura.

Em vista dos objetivos propostos, o trabalho realizado foi separado em quatro tarefas distintas estudadas separadamente, mas que em conjunto formam um sistema completo de identificação humana através da imagem da íris. São elas:

- Aperfeiçoar o hardware de aquisição de imagens de íris construído em trabalhos anteriores realizados no Laboratório de Visão Computacional (LVC) da PUC-RJ,
- Propor e avaliar um novo método de segmentação da íris,
- Avaliar os métodos de representação e reconhecimento de íris dos pesquisadores John Daugman [2-9], Richard Wildes[13-15] e Wageeh Boles[10-12],
- Construir um protótipo em software que implemente a arquitetura básica de um sistema biométrico, e todas as demais funcionalidades de um sistema de reconhecimento completo baseado na estrutura da íris.

1.3. Organização

O conteúdo deste texto está dividido da seguinte forma:

O próximo capítulo apresenta o cenário científico atual dos sistemas de identificação através da íris, com uma seção dedicada aos sistemas estudados em detalhe neste trabalho.

O terceiro capítulo descreve o sistema proposto, com destaque para a aquisição da imagem, o pré-processamento da imagem, e a extração de atributos.

O capítulo quatro apresenta uma avaliação experimental do método para segmentação da íris bem como de cada um dos métodos de representação e reconhecimento investigados.

O último capítulo aponta os aspectos do protótipo que podem ser melhorados em trabalhos futuros.