

WALDEMAR BONVENTI JR.

**APRENDIZADO NEBULOSO HÍBRIDO E
INCREMENTAL PARA CLASSIFICAR
PIXELS POR CORES**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Engenharia Elétrica.

São Paulo
2005

WALDEMAR BONVENTI JR.

**APRENDIZADO NEBULOSO HÍBRIDO E
INCREMENTAL PARA CLASSIFICAR
PIXELS POR CORES**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Engenharia Elétrica.

Área de concentração:
Sistemas Digitais

Orientador:
Prof^ª. Livre-Docente
Anna Helena Reali Costa

São Paulo
2005

FICHA CATALOGRÁFICA

BONVENTI JR., WALDEMAR

APRENDIZADO NEBULOSO HÍBRIDO E INCREMENTAL PARA CLASSIFICAR PIXELS POR CORES. São Paulo, 2005.

156 p.

Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1. Processamento de imagens. 2. Fuzzy (Inteligência Artificial). 3. Aprendizado computacional. I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. II. t.

“Feliz o homem que acha sabedoria, . . . e adquire conhecimento;
porque melhor é o lucro que ela dá do que o da prata,
e melhor a sua renda do que o ouro mais fino.”

(Provérbios, cap.4, vv.13-14)

Agradecimentos

À orientadora, prof^a Anna Helena Reali Costa, pela amizade, firmeza e paciência.

À minha esposa, Lucimara, e aos meus filhos, Jônatas e Rebeca, pelo apoio durante esta travessia, compreensão nas tempestades e sorrisos nos dias de sol.

À Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, pelo incentivo e suporte nos anos finais desta jornada.

À Universidade de Sorocaba, pelo apoio e incentivo.

Aos colegas do Laboratório de Técnicas Inteligentes, pela amizade, apoio e auxílio inestimáveis.

Aos meus amigos, pela preocupação e atenção sinceramente demonstradas.

RESUMO

Segmentação de uma imagem é um processo de extrema importância em processamento de imagens e consiste em subdividir a imagem em partes constituintes correspondentes a objetos de interesse no domínio de aplicação. Objetos de interesse podem apresentar cores que se caracterizam numa imagem por um conjunto de pixels, que por sua vez possuem um número muito grande de valores cromáticos. Estes conjuntos podem ser denominados por relativamente poucos rótulos lingüísticos atribuídos por seres humanos, caracterizando as cores, representadas por classes. Entretanto, a fronteira entre estas classes é vaga, pois os valores cromáticos que definem a transição de uma cor para outra dependem de diversos fatores do domínio. Esta tese visa contribuir no processo de segmentação de imagens através da proposta de um classificador de pixels exclusivamente por meio do atributo cor. Para lidar com o problema da vagueza entre as classes de cores, emprega-se a teoria dos conjuntos nebulosos. Assim, propõe-se um aprendizado híbrido e incremental de modelos nebulosos de classes de cores constituintes do classificador. O aprendizado híbrido combina os paradigmas de aprendizado supervisionado e não-supervisionado, transferindo a rotulação individual das instâncias (muito custosa) para a rotulação dos grupos de instâncias similares, pelo agente supervisor. Estes grupos são combinados por meio da aplicação de operadores de agregação adequados, que possibilitam uma forma de aprendizado incremental, onde os modelos das classes existentes podem ser revisados ou novas classes, obtidas com a continuidade do treinamento, podem ser incorporadas aos modelos. Propõe-se, ainda, um processo de generalização do modelo, visando sua completude. O classificador proposto foi testado na modelagem da cor da pele humana em imagens adquiridas em condições ambientais controladas e em condições variadas. Os resultados obtidos mostram a eficácia do classificador proposto, obtendo uma detecção robusta e acurada da cor da pele em imagens digitais coloridas.

