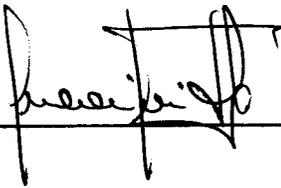


1. Publicação nº <i>INPE-2785-PRE/351</i>	2. Versão	3. Data <i>Junho, 1983</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DPI/DIN</i>	Programa <i>SAFRAS/AREA</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>REGISTRO DE IMAGENS</i> <i>CORREÇÃO DE BORDAS</i> <span style="float: right;"><i>PREVISÃO DE SAFRAS</i></span>			
7. C.D.U.: <i>621.376.5</i>			
8. Título <i>UM SISTEMA PARA REGISTRO TRANSLACIONAL DE SEGMENTOS DE IMAGENS LANDSAT</i>		10. Páginas: <i>06</i>	
		11. Última página: <i>05</i>	
9. Autoria <i>Guaraci José Erthal</i> <i>Flávio Roberto Dias Velasco</i> <i>Nelson Delfino D'Avila Mascarenhas</i>		12. Revisada por  <i>Gilberto Câmara Neto</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
14. Resumo/Notas <p><i>Em sistemas de previsão de safras é essencial a utilização de imagens de satélite obtidas em várias datas. Para que uma análise multitemporal possa ser feita há a necessidade de que as imagens correspondentes a cada passagem estejam em correspondência ponto a ponto. Tal processo é denominado registro de imagens. Este trabalho descreve um sistema desenvolvido no INPE, destinado a adquirir, registrar e gravar segmentos de imagens, a partir de imagens LANDSAT armazenadas em fita magnética. O registro translacional dos segmentos é realizado seguindo um esquema onde se utilizam as bordas das imagens para correlacionar as passagens. O sistema foi desenvolvido no computador BURROUGHS B6800, sendo os programas implementados na linguagem Algol.</i></p>			
15. Observações <i>Este trabalho será apresentado no IV Encontro Nacional de Automática - Sociedade Brasileira de Matemática - Belém, Pará, 6 a 13/julho/1983.</i>			

IV Encontro Nacional de Automática  
Sociedade Brasileira de Automática  
Belém, Pará, 6 a 13, julho, 1983

UM SISTEMA PARA REGISTRO TRANSLACIONAL DE  
SEGMENTOS DE IMAGENS LANDSAT

G.J. Erthal, F.R.D. Velasco, N.D.A. Mascarenhas  
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq  
Caixa Postal 515 - 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

RESUMO

Em sistemas de previsão de safras é essencial a utilização de imagens de satélite obtidas em várias datas. Para que uma análise multitemporal possa ser feita há a necessidade de que as imagens correspondentes a cada passagem estejam em correspondência ponto a ponto. Tal processo é denominado registro de imagens. Este trabalho descreve um sistema desenvolvido no INPE, destinado a adquirir, registrar e gravar segmentos de imagens, a partir de imagens LANDSAT armazenadas em fita magnética. O registro translacional dos segmentos é realizado segundo um esquema onde se utilizam as bordas das imagens para correlacionar as passagens. O sistema foi desenvolvido no computador BURROUGHS B6800, sendo os programas implementados na linguagem Algol.

ABSTRACT

A TRANSLATIONAL REGISTRATION SYSTEM FOR LANDSAT IMAGE SEGMENTS

The use of satellite images obtained from various dates is essential for crop forecast systems. In order to make possible a multitemporal analysis, it is necessary that images belonging to each acquisition have pixelwise correspondence. Such process is known as image registration. This report describes a system developed at INPE to obtain, register and record image segments from LANDSAT images in computer compatible tapes. The translational registration of the segments is performed by correlating image edges in different acquisitions. The above mentioned system has been developed for BURROUGHS B6800 computer in Algol language.

