

Sessão VI -

Aplicações em Meteorologia e Geoprocessamento

Comunicação Técnica

SIBGRAP'91

**UM SISTEMA  
DE SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO  
DE IMAGENS DE SATÉLITE**

*Guaraci José Erthal*  
(INPE)

*Leila Maria Garcia Fonseca*  
(INPE)

*Leonardo Sant' Anna Bins*  
(INPE)

*Flávio Roberto Dias Velasco*  
(INPE)

*Antônio Miguel Vieira Monteiro*  
(INPE)

IV Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens

Página em branco na versão original impressa.

# UM SISTEMA DE SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE

Guaraci José Erthal

Leila Maria Garcia Fonseca

Leonardo Sant'Anna Bins

Flávio Roberto Dias Velasco

Antônio Miguel Vieira Monteiro

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Caixa Postal 515 - 12201 São José dos Campos, S.P.

**ABSTRACT** - This paper presents the design of a segmentation and classification system for satellite image under development at INPE. One would expect that this system could overcome the limitations of the traditional approach for image analysis (per point statistical image classification).

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da análise de imagens de satélite, reside na localização e identificação de objetos, que tenham significado em aplicações na área de sensoriamento remoto. Dois tipos de objetos são importantes: as linhas (associadas a estradas, rios,...) e as regiões (plantações, cidades, lagos,...). O processo de localização gera "objetos pictóricos", descritos pelas suas características geométricas e espectrais. A identificação é feita através dos atributos extraídos de cada objeto pictórico.

O paradigma convencional utilizado na análise digital de imagens tem sido a classificação estatística (ponto a ponto), onde o objeto pictórico é o pixel. A análise ponto a ponto baseada em atributos exclusivamente espectrais ("nível de cinza" do pixel nas diversas bandas espectrais), é o principal limitante do processo. Para superar as limitações destes métodos tradicionais alguns sistemas têm sido propostos para o mapeamento e classificação de imagens de satélites (Wharton, 1987). Nestes sistemas, a fase de análise é precedida por uma fase de segmentação.

Este trabalho apresenta um sistema para segmentação e classificação de imagens de satélite (SISREG), que está sendo desenvolvido no INPE. O objeto pictórico de análise escolhido, é a região, entendida como um conjunto de pixels contíguos, que se espalham bi-dimensionalmente. O sistema tem três funções principais: (a) segmentação, (b) treinamento e (c) classificação.

Destas fases, a segmentação é a mais demorada. A Figura 1 mostra o ciclo básico do sistema, as entradas e saídas de cada fase, e os produtos intermediários mais importantes que são gerados.

## 2. SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS

A segmentação constitui a função básica do sistema. Na segmentação a imagem é dividida em regiões que devem corresponder aos objetos de interesse da aplicação. Este processo de particionamento consiste de um procedimento de crescimento de regiões, onde as bordas definem os seus contornos. A extração de bordas é realizada através de uma versão simplificada do algoritmo de Canny (1983) e de um algoritmo de perseguição de bordas. À medida que cada região é adquirida, ela é rotulada e seus atributos são extraídos. Alguns destes atributos são: média, variância, área, perímetro, a excentricidade (razão entre os eixos maior e menor do objeto), linearidade média das bordas.

No final da segmentação tem-se uma representação simbólica da imagem: uma lista de regiões com seus atributos, uma lista de arcos (fronteira entre duas regiões) com seus atributos (força e orientação média das bordas) e uma lista de nós (ponto de encontro entre três ou mais regiões). Fonseca et alii (1990) apresenta alguns resultados preliminares deste processo de segmentação.

## 3. TREINAMENTO

O uso da região como o elemento básico de análise, permite extrair um conjunto muito mais rico de atributos. Por outro lado, a não uniformidade destes atributos, exige algoritmos de discriminação que permitam combinar diferentes tipos de atributos. Neste sistema é usada uma classificação determinística, onde os atributos são examinados sequencialmente e os valores dos atributos para as regiões são comparados com limiares escolhidos a partir das amostras de treinamento. O encadeamento destas comparações forma uma "árvore de decisão".

