

# Um método eficiente de segmentação de íris baseado na Transformada da Distância Euclidiana

Ronaldo Martins da Costa<sup>1</sup>, Eveline B. Rodrigues<sup>2</sup>, Adilson Gonzaga<sup>3</sup>

<sup>1</sup> R. Galvão de Castro, 13-40 – Cond. Monte Castelo – Bloco C Apto 81 – Jd. Marambá – 17030-026 – Bauru – SP – Fone (14) 3203-6643 / 9712-2433 – ronaldomc@daebauru.com.br

<sup>2</sup> Escola de Engenharia de São Carlos-USP – Departamento de Engenharia Elétrica – Av. Trabalhador São Carlense, 400 – 13566-590 – São Carlos – SP – Fone/Fax (16) 3373-9371 – eveline@sel.eesc.usp.br

<sup>3</sup> Escola de Engenharia de São Carlos-USP – Departamento de Engenharia Elétrica – Av. Trabalhador São Carlense, 400 – 13566-590 – São Carlos – SP – Fone/Fax (16) 3373-9371 – adilson@sel.eesc.usp.br

**Abstract.** This work presents an efficient method for human iris segmentation using Euclidean Distance Transform. The goal is providing data within a Region of Interest (ROI), eliminating eyelid and eyelash, for applications that recognize people through the iris. The method was considered efficient, because its success was about 80% of iris database. The method was considered fast, because its medium processing time is about 1 second per image, executing on MatLab. We have used the CASIA iris database provided by the National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR), Institute of Automation (IA) and Chinese Academy of Sciences (CAS), with 756 iris images.

*Palavras Chaves:* Segmentação de Íris, Transformada da Distância Euclidiana.

## 1. INTRODUÇÃO

Os recentes avanços da tecnologia de informação e o crescimento dos requisitos de segurança têm impulsionado o desenvolvimento de novas pesquisas para a identificação de usuários através de características biométricas [1],[2]. Todas as características biométricas têm sido amplamente estudadas, e dentre elas, o estudo e reconhecimento através da íris tem se destacado em virtude da riqueza de características que a mesma oferece [3]. Em virtude de suas características a íris oferece meios de identificar cada indivíduo de forma única. [4],[5].

No processo de identificação de um indivíduo através da íris, assim como em várias outras aplicações em visão computacional, o processamento requer primeiro a extração de estruturas específicas de interesse, nomeadas de segmentação da informação visual  $\vartheta$ . Ma [6] e outros desenvolveram um método de identificação baseado em três etapas, sendo elas Segmentação da Íris, Normalização, Realce da Imagem.

A proposta deste artigo é apresentar um método

eficiente e rápido para a segmentação da íris baseado na Transformada da Distância Euclidiana (TDE).

## 2. TRANSFORMADA DA DISTÂNCIA EUCLIDIANA (TDE)

A Transformada da Distância é uma função que converte os pixels de uma imagem digital binária em uma matriz na qual cada célula possui um valor correspondente à mínima distância do fundo através de uma função de distância [7]. A métrica utilizada neste trabalho para o cálculo da distância foi a da distância Euclidiana, dada por:

$$d_e(p,q) = \sqrt{(x-u)^2 + (y-v)^2}$$

onde,  $x$  e  $y$  representam as coordenadas do píxel  $p$  e  $u$  e  $v$  representam as coordenadas do píxel  $q$ .

A TDE é uma operação básica que é aplicável em muitos problemas de processamento de imagens como por ex., *thinning*, compressão de dados, seleção de regiões de interesse, diagramas digitais de Voronoi, etc.[8].

O método foi aplicado no banco de imagens de íris CASIA coletado pelo Laboratório Nacional de Reconhecimento de Padrões (NLPR), Instituto de Automação e Academia Chinesa de Ciências [10]. O banco utilizado dispõe de 756 imagens de 108 olhos. Para cada olho, 7 imagens foram capturadas.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

O método proposto é baseado na localização de um ponto de referência, que foi obtido através da TDE. A TDE gera uma matriz de distâncias de todo o olho ao fundo da imagem. Levando-se em consideração que as imagens estão em escala de cinza faz-se necessário a binarização. O limite utilizado foi de 50%. O resultado obtido foi satisfatório com a utilização deste nível médio (127) da escala de níveis de cinza.