INTRODUÇÃO

Em processamento de imagens de recursos naturais surgem diversas situações em que há a necessidade de fazer uma análise conjunta de várias imagens correspondentes a uma mesma região e obtidas em datas diferentes. Um exemplo típico é o estudo da evolução de uma determinada cultura agrícola, (como soja, trigo, cana de açúcar) onde, utilizando imagens que abrangem um determinado

período de tempo, pode-se acompanhar a cultura desde o plantio até a colheita e desta maneira, levantar com melhor precisão a área efetivamente plantada.

Para que uma análise deste tipo possa ser feita é necessário que haja um casamento ponto a ponto para todas as passagens correspondentes a uma dada imagem, ou seja, as imagens devem estar registradas.

Aqui será feita a descrição de um sistema que se destina a adquirir, registrar e gravar segmentos de imagens LANDSAT obtidos a partir de fitas magnéticas (CCT). Devido às dimensões dos segmentos (da ordem de  $11,4 \times 9,5 \text{ Km}^2$ ) um esquema de registro translacional é usado, ou seja, não há alteração na geometria das imagens. Será feita uma análise desta metodologia no que diz respeito à sua fundamentação e às restrições.

### REGISTRO TRANSLACIONAL

Uma imagem pode, dentro de um computador, ser vista como uma matriz bidimensional, onde cada elemento representa um ponto da imagem (ou "pixel" como normalmente é chamado) e corresponde a uma determinada área na superfície da Terra. No caso de imagens LANDSAT, cada "pixel" corresponde a uma área de  $57 \times 79 \text{ m}^2$ .

A metodologia de registro translacional consiste em transladar uma imagem que corresponde a uma passagem do satélite sobre outra imagem (outra passagem) e tentar, por critério de similaridade, encontrar a posição em que há o melhor casamento entre ambas. Para que isto seja concretizável, a segunda imagem deve conter a primeira com dimensões maiores do que esta.

Esta abordagem é aplicável quando segmentos de pequenas dimensões são utilizados. A medida que se aumentam as dimensões das imagens a serem registradas os efeitos das distorções geométricas passam a ter influência muito fortes, dificultando tanto a operação de registro como a posterior utilização das imagens registradas.

O critério de similaridade usado para definir a posição de registro, para este sistema, é a correlação de bordas. Através de um operador diferenciador do tipo gradiente são realçadas as bordas da imagem. Faz-se o histograma destes gradientes e define-se um limiar a partir do qual a imagem é binarizada ("zero" para não-borda, "um" para borda). Isto é feito para todas as passagens disponíveis. Com as imagens binarizadas a posição de registro para cada

passagem é determinada como segue: para cada posição da imagem de referência sobre a área de busca (passagem a ser registrada) são contadas as bordas ("uns") coincidentes. O ponto de registro será definido pela posição onde houver maior coincidência de bordas (o esquema é semelhante ao usado por Grebowsky, 1979).

Este critério de correlação tem seu uso justificado pelo fato de as bordas serem um atributo que tende a permanecer inalterado de uma passagem para outra.

### DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Tendo em vista o grande volume de dados a ser processado no caso de aplicação em previsão de safras no INPE, o sistema de registro de segmentos foi desenvolvido no computador BURROUGHS B6800 em linguagem Algol (Burroughs, 1977 ab).

O sistema consiste basicamente em quatro módulos, como é mostrado na Figura 1.

