MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO
AUTHORIZATION FOR PUBLICATION

PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS

AUTORES / AUTHORS

MORFOLOGIA MATEMÁTICA
PROCESSAMENTO DE IMAGENS
REDUÇÃO AUTOMÁTICA DE ESCALA

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY

Dr. Marco Antonio Raupp
Diretor Geral

AUTOR RESPONSAVEL / RESPONSIBLE AUTHOR

Fernando A. Mitsuo Ii

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION

- [ ] INTERNA / INTERNAL
- [x] EXTERNA / EXTERNAL
- [ ] RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY

CDU/UDC

528.852

DATA / DATE

Dezembro, 1988

PUBLICAÇÃO Nº / PUBLICATION NO

INPE-4769-PRE/1438

ORIGEM / ORIGIN

DPI

PROJETO / PROJECT

SITIM

Nº DE PAG. / NO OF PAGES: *06*

ULTIMA PAG. / LAST PAGE: *05*

VERSÃO / VERSION

Nº DE MAPAS / NO OF MAPS

TÍTULO/TITLE

MUDANÇA AUTOMÁTICA NO TRAÇADO DE CONTORNOS POR OCASIÃO DE REDUÇÃO DE ESCALA UTILIZANDO A MORFOLOGIA MATEMÁTICA

AUTORES/AUTHORSHIP

Fernando Augusto Mitsuo Ii
Luiz Alberto Vieira Dias
Júlio Cesar Lima d'Alge
Junior Barrera

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

A escala de uma carta define a quantidade de informação que deve ser mostrada, uma vez que a carta é uma representação reduzida da superfície topográfica. A consequência da redução de escala é a generalização: quanto menor a escala, maior o grau de generalização. Neste trabalho apresenta-se uma proposta de automatização baseada nas operações de erosão e dilatação da Morfologia Matemática. Usando o SITIM, sistema de processamento de imagens desenvolvido no INPE, uma redução automática de escala de 1:50.000 para 1:250.000 de parte da Ilha Grande (RJ) é apresentada e comparada com a carta topográfica existente.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

Trabalho apresentado no V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, realizado de 11 a 15 de outubro de 1988, Natal, RN.

INPE - 149

MUDANÇA AUTOMÁTICA NO TRAÇADO DE CONTORNOS POR OCASIÃO DE REDUÇÃO DE ESCALA UTILIZANDO A MORFOLOGIA MATEMÁTICA *

Fernando Augusto Mitsuo Ii
Luiz Alberto Vieira Dias
Júlio Cesar Lima d'Alge
Junior Barrera

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

RESUMO

A escala de uma carta define a quantidade de informação que deve ser mostrada, uma vez que a carta é uma representação reduzida da superfície topográfica. A consequência da redução de escala é a generalização: quanto menor a escala, maior o grau de generalização. Neste trabalho apresenta-se uma proposta de automatização baseada nas operações de erosão e dilatação da Morfologia Matemática. Usando o SITIM, sistema de processamento de imagens desenvolvido no INPE, uma redução automática de escala de 1:50.000 para 1:250.000 de parte da Ilha Grande (RJ) é apresentada e comparada com a carta topográfica existente.

ABSTRACT

As the map is a reduced representation of the topographic surface, the scale of the map determines the amount of information which can be shown. The consequence of scale reduction is generalisation: the smaller the scale the greater the degree of generalisation. This work proposes an automatic solution based on the Mathematical Morphology operations of erosion and dilation. Using the SITIM, INPE's image processing system, an example of automatic scale reduction from 1:50,000 to 1:250,000 of a portion of Ilha Grande (RJ) is presented and compared to the existing topographic map.

* Suporte financeiro: FAPESP e SID Informática

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é testar um procedimento automático para redução de escala em Cartografia baseado nas operações de erosão e dilatação da Morfologia Matemática. Esta tarefa é feita, normalmente, de forma artesanal, sendo a experiência do cartógrafo um fator preponderante.

