



Rodrigo da Costa Nascimento

**Sistema de identificação baseada
na estrutura da íris**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Engenharia Elétrica da PUC-Rio como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica

Orientador: Raul Queiroz Feitosa
Co-orientador: Paulo L. M. Osório

Rio de Janeiro
Setembro de 2005



Rodrigo da Costa Nascimento

**Sistema de identificação baseada na
estrutura da íris**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Dr. Raul Queiroz Feitosa
Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica - PUC-Rio

Dr. Carlos Eduardo Thomaz
FEI

Dr. Marcílio Castro de Matos
IME

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 02 de setembro de 2005

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Rodrigo da Costa Nascimento

Graduação em Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas e Computação na UERJ. Atuando em pesquisa na área Biométrica e com áreas de interesse em Redes Neurais e Algoritmos Genéticos.

Ficha Catalográfica

Nascimento, Rodrigo da Costa

Sistema de identificação baseada na estrutura de íris / Rodrigo da Costa Nascimento ; orientador: Raul Queiroz Feitosa ; co-orientador: Paulo L. M. Osório . – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Elétrica, 2005.

80 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Biometria. 3 . Reconhecimento de íris. 4. Segurança. 5. Captura de imagens. 6. Reconhecimento de padrões. I. Feitosa, Raul Queiroz. II. Osório, Paulo L. M. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. IV. Título.

CDD: 621.3

Agradecimentos

Aos meus pais, familiares pelo apoio concedido;

A minha noiva, por estar o tempo todo presente ao meu lado, nos momentos em que mais precisei;

ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a PUC-RIO pelo apoio financeiro aos estudos realizados;

ao meu orientador Dr. Raul Queiroz Feitosa pelo comprometimento e auxílio durante a realização do trabalho, e ao meu co-orientador Dr. Paulo L. M. Osório;

ao Instituto de Automação, Academia Chinesa de Ciências, Beijing, China pela doação do Banco de Imagens CASSIA;

ao aluno Heinrich Weinz pela contribuição no desenvolvimento da pesquisa e construção de funcionalidades e;

aos Alunos do Laboratório de Visão Computacional que ajudaram a montagem do Banco de Imagens.

Resumo

Nascimento, Rodrigo da Costa; Feitosa, Raul Queiroz. **Sistema de identificação baseada na estrutura da íris**. Rio de Janeiro, 2005, 80 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O reconhecimento de humanos pela íris é um dos sistemas mais seguros de identificação biométrica e, motivou a construção de um protótipo de identificação humana baseada na estrutura da íris. O sistema construído é composto de um dispositivo de captura de imagens da íris humana e algoritmos para pré-processamento da imagem, para a representação e o reconhecimento. Cada um dos elementos que compõem o protótipo são avaliados a partir de dois bancos de dados de imagens de íris. Os resultados demonstraram que o dispositivo proposto e os modelos apresentados são capazes de realizar o reconhecimento humano através da íris de forma eficiente.

Palavras-chave

Biometria, Reconhecimento de Íris, Segurança, Captura de imagens, Reconhecimento de Padrões.

Abstract

Nascimento, Rodrigo da Costa; Feitosa, Raul Queiroz (Advisor). **An Identification System Based on Iris Structure Analysis**. Rio de Janeiro, 2005, 80 p. Master's degree dissertation– Department of Electrical Engineering, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

The recognition of human beings for the Iris is one of the safest systems of biometric identification. This motivated the construction of a prototype for identification of human beings based on the structure of the Iris. The constructed system is composed of a device capable to capture images of the Iris and algorithms for image pre - processing, for the representation and recognition each element composing the prototype is evaluated using two data bases of Iris images. The results have demonstrated that the prototype and the presented models are capable to efficiently identify the human based on Iris structure.

Keywords

Biometrics, Security, Iris Recognition, Security, Image Capture, Pattern Recognition

Sumário

1	Introdução	13
1.1.	Motivação	13
1.2.	Objetivo	17
1.3.	Organização	18
2	Cenário Atual	19
2.1.	Visão Geral	19
2.2.	Principais Técnicas	21
2.2.1.	John Daugman	22
2.2.2.	Wageeh Boles	25
2.2.3.	Richard Wildes	30
3	Sistema Proposto	34
3.1.	Descrição do Sistema	34
3.2.	Captura das Imagens	34
3.3.	Dispositivo de Captura	35
3.3.1.	Procedimento de Captura das Imagens	37
3.4.	Pré-processamento da Imagem	39
3.4.1.	Localização da Íris	39
3.4.2.	Normalização da Imagem	44
3.4.3.	Detecção de Oclusão	45
3.4.4.	Realce da Imagem	48
3.5.	Extração de Atributos	49
3.5.1.	Implementação do método de Daugman	49
3.5.2.	Implementação do método de Boles	50
3.5.3.	Implementação do método de Wildes	52
3.6.	Descrição do Protótipo em Software	52
4	Avaliação Experimental	55
4.1.	Bancos de dados utilizados	55
4.2.	Análise de desempenho	57

4.2.1. Avaliação do método de localização da íris	57
4.2.2. Avaliação do efeito da oclusão	59
4.2.3. Avaliação do sistema de captura	62
4.2.4. Avaliação da implementação	64
5 Conclusões e Trabalhos Futuros	67
6 . Referências	69
7 . Apêndice - Histograma das Distribuições	75

Lista de Figuras

Figura 1 - Estrutura Ocular	16
Figura 2 - Imagem capturada da íris	22
Figura 3 – Resultado da normalização da Imagem	23
Figura 4 – Divisão da imagem em círculos concêntricos	26
Figura 5 – Vetor que representa um dos anéis no método de Boles	27
Figura 6 – Transformada <i>Wavelet</i> contínua do sinal da figura anterior em tons de cinza nos níveis 4,5 e 6	28
Figura 7 Representação <i>zero-crossing</i> da transformada wavelet representada na figura anterior	29
Figura 8 – Representação da pirâmide do Laplaciano para uma imagem do banco LVC-1	32
Figura 9 - Protótipo do dispositivo de captura de imagens da íris 1)-Tubo de PVC 2) Coroa de led's; 3) Filme velado; 4) Câmera	35
Figura 10 - Tubo de PVC do dispositivo	36
Figura 11 - Disposição dos 6 led's infravermelhos e 3 led's verdes	37
Figura 12 – Procedimento de captura da imagem: a) captura da íris Imagem frontal; b) captura da íris Imagem Lateral	38
Figura 13 – Exemplos de imagens capturadas pelo dispositivo construído	39
Figura 14 - Histogramas a) da imagem capturada e b) após suavização	40
Figura 15 – Exemplos do resultado da limiarização: a) imagem de entrada; b) imagem limiarizada	42
Figura 16- Exemplos dos resultados intermediários do procedimento de detecção da pupila: a) imagem limiarizada; b) após detecção da pupila; c) contorno da pupila	43
Figura 17 – Resultado do procedimento de localização da íris	44

Figura 18: Exemplo de normalização da imagem da íris: a) imagem original;	
b) imagem normalizada	45
Figura 19 –Histograma da imagem normalizada com a exibição do ponto que separa os pixels em dois conjuntos de acordo com a intensidade	46
Figura 20: Resultado da limiarização utilizando o algoritmo de Otsu.	47
Figura 21 - Exemplo do resultado final da detecção de oclusão	47
Figura 22 – Passos do pré-processamento da imagem: a) imagem de entrada; b) resultado da localização da íris; c) íris normalizada; d) área de oclusão; e) imagem realçada	48
Figura 23 – Função <i>wavelet</i> gaussiana	51
Figura 24 - Esquema de telas da interface gráfica desenvolvida para o sistema proposto: a) painel principal com parâmetros gerais do protótipo; b) painel de captura da Imagem , com indicação do percentual de oclusão; c) opção de cadastramento de usuários d) indicação do resultado da verificação da identidade do usuário.	54
Figura 25 – Exemplo de imagens (a) do banco LVC-1/2 e (b) CASSIA	57
Figura 26 – Exemplos de localização de pupila pelo método proposto e pelo método de Daugman.	59
Figura 27 - Teste de falso positivo e falso negativo do experimento com imagens praticamente sem oclusão do banco LVC-1	60
Figura 28 - Teste de falso positivo e falso negativo do experimento com imagens com oclusão controlada do banco LVC-1	61
Figura 29 - Desempenho para o banco de dados LVC-1	63
Figura 30 - Desempenho para o banco de dados LVC-2	63
Figura 31 - Desempenho para o banco de dados CASSIA	64
Figura 32 - Desempenho para o banco de dados CASSIA apresentados no trabalho de Li Ma.	65

Lista de Tabelas

Tabela 1 : Resultado da avaliação do método de localização do contorno da pupila 58

“... olhando toda esta tecnologia, ainda dá vontade de dizer que esta é só uma nova maneira de afirmar aquilo que a humanidade já sabe há muito tempo: que a melhor maneira de conhecer alguém é pelos olhos”.

(Autor Desconhecido)