

UM SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES
PARA USO COM IMAGENS DE SATÉLITE

G.J. Erthal, M.O.B. de Oliveira, L.V. Dutra,
G. Câmara N. e R.C.M. de Souza

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
12200 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Apresenta-se um sistema geográfico de informações em desenvolvimento no CNPq/INPE, o qual permite a integração entre imagens de satélite, mapas temáticos e topográficos e dados tabulares. Suas aplicações incluem a análise de problemas geo-ambientais complexos. Tais análises envolvem a combinação de vários tipos de dados para obter resultados desejados em uma região especificada. Discutem-se os procedimentos de entrada e saída de dados e a extração de informações. Futuros desenvolvimentos também são apontados.

ABSTRACT

A geographic information system been developed at CNPq/INPE is presented in this paper. This system allows the integration of satellite images, thematic and topographic maps and tabular data. Its applications include the analysis of complex geoambiental problems. These analyses involve the combination of the various data types to get desired results over a specified region of interest. The input, output and information extraction procedures available are described. Future developments are also indicated.

1. INTRODUÇÃO

Um Sistema Geográfico de Informações (SGI) é baseado em computador, o qual permite adquirir, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações codificadas de maneira espacial.

A natureza dos dados tratados por um SGI é que o diferencia fundamentalmente dos sistemas de informações convencionais, como por exemplo o de Banco de Dados. Estes trabalham tipicamente com tabelas, enquanto aqueles utilizam, além de tabelas, dados espaciais bi ou tridimensionais armazenados num determinado formato.

As aplicações de um SGI estão relacionadas diretamente à sua extensão, isto é, à área geográfica coberta pelo sistema. Existem sistemas que cobrem desde áreas municipais até áreas estaduais e nacionais (Nagy and Wagle, 1979).

Sistemas que atuam sobre áreas municipais são utilizados principalmente em planejamento urbano, pesquisa sociológica, estudos de mercado e administração municipal; enquanto sistemas mais abrangentes têm aplicações, principalmente, nas áreas de monitoração de recursos naturais e planejamento, podendo-se citar setores específicos como: Cartografia Topográfica, Hidrografia, Geologia, Agricultura, Meteorologia, Hidrologia e Recursos Florestais.

Num SGI podem ser identificadas quatro funções principais:

- a) *entrada de dados*: consiste basicamente em operações de digitalização, associadas a atividades de edição e limpeza de dados;
- b) *armazenamento e recuperação de dados*: criação da base de dados espaciais e operações de modificação, inserção, deleção, remoção, etc.;
- c) *manipulação de dados*: conjunto de operações que permitem criar novas informações a partir do inter-relacionamento das informações existentes na base de dados;
- d) *saída de dados*: geração de saídas que podem ser tanto no formato de tabelas como em formato espacial em função das operações de manipulação e recuperação.

Quanto à representação digital dos dados, existem três formas de organização (vetorial, celular e varredura (Nagy and Wagle, 1979; Bryant and Zobrist, 1977), as quais serão detalhadas a seguir:

Organização Vetorial (ou poligonal ou topológica): As entidades espaciais são descritas através de suas coordenadas bidimensionais. Os pontos são representados por um par de coordenadas (x,y); as linhas por uma sequência de linhas. Esta organização é vantajosa para a entrada de dados através de mesas digitalizadoras. Permite um baixo custo de armazenamento; no entanto dificulta as operações de manipulação.

Organização Celular: Estrutura de grade onde em cada elemento estão codificadas as informações de todas as variáveis existentes. Apresenta alto custo de operação, baixa resolução espacial e é de difícil atualização.

Organização por varredura (ou "raster"): Organização equivalente à de imagens digitais, onde cada elemento ("pixel") da estrutura tem um valor numérico que pode corresponder a uma variável numérica (topografia) ou simbólica (cultura). Sua utilização está ligada ao aparecimento de dispositivos de entrada e saída que utilizam este tipo de organização. A organização por varredura permite a incorporação direta de dados de sensoriamento remoto, como as imagens de satélite. O desenvolvimento de grande parte dos algoritmos de manipulação torna-se mais facilitado. Uma desvantagem em relação ao formato vetorial está ligada ao alto custo de armazenamento, mas que pode ser amenizado pelo uso de algoritmos de compactação.

Os dados de entrada de um SGI podem ser encontrados em três tipos básicos de representação: mapas, tabelas e imagens digitais. A entrada e o armazenamento das informações obedece a uma determinada sequência de processamentos, dependendo do tipo de representação utilizado e da estrutura de armazenamento interna que é escolhida. A entrada de mapas é feita através de mesas digitalizadoras (operação manual), ou de digitalizadores de varredura (operação automática). Para o caso de dados tabulares, utilizam-se terminais alfanuméricos e para imagens digitais, unidades de fita magnética ou comunicação com outro computador.

