

Modelagem tridimensional de edificações urbanas: baixa concentração de pontos do sistema LIDAR

Prof. Dr. Mosar Faria Botelho¹
Prof. Dr. Jorge Antonio Silva Centeno²

¹UTFPR - Depto. de Engenharia Florestal
85660-000 Dois Vizinhos PR
mosar@utfpr.edu.br

²UFPR - Depto. de Engenharia Cartográfica
81531-990 Curitiba PR
centeno@ufpr.br

Resumo: Apesar da alta densidade de pontos tridimensionais do sistema LIDAR durante sua varredura, a grande concentração de edificações em algumas regiões urbanas proporciona a aglomeração das construções prejudicando o formato das mesmas. Este estudo apresenta uma alternativa para a modelagem tridimensional de edificações com baixa concentração de pontos tridimensionais produzidos pelo sistema LIDAR. O método apresentado proporciona a modelagem de edificações e sua aplicação pode ser efetivada para escalas específicas.

Palavras chaves: LIDAR, MODELAGEM 3D, EDIFICAÇÕES URBANAS

Abstract: Despite the high density of 3D points of the LIDAR system, the large concentration of buildings on urban regions provides the agglomeration of buildings harming the detection your format. This study presents an alternative to the 3D modeling of buildings with low concentration of 3D point produced by the LIDAR system. The method presented provides the modeling of buildings and their application can be efetivava for specific scales.

Keywords: LIDAR, Modeling 3D, Urban Building

1 Introdução

A modelagem tridimensional vem produzindo informações relevantes para uso de tomadores de decisão nos níveis governamentais e privados (no planejamento de gestão territorial, da logística empresarial, gestão de frotas, etc.), uso de consumidores (turistas e viajantes em geral, marketing virtual), etc.

Uma forma de geração de modelos tridimensionais de cidades é a utilização de imagens orbitais aliada a MDS oriundos de levantamento do sistema Laser scanner aerotransportado. Esse processo consiste em classificar a imagem orbital, produzindo uma imagem temática, na qual as edificações são identificadas e separadas da vegetação. Com o apoio dos dados do MDS as edificações são modeladas. Estes modelos podem ser usados em pré-projetos para implantação de antenas de telecomunicação como as de telefonia celular, para a estimativa de áreas de inundação em regiões urbanizadas, etc.

Apesar da alta densidade de pontos tridimensionais do sistema LIDAR durante sua varredura, a grande concentração de edificações em algumas regiões urbanas proporciona a aglomeração das construções prejudicando o formato das mesmas. Diante desse fato, foi elaborada uma metodologia para estimar uma edificação tridimensional de forma a representar sua orientação, tamanho e tipo de telhado mais provável para cada edificação.

2 Revisão Literária

De acordo com Baltasvias (2004), uma variedade de abordagens tem sido sugerida para a reconstrução de edificações de imagens aéreas. Elas podem ser classificadas segundo algumas características, como a interação do usuário (manual, semi-automática, sistemas automáticos), dados de entrada (imagens monoculares, imagens estéreo, imagens digitais e dados de fontes adicionais), e modelos de edificações (modelos poliédricos, modelos parametrizados, modelos genéricos).

Uma grande vantagem do uso de dados derivados de levantamentos LASER scanner é a disponibilidade de um elevado número de pontos na superfície do telhado, o que permitiria, em princípio, modelar melhor a geometria do telhado. No entanto, devido à natureza do processo de varredura, não há garantia de que ocorram pontos exatamente nas bordas do telhado. Para contornar esta deficiência, em muitos algoritmos para extração automática de edificação utilizando dados do LASER scanner é requerida a planta baixa da edificação para a localização precisa de seus contornos (Haala e Anders, 1997; Vosselman e Dijkman, 2001). Quando a planta baixa não é usada, os algoritmos fiam-se nas estruturas regulares tais como paredes ortogonais, restringindo assim sua aplicabilidade (Vosselman, 1999).

O resultado obtido depende do modelo proposto para a identificação do telhado. Em uma abordagem simplificada, por exemplo, Lemmens et al. (1997) adotam como modelo geométrico os contornos da edificação, derivados de um mapa, e a altura derivada do LASER scanner. Neste caso, o telhado é representado como um plano de altura constante (Lemmens et al., 1997).

