

# REGISTRO AUTOMÁTICO DE IMAGENS DE SATÉLITE

Gilberto Câmara Neto

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT  
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12201, São José dos Campos, SP, Brasil

## RESUMO

As técnicas tradicionais de registro (superposição) de imagens utilizam a localização manual de pontos de apoio nas duas imagens para determinar o mapeamento funcional que leva uma das imagens a uma superposição exata. Propõe-se, neste trabalho, um método de registro que reduz ao mínimo a participação do analista, sendo os pontos de apoio determinados automaticamente. Testou-se o método em imagens LANDSAT-TM com desempenho satisfatório, compararam-se seus resultados com o método de registro automático proposto pelo CNES-França para processamento das imagens nível S (superposição) do SPOT.

## ABSTRACT

Registration of satellite imagery is a important need in various application area in remote sensing. This work presents a method for registration which reduces use work to a minimum, the control points being automatically chosen. The method near tests in LANDSAT TM imagery with good results.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das propriedades mais importantes dos satélites ambientais é a sua repetibilidade: uma mesma porção da superfície da Terra é imageada repetida vezes, no curso das diferentes passagens - no caso do satélite americano LANDSAT, uma nova imagem da mesma região é obtida a cada 16 dias, e no caso francês SPOT (lançado em fev/86), a cada 27 dias. Esta propriedade é relevante em grande número de aplicações que exigem o monitoramento sistemático de recursos naturais e urbanos.

No entanto, devido às diferenças de posicionamento e atitude do satélite para esta aquisição, são necessárias transformações para uma exata superposição de imagens obtidas em datas distintas. O método descrito neste trabalho propõe substituir a fase de apontamento visual por um processo automático, no qual um conjunto de "possíveis pontos de apoio" seria determinado na primeira imagem (busca automática de pontos de apoio), vindo a seguir o processo usual (correlação e mapeamento).

No caso do satélite francês SPOT, um dos diferentes níveis de processamento (nível S) prevê o uso de algoritmos automáticos para a superposição de imagens. O presente trabalho foi realizado quando de estágio técnico no CNES - Centro Nacional de Estudos Espaciais - em Toulouse (França), e apresenta uma alternativa ao "software" desenvolvido para aquela instituição.

## 2. MÉTODO PROPOSTO

Para a busca automática de pontos de apoio, as imagens a serem registradas são divididas em pedaços iguais, e, em cada uma destas partes, é escolhida uma pequena área com características

marcantes, possível de ser localizada na outra. Tipicamente, uma imagem de 512 x 512 pontos seria dividida em 16 partes de 128 x 128 pontos, sendo escolhidas 16 janelas de 32 x 32 pontos contendo o ponto de apoio.

De um ponto de vista teórico, o problema da busca automática pode ser dividido em duas partes: a *segmentação* e a *descrição*. O objetivo da segmentação é separar os diferentes objetos da imagem (rios, culturas, florestas, matas, etc.), e os métodos de descrição procuram escolher a porção da imagem que tem as mais favoráveis características para o êxito da correlação. O método de segmentação utilizado é a derivada em cruz numa região de 3 x 3, seguida por uma binarização que fixa uma porcentagem de uns e zeros. A derivada em cruz é calculada como:

$$\begin{matrix} a & b & c \\ d & x & e \\ f & g & h \end{matrix} \quad D.C_x = |a-h| + |b-g| + |c-f| + |d-e|$$

Se compararmos com outros métodos usuais de detecção de bordas, a derivada em cruz tem um bom desempenho, a um baixo custo computacional.

O método de descrição utilizado procura medir as propriedades globais (topológicas) que descrevem a forma dos objetos. A propriedade testada foi de *elongação*. Esta propriedade é uma medida de linearidade dos objetos e é determinada a partir do retângulo envolvente de cada objeto.

