

VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS EM SISTEMAS GRÁFICOS

LEONARDO SANT'ANNA BINS
RICARDO CARTAXO MODESTO DE SOUZA
GUARACI JOSÉ ERTHAL

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Departamento de Processamento de Imagens - DPI
Caixa Postal 515 - 12201 - São José dos Campos - SP

RESUMO

Muitos sistemas gráficos, que são voltados na sua maioria para a área de projetos assistidos por computador, possuem dispositivos de visualização de dados cuja arquitetura não é adequada para a exibição de imagens multiespectrais obtidas por satélite. Um dos fatores que dificultam a visualização, é o número de cores que podem ser exibidas simultaneamente no monitor, geralmente variando entre 16 e 256 cores selecionáveis de uma palheta mais abrangente. Uma imagem de satélite com 3 bandas espectrais e 8 bits por "pixel", pode abranger, teoricamente, uma gama de cores superior a 16 milhões. Neste trabalho apresenta-se um algoritmo eficiente para identificar, numa imagem multiespectral, até 256 cores predominantes, e que permite a visualização com uma perda de qualidade visual inexpressiva em muitos casos.

ABSTRACT

Many raster graphics systems, mainly used in computer aided design, have display devices with architectures not suited to show multispectral imagery obtained from satellites. One of the factors that affect data visualization is the number of simultaneous colors allowed generally ranging from 16 to 256 chosen from a large palette. A satellite image with 3 spectral bands and 8 bits per pixel can achieve more than 16 million colors theoretically. This work shows an efficient algorithm which purpose is to identify up to 256 most predominant colors within a multispectral image and that allows data visualization with a low cost in the visual quality in many cases.

1. INTRODUÇÃO

A visualização colorida de imagens multiespectrais obtidas pelos satélites de sensoriamento remoto é uma tarefa rotineira para os usuários deste produto. Esta tarefa normalmente é realizada dentro de um ambiente de "hardware" adequado, composto, tipicamente, de uma unidade de visualização com 3 placas gráficas de $M \times N \times 8$ pontos ($M=N=512$, geralmente) onde são carregados os dados. Cada placa (ou canal) é associado, na saída para o monitor de vídeo, a um dos canhões de cores (vermelho, verde e azul). Desta forma, é possível obter uma composição colorida a partir de três imagens obtidas, cada uma, em faixas diferentes do espectro. Desta forma cada elemento da imagem multiespectral corresponderá a uma tripla (r, g, b) cujos valores indicam o nível de cada cor primária na composição do elemento.

Este é o processo utilizado, no INPE, pelos usuários de sensoriamento remoto que trabalham com o Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM). O SITIM, usa como dispositivo para visualização e processamento de dados de imagens a UVI-150, que na sua configuração completa, possui 4 canais de $1020 \times 1024 \times 8$ bits. Possui também uma tabela de cores ("look-up table") de 256 posições programáveis. Já na sua configuração reduzida, a UVI-150 compõe-se de apenas uma placa de $1020 \times 1024 \times 8$ bits e a mesma tabela de cores (Mendes et al.; 1986). Nesta configuração, o procedimento padrão para visualização de uma composição colorida fica impraticável.

A solução para o problema consiste na utilização de um algoritmo que permita transformar o conjunto de três imagens (por exemplo A1, A2 e A3), relacionadas com os canhões de cores na forma (A1, vermelho), (A2, verde) e (A3, azul), em uma única imagem (B1) associada a uma tabela de cores que permita mapear os níveis de cinza da imagem B1 para os valores correspondentes das três cores primárias. É um problema de compressão de dados, no caso, voltado para a redução do espaço de cores, e que tem como meta manter a qualidade visual do resultado obtido por este processo, tão próxima quanto possível da obtida pelo processo original.

Nos próximos itens, descreve-se um método para codificação baseado no algoritmo "K-médias" para a seleção

das cores, e que utiliza a distância euclidiana no espaço de cores para a classificação/redução das informações.

2. MÉTODO

A identificação das cores predominantes é feita através de técnicas de agrupamento de dados. Agrupamento de dados, também conhecido como agrupamento ("clustering"), é uma técnica estatística para o estudo de dados, em geral, multivariados. O propósito do agrupamento de dados é identificar grupos no conjunto de dados de entrada. Estes grupos devem possuir interiormente elementos similares entre si e diferentes em relação aos elementos de outros grupos. O algoritmo para a determinação destes grupos é o K-médias.

Basicamente o algoritmo K-médias consiste de um processo iterativo em que os padrões são designados ao centro do agrupamento mais próximo. Após esta fase, também chamada de classificação, os centros dos agrupamentos são recalculados. Se houver mudanças nos centros, o processo recomeça considerando os novos centros. Desta forma após a realização do K-médias, chega-se ao mínimo erro quadrático médio para os agrupamentos finais (Bins e Velasco, 1987). Isto equivale dizer que durante a execução do algoritmo K-médias, os centros dos agrupamentos deslocam-se para as posições em que o erro quadrático médio seja mínimo. Os padrões são designados a cada agrupamento segundo a menor distância Euclidiana dos mesmos ao centro de cada agrupamento. A distância de um padrão ao centro de um agrupamento é dado por:

$$d(X, M) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \mu_i)^2},$$

onde X = vetor padrão

M = vetor média da classe

m = dimensionalidade dos padrões

O padrão X pertence à classe j se:

$$d(X, M_j) \leq d(X, M_\ell), \text{ para todo } \ell = 1, \dots, c,$$
$$j \in [1, c]$$

onde c = número de classes
k, l = índice do agrupamento

O algoritmo abaixo é uma apresentação informal da versão básica do K-médias:

ALGORITMO K-MÉDIAS

1. INICIALIZAÇÃO
2. CLASSIFIQUE
3. RECALCULE OS CENTROS
4. SE HOUVER MUDANÇAS NOS CENTROS VOLTE AO PASSO 2
5. FIM

A fase de inicialização do k-médias corresponde a seleção dos centros iniciais para os agrupamentos. Obviamente se a seleção destes centros iniciais não for adequada o número de iterações requeridas pelo algoritmo será maior. Assim, escolhe-se como centros iniciais os padrões com maior frequência de ocorrência no grupo de dados.