O treinamento consiste de dois passos: (a) identificação de classes/rotulação de amostras e (b) construção da árvore de decisão. O primeiro passo consiste na identificação das classes de interesse existentes na imagem segmentada e na seleção de um conjunto de amostras representativo de cada classe. Para tanto, existem operações para adicionar e suprimir classes e amostras. A partir das amostras e de informações fornecida pelo usuário é construída a árvore de decisão, que serve para guiar o processo de

classificação de cada região da imagem segmentada. Nesta árvore, a informação associada aos nós-folha, é constituída de um conjunto de classes e, no caso dos nós não-folha, de um atributo e um valor chamado limiar com valores dentro do intervalo de variação do atributo. A construção da árvore de decisão envolve, basicamente, a seleção de atributos e a escolha dos limiares. Em cada nó, a construção da subárvore pode ser inteiramente automática, inteiramente manual ou parte manual e parte automática. A robustez da classificação vai depender, principalmente da escolha criteriosa dos atributos.

#### 4. CLASSIFICAÇÃO

A classificação é a operação de identificação das regiões, realizada a partir da descrição simbólica da imagem e da árvore de decisão. Inicialmente, a raiz da árvore é visitada e são lidos o nome do atributo e o valor do limiar. O valor do mesmo atributo da região é comparado com o limiar: se for menor ou igual, o próximo nó a ser visitado é o nó descendente esquerdo; caso contrário, é o direito. O procedimento é repetido até que seja encontrado um nó folha. Aí, então, as classes do nó são tomadas como o resultado da classificação da região. Este processo é mais rápido, se comparado com os métodos convencionais de classificação pixel a pixel.

O resultado de uma classificação pode ser visualizado na forma de uma imagem. O sistema associará uma cor a cada classe e apresentará todos os pontos da mesma classe com a mesma cor. Para fins de visualização, uma região com vários rótulos é tratada como uma classe diferente. Os resultados também podem ser gerados na forma de relatórios.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema está sendo implementado em ambiente de microcomputadores, utilizando a linguagem C++. A abordagem utilizada no desenvolvimento, é a da programação orientada a objetos. Neste sentido, um conjunto de classes de objetos foi implementado para modelar objetos como: imagem, arco, nodo, lista, árvore, cardápio (comunicação com o usuário) e dispositivo de visualização (visualização de resultados). O uso do computador pessoal deverá restringir severamente o escopo de aplicação do sistema, devido a limitações principalmente de memória principal e de disco. A limitação de velocidade de processamento deverá ter menos efeito pois a parte computacionalmente custosa do sistema - a segmentação - pode ser executada sem supervisão.

O sistema está sendo testado para imagens com informação de cultura. Pretende-se testar a metodologia para imagens com informação de floresta, especificamente, imagens da Amazônia legal. O sistema deverá em versões posteriores permitir: (a) inclusão de novos atributos de regiões; (b) inclusão de novos algoritmos de classificação; e (c) ligação com sistemas especialistas.

## 6. REFERÊNCIAS

CANNY, J. F. "Finding edges and lines in images", technical report AI-TR-720, Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, June 1983.

FONSECA, L.M.G.; BINS, L.S.; VELASCO, F.R.D.; MONTEIRO, A.M.V. Um sistema de segmentação baseado em conhecimento para imagens de satélite. VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. p.197-200, Manaus, jun, 1990.

WHARTON, S. W. "A spectral-knowledge-based approach for urban land-cover discrimination", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 25(3):272-282, 1987.

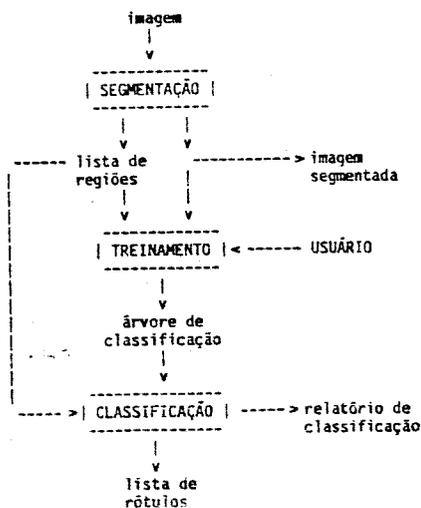


Figura 1: Ciclo básico do sistema.