

ANÁLISE QUALITATIVA NA CONVERSÃO ANALÓGICO/DIGITAL DE BASES CARTOGRÁFICAS PARA SEREM UTILIZADAS EM SIG'S

Quintino Dalmolin
Rodrigo Villela Machado
Carlos Henrique Gomes de Souza

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Departamento de Geociências
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
CP 19.011 - Centro Politécnico - J. das Américas
CEP- 81.531-990 Curitiba/PR
e-mail - {dalmolin, machado, carlosgs}@geoc.ufpr.br

RESUMO

Geralmente as bases cartográficas utilizadas nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) são geradas através da digitalização automática com uso de *scanners*, podendo, em alguns casos sofrer um processo de vetorização posterior.

A grande maioria dos SIGs apresentam a capacidade de manipular os formatos de imagens matricial e vetorial, inclusive fazendo a integração entre eles. A utilização de imagens matriciais apresenta algumas restrições quando manipuladas em computadores de pequeno porte. Estas restrições se referem ao armazenamento e recuperação dos dados, tornando o processo lento, quando comparado a imagem vetorial. A solução indicada nestes casos é a vetorização da imagem matricial após a digitalização automática.

Em aplicações cartográficas geralmente se utiliza *scanners* de mesa, de formato A4 ou A3. Estes aparelhos apresentam uma capacidade de resolução de até 2400 dpi (doth pixel inch, ou ppp, pixel por polegada), muito inferior aos *scanners* de tambor (12000 dpi), porém os modelos de tambor além de gerarem arquivos maiores, dificultando a sua utilização em PC's, também aumentam o custo do processo de digitalização automática. Em muitas aplicações cartográficas 300 dpi podem ser suficientes.

Os *scanners* podem ser classificados de acordo com a resolução espacial e radiométrica. A resolução espacial é medida em termos de pontos por polegadas

(dpi). Segundo GRAÇA (1990) a resolução adequada é definida em função do menor detalhe que se quer ver digitalizado. Para uma resolução de 300dpi, pode-se distinguir um traço de 0,06mm. Resolução radiométrica é a capacidade de cores ou níveis de cinza que o scanner pode detectar.

Muitos usuários optam por aparelhos com alta velocidade de digitalização automática. Isto pode não ser muito vantajoso para aplicações cartográficas, uma vez que a alta velocidade provoca ruídos na imagem, diminuindo a acuracidade dos dados. Além disso, uma alta velocidade de digitalização automática necessita um sistema de iluminação com maior potência, o que pode provocar aquecimento do aparelho, influenciando as partes óptico-mecânica e eletrônica, requerendo assim mecanismos para controlar a dissipação de calor.

BALTSAVIAS e PATIAS (1990) relatam os principais problemas e erros relacionados aos scanners de mesa como sendo: distorção devido as lentes ou outras partes ópticas, erros de subamostragem, produção de manchas, focalização, falso registro de cores, alcance dinâmico, acurácia radiométrica, ressonância devido a multiplexidade, diferentes padrões de ruído e resposta entre os sensores lineares, vibrações, desuniformidade e instabilidade na iluminação, saturação.

Muitas das operações realizadas em SIG's exigem que sejam feitas transformações no formato dos dados armazenados de forma a permitir sua análise posterior, adequando o formato dos dados de forma a melhor aproveitar a capacidade do *software* e do *hardware*. Alguns sistemas de informações possuem capacidade de manipular dados matriciais e vetoriais, entretanto alguns softwares apresentam melhor performance para um determinado formato específico, fazendo-se necessário a conversão de dados.

Como relatam SCARIN e TEIXEIRA (1994), a imagem matricial apresenta restrições na manipulação, principalmente quando se quer associar feições ao banco de dados alfanuméricos. Outras restrições são o volume dos arquivos, dificuldade de edição e construção da topologia. Desta forma, estes autores recomendam proceder a vetorização da imagem raster. Entre os processos de vetorização existente pode-se citar: vetorização manual (direta na tela - *heads-up digitizing*); vetorização semi-automática; vetorização automática. Neste trabalho utilizou-se do processo de vetorização manual.

Este tipo de vetorização consiste basicamente em seguir cada feição da imagem matricial com o cursor e escolher os pontos que a modelem melhor na estrutura vetorial, sendo necessário o tipo de entidade gráfica que irá ser usada para modelar a feição (ponto, linha e polígono) e os atributos de cada feição cartográfica (nível, cor e estilo). Os erros associados a este tipo de processo estão ligados ao operador, a dificuldade de vetorizar as entidades pelo centro do pixel e ao software utilizado. Muitos softwares de Computer Aided Design (CAD) não realizam a retificação da imagem de maneira adequada.

Sabendo-se que a precisão da base cartográfica digital esta intimamente ligada a todas as etapas de conversão do produto analógico/digital, buscou-se com

este trabalho testar a precisão do dispositivo de digitalização automática (scanner), bem como do produto final vetorizado para verificar se tais produtos atendem as especificações cartográficas normalmente exigidas.