No problema em questão os padrões são triplas (vermelho - r, verde - g, azul - b) indicando o nível (0 a 255) de cada uma das três cores primárias na composição do padrão. Desta forma cada agrupamento conterá padrões com cores semelhantes. O centro do agrupamento será a cor representativa do mesmo.

O algoritmo k-médias pode ser utilizado como um classificador, classificando ao final de cada iteração cada elemento da imagem multiespectral em um dos agrupamentos. Entretanto, realizar iterações sobre todos os elementos da imagem demandaria um custo computacional elevado (uma imagem multiespectral com três bandas contém em média 512x512 triplas). Para contornar este problema, o k-médias é utilizado como um treinador para um classificador Euclidiano. Desta forma o método para se obter as cores predominantes consistirá de três fases:

a) Amostragem - São selecionadas pequenas áreas retangulares representativas das cores de interesse existentes na imagem.

b) Agregamento - É aplicado o algoritmo k-médias sobre as amostras adquiridas na fase anterior, determinando-se as "k" triplas (cores) predominantes.

c) Classificação - Todas as triplas (r, g, b) da imagem multiespectral são mapeadas nas "k" triplas obtidas na fase de agregamento.

A saída deste processo consiste de uma imagem classificada (obtida na fase c) e uma tabela de cores (obtida na fase b). Cada "pixel" da imagem classificada está rotulado com um índice da tabela de cores.

3. EXPERIMENTO

O método foi aplicado a uma imagem multiespectral da região de Barretos, São Paulo. Usou-se uma imagem multiespectral do sensor TM do satélite Landsat-5 com a seguinte composição de bandas: 3, 4, 5. As bandas 4, 5 e 3 foram associadas, respectivamente, as cores primárias vermelho, verde e azul. Através das fases de amostragem e agregamento determinou-se as 256 cores predominantes e através da fase de classificação obteve-se a imagem classificada.

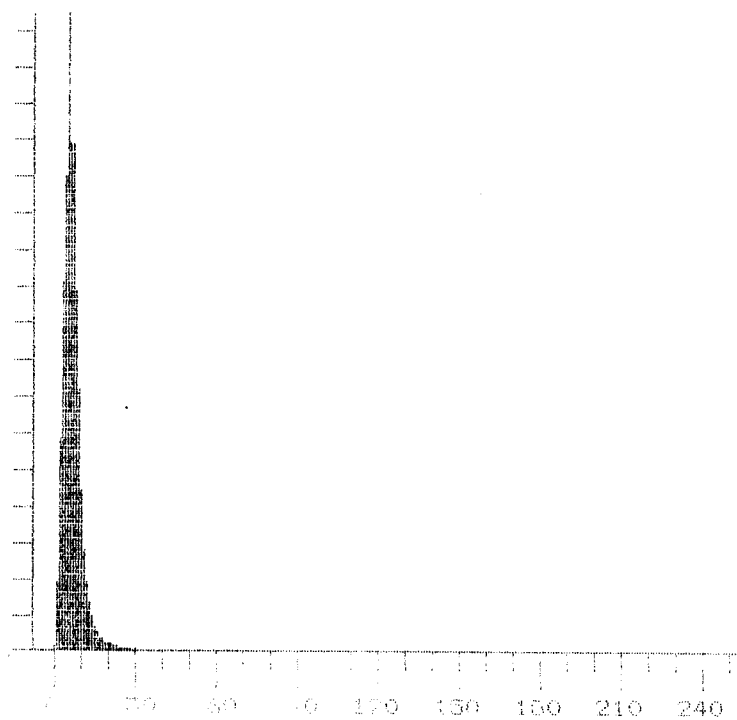
A figura 1 mostra o histograma da diferença entre as triplas (r, g, b) da imagem multiespectral e as triplas (r, g, b) associadas aos rótulos da imagem classificada. Entenda-se esta diferença como a distância Euclidiana entre uma tripla da imagem multiespectral e a tripla associada ao rótulo do "pixel" correspondente na imagem classificada.

Pode-se observar, na figura 1, que a diferença mais frequente entre as duas imagens é de valor 5. A maior diferença entre as imagens teve valor 92, entretanto, a frequência desta diferença, bem como daquelas com valor superior a 30 são tão insignificantes que não aparecem no histograma.

Podemos concluir, pela análise da figura 1, que a diferença entre imagem multiespectral e a imagem classificada em 256 cores é pequena, ou seja, a perda da qualidade visual na imagem classificada é inexpressiva, validando a utilização do método no sentido de se realizar uma compressão de dados.

IMAGEM =

plv



BANDA = 4
NO. MIN, MAX) = (0, 92)
NO MAIS POPULOSO = 5

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINS, L.S.; VELASCO, F.R.D. Uma Variante do Algoritmo Isodata para Aplicação em Alvos Agrícolas. INPE-4436-PRE/1235, 1987.

MENDES, C.L.; GARRIDO, J.C.P.; CAMARA NETO, G.; SOUZA, R.C.M. Evolução da Família de Sistemas de Tratamento de Imagens do INPE. IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Gramado, 1986.