

Banco de Imagens Georreferenciadas Obtidas por um Sistema Móvel de Mapeamento Digital

Ronaldo Aparecido de Oliveira ¹
 Prof. Dr. João Fernando Custódio da Silva ²
 Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis ³

Departamento de Cartografia
 FCT / Unesp
 19060-900 Presidente Prudente SP

¹ ✉ ronaldo@prudente.unesp.br

² ✉ jfcsilva@prudente.unesp.br

³ ✉ rodrigo@prudente.unesp.br



<http://www.prudente.unesp.br/cartog/abs/lmm/index.htm>

Conteúdo

- 1 Introdução
- 2 Banco de Imagens Georreferenciadas
- 3 Gerenciamento do Banco de Imagens Georreferenciadas
- 4 Obtenção de Informações a partir do Banco de Imagens Georreferenciadas
- 5 Aplicações
- 6 Conclusões
- 7 Referências

Resumo: Apresenta-se um sistema móvel de mapeamento digital, cuja característica principal é a de integrar sensores e obter informações de rodovias e arruamentos urbanos. A constituição de um sistema móvel de mapeamento é dada por um segmento móvel e um fixo. O segmento móvel é caracterizado por um veículo, no teto do qual são colocados um par de câmaras digitais de vídeo e uma antena de receptor GPS; no interior do veículo são embarcados um microcomputador portátil e equipamentos e dispositivos de apoio e controle. O segmento fixo é caracterizado por um laboratório equipado com capacidade de armazenamento, processamento e análise de imagens e dados espaciais. Estes sistemas produzem rapidamente uma grande quantidade de dados, que precisam ser armazenados e acessados quando necessário. Concebe-se então um banco de imagens georreferenciadas, como um ambiente de armazenamento, controle de acesso e gerenciamento da informação. O presente artigo introduz o conceito, o objetivo, a metodologia e o desenvolvimento do Banco de Imagens Georreferenciadas, concluindo com as áreas de aplicação e perspectivas de crescimento da tecnologia de sistemas móveis de mapeamento.

Palavras chave: banco de imagens, mapeamento móvel, integração de dados.

Abstract: A mobile mapping system is introduced. The system's main features are the integration of sensors for data and image acquisition of streets and roads. There are two basic units: the mobile and the fixed ones. The mobile segment is characterized by a vehicle on whose roof are mounted a pair of digital video cameras and the GPS antenna; in its interior a notebook and a sort of control devices and support equipment are on board. The fixed segment is characterized by a laboratory equipped with storage, processing and analysis capabilities of spatial data and image. These systems deliver a large amount of data that need to be stored and accessed when necessary. Therefore it is conceived a georeferenced image database as an environment of information storage, access and management. The article introduces the concept, the objective, the methodology and the development of the Banco de Imagens Georreferenciadas, ending with a discussion of the application fields and the growing perspective of mobile mapping technologies.

Keywords: image database, mobile mapping, data integration.

Apoio: Fapesp (processos 97/11049-6, 99/00807-2, 99/04831-5)

1 Introdução

Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Cartografia vêm aumentando suas participações na economia moderna na esteira do crescimento da tecnologia da informação na vida das organizações. Esta nova situação fez surgir a necessidade de se obter informações espaciais, tanto para a criação, quanto para a atualização das bases de dados. Os recentes esforços para responder à nova frente tecnológica de obtenção de informações espaciais produziram diferentes soluções. Uma delas é representada pelos sistemas móveis de mapeamento, que são veículos equipados com sensores de imagem, receptores de sinais de satélites para posicionamento, sistemas inerciais de navegação, computadores e outros dispositivos. Dentre as concepções de sistemas móveis, há uma bastante interessante para o levantamento e mapeamento de ruas e rodovias (conceito terrestre) configurando um sistema terrestre móvel de mapeamento. As principais virtudes de um sistema terrestre móvel são a rapidez e a eficiência na aquisição de dados, reduzindo sobremaneira o tempo de permanência em campo.

Recentemente, foi concluída a primeira fase de implantação, na Unesp de Presidente Prudente, do protótipo de um sistema terrestre móvel de mapeamento. O projeto de implantação foi dividido em dois segmentos: o móvel e o fixo. O primeiro é representado pela Unidade Móvel de Mapeamento Digital (UMMD, figura 1). Como se vê, trata-se de um veículo no teto do qual é fixada uma base rígida de sustentação para duas câmaras digitais e um suporte para antena GPS (Global Positioning System). Quando em operação, um receptor GPS geodésico, um de navegação e um computador portátil são embarcados no veículo para tomar a posição do mesmo (na verdade da antena) a um pré-determinado intervalo de tempo.



