

Introdução ao Processamento de Imagens Trabalho Final

Biometria por meio da Íris

Bruno Scholles Soares Dias (170161668)
Universidade De Brasília
Brasília, Brasil
brunoscholles@outlook.com

Ian Porto e Mello (170050424)
Universidade De Brasília
Brasília, Brasil
ianporto25@gmail.com

Carlos Eduardo Taborda Lottermann (18/0041509)
Universidade De Brasília
Brasília, Brasil
cadutaborda@gmail.com

I. RESUMO

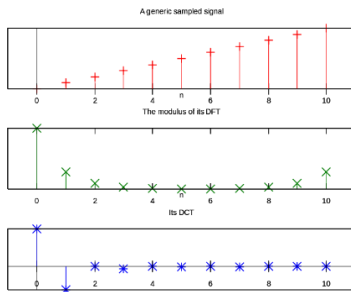
Neste trabalho, foi desenvolvido um programa que recebe uma imagem da íris de um usuário e verifica se o usuário é a pessoa que afirma ser. Para isso, foi utilizado um banco de dados com diversas fotos de olhos tiradas por uma câmera infravermelha, algumas pertencendo ao mesmo olho, para que após o cadastro do olho, possa se fazer a confirmação se o olho que será comparado é o mesmo cadastrado.

II. INTRODUÇÃO

Na abordagem proposta, foi necessária a utilização de diversos conhecimentos a respeito do processamento de imagens, adquiridos ao longo do semestre. Primeiramente, para se segmentar a íris e a pupila, foi necessário utilizar do método de Daugman [1] dada pela seguinte fórmula:

$$\max_{(r, x_0, y_0)} \left| G_\sigma(r) * \frac{\delta}{\delta r} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right| \quad (1)$$

Também foi utilizada a Transformada Discreta de Cosseno (DCT) em 2 Dimensões para se extrair os detalhes da imagem, jogando as baixas frequências de um lado e as altas frequências do outro, como pode ser observar no gráfico a seguir:



A DCT em duas dimensões é dada pela seguinte fórmula:

$$G_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2n}} C_i C_j \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} p_{xy} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{2n}\right) \quad (2)$$

Para a filtragem da imagem, também foi utilizado o filtro Notch Butterworth, dado pela equação:

$$H_{NR} = \prod_{k=1}^4 \left[\frac{1}{1 + [D_{ok}/D_k(u, v)]^{2n}} \right] \quad (3)$$

Por fim, para a comparação das duas íris, foi utilizada a função Hamming [4], dada por:

$$HD = \frac{1}{2N} \left[\left(\sum_{i=1}^N A_h(i) \oplus B_h(i) \right) + \left(\sum_{i=1}^N A_v(i) \oplus B_v(i) \right) \right] \quad (4)$$

III. METODOLOGIA

Os algoritmos foram escritos utilizando o MatLab e salvos em arquivos com extensão .m. O processo de análise foi dividido em várias etapas, como será descrito a seguir:

A. Segmentação da Pupila e da Íris

Primeiramente, o arquivo recebe a imagem a ser cadastrada para que posteriormente ela possa ser processada pelas diversas operações que serão aplicadas.

Para a segmentação da íris, foi utilizado método de Daugman (1). Para tal, foi utilizado um algoritmo já pronto [2], de código aberto, para sua implementação. Vale ressaltar que o

algoritmo só funciona integralmente quando olho analisado está completamente aberto, com poucas interferências das pálpebras e cílios e com uma qualidade de luz razoável.

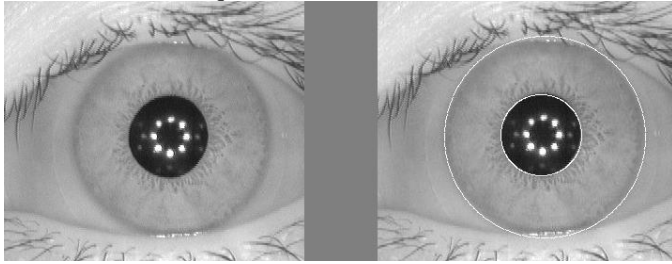


Imagem 1. Imagem do olho original e com íris e pupilas segmentadas.