Apesar de não haver uma concordância universal a respeito da definição de generalização, entende-se que ela envolve basicamente os procedimentos de seleção e simplificação. O espaço disponível às feições de uma carta diminui com a escala, implicando numa quantidade menor de informações sobre as feições, tanto individualmente quanto coletivamente. Uma carta em escala grande deve incluir os grandes rios e seus pequenos afluentes para representação da hidrografia, enquanto que uma carta em escala pequena não pode conter toda essa informação (Keates, 1973 e 1982). A automatização do processo de generalização torna-se difícil devido à subjetividade do problema e à falta de critério para avaliação dos resultados produzidos por um certo procedimento (Thapa, 1988).

Neste trabalho descrevem-se, inicialmente, as operações de dilatação e erosão, bem como a composição destas operações (abertura) e os tratamentos possíveis a que elas conduzem. A seguir apresenta-se a metodologia utilizada para a aplicação prática no SITIM, o sistema de processamento de imagens desenvolvido no INPE. A área teste escolhida foi Ilha Grande (RJ), que tem um contorno acidentado e está representada em cartas topográficas 1:50.000 e 1:250.000. Finalmente, são comparados os resultados da aplicação da abertura circular 5x5, abertura quadrada 5x5, abertura quadrada 7x7, seguidas da redução por amostragem e a generalização feita pelo cartógrafo. Enfatiza-se que os operadores morfológicos utilizados restringem a generalização ao procedimento de simplificação.

2. DILATAÇÃO, EROSÃO E ABERTURA

A definição das operações de erosão, dilatação e abertura requer a apresentação de alguns conceitos básicos da Morfologia Matemática.

A imagem de um objeto só possui alguma informação quando o observador decide qual a propriedade do objeto que deve ser estudada. Na mente do observador, perceber uma imagem significa transformá-la. De acordo com Barrera (1987), "...essas idéias motivaram a criação do conceito de elemento estruturante. Um elemento estruturante é um outro objeto de uma forma simples e tamanho menor do que o objeto original. Escolhido pelo observador, ele interage com o objeto em estudo e transforma-o em uma caricatura que pode ser mais expressiva. Após a transformação podem ser efetuadas medidas sobre as estruturas geométricas de interesse".

A erosão de um objeto X por um elemento estruturante A é o conjunto:

$$X \ominus A = \{x: A_x \subseteq X\} . \qquad (1)$$

A erosão faz com que o objeto sofra um encolhimento e tenha seus estreitamentos cortados. Quando o conjunto X é erodido o conjunto complementar X^c expande-se, uma vez que X foi encolhido. Esta operação é denominada dilatação e definida do seguinte modo:

$$X^c \oplus A = (X \ominus A)^c \quad \text{ou} \qquad (2)$$

$$X \oplus A = \{x: A_x \cap X \neq \emptyset\} . \qquad (3)$$

Se X é erodido por A e então dilatado por A, ocorre que X não é recoberto, resultando uma versão simplificada e menos detalhada de X, ou seja, resta a parte morfologicamente essencial de X com relação a A (Barrera, 1987). Este novo conjunto chama-se abertura X_A do conjunto X pelo elemento estruturante A e é definido como:

$$X_A = (X \ominus A) \oplus A . \qquad (4)$$

Se o elemento estruturante A tem uma forma regular, a abertura pode ser entendida como um filtro não linear que suaviza ou amacia os contornos dos objetos.

3. METODOLOGIA

3.1 GERAÇÃO DAS IMAGENS BINÁRIAS

O Sistema de Informações Geográficas em desenvolvimento no INPE foi utilizado numa primeira etapa para a obtenção dos arquivos "raster" (imagens binárias) correspondentes ao objeto em estudo - Ilha Grande, RJ - nas cartas topográficas 1:50.000 e 1:250.000. A entrada dos dados relativos ao contorno da ilha nas escalas citadas foi feita através de uma mesa digitalizadora e os arquivos vetoriais gerados foram preenchidos e convertidos para o formato "raster". A imagem binária correspondente à escala 1:50.000 foi processada através de alguns filtros morfológicos no SITIM, enquanto que a imagem binária relativa à escala 1:250.000 serviu como padrão para comparação com os resultados do processamento.

