

# Um método robusto de segmentação de imagem de íris

Lee Luan Ling, Daniel Felix de Brito e Jennifer Chuin Lee

**Resumo** - Este artigo apresenta um algoritmo para localização rápida de imagem de íris, incrementando portanto o desempenho de sistemas de reconhecimento biométrico de íris através da redução do tempo de processamento na etapa de segmentação de imagem de íris.

**Palavras-Chave** - Segmentação de Imagem de Íris, Reconhecimento de Íris, Biometria.

**Abstract** - This paper presents an algorithm for fast localization of iris image, increasing the performance of iris biometric recognition systems by reducing the processing time during the phase of iris image segmentation.

**Keywords** – Iris Segmentation, Iris Recognition, Biometrics.

## I. INTRODUÇÃO

O sucesso da tecnologia biométrica deve-se à obrigatoriedade da presença física do indivíduo junto ao ponto de identificação e à eliminação da necessidade de memorizar senhas ou transportar identificadores que poderiam ser facilmente esquecidos ou roubados. Em termos da biometria de íris, várias abordagens têm sido desenvolvidas nos últimos anos, dentre as quais pode-se destacar os métodos relatados nos trabalhos de J. Daugman [1] e Y. Du [4]. A primeira etapa de um processo reconhecimento de íris consiste da captura da imagem de olho e melhoramento da imagem adquirida. Em seguida, a imagem melhorada é segmentada para que a região da íris possa ser delimitada. Uma boa revisão dos principais métodos de segmentação da região de íris, amplamente usados atualmente, pode ser encontrada em [2]. Muitos destes métodos, embora altamente eficientes na localização e extração da região de íris, são em geral altamente custosos computacionalmente, comprometendo suas aplicações em tempo real. Em [5], Chavez apresenta comparativamente os tempos médios gastos por estes métodos na segmentação de imagem de íris. Este trabalho tem como objetivo desenvolver novos algoritmos de segmentação de imagem de íris de modo a manter a qualidade do resultado da segmentação, porém com tempos de execuções aceitáveis para reconhecimento de Íris em tempo real.

## II. SEGMENTAÇÃO – ALGORITHM

O processo de segmentação de imagem de íris aqui proposto pode ser dividido em 4 etapas: detecção de pupila, delimitação de bordas laterais de íris, localização de pálpebra inferior e pálpebra superior. Neste trabalho apresentaremos os algoritmos desenvolvidos para encontrar a pupila e a íris. O algoritmo para detectar as pálpebras será publicado posteriormente.

Lee Luan Ling, Daniel Felix de Brito e Jennifer Chuin Lee, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, E-mails: lee@decom.fee.unicamp.br, fbrito.daniel@gmail.com, [jennifer.chuin.lee@gmail.com](mailto:jennifer.chuin.lee@gmail.com). Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq.

### A. Detecção de Pupila

O primeiro passo da detecção de pupila no algoritmo proposto é a binarização da imagem melhorada. O valor do limiar utilizado para gerar uma imagem binária é determinado previamente da análise sobre o histograma do nível de cinza, com objetivo de preservar o máximo possível à integridade da região da pupila. Na escala de nível de cinza, 0 - 255, empiricamente verificamos que a pupila não possui valor maior do que 150. Dessa forma, o valor de pico do histograma, menor do que 150, será considerado o limiar.

Em seguida, a imagem binarizada é sub-dividida em várias regiões distintas e para cada região é feita uma análise da quantidade de pixels pretos existentes. Espera-se que a pupila ou grande parte dela pode ser encontrada na região onde possui maior quantidade de pixels pretos. Uma vez determinada a região mais provável da localização da pupila, a detecção exata exige a detecção precisa da borda da pupila. A técnica utilizada para detecção da borda se baseia em vetor gradiente [3]. Porém, a técnica de vetor gradiente poderia não ser eficiente se a imagem fosse corrompida pelo ruído (interferência sobre a região de pupila devido a reflexos). Assim sendo, a neutralização do efeito causado pelos reflexos torna-se imprescindível. Para eliminar estes ruídos causados pelos reflexos, detectamos cada região de reflexo dentro da pupila. Para detectar cada região, analisamos todos os pontos da imagem. Um ponto será considerado como um ruído caso seu valor de pixel seja o valor de fundo e em cada uma de quatro direções (0°, 90°, 180° e 270°) possua pelo menos um ponto cujo pixel tenha valor de objeto. No caso deste trabalho, os pixels com valor igual a 255 que possuem em cada uma das quatro direções pelo menos um pixel com valor 0 são considerados como ruído e têm seus valores alterados para 0. Note que este método detecta uma região dentro de outra. Como sabemos que a região externa é a pupila, a região interna é o ruído.