O uso da planta baixa da edificação como base para a reconstrução do telhado pode ser exemplificado pelo trabalho de Haala e Brenner (1997), que extraem primitivas de telhado plano de dados de altimetria LASER scanner, usando informação adicional de planta baixa para ganho de conhecimento na relação topológica entre os planos do telhados.

Haala et al. (1998) derivam parâmetros para reconstrução tridimensional utilizando-se de primitivas de edificações básicas construídas em um CAD, e por meio de ajustamento, utilizando o método dos mínimos quadrados, minimizam a distância entre o modelo de superfície digital LASER scanner e pontos correspondentes numa edificação primitiva. As bordas das edificações são derivadas da planta baixa. A implementação é limitada para quatro padrões de edificações primitivas e suas combinações. Posterior refinamento tem que ser executado iterativamente.

Quando não se dispõe de informação a respeito dos contornos do telhado, eles devem ser encontrados dentro do processo de reconstrução de telhados. Neste caso, o processo pode ser baseado na detecção de bordas em uma imagem bidimensional das alturas presentes na região, ou pela interseção de planos, supostamente partes do telhado.

Além dos contornos do telhado, outros cantos do mesmo, como a cumeeira, devem também ser determinados para complementar a geometria. Por exemplo, a posição da cumeeira pode ser detectada a partir da interseção dos planos das faces do telhado. Essas faces podem ser identificadas por algoritmos de segmentação (Hoover et al., 1996; Geibel e Stilla, 2000).

3 Área de Estudo

A área de estudo situa-se no bairro Jardim das Américas Curitiba-Pr, nas proximidades do campus Centro Politécnico da UFPR. Foram selecionadas quatro quadras, com diversas edificações, contendo edificações isoladas, conjugadas e com múltiplas águas (Figura 1).



Figura 1 : Área de Estudo

4 Metodologia

Neste caso, foi adotada uma metodologia de modelagem, apenas para representar as edificações contidas em segmentos já constituídos. Foram adotados três tipos de telhados: telhados com planos paralelos ao solo ou horizontais, telhados com apenas um plano inclinado, e telhados com quatro águas. A adoção desses modelos é devida à grande incidência desse tipo de telhado em regiões urbanas.

Os modelos de edificação foram descritos por basicamente três parâmetros: a orientação do modelo, o ângulo de inclinação do telhado, o tamanho do modelo. A orientação foi determinada por meio do princípio das componentes principais aplicado para a determinação da “elipse envolvente”, onde usando o conjunto de pontos bidimensionais contidos no polígono que descreve a edificação, o valor dos semi-eixos maior e menor (equação 2), e o valor da orientação (equação 3) da elipse são encontrados. Esses eixos determinam a direção de máxima variabilidade dos dados de acordo com o centróide dos dados, sendo o maior eixo na direção da maior distribuição (exemplo de cálculo desses parâmetros pode ser observado em Gemael (1994)).

$$M = \sqrt{4\sigma_{xy}^2 + (\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2} \quad (1)$$

$$\max_{\min} \sigma^2 = 0,5(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 \pm M) \quad (2)$$

$$\operatorname{tg}(2t) = \frac{2\sigma_{xy}}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2} \quad (3)$$

O ângulo de inclinação dos telhados foi adotado de acordo com a média das inclinações dos telhados na região, com o valor de 25°. O tamanho do modelo consiste no tamanho da área do segmento que representa a edificação.

5 Resultados

A região das quadras é caracterizada por diversos sobrados e por edificações que estão constantemente sendo reestruturadas, portanto, seus telhados são mais complexos. Outra questão importante é que essas quadras estão próximas à principal avenida do bairro e, portanto, algumas dessas são destinadas ao comércio, assim os proprietários aplicam adaptações gerando a necessidade de reformular os telhados, deixando-os com diversas águas.

O resultado desse processo pode ser observado nas Figuras 2 e 3. Observando a figura a seguir, nota-se que as características de tamanho horizontal e vertical, orientação e tipo de telhado foram encontrados com sucesso.