Após a binarização, a maior distância encontrada com a aplicação da TDE será o centro da pupila. A figura 1 apresenta o centro da pupila e o raio da mesma em destaque. Estes são obtidos diretamente através da TDE.

É necessário estabelecer o limite entre a íris e a

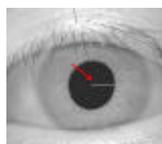


Figura 1: Centro e raio da pupila em destaque.

esclera do olho, determinando-se uma região de interesse (ROI). A ROI é então obtida através da proporcionalidade do diâmetro da pupila em relação ao tamanho total da imagem, a Tabela 1 apresenta os fatores de multiplicação que foram utilizados para segmentar a região.

Proporção do diâmetro da pupila em relação ao tamanho da imagem	Limite Inferior	Limite Superior
< 20%	2.70	4.25
= 20% e < 22%	2.50	4.00
= 22% e < 27%	2.00	3.25

= 27% e < 35%	1.70	2.70
= 35%	1.50	2.25

Tabela 1: Fatores de multiplicação para determinar a região de interesse da imagem

A região de interesse então é segmentada aplicando-se o seguinte algoritmo:

Se  $[distância-do-ponto-para-o-centro-da-pupila] = [raio-da-pupila \times Limite-Inferior]$  e  $[distância-do-ponto-o-para-centro-da-pupila] = [raio-da-pupila \times Limite-Superior]$  então **seleccione**

**Fim-Se**

A figura 2a apresenta a região de interesse segmentada e a figura 2b a binarização desta.

Procede-se então, ao cálculo do diâmetro da íris.

O cálculo é realizado de forma similar ao processo

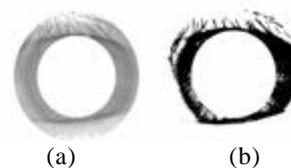


Figura 2: Resultado de binarização na região de interesse.

executado para identificação da pupila. Primeiro calcula-se o raio da íris e então o diâmetro.

Para obter o raio da íris, toma-se a distância euclidiana, entre o centro da pupila e um píxel da região de borda da ROI. Para tal é considerada a “região inferior” da imagem evitando assim que os cílios ou “sombras” interfiram nos resultados. A figura 3a apresenta uma imagem onde os cílios e sombras formadas na região mediana e superior da imagem poderiam distorcer o resultado.

O píxel da ROI utilizado para cálculo do raio é obtido da “região inferior” com base na distância euclidiana. É traçada uma reta horizontal a 70% do raio da circunferência interna formada pela região de interesse. A linha vertical na figura 3a indica o raio da circunferência interna. A linha perpendicular a esta, no sentido horizontal é traçada a 70% da extensão total da linha vertical. As setas indicam as coordenadas externas.

Através destas coordenadas é calculada a distância euclidiana.

A íris então é segmentada, levando-se em consideração toda a região interna à figura 3b,

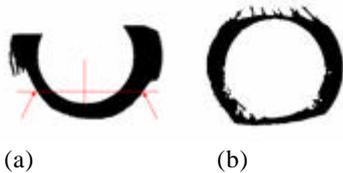


Figura 3: Região utilizada para obter raio e diâmetro da íris e o resultado do processamento.

exceto a região da pupila.

### 3.1. Coeficiente de Variação

O coeficiente de variação indica qual a variação existente de uma amostra em relação à média. A importância do coeficiente de variação está em analisar o comportamento de vários conjuntos de dados com suas respectivas médias e desvios padrões. Terá menor variabilidade aquele conjunto que apresenta menor coeficiente de variação.

O coeficiente de variação é calculado por:

$$cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

Onde S é:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

As pálpebras e os cílios são eliminados excluindo-se as janelas cujas médias excedam os limites de 50% acima ou abaixo do coeficiente de variação calculado para a imagem da íris segmentada.

## 4. RESULTADOS OBTIDOS

O tempo total gasto para o processamento foi de 829.03 segundos, com um tempo médio de 1.0966 segundos por imagem. O equipamento utilizado foi microcomputador AMD 1050 MHz, 132 MB de memória RAM, sistema operacional Windows XP e MatLab 6.5 Release 13. A resolução das imagens é de 320 x 280 pixels.

No processo de identificação, algumas imagens foram identificadas com limites maiores ou menores ao devido. Estes resultados podem ser observados na Tabela 2.

Identificação do diâmetro externo da íris	Imagens	%
Não identificou	92	12,17
Maior que o devido	27	3,57
Identificou corretamente	637	84,26

Tabela 2: Avaliação quanto à identificação do diâmetro externo da íris.