B. Feature Extraction

As área da íris é então extraída, subtraindo a área da pupila da área total da circunferência da íris. Com isso, a região da íris é codificada em uma sequência compacta bidimensional.

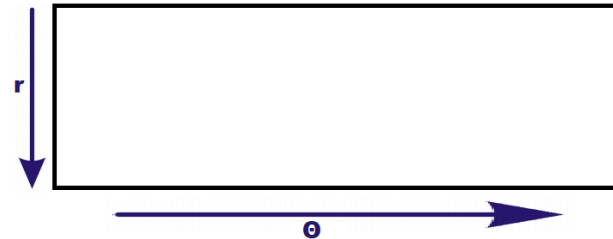


Imagem 2. Forma no qual a íris é compactada.



Imagem 3. Íris compactada.

Após ser compactada, a imagem passa por um processo de equalização, para que a imagem se torne mais nítida. Por ter de arredondar o valor do raio e de Θ previamente, alguns pontos pretos acabam surgindo, por isso, é executado um algoritmo para preencher os mesmos.



Imagem 4. Íris compactada e equalizada

É aplicada então a Transformada Discreta de Cosseno em Duas Dimensões (2) em blocos 8x8. Como visamos eliminar as baixas frequências, aplicou-se um filtro Notch Butterworth (3), de raio = 4 (metade do tamanho do bloco) no canto das baixas frequências.



Imagem 5. Íris compactada filtrada

Por fim, a imagem é binarizada, para que assim depois possa ser comparada com outra fotografia de olho.



Imagem 6. Íris compactada binarizada

C. Comparação

No programa principal, nomeado como “*main.m*”, ele faz a requisição de duas imagens e todos os processos apresentados pelos tópicos A. e B. são aplicados em ambas as imagens. Em conclusão, a função Hamming (4), no qual compara os pixels tanto das íris compactadas e binarizadas de ambas as imagens, tanto na horizontal, quanto na vertical. Se a diferença corresponder a menos que 46,5%, o olho é considerado o mesmo, caso contrário, o segundo olho apresentado não é o olho cadastrado inicialmente.

IV. RESULTADOS

Inicialmente, o planejado era de se usar 80 imagens, porém ao se executar, seu processamento era muito demorado. Por isso, foi criada uma database de 50 fotos de olhos selecionados do amplo database do CASIA [5], nas condições citadas anteriormente.

Um programa paralelo foi criado e chamado “*Tabela.m*”, no qual as 50 imagens foram comparadas entre si, ou seja, cada imagem foi comparada com outras 49 e seus resultados foram armazenados numa matriz triangular 50x50, a fim de economizar processamento e tornar a operação mais rápida. Para fins de análise matemática, tal matriz foi transferida para um arquivo “*Tabela.xlsx*” do Excel. Vale destacar que as imagens para tal continuaram nomeadas com os mesmos nomes que estavam no database CASIA e se encontram no diretório “misturado”, para tornar o processo mais rápido. Posteriormente, para o uso do programa principal, foi utilizado o database mais organizado, no qual os arquivos foram renomeados e foram criadas subpastas para que seu uso se tornasse mais fácil, tudo isso localizado no diretório “*Database*”.