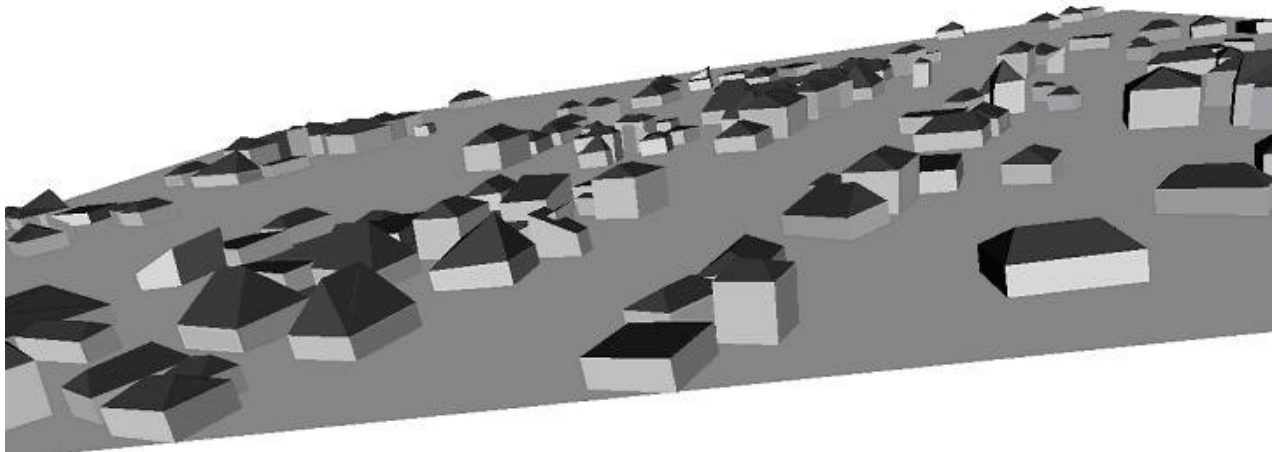


Figura 2 : Vista 1



Figura 3 : Vista 2

5 Considerações Finais

Uma alternativa para a modelagem tridimensional de edificações é a utilização de modelos de edificações como primitivas. O método apresentado demonstra eficiência dependendo da aplicação e escala que sejam gerados seus modelos reconstruídos, pois a representação de edificações por modelos artificiais é uma generalização que pode ser útil para escalas menores. Recomenda-se a confecção de uma biblioteca composta pelos modelos mais usuais no meio urbano.

6 Referências Bibliográficas

Baltsavias, E. *Object extraction and revision by image analysis using existing geodata and knowledge: current status and steps towards operational systems.* ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol 58, pp. 129– 151, 2004

Geigel, R.; Stilla, U. *Segmentation of LASER Altimeter Data for Building Reconstruction: Different Procedures and Comparison.* International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 33, Part B3, pp. 326-334, 2000.

Haala, N.; Anders, K.-H. *Acquisition of 3D urban models by analysis of aerial images, digital surface models and existing 2D building information.* SPIE Conference on Integrating Photogrammetric Techniques with Scene Analysis and Machine Vision III, SPIE Proceedings Vol. 3072, pp.212-222, 1997

Haala, N.; Brenner, C. *Generation of 3D city models from airborne LASER scanning data.* Proc. 3rd EARSEL Workshop on LIDAR Remote Sensing on Land and Sea. Tallinn, Estonia, 17–19 July, pp. 105–112, 1997

Haala, N.; Brenner, C.; Anders, K.-H. *3D urban GIS from LASER altimeter and 2D map data* IAPRS, Vol. 32 - 3/1, Columbus, OH, pp. 339–346, 1998.

Hoover, A. et al. *An experimental comparison of range image segmentation algorithms.* IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 18, N° 7, pp. 673-689, 1996.

Lemmens, M.; Deijkers, H.; Looman, P. *Building detection by fusing airborne LASER-altimeter DEMs and 2D digital maps.* IAPRS, Vol. 32, Part 3-4W2, pp. 29–42, 1997

Vosselman, G. *Building Reconstruction Using Planar Faces in Very High Density Height Data.* IAPRS, Vol. 32 – 3/ 2W5, Munich, Germany, pp. 87–92, 1999.

Vosselman, G.; Dijkman, S. *3D building model reconstruction from point clouds and ground plans.* IAPRSIS, Vol. 32-3/W4, Annapolis, Maryland, pp. 37–43, 2001.