Fig. 1: Unidade Móvel de Mapeamento Digital com as vídeo câmaras digitais e a antena GPS
 - para ampliar clicar na imagem -

O segmento fixo é representado pelo Laboratório de Mapeamento Móvel, em cujo recinto distribuem-se quatro computadores. Um deles é destinado especificamente a baixar e processar as imagens digitais obtidas com as vídeo câmaras. Sugere-se uma visita ao endereço eletrônico www.prudente.unesp.br/... O protótipo consiste, em suma, na integração de sistemas de aquisição de dados e de sensores, composto pelos sistemas de posicionamento global e de mapeamento digital.

Considerando o crescente uso da tecnologia SIG e a conseqüente necessidade de dados atualizados, pode-se inferir sobre a importância de um meio que gereencie todas essas informações e que será cada vez mais solicitado. Vislumbra-se um depósito eletrônico, no qual uma grande quantidade de imagens de ruas e rodovias obtidas pela UMMD deve ser eficientemente armazenada. Com base nesta assunção, surgiu a perspectiva de construir um banco de imagens com a finalidade de gerenciar o controle dos dados obtidos. Já há um pequeno acervo de imagens obtidas pela UMMD em consequência apenas de sua aplicação em projetos de pesquisa (Oliveira & Silva, 1998; Silva & Oliveira, 1997; 1998a; 1998b) e outro tanto referente a trabalhos de graduação (Silva et al., 1999; Silva et al., 2000). A eficiente organização destas imagens e sua pronta recuperação justificam a necessidade de construir o BIG. Ampliando-o, tanto em nível de hardware, pode-se vislumbrar, por exemplo, todos os arruamentos de uma área urbana disponíveis para o administrador urbano no computador de seu escritório.

2 Banco de Imagens Georreferenciadas

A utilização de banco de dados vem sendo cada vez mais ampliada na Cartografia, principalmente com o surgimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Até 1994 a utilização de banco de dados ocorria em trabalhos pequenos, locais ou regionais; atualmente, a tendência das aplicações está direcionada para a Internet, como por exemplo, sistemas para visualização de imagens de satélite (Osaki,1996), interação visual (catálogo) com dados espaciais de grandes áreas (Walcher,1996) e sistema de informação ambiental através da visualização de mapas e imagens (Wiesel et al,1996).

Com a evolução que ocorreu e que continuamente vem acontecendo, novos tipos de SIGs estão sendo implementados. Destacam-se os SIGs 3D (Kofler et al,1996; Li et al,1996), Orientados a Objetos (Govorov&Khorev,1996; Gong&Li,1996) e os SIGs Universais (Derényi&Fraser,1996). Neste último, os dados cartográficos vetoriais e matriciais (*raster*) podem ser processados e gerenciados, abrindo novas possibilidades para a análise espacial.

Outra aplicação do banco de dados está no auxílio ou contribuição de dados externos para outras aplicações, dentre elas, a análise de imagens aéreas (Bordes et al,1996), na automação da orientação exterior através de modelos de arame (*3D-Wireframe*), para a determinação de pontos de controle no terreno (Läbe&Ellenbeck,1996) e arquivos de grandes imagens de diferentes escalas para uma representação detalhada da superfície do planeta e suporte para a busca de dados (com alta resolução) em áreas de interesse (Rehatschek,1996).

Particularmente, um banco de imagens georreferenciadas (BIG) construído com as imagens obtidas pela unidade móvel conterá as imagens de ruas e arruamentos levantados. As imagens poderão ser *completamente orientadas*, caso em que as posições dos centros perspectivos e os ângulos de rotação do plano da imagem (atitude da câmara) são conhecidos e armazenados no BIG. Pode ocorrer também duas situações em que a orientação exterior das imagens seja *parcialmente determinada*: em uma conhece-se a posição dos centros perspectivos e em outra conhecem-se apenas os ângulos eulerianos de orientação da imagem. Entre os dois casos de orientação parcial, o primeiro é preferível, pois que os ângulos podem ser calculados a partir desta situação. Completando, a situação possível de haver imagens no BIG sem *nenhuma orientação* pode ser resolvida por meio de um ajustamento de feixes de raios (fototriangulação), desde que haja algumas imagens orientadas nas proximidades (Silva, 1996 e 1997). Note-se que, em qualquer caso, não se prevê o uso dos tradicionais pontos de controle.

