

UM SISTEMA PARA USO GERAL EM PROCESSAMENTO DE IMAGENS
BASEADO EM MICROCOMPUTADOR

Gilberto Câmara Neto
Ricardo Cartaxo M. de Souza

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
Caixa Postal 515 - 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

RESUMO

Descreve-se um sistema para processamento de imagens baseado em microcomputador de fabricação nacional, desenvolvido no CNPq/INPE. O sistema tem baixo custo e foi projetado para ser utilizado numa grande variedade de aplicações de processamento de imagens. O sistema incorpora as tendências correntes, tanto no desenvolvimento de "software" quanto na integração de "hardware". O "hardware", em sua primeira versão, consiste num microcomputador de 16 bits fabricado no Brasil, numa unidade visualizadora de imagens (projetada no CNPq/INPE), e interface para vários dispositivos de entrada e saída. O "software" contém programas aplicativos a uma grande variedade de usuários, incluindo: sensoriamento remoto, meteorologia, microscopia e criação de um sistema geográfico de informação. Discutem-se também as futuras versões do sistema.

ABSTRACT

A low-cost image processing system is described, which is designed to handle a great variety of image processing applications. The system incorporates current trends in both software and hardware development. The hardware consists of a Brazilian-built 16-bit microcomputer, a display unit (developed at CNPq/INPE), and interfaces to various input/output devices. The software will contain application programs for a great variety of users, including: remote sensing, meteorology, microscope and the building of a geographic information system. Future developments are also pointed out.

1. INTRODUÇÃO

A área de processamento digital de imagens iniciou-se em meados da década de 60, motivada pelos programas espaciais da NASA, nos EUA. O uso primeiro desta tecnologia foi o processamento de imagens obtidas por satélites, como os da série LANDSAT (sensoriamento remoto dos recursos terrestres) e SMS/GOES (meteorologia). Posteriormente, o uso de processamento de imagens

estendeu-se a novos campos, tais como medicina, microscopia, ótica e visão robótica industrial. Em 1973, a invenção do tomógrafo computadorizado deu margens a um grande número de aplicações na área médica.

Os avanços tecnológicos no projeto de arquitetura de computadores nos últimos 20 anos tornaram possível que sistemas de processamento de imagens tivessem seu custo bastante diminuído. A nova geração de micro-processadores permite o projeto e a construção de sistemas flexíveis e de baixo custo para aplicações em processamento de imagens.

No CNPq/INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), as atividades em processamento de imagens iniciaram-se em 1974 e, atualmente, culminando com o desenvolvimento de um sistema para uso geral em processamento de imagens. As diretrizes para o projeto deste sistema são:

- a) "*Hardware*": o sistema está baseado, tanto quanto possível, em equipamentos nacionais e, na sua primeira versão, tem como suporte básico um microcomputador de 16 bits de fabricação nacional.
- b) "*Software*": o sistema tem aplicações em diversos campos, tais como sensoriamento remoto, meteorologia e microscopia, e inclui a construção de um sistema geográfico de informações.

2. ARQUITETURA

Os objetivos do projeto do sistema incluem uma grande variedade de dispositivos de entrada e saída, além da capacidade de conexão com outros computadores. A arquitetura da primeira versão inclui um microcomputador de fabricação nacional, seus periféricos e uma unidade para visualização de imagens.

O microcomputador é baseado numa CPU de 16 bits, um co-processador de ponto flutuante, 256 k"bytes" de memória principal, disco flexíveis de 5 1/4" e 8", discos do tipo Winchester, impressora e terminais. Atualmente, a capacidade de armazenamento máxima dos discos Winchester é 20 M"bytes". O microcomputador possui um sistema operacional multitarefa, multiusuário com compilador C.

A unidade visualizadora de imagens foi desenvolvida no CNPq/INPE e permite a mostra de operações gráficas em imagens realizadas pelo sistema. Ela consiste numa memória de acesso aleatório expansível: uma configuração típica desta memória é de 1 M"byte", dividida em 4 quadrantes de 512 x 512 "pixels" (elementos de imagens) de 8 bits cada. Composições coloridas são mostradas no monitor de TV quando cada quadrante contém a mesma imagem adquirida em bandas espectrais distintas. Um cursor de tamanho variável permite a seleção de áreas pelo usuário.

Um conjunto de dispositivos de entrada e saída permite que o sistema seja talhado para os usos específicos de um usuário, por escolha de opções adequadas. Estão disponíveis interfaces para mesa digitalizadora, plotadoras, comunicação com outros computadores e câmara de televisão.

3. "SOFTWARE" DE APLICAÇÃO

A especificação do "software" inclui procedimentos de propósito geral para vários campos de processamento de imagens, assim como facilidades para o programador e o usuário. Estas facilidades incluem:

- comunicação interativa entre o usuário e o sistema,
- conceito de modularidade para os procedimentos do sistema que permite a fácil programação de novas funções aplicativos e sua inclusão no sistema

O "software" de aplicação proposto compreende três sistemas: a) sensoriamento remoto e meteorologia; b) informações geo-ambientais; c) análise de imagens microscópicas.

3.1 - SENSORIAMENTO REMOTO E METEOROLOGIA

Este sistema trata do armazenamento e análise de imagens obtidos por satélites, principalmente o LANDSAT e o SMS/GOES. As funções aplicativos deste sistema obtêm informações diretamente das imagens. Para imagens de sensoriamento remoto as aplicações incluem classificação de culturas agrícolas, análise de poluição, monitoramento de áreas florestais, mapeamento geológico e estudos de expansão urbana. Aplicações meteorológicas incluem estudos dinâmicos de nuvens, monitoramento de clima e especialmente geadas.