A entrada de dados é uma operação extremamente custosa e que exige uma série de cuidados por parte do usuário.

A manipulação de dados consiste em um conjunto de procedimentos destinados a realizar operações sobre as informações espaciais. Estas operações podem ser agrupadas em seis conjuntos, segundo as entidades geométricas utilizadas; ponto-ponto, ponto-linha, ponto-região, linha-linha, linha-região e região-região.

As operações de saída envolvem principalmente a visualização dos dados espaciais, a qual pode ser feita num terminal gráfico, numa "plotter" ou numa impressora. A visualização dos dados normalmente envolve conversões de formato (varredura-vetor, vetor-varredura), sendo o tipo de conversão a ser usado definido pelo formato das informações na base de dados e pelo dispositivo de saída. Podem-se também obter saídas em forma de tabelas, através de terminais alfa-numéricos e de impressoras.

Este relatório descreve um Sistema Geográfico de Informações sendo desenvolvido pelo INPE e com aplicações na área de Sensoriamento Remoto. A natureza dos dados comumente utilizados nesta área (principalmente imagens de satélite) levou à utilização da organização por varredura das informações espaciais. O sistema está sendo desenvolvido num microcomputador nacional de 16 bits, utilizando a linguagem C.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

2.1 - OBJETIVOS

O Sistema Geográfico de Informações para o INPE está voltado para a área de Sensoriamento Remoto e permite:

- integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de três fontes distintas: (a) mapas, (b) imagens digitais e (c) dados em forma de tabelas;
- combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação de dados espaciais de maneira a produzir outras informações espaciais ou tabulares de interesse do usuário;
- recuperar as informações geradas pelo sistema e reproduzi-las na forma de relatórios e mapas.

2.2 - SUORTE LÓGICO

O suporte lógico do SGI estará organizado em cinco módulos: (a) interação, (b) entrada, (c) manipulação, (d) saída e (e) gerenciamento.

As informações espaciais estarão armazenadas numa Base de Dados (DB) que utilizará o formato de varredura para o armazenamento. A BD pode ser vista como um conjunto de planos de imagens, previamente registradas, cada uma com uma determinada informação espacial. Os componentes da BD são comumente chamados planos de Informação (PI).

A implementação do sistema será feita em linguagem C, utilizando ainda recursos do sistema operacional Analix (subconjunto do UNIX).

2.2.1 - MÓDULO DE INTERAÇÃO

Este módulo é responsável por parte da comunicação com o usuário, a qual será realizada através de um sistema do tipo cardápio. O usuário terá acesso ao módulo de interação através de um terminal e escolherá o tipo de processamento a ser realizado pela seleção de uma sequência de opções disponíveis em telas formatadas. Este módulo deverá realizar as seguintes funções:

- a) apresentar ao usuário as diversas telas com as respectivas opções oferecidas;
- b) adquirir as informações do usuário, que neste caso serão referentes apenas à seleção de uma opção (chave para uma nova tela);
- c) invocar os módulos correspondentes aos pedidos efetuados.

2.2.2 - MÓDULO DE ENTRADA

É o módulo responsável pela aquisição dos diversos tipos de informações espaciais fornecidos pelo usuário, bem como a sua incorporação à BD.

O conjunto de procedimentos a serem utilizados no módulo de entrada depende do formato original em que estão armazenados os dados espaciais (mapas, imagens digitais e tabelas). Cada formato de entrada estará associado a um determinado periférico, sendo que, para um mesmo formato, o processo de entrada pode exigir diferentes procedimentos computacionais. Por exemplo, a entrada de um mapa com a divisão política de municípios exige uma sequência de passos diferentes daquela utilizada para a entrada de um mapa com o relevo da mesma região.

As operações de entrada incluem principalmente:

- a) *digitalização*: entrada de dados via mesa digitalizadora;
- b) *edição*: correção de eventuais erros produzidos na fase de digitalização;

- c) *transformação geométrica*: mudança de sistema de projeção cartográfica;
- d) *rotulação*: atribuição de nomes ou valores numéricos às entidades espaciais;
- e) *interpolação*: colocação dos dados (vetoriais ou "raster") numa determinada grade;
- f) *poligonalização*: ligação entre entidades do tipo *linha* para a formação de uma entidade superior (polígono);
- g) *redução de dados*: redução do número de pontos utilizados para representar uma linha;
- h) *rasterização*: transformação dos dados do formato vetorial para o de varredura.

Ao final do processo de entrada, uma imagem no formato de varredura será incorporada à BD. Os componentes da BD são chamados Planos de Informação (PI).