3.2 APLICAÇÃO DE FILTROS MORFOLÓGICOS

Os elementos estruturantes básicos utilizados para as operações de erosão e dilatação correspondem às seguintes máscaras 3x3:

$$+ = \begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix} ,$$

$$:: = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} .$$

O processamento da imagem (conjunto X) compreendeu a aplicação dos seguintes filtros morfológicos:

Filtro 1 - Abertura circular 5x5

$$X_{\bigcirc}(5x5) = (((X \ominus ::) \ominus +) \oplus ::) \oplus +$$

Filtro 2 - Abertura quadrada 5x5

$$X_{\square}(5x5) = (((X \ominus ::) \ominus ::) \oplus ::) \oplus ::$$

Filtro 3 - Abertura quadrada 7x7

$$X_{\square}(7x7) = (((((X \ominus ::) \ominus ::) \ominus ::) \oplus ::) \oplus ::) \oplus ::$$

Demonstra-se que a composição de erosões e dilatações nas sequências apresentadas nos filtros 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, ao uso dos seguintes elementos estruturantes resultantes (Haralick et alii, 1987):

$$\bigcirc(5x5) = \begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{matrix} ,$$

$$\square(5x5) = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix} ,$$

$$\square(7x7) = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix} .$$

As seguintes experiências foram realizadas sobre a imagem binária associada à escala 1:50.000:

Experiência 1

Filtro 1 seguido de uma redução por amostragem (Figura 2(e));

Experiência 2

Filtro 2 seguido de uma redução por amostragem (Figura 2(d));

Experiência 3

Filtro 3 seguido de uma redução por amostragem (Figura 2(c));

Experiência 4

Simples redução por amostragem (Figura 2(a)).

4. RESULTADOS

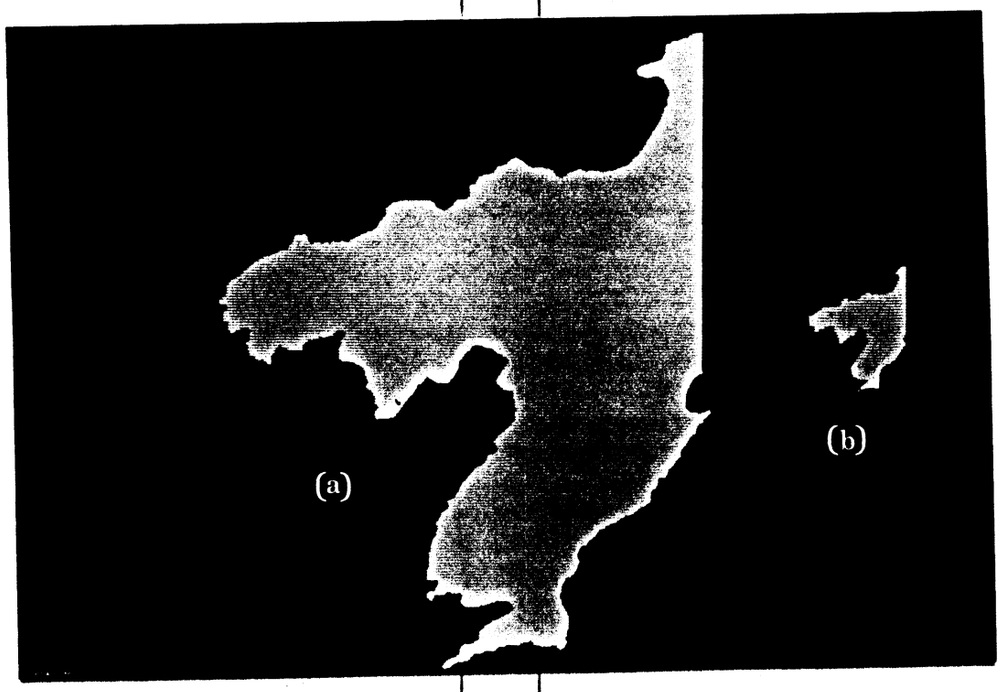

Fig. 1 - Imagens originais extraídas das cartas topográficas (a) 1:50.000, (b) 1:250.000.