A fim de executar tais análises, o sistema possui funções específicas para:

- a) Apresentação da imagem em monitor de TV. Alguns pré-processamentos podem ser requeridos como:
 - registro temporal,
 - equalização de sensores,
 - correção geométrica.
- b) Realçamento para melhorar a visualização da imagem e enfatizar regiões. O "software" inclui as seguintes funções de realçamento:
 - filtragem espacial,
 - análise de principais componentes,
 - modificação de histograma,
 - mapeamento por falsa cor,
 - razão entre bandas.
- c) Classificação, cuja saída é uma imagem temática onde as classes são identificadas. As seguintes funções são incluídas:
 - classificação pelo método do paralelepípedo,
 - classificação por máxima verossimilhança,
 - análise de agregamentos,
 - uniformização de temas.

3.2 - SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEO-AMBIENTAIS

Este sistema permite a integração de dados geocodificados obtidos de várias fontes, tais como: cartas temáticas ou topográficas, dados de censo ou imagens de satélite classificadas. Os procedimentos de extração de informações permitem combinações entre os dados existentes, assim como o uso de métodos matemáticos e estatísticos na análise dos dados georreferenciados.

Sistemas de informações geo-ambientais têm mostrado sua utilidade em planejamento urbano e regional, bem como em análises de recursos naturais (Nagy e Wagle, 1979). Através deste sistema, o usuário tem condições de montar seu próprio banco de dados geográficos e obter informações para tomada de decisões em problemas específicos. Seus módulos são:

a) Entrada:

- digitalização de cartas temáticas e topográficas;
- digitação de dados tabulares por terminal;
- integração de imagens temáticas digitais.

Todos estes tipos de dados são armazenados no banco de dados geográficos, permitindo uma fácil recuperação da informação e sua análise.

b) Análise:

- procedimentos de busca, para procura de elementos desejados ("Quais locais de potencial ecológico estão perto de um oleoduto?");
- medições de área e estatísticas ("Quantos hectares de arroz existem plantados no Vale do Paraíba?");
- mapeamento composto, ou seja, habilidade para combinar dados de duas ou mais cartas e gerar uma carta composta ("Quais são as áreas de alta concentração de minério de ferro e poucas unidades agrícolas?").

c) Saída:

- geração de mapas coloridos com monitor de TV ou plotadora e impressão de relatórios.

3.3 - SISTEMA DE ANÁLISE DE IMAGENS MICROSCÓPICAS

O número de aplicações em imagens microscópicas vem crescendo continuamente e, no momento, inclui classificação de cromossomos, dimensionamento de grãos em amostras de aço, análise de fibras para produção de celulose (Gregory, 1983). A análise executada substitui o trabalho feito de maneira cansativa, manual, por procedimentos automáticos. O objetivo desta análise é executar medições específicas e fornecer ao usuário interpretações convenientes. Usualmente a análise automática fornece resultados mais precisos, economiza tempo gasto nas medições e diminui a necessidade de repetições dos procedimentos. Para alcançar este objetivo, este sistema é dividido em quatro módulos:

- a) Entrada e calibração: as imagens são obtidas por câmara de TV acoplada ao microscópio, digitalizadas e mostradas em monitor de TV. Através de manipulação interativa, o operador pode definir os parâmetros da aquisição de imagens. Os procedimentos adicionais incluem:
- correção do efeito de sombreamento ("shading"),
 - definição de regiões da imagem por cursor,
 - identificação da amostra sob estudo.

- b) Edição e classificação: estes procedimentos executam a segmentação da imagem em várias classes e a sua edição. Assim, regiões podem ser interativamente eliminadas, criadas, unidas ou separadas de acordo com critérios do usuário. A edição pode ser feita manual (por cursor) ou automaticamente. Os seguintes procedimentos estão disponíveis:
- segmentação por limiar,
 - filtragem espacial,
 - erosão/dilatação,
 - detecção e manipulação de formas.

O resultado deste módulo é uma imagem pronta para ser utilizada pelo módulo de medida.

- c) Medida: de acordo com a aplicação, o usuário pode requisitar um subconjunto das medidas disponíveis que incluem os mais comuns cálculos estereológicos, tais como:
- área e perímetro,
 - diâmetros de Feret,
 - momentos de inércia,
 - centro de massa.
- d) Apresentação de resultado e armazenamento: os resultados podem ser apresentados através de histogramas ou tabelas. O histograma contém contagens de objetos para cada medida efetuada, bem como a média e o desvio padrão da medida. A imagem processada pode ser armazenada em disco para futuras manipulações ou, então, impressa em papel através de uma impressora matricial.

4. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No primeiro semestre de 1985, tanto o "hardware" quanto o sistema aplicado a sensoriamento remoto e meteorologia terão sua primeira versão concluída. Os sistemas de informações geo-ambientais e análise de imagens são previstas para o segundo semestre do mesmo ano.

No que se refere à arquitetura do sistema, uma próxima versão utilizará um microcomputador de 32 bits e a unidade de imagens terá processamento interno.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GREGORY, P. Advances in automatic image analysis. *American Laboratory*, April 1983, p. 29-37.
- NAGY, G.; WAGLE, S. Geographic data processing *ACM Computing Surveys*, 11(2): 139-181, June 1979.