F	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
13		0,473722	0,497016	0,479282	0,462986	0,444792	0,501736	0,528356	0,487616	0,461933	0,495313	0,460258	0,521188	0,511381	0,463294	0,511847	0,453538	0,474134	0,478713
14			0,243388	0,379662	0,500463	0,510704	0,511111	0,504861	0,461906	0,464236	0,480394	0,511111	0,490234	0,502707	0,489931	0,504051	0,453241	0,440741	0,471728
15				0,392824	0,353241	0,514005	0,500926	0,506944	0,444444	0,458912	0,485417	0,498843	0,500347	0,506944	0,499119	0,503156	0,444065	0,44213	0,472338
16					0,347222	0,514931	0,514583	0,503304	0,478241	0,479977	0,495402	0,511111	0,498958	0,5	0,495849	0,507523	0,480185	0,462269	0,488773
17						0,509838	0,553742	0,502083	0,476863	0,493634	0,493287	0,513981	0,488279	0,508565	0,487616	0,514005	0,450546	0,45	0,485301
18							0,407292	0,428356	0,473032	0,449306	0,499653	0,482465	0,496962	0,511545	0,472569	0,503993	0,490191	0,50026	0,493663
19								0,390972	0,484954	0,443403	0,510938	0,479861	0,495747	0,501649	0,473264	0,504167	0,492969	0,504253	0,505122
20									0,423148	0,434606	0,508565	0,555046	0,505116	0,50625	0,496432	0,495718	0,510417	0,518056	0,510995
21										0,363031	0,483102	0,490527	0,491552	0,509216	0,477431	0,503588	0,466467	0,423843	0,478819
22											0,490162	0,495339	0,512153	0,442361	0,521296	0,418171	0,422569	0,450331	
23												0,504861	0,507031	0,516927	0,493576	0,521354	0,503733	0,491406	0,488108
24													0,527244	0,432726	0,357083	0,505208	0,493542	0,488542	0,487619
25															0,460509	0,516753	0,457031	0,485243	0,494444
26																0,460503	0,41658	0,499826	0,505556
27																	0,492361	0,499853	0,490486
28																		0,494722	0,494722
29																		0,497732	0,505099
30																		0,401866	0,459071
																			0,464236

Imagem 7. Imagem com resultados dos Hamming entre cada fotografia de olho. Azuis representam a comparação fotos diferentes do mesmo olho; vermelhos representam comparação com olhos diferentes.

É possível notar que, em certos casos, porém, o hamming entre duas imagens ficou com resultados errados. Por exemplo, olhos diferentes constaram como iguais de acordo com limiar adotado e olhos iguais constaram como olhos diferentes.

Isso se deve ao fato de algumas imagens do database não estarem nas condições ideais, como foi previamente foi explicitado.

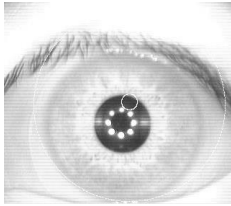


Imagem 8. Exemplo de segmentação errada com olho em condições não ideais.

Através da tabela da imagem 7, diversos dados foram extraídos, como por exemplo a taxa de acertos com o mesmo tipo de olho e com olhos diferentes entre si. Com isso, foi possível calcular a taxa de confinça entre comparações de mesmos olhos e comparações de olhos diferentes.

Olho	Iguais	Verdadeiros Positivos	Diferentes	Verdadeiro Negativos
S1025L	10	10	225	201
S1043L	3	0	126	109
S1048R	1	1	80	76
S1055L	1	1	76	71
S1057R	3	3	105	97
S1081L	45	31	250	219
S1094L	1	1	46	31
S1104R	1	1	42	37
S1106L	3	1	54	49
S1111R	21	18	77	65
S1115L	3	1	24	23
S1160R	15	15	12	7
S1248R	1	1	0	0

Olhos	Total iguais	Verdadeiros positivos	Total diferentes	Verdadeiros negativos
S1033L	6	3	104	98
S1056L	3	2	69	52
S1071R	10	5	90	73
S1077R	6	6	56	45
S1081R	15	8	48	43
S1102R	10	4	15	15
S1123R	3	3	0	0

Imagem 9. Tabelas com estatísticas acerca das fotografias de olhos numa matriz 50x50 e 10x10 respectivamente.

Com isso, pôde se concluir que o programa possui uma confiabilidade de cerca de 86,76% em casos gerais. No geral, os resultados se mostraram bem satisfatórios, com cerca de 74% de acertos ao se comparar duas fotos de um mesmo olho e 88,2% de acerto comparando fotos de olhos diferentes.

Também temos uma pequena tabela com dados gerais do experimento de se comparar todas as imagens entre si:

Valor medio limiar iguais:	0,4298
Valor medio limiar diferentes:	0,4885
Comparações iguais:	108
Comparações diferentes:	1117
Comparações totais:	1225

Imagem 10. Dados gerais do experimento.