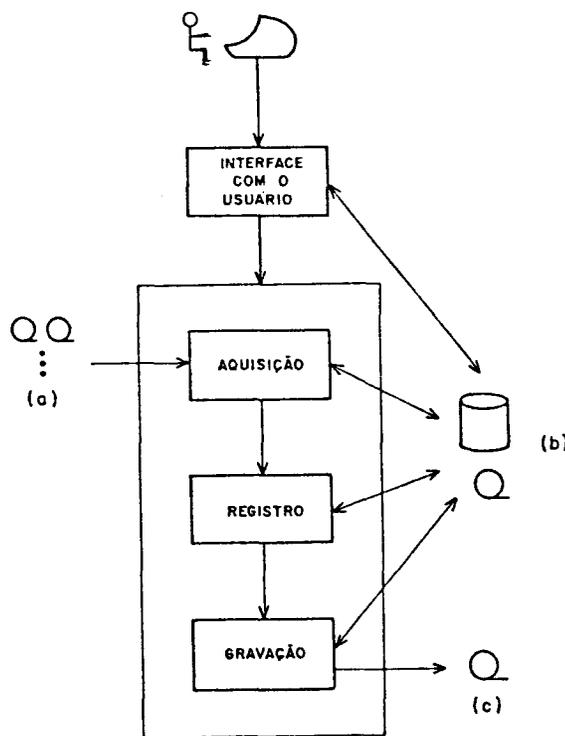


Fig. 1 - Esquema simplificado do sistema: (a) imagens MSS-LANDSAT em fita; (b) arquivos em disco e fita contendo os segmentos e referências e as áreas de busca para todas as passagens; (c) fita contendo os segmentos registrados.

O primeiro módulo serve de interface com o usuário. Através dele todas as informações necessárias são introduzidas e as tarefas a serem executadas são selecionadas. O módulo é acessado pela rede de "time-sharing" e, após a consulta do usuário, dispara uma tarefa para ser executada em "batch". Dentre as informações a serem introduzidas pelo usuário as principais são as coordenadas (linha e coluna dos centros dos segmentos a serem adquiridos pelo sistema). Estas são obtidas a partir das imagens em fotografia. De posse das coordenadas em milímetros (nas fotos) e da escala das fotos podem-se determinar as correspondentes linha e coluna dentro da imagem. O sistema, atualmente, está capacitado para adquirir até 5 passagens, com 10 segmentos de imagem por passagem e tendo cada segmento no máximo 200 colunas por 120 linhas.

O segundo módulo (AQUISIÇÃO) encarrega-se, a partir das imagens LANDSAT armazenadas em fitas magnéticas, de extrair os segmentos selecionados e armazená-los em disco (e fita).

O terceiro módulo (REGISTRO) perfaz as operações de registro para cada segmento e suas passagens correspondentes. Os pontos de registro são armazenados num arquivo em disco.

O quarto módulo (GRAVAÇÃO) encarrega-se de, a partir das coordenadas de registro, gravar os segmentos registrados em fita magnética num formato padronizado. Antes da gravação é feita uma correção radiométrica simplificada dos dados de imagem, para o ângulo de elevação do sol. A correção é feita por uma transformação linear do tipo  $Y = A.X$ , que converte a inclinação do sol original para uma inclinação padrão, que no caso é  $45^{\circ}$ .

Desde que não haja erros grosseiros na localização dos segmentos a partir das fotos, o sistema não terá dificuldades em encontrar o melhor ponto de casamento entre as várias passagens.

#### CONCLUSÃO

Um fator de extrema importância a ser ressaltado refere-se à qualidade final do produto gerado. Uma vez que não há alteração na geometria das imagens durante a operação de registro, o produto gerado é altamente dependente das diferenças entre as distorções geométricas entre as imagens. Para imagens LANDSAT, a experiência tem mostrado que o erro máximo de registro tem seu valor definido em torno de 3 "pixels", diminuindo quando se usa o mesmo satélite (têm-se usado imagens dos satélites LANDSAT 2 e 3). Este erro é previsível dado o

atual nível de correção geométrica aplicada às imagens geradas em fita. A determinação do valor do erro com maior exatidão está sendo estudada, bem como uma metodologia para correção geométrica dos segmentos, utilizando pontos de controle.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURROUGHS *B7000/B6000 series algol*; reference manual. Detroit, 1977 a.

BURROUGHS *B7000/B6000 series work flow language*; reference manual. Detroit, 1977 b.

GREBOWSKY, G.J. LACIE registration processing. In: LACIE Symposium, HOUSTON, Tx, 1978. Proceedings. Houston, Tx, NASA. Lyndon B. Johnson Space Center, 1979, V. 1, p. 87-97.