

Um sistema de identificação biométrica utilizando reconhecimento de íris e OpenCV

Rodrigo Mendes Garcês¹, Geraldo Braz Júnior²

¹Laboratório de métodos de otimização e robótica
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Av. dos Portugueses, 1966, Campus do Bacanga – 65065-545 – São Luís – MA – Brasil

²Núcleo de Computação Aplicada
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Av. dos Portugueses, 1966, Campus do Bacanga – 65065-545 – São Luís – MA – Brasil

rmgarcés1@gmail.com, geraldo.braz@ufma.br

Resumo. *Este artigo visa o estabelecimento de um sistema de reconhecimento biométrico utilizando a íris, utilizando um sistema composto por uma câmera infravermelho e um microcomputador (podendo este ser embarcado) capaz de receber as imagens da câmera e reconhecer o indivíduo através da íris.*

1. Introdução

Desde tempos remotos, procura-se uma maneira segura, não invasiva e confiável de conseguir identificar pessoas de maneira única. Ao longo do tempo, desenvolveram-se muitas técnicas de biometria, sendo as mais conhecidas o reconhecimento de impressão digital e o reconhecimento de íris. O reconhecimento de digital é mais simples, por utilizar apenas um scanner, podendo ser este de diversos tipos, como óptico ou capacitivo (touchscreen), mas apresenta como desvantagens a baixa confiabilidade, quando comparado com a biometria da íris e a impossibilidade de reconhecimento à distância. Já o reconhecimento da íris consegue funcionar à distância, embora normalmente não mais do que alguns metros. Pode fornecer informação que permita a identificação de pessoas de maneira única, de maneira minimamente invasiva, e sem a necessidade e implantação e/ou porte de chips ou códigos. O que é uma revolução na identificação biométrica.

Esta revolução iniciou-se na década de 90, quando John Daugman propôs uma série de algoritmos, que levaram seu nome, para identificação biométrica através da íris. Anteriormente já existia reconhecimento de íris, mas era um processo baseado inteiramente em imagem, sofrendo muita interferência de fatores como iluminação, qualidade do equipamento de captura e ruído, além de ser computacionalmente custoso trabalhar diretamente com imagens para reconhecimento de maneira única.

John Daugman propôs uma forma de que a informação relevante da íris fosse armazenada na forma de um código binário, uma “fita” semelhante a um QR Code 2D (imagem do iriscode). Nessa proposta, não é necessário armazenar a imagem da íris no banco de dados, mas somente o código binário gerado, denominado de Iris Code.

Por ser um código binário, a comparação entre duas imagens de íris se tornou uma operação rápida e simples, o que viabilizou a aplicação de maneira confiável da biometria de íris em cenários reais, fornecendo a identificação da íris em no máximo alguns segundos, em um banco de dados com milhões de registros.

2. Proposta metodológica

2.1. Segmentação da íris

O processo de segmentação abordado neste artigo é uma versão simplificada de alguns dos processos de segmentação utilizados atualmente. A maioria dos processos atuais inclui etapas de redução de pontos brilhantes (spots) causados pela luz que ilumina a retina, ajuste de contraste, e em alguns casos, rotação da imagem, a fim de corrigir o desnível da foto e melhorar o processo de reconhecimento da íris.

A abordagem utilizada neste trabalho utiliza o dataset CASIA Iris Interval [CAS], exemplificado na figura 1, que consiste em 2639 imagens, divididas entre olho direito e esquerdo, de 249 indivíduos distintos. A maioria dos indivíduos participou de duas sessões.

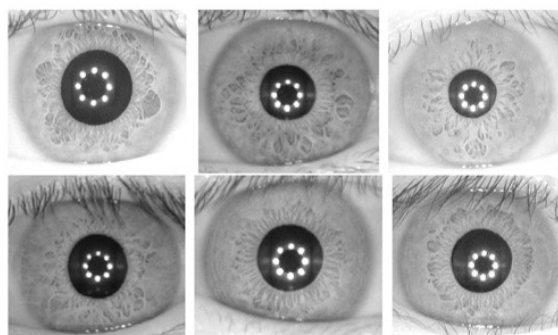


Figura 1. Exemplos de imagens do dataset

Nessa abordagem foram omitidas as etapas de melhoramento de imagem, visto que, no caso específico do dataset CASIA-Iris Interval as imagens não sofrem com a maioria dos problemas supracitados, sofrendo em alguns casos somente com a rotação do olho.