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Cartografia do Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná utilizando-se como teste uma grade regular de 2,5 x 2,5cm, perfazendo um total de 99 pontos de cruzamento. Esta grade foi gerada utilizando-se o software Microstation 5.0 da Intergraph e impressa em material estável (filme transparente), numa impressora HP LaserJet4.

Para a digitalização automática utilizou-se um scanner de mesa modelo HP11c com resolução espacial de até 1200 dpi. Visando a ampliação do experimento, tal grade foi rasterizada com 100 e 600dpi. Tomou-se o cuidado de distribuir igualmente as distâncias amostradas como feições verticais e horizontais.

As distâncias pré-estabelecidas para o controle foram lidas no MicroStation, tomando o devido cuidado de tomar as interseções entre as linhas, escolhendo quando possível, o pixel central das interseções.

A vetorização da imagem matricial da grade foi feita com o Microstation 5.0 obtendo-se uma imagem vetorial na qual foi aplicado um ajuste afim utilizando o software MaxiCAD. Desta forma possibilitou-se a leitura das coordenadas dos pontos de controle em um sistema de referência similar ao sistema empregado na grade real. As coordenadas dos pontos de controle foram extraídas do software citado, já que o recurso que este dispõe permite ler coordenadas justamente nos pontos de interseção das linhas, eliminando possíveis erros de centragem do cursor.

O RMS calculado no experimento para as diferentes resoluções de digitalização, bem como o limite de tolerância na escala 1:50 encontra-se na tabela 1 abaixo.

TABELA 1 - Comparação entre os resultados e o RMS limite

| | RMS - 100dpi na escala 1:50 | RMS - 600dpi na escala 1:50 | Limite RMS para a escala 1:50 |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| RMS _X | 0.00564 | 0.00458 | 0.0125 |
| RMS _Y | 0.00826 | 0.00585 | 0.0125 |
| RMS _{DIST} | 0.01445 | 0.00965 | 0.0125 |

O RMS calculado para as distâncias na imagem com 600dpi está dentro do limite estabelecido, o que não acontece com a imagem rasterizada com 100dpi, isto se dá pelo fato de que a relação pixel/distância é menor na imagem com 600dpi. A dimensão do pixel para 100dpi é de aproximadamente 0.025x0.025cm, ao passo que com 600dpi, a dimensão é de 0.0042x0.0042cm, o que minimiza o erro de centragem do pixel. O erro de centragem do pixel está relacionado com a dificuldade de encontrar o centro exato de um cruzamento entre linhas para se efetuar a medida de distância.

O RMS calculado para as coordenadas de controle do produto vetorial representa o erro que está incluído em todas as etapas transcorrentes até a obtenção do produto final. Ambos os produtos vetoriais apresentam-se dentro do RMS limite, apesar da imagem com 100dpi estar fora deste. Este fato se dá em grande parte por ter sido aplicado um ajuste afim minimizando e corrigindo algumas distorções.

O uso de imagens rasterizadas têm sido apresentado como uma alternativa agradável para a geração de bases cartográficas. A precisão deste processo pôde ser constatada nos experimentos demonstrados neste artigo. Cabe ressaltar que a precisão do produto final está relacionada a capacidade do software utilizado para vetorização e do scanner. O software deve ser capaz de manipular imagens em várias janelas de zoom, facilitando a tentativa de encontrar o pixel central de um feição. A resolução do sistema nunca deve ser inferior a da imagem. Já o scanner deve apresentar uma boa estabilidade de digitalização. A resolução das imagens se reflete no tamanho dos arquivos de armazenamento (imagens com 100dpi ocupam espaço menor que imagens com 600dpi), porém podem comprometer a precisão da base cartográfica, principalmente quando os pontos de controle para o ajuste não são bem definidos. Recomenda-se que se utilize imagens com resolução de no mínimo 300dpi, o que em alguns casos pode ser suficiente.

Em uma nova etapa é interessante testar novos instrumentos de digitalização, variando as resoluções das imagens. Recomenda-se que em hipótese alguma, durante o processo de vetorização seja dispensado o ajuste, como por exemplo o ajuste afim. Na geração de bases cartográficas, os pontos de controle devem estar bem definidos na imagem e no terreno, evitando assim um ajuste errôneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPRS. ASPRS interim accuracy standards for large-scale maps. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 55(7): 1038-40, jul89.
- BALTSAVIAS, P. E., PATIAS, P., On the use of DTP scanners for cartographic applications. *17th International Cartographic Conference - 10th General Assembly of ICA*, Anais. Barcelona, ESP, p.1179-83, 1995.
- GRAÇA, L. M. A., O uso de scanners para digitalização de cartas topográficas e para a implantação de um sistema de geo-informação urbanas. *Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento*, Anais. São Paulo, EPUSP, p.219-224, 1990.