Dada as dimensões deste retângulo IDX e IDY (ver figura), calcula-se sua elongação, como:

$$ELONG_i = \frac{IDX \cdot IDY}{AREA}$$

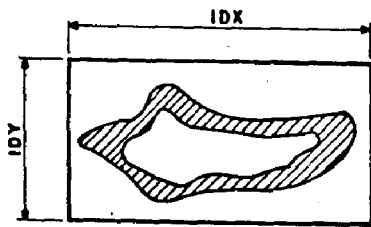


Fig. 1 - Objeto e sua elongação

Para cada janela testada, retém-se o valor da elongação máxima como medida de qualidade e comparam-se então todas as janelas para escolher aquela da maior medida, ou seja calcula-se o "poder de correlação" (PC) como:

$$PC_k = \max_i [ELONG_i \text{ para cada janela } [objeto]]$$

e

$$PC = \max_i [PC_k]$$

A idéia do método proposto é escolher a janela que possua um objeto de características lineares marcantes e que se espera encontrar na outra imagem. A título de ilustração, o método implementado no CNES para tratamento de imagens SPOT nível 2 (Salgê, 1981) calcula o "poder de correlação" para uma janela binarizada como:

$$PC_k = m_1 + m_2$$

onde

$$m_1 = \# \text{ de 1's da janela}$$

$$m_2 = \# \text{ de 1's que pertencem a uma cadeia de pontos de tamanho, maior ou igual a 2 pixels.}$$

No algoritmo desenvolvido, a binarização, utilizou uma percentagem fixa de 20% de pontos para o valor 1, do total de cada área de pesquisa. Disto resulta que cada janela pode ter uma percentagem distinta de 1's e 0's.

Para cada janela candidata, determinam-se por meio de um algoritmo de 2 passos (Rosenfeld, 1982) todos os objetos distintos existentes. Para cada objeto, calcula-se sua elongação; o "poder de correlação" da janela será a elongação máxima medida.

Para todas as janelas escolhidas no primeiro passo, realiza-se a sua correlação binária (Mitsuo Ii, 1984) com uma área de busca pertencente à imagem que se quer registrar.

Mede-se então - por um critério de validação (Selgê, 1981) - o sucesso de escolha feita.

O critério de validação aceita ou rejeita um registro pela da variação da função de correlação binária em torno do ponto de registro.

### 3. TESTES

Para comparar as diversas proposições, realizou-se um teste do método tomando-se duas imagens LANDSAT TM, banda 3, da região de Cahors (França), sendo uma da primavera (9/5/84) e outra de verão (27/5/84). Tomando-se uma imagem 512 x 512, foram escolhidas 16 áreas de pesquisa e, em cada uma destas, selecionada uma janela de 30 x 30 pixels que apresentasse o maior "poder de correlação". O tamanho da janela foi escolhido em função do computador CDC Cyber 176 onde foi desenvolvido o algoritmo.

Os testes realizados com o método proposto neste trabalho apresentaram um resultado bastante satisfatório: 75% dos pontos escolhidos puderam ser localizados na imagem a ser superposta, e este conjunto pôde fornecer um mapeamento adequado entre as duas imagens. A figura 2 ilustra uma área de procura e a janela escolhida. Por contraste, o método proposto pelo CNES (Selgê, 1981) para o tratamento nível 2 apresentou apenas 56% de acertos. Deste modo, o método de registro automático proposto apresenta sensível melhora com relação aos existentes, sendo uma interessante alternativa aos métodos tradicionais.

### 4. CONCLUSÕES

O assunto de registro automático de imagens de satélite é um assunto com amplo campo de pesquisas. Entre os tópicos merecedores de atenção destacam-se:

a) Métodos de *segmentação* eficiente que possam extrair atributos lineares. Em particular, algoritmos de "line tracking" na linha de Vanderburg (1976) e Patton (1979) merecem investigação.

b) Métodos de *descrição* adequados para detectar na imagem objetos com significado para uma posterior localização.

Prevê-se que este assunto volte a ser objeto de pesquisa no INPE, na ocasião do desenvolvimento do processamento de imagens SPOT nível S na Estação Brasileira.



Fig. 2 - Exemplo de busca automática de pontos de apoio: parte de imagem LANDSAT indicando a janela escolhida (atributos significativos).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MITSUO Ii, F.A.M. "Construção de uma biblioteca de Pontos de Apoio".
- PATON, K. "Line detection by local methods". *Computer Graphics and Image Processing*, 9: 316-332 (1979).
- ROSENFELD, A.; KAK, A. *Digital Picture Processing*. 2.ed., New York, Academic Press, 1982.
- SALGÉ, F. "Report de phase B interne: niveau 2 et 3". CNES (1981), S-NT-73/0022/CN.
- VAN DERBURG, G.J. "Line detection in satellite imagery". *IEEE Trans. Geoscience Electronics*, 14: 37-44 (1976).