Passos da segmentação:

- Aquisição das imagens - O algoritmo lê todas as imagens de um diretório pré definido e guarda os nomes das imagens em uma lista, a fim de que as imagens possam ser processadas em série.
- Aquisição da pupila na imagem - O algoritmo busca os contornos válidos, marca a íris como candidato a contorno e pinta a pupila de preto, a fim de reduzir a interferência da luz na precisão do reconhecimento.
- Aquisição da íris na imagem - Cria uma máscara a partir do candidato recebido da etapa anterior, a fim de reduzir a quantidade de elementos “não-olho” na imagem, utilizando uma aproximação circular. Utiliza a detecção de borda de canny e um filtro gaussiano 7x7 a fim de reduzir a probabilidade de ruído na detecção dos contornos da imagem. Calcula os raios da pupila e da íris e retorna a imagem segmentada da íris, com a pupila preta.

2.2. Normalização da íris

Utilizou-se nesta metodologia, o algoritmo Daugman Rubber Sheet, proposto por John Daugman, sendo bastante utilizado atualmente [Shamsi and Rasouli 2009][Chitte et al. 2012][Johar and Kaushik 2015]. O algoritmo visa corrigir problemas comuns da íris, sendo os principais a inconsistência no

tamanho da íris, devido principalmente à variação da luz, para um mesmo indivíduo, tanto pelo “desalinhamento” que pode ocorrer entre o centro(virtual) da íris e o centro da pupila. O algoritmo consiste em detectar os diâmetros interno e externo da pupila e remapear do sistema de coordenadas polar para o sistema cartesiano, como ilustrado na figura 2, tendo a fórmula ilustrada na figura 3.

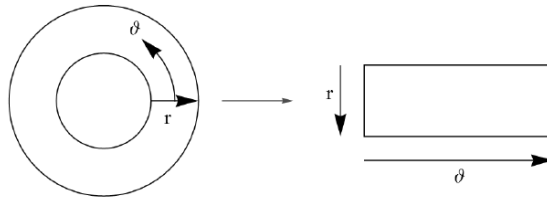


Figura 2. Remapeamento de coordenadas polares para cartesianas

$$I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \rightarrow I(r, \theta)$$

where

$$x(r, \theta) = (1 - r)x_p(\theta) + rx_i(\theta)$$

$$y(r, \theta) = (1 - r)y_p(\theta) + ry_i(\theta)$$

Figura 3. Remapeamento de coordenadas polares para cartesianas

De maneira simplificada, o algoritmo proposto por Daugman remapeia de maneira uniforme a íris mesmo que haja inconsistências de tamanho dentre diferentes regiões(segmentos) da própria íris. É bastante robusto com imagens infravermelho, devido o grande contraste entre íris, pupila e esclera. A função de remapeamento é apresentada a seguir: (função)

Observa-se que toma-se como ponto de partida uma máscara sobre a área útil da íris. Em seguida divide-se o círculo em partes(ângulos) iguais. E em cada uma dessas partes, aplica-se a função de remapeamento. A íris é dividida em partes iguais a fim de corrigir prováveis inconsistências no raio da íris. A quantidade de partes em que é dividida a íris é diretamente proporcional(referência) ao tamanho da imagem gerada após a conversão. E quanto maior a imagem, mais preciso é o resultado, mas mais lento é o processamento e as operações.

Apesar da robustez e confiabilidade do algoritmo, este não consegue corrigir problemas ocasionados pela rotação do olho, visto que, por ser um círculo quase perfeito e dada a variância normal do olho humano, não há um elemento que possa indicar o grau de rotação do olho com precisão.

2.3. Codificação da íris

Na etapa de codificação, utilizou-se 2-D log gabor wavelet filter[Daugman 2004][Daugman 2016], para a geração do código binário que representa a íris, exemplificado na figura 4, com fórmula da figura 5.