Isso ocorre devido a qualidade da imagem e o *threshold* utilizado para binarizar a região de interesse visto na figura 3 (a e b). Em virtude do limite entre íris e esclera não possuir uma diferenciação adequada dos níveis de cinza da imagem original o resultado final é comprometido. Tal problema não pode ser resolvido apenas alterando o limite para *threshold*, pois o utilizado foi escolhido em virtude da qualidade das imagens existentes na amostra.

A Tabela 3 apresenta os resultados da operação de remoção de cílios e pálpebras.

Remoção da pálpebra e cílios	Imagens	%
Não removeu corretamente	36	5,65%
Removeu corretamente	601	94,35%

Tabela 3: Avaliação quanto à remoção das pálpebras e cílios (considerando somente os 637 casos de sucesso do processo anterior).

Novamente, isto ocorre em função da qualidade das imagens existentes na amostra. Neste ponto sugere-se um filtro para realce da imagem.

Concluindo, das 756 imagens avaliadas, o total de imagens processadas corretamente, com a

identificação correta do diâmetro externo da íris e remoção das pálpebras e cílios foram 601 imagens contra 155 imagens com erros. Estes dados são apresentados na Tabela 4.

Avaliação final	Imagem	%
Sucesso na segmentação	601	79,5%
Erros na segmentação	155	20,5%

Tabela 4: Avaliação final das imagens processadas. A figura 4 apresenta o resultado final do método aplicado sobre uma imagem do banco casia.



Figura 4: Resultado final do método para segmentação de íris.

#### 4. CONCLUSÃO

O método aplicado foi considerado eficiente e rápido para a finalidade proposta, pois quando aplicado no banco de dados CASIA resultou em aproximadamente 80% de acerto, com um tempo médio de 1 segundo por imagem. O tempo de 1 segundo, também foi considerado satisfatório.

O índice de aproximadamente 20% de erro foi considerado aceitável levando-se em consideração que o banco possui imagens imperfeitas, com problemas de resolução, foco, etc.

Além do desempenho no tempo de processamento, a íris segmentada apresenta uma maior quantidade de dados isentos de interferências (cílios, pálpebras, etc.) o que contribui efetivamente para os algoritmos de extração de características que visam o reconhecimento.

Na continuidade do trabalho, prevê-se a implementação de métodos de *threshold* dinâmicos, pois foi empregado aqui um *threshold* fixo, o que influencia parcialmente os 20% de erro do método.

Melhores resultados poderão ser também obtidos eliminando-se, de maneira automática ou manual, as imagens fora de foco e com ruídos.

#### REFERÊNCIAS

- [1] *Biometrics: Personal Identification in a Networked Society*, A. Jain, R. Bolle and S. Pankanti, eds. Kluwer, 1999.
- [2] D. Zhang, *Automated Biometrics: Technologies and Systems*. Kluwer, 2000.
- [3] T. Mansfield, G. Kelly, D. Chandler, and J. Kane, "Biometric Product Testing Final Report", issue 1.0, Nat'l Physical Laboratory of UK, 2001.
- [4] F. Adler, *Physiology of the Eye: Clinical Application*, fourth ed. London: The C.V. Mosby Company, 1965.
- [5] Davision, *The Eye*. London: Academic, 1962.
- [6] L. Ma, T. Tan, Y. Wang, D. Zhang, *Personal Identification Based on Iris Texture Analysis*, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 25, no. 12, Dez. 2003.
- [7] SHIH F. Y., WU Y., "Fast Euclidean distance transformation in two scans using a 3 X 3 neighborhood", *Computer Vision and Image Understanding* 93:195-205, 2004.
- [8] EGGERS, H., "Two fast Euclidean distance transformations in Z2 based on sufficient propagation", *Computer Vision and Image Understanding* 69:106-116, 1998.
- [9] PARAGIOS N., ROUSSON M., RAMESH V., "Non - rigid registration using distance functions", *Computer Vision and Image Understanding* 89:142-165, 2003.
- [10] Banco de imagens de íris CASIA. Disponibilizado pelo Laboratório Nacional de Reconhecimento de Padrões (NLPR), Instituto de Automação (IA) e Academia Chinesa de Ciências. Disponível em: <<http://www.sinobiometrics.com>> em 10 de abril de 2004.