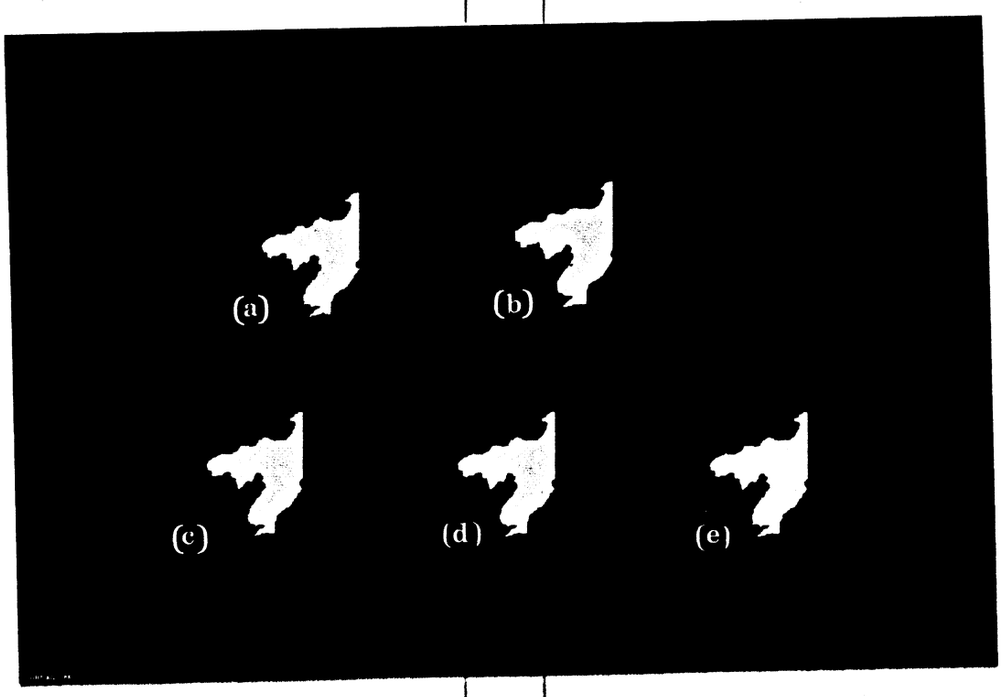

Fig. 2 - Imagens processadas (a) experiência 4, (c) experiência 3, (d) experiência 2, (e) experiência 1; (b) Imagem original extraída da carta topográfica 1:250.000.

5. CONCLUSÃO

A partir do resultado da experiência 4, observa-se que a redução por amostragem produz um resultado ruidoso, uma vez que este procedimento não carrega o conceito de generalização, conforme se vê pela comparação das Figuras 2(a) e 2(b).

Das experiências 1, 2, e 3 as que produziram resultados mais próximos ao gerado pelo cartógrafo (transformação da Figura 1(a) em 1(b)) foram as experiências 2 e 3 (Figuras 2(c) e 2(d)). Nota-se ainda que a experiência 2 produziu um resultado melhor que a experiência 1, conforme observado nas Figuras 2(d) e 2(e). Isto ocorre porque apesar dos elementos estruturantes serem de igual dimensão o elemento quadrado tende a suavizar mais.

Sendo este um primeiro trabalho nesta direção, há ainda muito a ser feito; contudo, há indícios da possibilidade de aplicação prática desses procedimentos. Em trabalhos futuros pretende-se implementar um método para a avaliação quantitativa dos resultados e estudar critérios para a definição do elemento estruturante adequado a uma dada mudança de escala.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRERA, J. Uma abordagem unificada para os problemas de processamento digital de imagens: a morfologia matemática. Tese de mestrado, INPE, São José dos Campos, p.25-40, 1987.

HARALICK, R.M.; STERNBERG, S.R.; ZHUANG, X. Image analysis using mathematical morphology. IEEE **Pattern Analysis and Machine Intelligence**, Vol. PAMI-9, No. 4, pp 532-550, July 1987.

KEATES, J.S. Cartographic design and production. Longman, New York, pp 13-28, 1973.

KEATES, J.S. Understanding maps. Longman, New York, pp 72-86, 1982.

THAPA, K. Automatic line generalization using zero-crossings. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 54(4): 511-517, 1988.