Figura 4. Exemplo de iris code

$$h_{\{Re,Im\}} = \text{sgn}\{Re,Im\} \int_{\rho} \int_{\phi} I(\rho, \phi) e^{-i\omega(\theta_0 - \phi)} e^{-(r_0 - \rho)^2 / \gamma^2} e^{-(\theta_0 - \phi)^2 / \beta^2} \rho d\rho d\phi$$

Figura 5. 2D Gabor wavelet filter

2.4. Reconhecimento da íris

O reconhecimento de íris é a última etapa do processo. Após a aquisição e processamento da imagem, o algoritmo tenta identificar se a íris é igual a alguma das que foram previamente registradas no banco de dados. Visando a eficiência, visto que, em aplicações reais, pode-se facilmente ter milhões de íris distintas, o algoritmo realiza a comparação binária entre a íris processada e as que estão armazenadas no banco de dados. Se a compatibilidade for maior que um determinado valor, é apresentado um resultado positivo. Pode ser necessário realizar o deslocamento de bits para a direita ou esquerda, a fim de corrigir a rotação da íris. Nesse caso, realiza-se várias comparações utilizando rotações diferentes, e considera-se como medida a que tiver maior grau de compatibilidade. O reconhecimento de íris é feito utilizando-se o algoritmo Hamming Distance (HD)[Daugman 2004], que realiza a comparação binária entre o iris code das duas imagens e indica o nível de semelhança entre elas, como ilustrado na figura 6 e exemplificado na figura 7.

$$HD = \frac{\|(\text{code A} \oplus \text{code B}) \cap \text{mask A} \cap \text{mask B}\|}{\|\text{mask A} \cap \text{mask B}\|}$$

Figura 6. Hamming Distance

3. Resultados

Vazio, pois a implementação dos algoritmos não foi completada com sucesso.

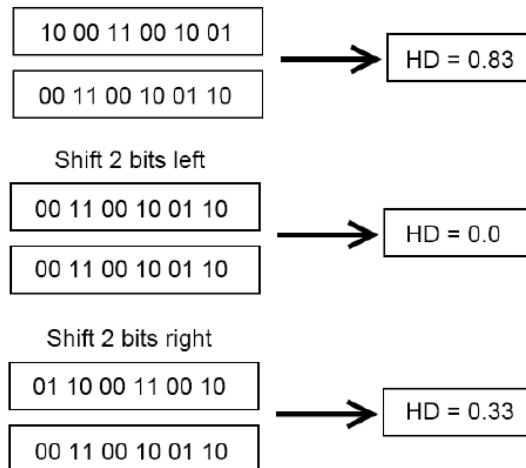


Figura 7. Exemplo Hamming Distance

4. Conclusão

Observou-se a grande aplicabilidade prática dos métodos de biometria da íris em aplicações práticas, por ser um método muito confiável e pouco invasivo. Observou-se também que há muitos métodos de segmentar a íris, cada um com suas particularidades, mas o resultado final desta etapa é equivalente para quaisquer algoritmo utilizado.

Referências

- CASIA iris interval. <http://www.cbsr.ia.ac.cn/IrisDatabase.htm>. Accessed: 2017-11-10.
- Chitte, P., Rana, J., Bhambare, R., More, V., Kadu, R., and Bendre, M. (2012). Iris recognition system using ica, pca, daugman's rubber sheet model together. *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering*, 2(1):16–23.
- Daugman, J. (2004). How iris recognition works. *IEEE Transactions on circuits and systems for video technology*, 14(1):21–30.
- Daugman, J. (2016). Information theory and the iriscodes. *IEEE transactions on information forensics and security*, 11(2):400–409.
- Johar, T. and Kaushik, P. (2015). Iris segmentation and normalization using daugman's rubber sheet model. *International Journal of Scientific and Technical Advancements*, 1(1):11–14.
- Shamsi, M. and Rasouli, A. (2009). A novel approach for iris segmentation and normalization. In *Applications of Digital Information and Web Technologies, 2009. ICA-DIWT'09. Second International Conference on the*, pages 557–562. IEEE.