Recuperando-se as imagens armazenadas e suas respectivas orientações, pode-se utilizar a dupla resseção fotogramétrica ou a fototriangulação para complementar a orientação exterior, conforme se tenha, respectivamente, um par de imagens ou mais de um par de imagens, cujas atitudes devam ser determinadas. Com o estereopar georreferenciado, por meio da interseção fotogramétrica, calculam-se as coordenadas objeto de qualquer ponto que se localize na região de sobreposição.

No caso do sistema que coletou as informações possuir sensores inerciais, aplica-se apenas a interseção fotogramétrica, pois com o sistema inercial é obtida a atitude da câmara (enquanto que

filtro de leitura de imagens no formato JPEG.

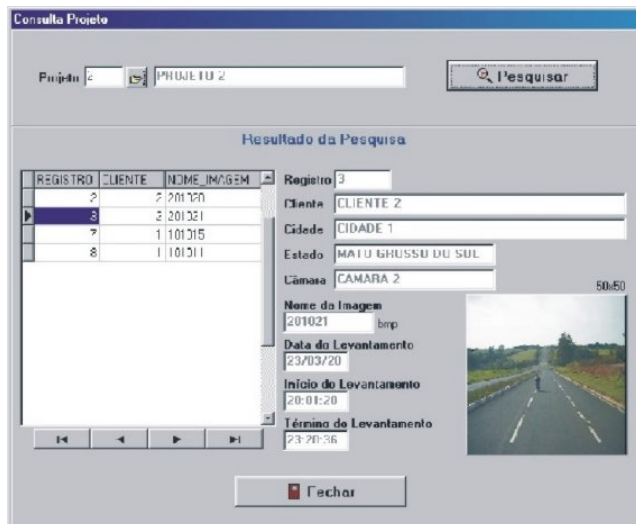


Fig. 7: Módulo de Consulta por Projeto

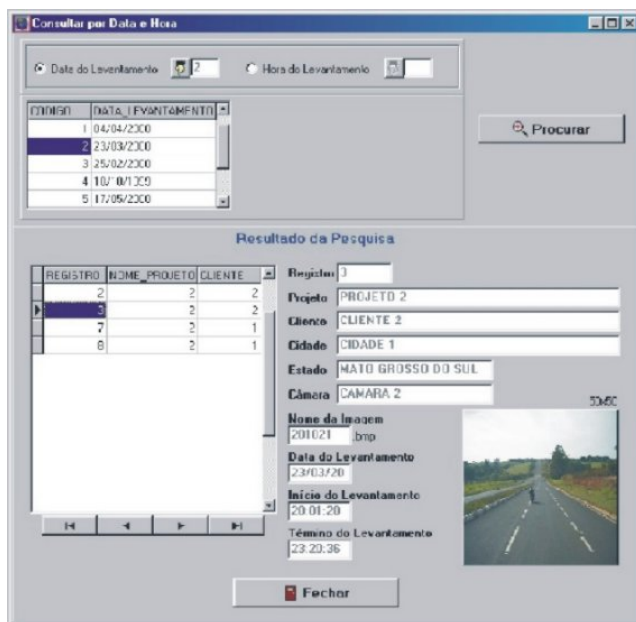


Fig. 8: Módulo de Consulta por Data e Hora do Levantamento

5 Aplicações

Dentre as diversas aplicações do Banco de Imagens Georreferenciadas, destacam-se:

- utilização em administrações municipais para a localização, visualização e gerenciamento das informações referentes a um arruamento, a um lote ou a uma construção;
- interesse de empresas e órgãos públicos relacionados ao planejamento, construção, conservação e utilização de rodovias e ferrovias;
- organizações responsáveis pelos serviços de utilidade pública, tais como: água e esgoto, energia elétrica, telecomunicações, coleta de lixo, engenharia de transporte, tráfego e trânsito, segurança e saúde pública, etc.
- mapeamento topográfico de detalhes urbanos por meio do caminhamento fotogramétrico (como exemplo, cita-se a localização de postes da rede de distribuição elétrica e telecomunicações, de boca de lobos, etc);

6 Conclusões

Pelo presente trabalho procurou-se mostrar o estado atual do desenvolvimento de um Banco de Imagens Georreferenciadas, bem como algumas de suas possíveis aplicações. Apesar de estar em fase embrionária, este tipo de software já demonstra uma grande potencialidade de aplicações.

As próximas etapas do BIG são: aperfeiçoá-lo para que possa ser integrado com mapas digitais, melhorar as ferramentas de consulta e relatório e implementar melhoramentos que venham a ser necessários, bem como a exclusão de ferramentas que não sejam necessárias.