Por fim, temos o programa principal, no qual compara duas fotos de olhos, solicitando ao usuário que ele escolha duas fotos distintas e depois imprimindo na tela o resultado, informando se as fotos de fato pertencem ao mesmo olho ou não e o percentual de diferença entre as suas imagens.

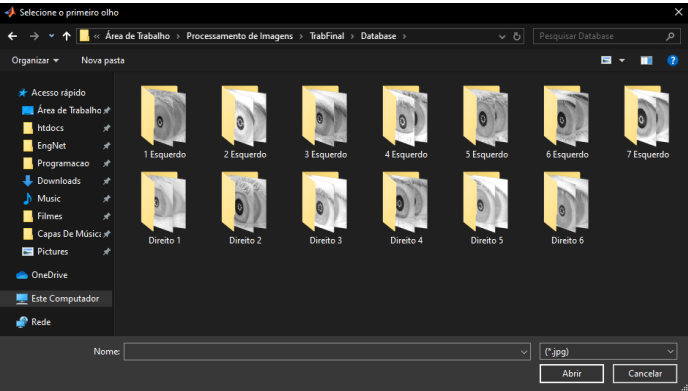


Imagem 11. Janela solicitando com que usuário escolha as fotos a serem comparadas.

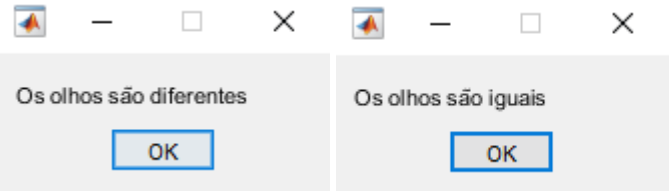


Imagem 12. Mensagens caso os olhos sejam diferentes ou iguais.

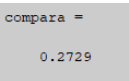


Imagem 13. Exemplo de hamming de duas imagens pertencentes ao mesmo olho.

V. CONCLUSÃO

Para o teste do algoritmo, foram utilizadas 50 imagens diferentes de 13 olhos distintos. As imagens utilizadas foram disponibilizadas por um banco de dados do Centro de Automação da Academia Chinesa de Ciências (CASIA).

O teste consistiu em comparar cada imagem com todas as outras, porém de forma a se gerar uma tabela triangular para poupar tempo de processamento. Apesar dos problemas de desenvolvimento encontrados, o algoritmo aqui descrito obteve

quase 90% de sucesso nos testes, conforme a tabela (imagem 9). Calculou-se a porcentagem de vezes que o programa acusou positivos, positivos-falsos e falsos-positivos, respectivamente.

O programa pode ser melhorados com outro algoritmo de segmentação de íris, ou pelo menos o aperfeiçoando. Um bom algoritmo de segmentação deveria segmentar as pálpebras e cílios, além de gerar elipses no lugar de circunferências para contar com o ângulo de inclinação do olho. O programa também pode ser muito mais otimizado, diminuindo bastante seu tempo de processamento. Para melhores resultados, poderíamos testar outros filtros de frequência ou mesmo técnicas mais complexas de extração de características.

Apesar do pouco tempo, o programa desenvolvido superou as expectativas do grupo e atendeu os requisitos estabelecidos, possuindo quase 90% de acerto.

VI. REFERÊNCIAS

[1] J.G. Daugman; “High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence,” IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, no. 11, 1993, pp. 1148-1161.

[2] S.K. Anirudh; “Iris segmentation using Daugman's integrodifferential operator”, disponível em: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/15652-iris-segmentation-using-daugman-s-integrodifferential-operator>

[3] K. Abhineet, P. Anjali, P.S Akhand; “Iris recognition and feature extraction in iris recognition” International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)

[4] K. Jong-Gook, G. Youn-Hee, Y .Jang-Hee, C. Kyo-IL; “A Novel and Efficient Feature Extraction Method for Iris Recognition”, disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.4218/etrij.07.0206.0141>

[5] CASIA Iris Image Database V2, disponível em: <http://www.cbsr.ia.ac.cn/english/IrisDatabase.asp>

[6] W.W. Boles and B. Boashash, “A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform,” IEEE Trans. SignalProcessing, vol. 46, no. 4, 1998, pp. 1185-1188.