O SGI-INPE prevê os seguintes tipos de entradas:

- a) *mapas* - dentro desta classe quatro subtipos são identificados: são os mapas poligonais, mapas de isolinhas, mapas pontuais e os mapas com atributos lineares;
- b) *imagens digitais classificadas* - produto obtido a partir de imagens de sensoriamento remoto;
- c) *dados tabulares* - dados referentes a algum tipo de informação espacial, mas que estão disponíveis na forma de tabelas.

2.2.3 - MÓDULO DE MANIPULAÇÃO

O módulo de manipulação é o módulo que permitirá ao usuário obter novas informações a partir do inter-relacionamento entre os dados espaciais disponíveis.

Os procedimentos de manipulação consistem em operações espaciais primitivas que podem ser aplicadas a um ou mais PIs. Pela combinação destas operações, o usuário poderá realizar processamentos mais complexos para solucionar o seu problema.

Dentre as operações de manipulação comumente existentes nos SGIs, serão implementadas as citadas abaixo.

- a) *Reclassificação*: Operação que permite definir um novo PI pela união de classes de um PI existente na base de dados.
- b) *Mapeamento composto*: Função de superposição que permite definir um novo PI, atribuindo novas classes às existentes em dois PIs (é a operação de reclassificação aplicada a dois planos).

- c) *Sobreposição ("overlay")*: Primitiva utilizada para a realização de operações lógicas entre dois PIs. Através desta operação pode-se gerar um novo PI com dados espaciais obtidos pela interseção (E lógico) ou união (OU lógico) de dados de dois PIs.
- d) *Estatísticas*: Conjunto de operações destinadas a extrair certas informações espaciais. Incluem o cálculo de área, perímetro, centróide e geração de histogramas.

A próxima versão do sistema deverá prever novas operações como: distância, vizinhança e diferenciação.

2.2.4 - MÓDULO GERENCIADOR

Este módulo é responsável pelo armazenamento e pela recuperação das informações da base de dados e do diretório de PIs. O gerenciador é composto de um conjunto de rotinas que tem a finalidade de executar as seguintes operações:

- a) *operações em arquivos*: abertura, fechamento, criação, remoção e ampliação;
- b) *operações em registros de arquivos*: leitura, armazenamento e deleção.

Estas rotinas serão invocadas dentro dos módulos de entrada, manipulação e saída, sempre que houver necessidade de comunicação com a base de dados ou com o diretório de PIs.

Em geral, cada operação terá diferentes implementações, dependendo do tipo de informação espacial a ser tratada. Por exemplo, para a realização da operação *abertura de arquivo*, haverá um conjunto de rotinas, cada uma dedicada a abrir um determinado tipo de arquivo (arquivo de linhas, arquivo de pontos, arquivo de imagem, etc.).

2.2.5 - MÓDULO DE SAÍDA

Este módulo é responsável pela geração dos produtos do sistema, em formato utilizável pelo usuário.

As funções do módulo de saída permitem:

- o "display" de PIs numa unidade visualizadora;
- a geração de listagens de dados tabulares;
- a obtenção de mapas através de uma "plotter" de mesa.

2.3 - SUPORTE FÍSICO

O sistema será baseado em um microcomputador nacional de 16 bits que terá por funções: armazenar e processar gráficos e realizar a interação homem-máquina admitindo parâmetros e emitindo relatórios.

A configuração básica do sistema possui as seguintes características:

- *microcomputador*: processador central 8088 (16 bits), co-processador de ponto flutuante 8087 e memória principal de 256 K"bytes";
- *periféricos*: disco Winchester de 5 M"bytes", discos flexíveis de 5 1/4 e 8 polegadas, terminal de vídeo alfanumérico de fósforo verde, terminal de vídeo colorido e semigráfico, impressora semigráficas, mesa digitalizadora, "plotter" de mesa e uma unidade visualizadora de imagens.

O microcomputador é supervisionado por um sistema operacional multiusuários e multitarefas e tem suporte para as seguintes linguagens: BASIC e C. O sistema SGI será implementado na linguagem C.

3. CONCLUSÃO

Foi apresentado neste trabalho o Sistema Geográfico de Informações que está sendo desenvolvido pelo CNPq/INPE. Prevê-se o término da primeira versão do sistema para meados do primeiro semestre de 1985. A utilização desta versão permitirá a sua crítica e a formulação de possíveis melhorias a serem incorporadas na próxima versão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRYANT, N.; ZOBRIST, A. IBIS: A geographic information system based on digital image processing and image raster data type. *IEEE Transactions on Geoscience Electronics*, 15(3):152-59, July 1977.
- NAGY, G.; WAGLE, S. Geographic data processing. *ACM Computing Surveys*, 11(2):139-181, June 1979.