A detecção das bordas da pupila na imagem é feita através de filtragem. Neste trabalho, os operadores de Sobel [3] são usados para este fim. Após a filtragem (convolução da imagem com os operadores de Sobel) aplicamos novamente a técnica de limiarização sobre a imagem resultante considerando o valor do gradiente como o limiar de binarização. Em seguida, agrupamos as coordenadas (x, y) dos pixels das bordas detectadas de acordo com o valor do ângulo gradiente, em quatro vetores, um para cada quadrante.

Estamos assumindo que a borda de uma pupila é modelada por uma circunferência com centro (Xp, Yp) e o raio (Rp). Assim sendo, os parâmetros da circunferência são estimados a partir das informações contidas nos quatro vetores acima mencionados. Para este fim, utilizamos os 4 vetores com os valores das coordenadas (x, y) dos pixels agrupados e uma matriz auxiliar com as mesmas dimensões da imagem original. A idéia básica é detectar dois pontos das bordas de quadrantes opostos que distanciam exatamente por o valor do diâmetro.

Conseqüentemente, o ponto médio dos dois pontos das bordas encontrados especifica a posição do centro da circunferência.

Operacionalmente a matriz auxiliar é inicializada com valores iguais a zero e percorremos dois vetores de quadrantes opostos e calculamos o ponto médio  $(x, y)$  entre dois pontos cada um pertencente à borda dos quadrantes opostos. O valor resultante se torna como um candidato para o centro da pupila  $(X_p, Y_p)$ . Os valores candidatos de  $(X_p, Y_p)$  são acumulados na matriz auxiliar. A dupla (linha, coluna) que contiver o maior valor será o centro da pupila. Note que utilizamos apenas a idéia de células acumuladoras de Hough. Como não utilizamos a fórmulas matemática de circunferência para estimar  $(X_p, Y_p)$ , conseguimos um ganho significativo no tempo de processamento. Para determinar o raio, basta calcularmos a distância entre dois pontos que resultou  $(X_p, Y_p)$ .

### B. Segmentação de Íris

Um problema a ser resolvido em detecção da borda da íris é que nem sempre a imagem de olho adquirida possui um contraste claro entre a íris e a esclerótica (zona branca do globo ocular). O algoritmo aqui proposto leva em consideração esse fator. Nossa abordagem para solução deste problema assume que a pupila e a íris são objetos concêntricos. Em outras palavras, o centro da pupila coincide com o centro do anel de íris. Como conseqüência, a detecção da borda da íris consiste da estimação da espessura do anel que contém textura de íris.

Uma característica bastante conhecida da imagem de íris é o fato da esclerótica possuir valores de pixels mais altos (mais clara) do que a íris, na escala de nível de cinza. Devido ao fenômeno conhecido como serrilhagem, a fronteira da íris ou a transição de borda não é claramente marcada.

Uma análise local sobre a distribuição de nível de cinza de pixels na região da borda (risco branco da Figura 1) revela um comportamento ilustrado na Figura 2.

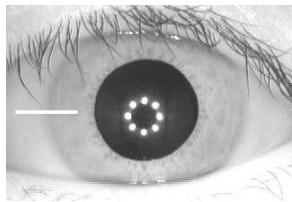


Fig. 1: Representação do trecho da borda a ser encontrada.