ABSTRACT

Image segmentation is a very important process, which aims at subdividing an image in parts that correspond to objects of interest in the application domain. Objects may depict few colors that are represented in an image by a set of pixels presenting a very large range of chromatic values. A relatively small number of human-defined linguistic labels can be assigned to these sets, and these labels characterize colors represented by classes. However, the borders among these classes are fuzzy, since the chromatic values that define the transition from a class to another depend on different domain factors. This thesis contributes in the image segmentation process by proposing a pixel classifier based exclusively on the color attribute. Fuzzy sets theory is used to deal with the problem of fuzziness among color classes. This thesis proposes a hybrid and incremental scheme for learning fuzzy models of color classes included in the classifier. The hybrid-learning scheme combines unsupervised and supervised learning paradigms, transferring the labeling by a supervisor from individual instances (a very computationally costly task) to groups of similar instances. These groups are combined by application of adequate aggregation operators, providing an incremental learning scheme to the classifier, so that models can be revised and new classes can be incorporated into the models. In order to provide completeness to the models, a generalization process is also proposed. The classifier was tested in the human skin color-modeling problem, by using digital color-images captured under controlled and uncontrolled conditions. Experimental results assess its effectiveness, providing a robust and accurate detection of skin color in digital color-images.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Classificação de cores.	2
1.2	Construção de classificadores.	7
1.3	Objetivos deste trabalho	12
1.4	Proposta: construção de classificador nebuloso por aprendizado computacional.	13
1.5	Contribuições	14
1.6	Organização deste trabalho	15
I	CONCEITOS FUNDAMENTAIS	17
2	RECONHECIMENTO DE PADRÕES: CLASSIFICAÇÃO	18
2.1	Modelagem do processo de reconhecimento	19
2.1.1	Descrição do processo.	21
2.1.2	Atributos e vetores de atributos.	21
2.1.3	Análise de agrupamentos.	24
2.1.4	Construção do classificador.	25
2.2	Discriminação entre classes	28
2.3	Conclusão do capítulo	30
3	CLASSIFICAÇÃO INCERTA E TEORIA DOS CONJUNTOS NEBULOSOS	31
3.1	Conjuntos nebulosos	32

3.1.1	Relações e operações	33
3.1.2	Modificadores de conjuntos nebulosos.	34
3.1.3	Operadores de agregação nebulosa	35
3.1.4	Determinação das funções de pertinência	39
3.2	Agrupamentos nebulosos	40
3.2.1	Algoritmos de agrupamento nebuloso.	41
3.2.2	“ <i>Fuzzy c-means</i> ”	43
3.2.3	Medidas de desempenho do processo de agrupamento.	47
3.2.4	Aplicações do agrupamento nebuloso em processamento de imagens	49
3.3	Conclusão do capítulo	52

4 APRENDIZADO COMPUTACIONAL 53

4.1	Estratégia de aprendizado indutivo.	55
4.2	Paradigmas de aprendizado	58
4.2.1	Supervisionado	59
4.2.2	Não-supervisionado	60
4.2.3	Aprendizado por reforço	60
4.3	Aprendizado híbrido	61
4.4	Conclusão do capítulo	63

II PROPOSTA E DETALHAMENTO DO CLASSIFICADOR POR CORES 65

5 CONCEPÇÃO DO CLASSIFICADOR 66

5.1	Uso da cor para a classificação	66
5.2	Proposta de construção do classificador	67
5.2.1	Módulo 1. Agrupamentos nebulosos.	71
5.2.2	Módulo 2. Definição de classes.	72

5.2.3	Módulo 3. Agregação dos grupos nebulosos	73
5.2.4	Módulo 4. Generalização da base de conhecimento	75
5.3	Aspectos do aprendizado computacional	79
5.4	Conclusão do capítulo	81
6	ARQUITETURA DE CONSTRUÇÃO DO CLASSIFICADOR	84
6.1	Módulo 1: Agrupamentos nebulosos.	84
6.2	Módulo 2. Definição das classes	87
6.3	Módulo 3. Agregação.	90
6.4	Módulo 4. Generalização.	94
6.5	Conclusão do capítulo	96
7	ESTUDO DE CASOS EM MODELAGEM DA COR DA PELE	97
7.1	Propriedades ópticas da pele humana	98
7.2	Pesquisa relacionada à detecção de pele em imagens coloridas.	99
7.2.1	Representação da classe “cor da pele” nos espaços de cores.	102
7.3	Avaliação do classificador	104
7.3.1	Geração dos gabaritos de pele humana para avaliação do classificador	110
7.4	Caso 1: banco de imagens de faces.	112
7.4.1	Parâmetros experimentais	112
7.4.2	Resultados do módulo 1	114
7.4.3	Resultados do módulo 2	115
7.4.4	Resultados do módulo 3	115
7.4.5	Resultados do módulo 4.	115
7.4.6	Teste do modelo e detecção da cor da pele	117
7.5	Caso 2: imagens humanas em ambientes variados	123
7.5.1	Parâmetros experimentais	123
7.5.2	Resultados do módulo 1	124

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