Apesar do estágio recente que encontra-se o BIG, constata-se um grande potencial de aplicações. Estas vão desde áreas puramente cartográficas, como levantamentos urbanos, até áreas industriais ou empresariais, como análise temporal de itens específicos (por exemplo, estradas, rodovias, postes, bocas de lobos, vegetação urbana, etc).

7 Referências

- Bordes, G., Guérin, P., Giraudon, G. & Maître, H. *Contribution of External Data to Aerial Image Analysis*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 134-8.
- Derényi, E. & Fraser, D. *Using Images within a GIS for Spatial Analysis*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena. International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 216-18.
- Gong, J. & Li, D. *Design and Implementation of an Object-Oriented GIS Software*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena. International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 299-304.
- Govorov, M.O. & Khorev, A.G. *Object-Oriented GIS and Representation of Multi-Detailed Data*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 445-50.
- Li, R., Chapman, A., Qian, L., Xin, Y. & Tao, C.. *Mobile Mapping for 3D GIS Data Acquisition*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 232-7.
- Kofler, M., Rehatschek, H. & Gruber, M. *A Database for a 3D GIS for Urban Environments supporting Photo-Realistic Visualization*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 198-202.

- Läbe, T. & Ellenbeck, K.H.** *3D-Wireframe Models as Ground Control Points for the Automatic Exterior Orientation* In: International Congress of ISPRS, 18., Viena International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 218-23.
- Oliveira, R.A. & Silva, J.F.C.** *Triangulação de uma seqüência de imagens digitais terrestres*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis: UFSC. Anais..., 1998. 8p. (CD-ROM).
- Osaki, K.** *Preliminary New Satellite Data Retrieval System on World Wide Web*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena. International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B1, p. 150-3.
- Rehatschek, H.** *A Concept for a Network-Based Distributed Image Data Archive*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena. International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 327-32.
- Silva, A.R., Batista, J.C., Oliveira, R.A., Camargo, P.O. & Silva, J.F.C.** *Surveying and Mapping of Urban Streets by Photogrammetric Traverse*. In: International Workshop on Mobile Mapping Technology, Bangkok, Thailand. Proceedings... ISPRS, 1999, v.32, t.2W10, p. 5.A.5.1-4.
- Silva, J.F.C.** *Solução seqüencial para o caminhamento fotogramétrico*. Coletânea Politécnica: Rev. Bras. Tecnol. Ciênc., 1996. 1(1):92-6.
- Silva, J.F.C.** *Fototriangulação no Caminhamento Fotogramétrico*. Presidente Prudente. Livre Docência, Tese. Departamento de Cartografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 1997. 85p.
- Silva, J.F.C. & Oliveira, R.A.** *Caminhamento fotogramétrico para levantamentos urbanos*. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 18. Anais..., Rio de Janeiro: Soc. Bras. Cart., Geod., Fotogram., Sens. Remoto, 1998. 8p.
- Silva, J.F.C. & Oliveira, R.A.** *Triangulation of a Sequence of Terrestrial Digital Images*. In: International Symposium – Data Integration: Systems and Techniques, Cambridge, UK. Proceedings... ISPRS, 1998a, v.32, t.2, p.273-7.
- Silva, J.F.C. & Oliveira, R.A.** *Caminhamento Fotogramétrico, uma alternativa para o mapeamento de arruamentos urbanos* (aceito para publicação na Rev. Eng. Ciênc. Aplic., trabalho 0798), 1998b.
- Silva, J.F.C., Camargo, P.O., Oliveira, R.A., Gallis, R.B.A., Guardia, M.C., Reiss, M.L.L. & Silva, R.A.C.A** *Street Map Built by a Mobile Mapping System* (aceito para publicação nos anais do XIX Congresso Internacional da ISPRS, Amsterdam), 2000.
- Walcher, W.** *Visual Interaction with Very Large Spatial Data Sets*. In: International Congress of ISPRS, 18., Viena. International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B1, p. 197-202.
- Wiesel, J., Hagg, W., Koschel, A., Kramer, R. & Nicolai, R.** *A Client/Server Map Visualization Component for na Environmental Information System Based on WWW* In: International Congress of ISPRS, 18., Viena. International Archives... ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 402-7.

Banco de Imagens Georreferenciadas Obtidas por um Sistema Móvel de Mapeamento Digital

Ronaldo Aparecido de Oliveira - Prof. Dr. João Fernando Custódio da Silva - Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis



Fig. 1: Unidade Móvel de Mapeamento Digital com as vídeo câmaras digitais e a antena GPS