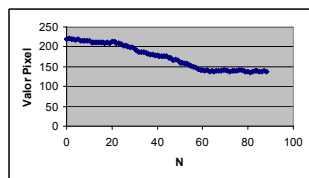


Fig. 2: Representação gráfica dos valores dos pixels utilizados para encontrar a borda da íris.

Assim sendo, inicialmente um intervalo  $[i_1, i_2]$  do eixo horizontal  $x$  é determinado e a borda da íris será dada pelo valor médio entre  $i_1$  e  $i_2$ . Para encontrar estes valores  $i_1$  e  $i_2$ , simplesmente procuramos o intervalo  $[i_1, i_2]$  que contenha a maior inclinação no trecho considerado. Operacionalmente executamos os seguintes procedimentos. Um vetor de tamanho  $N$  é formado com os valores dos pixels que vão do início da

imagem até a borda da pupila, na linha  $Y_p$  (centro da centro da pupila). O algoritmo de detecção da borda de íris consiste em percorre o vetor  $V$  procurando a maior sub-sequência ordenada de forma decrescente. A figura 3 ilustra dois exemplos resultantes da utilização do algoritmo para encontrar a borda da íris.

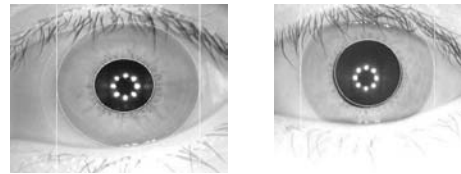


Fig. 3: Exemplos da localização das fronteiras da íris e da pupila.

Na figura 3 podemos notar que o início da parte da esclerótica está localizado perto de  $N = 20$ . A partir deste ponto, inicia-se a transição da borda até  $N = 60$  (transição lenta devido ao fenômeno de serrilhagem). Após  $N = 20$  temos a região da íris. Assim sendo, temos  $i_1 = 25$  e  $i_2 = 36$ .

### III. ESTUDO EXPERIMENTAL E CONCLUSÕES

O algoritmo proposto foi testado por um conjunto de 2400 imagens do banco de dados [7]. Estas imagens foram adquiridas através um sistema de aquisição com as configurações próximas da utilizada por [5]. Os testes experimentais revelam que a menor taxa de acertos para a correta segmentação da pupila e da íris foi de 97%, sendo 98% para a pupila e 97% para a íris. Além disso, o tempo total de detecção para cada imagem não ultrapassou 1 segundo. Comparando com os tempos apresentados por R. Chavez [5], temos um ganho de 2,36 vezes comparando com Wildes [6] e 7 vezes com Daugman [1]. O algoritmo de detecção de íris disponibilizado por Libor Masek [2] também foi testado. Em relação ao tempo de processamento, nosso algoritmo fornece um ganho de 40 vezes em relação ao de Masek mantendo praticamente as mesmas taxas de detecção. Com isto, podemos concluir que nosso algoritmo de detecção de íris é mais apropriado para ser utilizado em sistema de Reconhecimento de íris, podendo vir a substituir os métodos atuais.

### REFERÊNCIAS

- [1] J. G. Daugman, "How Iris Recognition Works" IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology, vol. 14, n. 1, pp. 21-30, 2004.
- [2] L. Masek, "Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification", bacharelado, Dept. The University of Western, Australia, 2003
- [3] R. C. Gonzáles e R. E. Woods, "Processamento de Imagens Digitais", ed. Edgard Blücher, 2000.
- [4] Y. Du, B. Bonney, R. W. Ives, D. M. Etter, e R. Schultz, "Partial Iris Recognition Using a 1-D Approach: Statistics and Analysis," presented at the 2005 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Philadelphia, PA, Mar 2005.
- [5] R. F. L. Chavez, "Uma Proposta para Melhoria na Eficiência de um Sistema de Reconhecimento de Íris Humana", dissertação de mestrado, Engenharia Elétrica e Computação, Dept. Comunicações, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.
- [6] R. Wildes, "Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology," Proceedings of the IEEE, vol. 85, pp. 1348-1363, 1997.
- [7] CASIA Iris Image DataBase (ver 1.0), Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences.