



Eduardo Esteves Vale

Realce de Imagens no Domínio da Transformada

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Abraham Alcaim

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2006



Eduardo Esteves Vale

**Realce de Imagens no Domínio
da Transformada**

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.

Prof. Abraham Alcaim
Orientador

Centro de Estudos em Telecomunicações - PUC-Rio

Prof. Eduardo Antônio Barros da Silva
COPPE/UFRJ

Prof. Gelson Vieira Mendonça
COPPE/UFRJ

Prof. Weiler Finamore
Centro de Estudos em Telecomunicações - PUC-Rio

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

Rio de Janeiro, 09 de fevereiro de 2006

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

Eduardo Esteves Vale

Graduou-se em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações na PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro) em 2003.

Ficha Catalográfica

Vale, Eduardo Esteves

Realce de imagens no domínio da transformada / Eduardo Esteves Vale ; orientador: Abraham Alcaim. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Elétrica, 2006.

82 f. ; 30 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Imagens. 3. Realce. 4. Transformada Cosseno Discreta (DCT). 5. Transformada Wavelet Discreta (DWT). 6. Domínio da transformada. 7. Domínio espacial. 8. Coeficientes. 9. Qualidade visual. 10. Detalhes. 5. Irmão. 6. Novas configurações familiares. 7. Vínculo sócio-afetivo. I. Alcaim, Abraham. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. II. Título.

Aos meus pais, Eduardo e Ivanisa, aos meus familiares,
à minha namorada e família, aos meus amigos
e em especial ao meu querido Deus.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer às pessoas que colaboraram com esta obra. Ao professor da PUC-Rio, Dr. Abraham Alcaim, que com sua experiência e paciência, me orientou na elaboração deste estudo. Aos pesquisadores, autores de publicações com temas relacionados à esta Dissertação, que contribuíram para a construção deste material. Aos demais professores, que ao longo dos anos foram formando o meu caráter profissional. À PUC-Rio, pelos auxílios concedidos. Aos professores que participaram da Comissão Examinadora, pela disposição e atenção prestadas. À Dra. Eny Lea Gass, pela colaboração que tem me dado para o meu aprimoramento profissional. Aos meus pais e familiares, que me amam e apóiam a cada dia. À minha namorada e família, pelo carinho que têm me dispensado. Aos meus amigos, pelo companheirismo. A Deus e à Igreja cristã, seja católica ou protestante, por terem me ajudado muito desde que comecei a existir, sem desejarem nada em troca, simplesmente por amor e graça. Não há como retribuir. E a todas às outras pessoas que colaboraram e me estimularam a realizar este trabalho.

Resumo

Vale, Eduardo Esteves. **Realce de Imagens no Domínio da Transformada**. Rio de Janeiro, 2006. 82p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta Dissertação destina-se ao desenvolvimento de novas técnicas de realce aplicadas no domínio da transformada. O estudo das transformadas bidimensionais motivaram o desenvolvimento de técnicas baseadas nestas ferramentas matemáticas. Análises comparativas entre os métodos de realce no domínio espacial e no domínio da transformada logo revelaram as vantagens do uso das transformadas. É proposta e analisada uma nova técnica de realce no domínio da Transformada Cosseno Discreta (DCT). Os resultados mostraram que esta nova proposta é menos afetada por ruído e realça mais a imagem que as técnicas apresentadas na literatura. Adicionalmente, considera-se uma estratégia com o objetivo de eliminar o efeito de escurecimento da imagem processada pelo Alpha-rooting. É também apresentada uma nova proposta de realce no domínio da Transformada Wavelet Discreta (DWT). As simulações mostraram que a imagem resultante possui melhor qualidade visual que a de técnicas relatadas na literatura, além de ser pouco afetada pelo ruído. Além disso, a escolha do parâmetro de realce é simplificada.

Palavras-chave

Imagens; realce; Transformada Cosseno Discreta (DCT); Transformada Wavelet Discreta (DWT); domínio da transformada; domínio espacial; coeficientes; qualidade visual; detalhes; histogramas; contraste; ruído; compressão; artefatos de blocagem.

Abstract

Vale, Eduardo Esteves. **Enhancement of Images in the Transform Domain**. Rio de Janeiro, 2006. 82p. MSc. Dissertation - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This Dissertation is aimed at the development of new enhancement techniques applied in the transform domain. The study of the bidimensional transforms motivated the development of techniques based on these mathematical tools. The comparative analysis between the enhancement methods in the spatial domain and in the transform domain revealed the advantages of the use of transforms. A new proposal of enhancement in the Discrete Cosine Transform (DCT) domain is analysed. The results showed that this new proposal is less affected by noise and enhances more the image than other techniques reported in the literature. In addition, a strategy to eliminate the darkening effect of enhancement by Alpha-rooting is considered. A new proposal of enhancement in the Discrete Wavelet Transform (DWT) domain is also presented. Simulation results showed that the enhanced images have better visual quality than other ones presented in the literature and is less affected by noise. Moreover, the choice of the enhancement parameter is simplified.

Keywords

Images; enhancement; Discrete Cosine Transform (DCT); Discrete Wavelet Transform (DWT); transform domain; spatial domain; coefficients; visual quality; details; histograms; contrast; noise; compression; blocking artifacts.

Sumário

1. Introdução	12
1.1. Métodos de realce de imagens	12
1.2. Objetivo	16
1.3. Organização da Dissertação	17
2. Realce no domínio da DCT	19
2.1. Introdução	19
2.2. Realce no domínio da DCT usando o Alpha-rooting	20
2.3. Realce usando medida de contraste no domínio da DCT	24
2.4. O método proposto	25
2.5. Resultados de simulação	29
2.5.1. Realce no domínio da compressão	30
2.5.2. Realce de imagens não comprimidas	46
2.6. Conclusão	54
3. Realce no domínio da DWT	55
3.1. Introdução	55
3.2. Princípios de métodos de realce no domínio da DWT	56
3.3. O método proposto	61
3.4. Resultados de simulação	66
3.5. Conclusão	78
4. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros	79
4.1. Conclusões	79
4.2. Sugestões para trabalhos futuros	80
Referências bibliográficas	81

Lista de figuras

Figura 1 – Gráficos de ganho <i>versus</i> magnitude para 4 valores de α	22
Figura 2 – Imagens realçadas na DCT sem compressão (<i>clock e moon</i>)	23
Figura 3 – Gráficos de ganho <i>versus</i> n	28
Figura 4 – Imagens simuladas na DCT com baixa compressão (<i>clock e moon</i>)	31
Figura 5 – Imagens simuladas na DCT com baixa compressão (<i>cameraman</i>)	33
Figura 6 – Imagens simuladas na DCT com baixa compressão (<i>pentagon</i>)	34
Figura 7 – Histogramas das imagens simuladas na DCT com baixa compressão (<i>clock e moon</i>)	35
Figura 8 – Histogramas das imagens simuladas na DCT com baixa compressão (<i>cameraman</i>)	36
Figura 9 – Histogramas das imagens simuladas na DCT com baixa compressão (<i>pentagon</i>)	37
Figura 10 – Imagens simuladas na DCT com elevada compressão (<i>clock e moon</i>)	40
Figura 11 – Imagens simuladas na DCT com elevada compressão (<i>cameraman</i>)	41
Figura 12 – Imagens simuladas na DCT com elevada compressão (<i>pentagon</i>)	42
Figura 13 – Histogramas das imagens simuladas na DCT com elevada compressão (<i>clock e moon</i>)	43
Figura 14 – Histogramas das imagens simuladas na DCT com elevada compressão (<i>cameraman</i>)	44
Figura 15 – Histogramas das imagens simuladas na DCT com elevada compressão (<i>pentagon</i>)	45
Figura 16 – Realce de imagens sem compressão (<i>clock e moon</i>) no domínio da DCT	47

Figura 17 – Imagens simuladas na DCT sem compressão (<i>cameraman</i>)	48
Figura 18 – Imagens simuladas na DCT sem compressão (<i>pentagon</i>)	49
Figura 19 – Histogramas das imagens simuladas na DCT sem compressão (<i>clock e moon</i>)	51
Figura 20 – Histogramas das imagens simuladas na DCT sem compressão (<i>cameraman</i>)	52
Figura 21 – Histogramas das imagens simuladas na DCT sem compressão (<i>pentagon</i>)	53
Figura 22 – Grupos de coeficientes wavelet	57
Figura 23 – Gráfico da função linear	58
Figura 24 – Esquema de aplicação de ganhos aos coeficientes wavelet (caso linear)	59
Figura 25 – Gráfico da função não-linear (18)	60
Figura 26 – Gráfico da função não-linear (19)	61
Figura 27 – Esquema para o cálculo de (r,s)	64
Figura 28 – Gráfico da função proposta (20)	65
Figura 29 – Esquema de aplicação de ganhos aos coeficientes wavelet usando a nova proposta	66
Figura 30 - Valores dos índices (r,s) para quatro níveis de decomposição	67
Figura 31 – Resultados de simulação na DWT (<i>aerial</i>)	69
Figura 32 – Resultados de simulação na DWT com mais realce (<i>aerial</i>)	70
Figura 33 – Resultados de simulação na DWT (<i>airplane</i>)	71
Figura 34 – Resultados de simulação na DWT com mais realce (<i>airplane</i>)	72
Figura 35 – Resultados de simulação na DWT (<i>pentagon</i>)	73
Figura 36 – Resultados de simulação na DWT com mais realce (<i>pentagon</i>)	74
Figura 37 – Histogramas das imagens simuladas na DWT (<i>aerial</i>)	75
Figura 38 – Histogramas das imagens simuladas na DWT (<i>airplane</i>)	76
Figura 39 – Histogramas das imagens simuladas na DWT (<i>pentagon</i>)	77

Siglas

DCT – Discrete Cosine Transform

DWT – Discrete Wavelet Transform

LSD - Local Standard Deviation

SA-DCT - Transformada Adaptativa do Cosseno