

Ferramenta de simulação de dados laser scanning para o sistema toposys

Eng. Marcio Augusto Reolon Schmidt¹

Prof. Dr. Jorge Antônio Silva Centeno²

Dipl.-Ing. Ebehard Steinle³

Msc. Rodrigo Mikosz Gonçalves⁴

^{1,2,4} Universidade Federal do Paraná - UFPR

Caixa Postal 19001 – CEP 81513-990 - Curitiba - PR, Brasil

³ Universität Karlsruhe (TH - IPF) – Karlsruhe, Alemanha

¹ marcio.schmidt@gmail.com

² centeno@ufpr.br

³ steinle@ipf.bau-verm.uni-karlsruhe.de

⁴ rodrigo.mikosz@gmail.com

Abstract. The objective of the disasters management is to minimize its effect through the efficient use of available resources. For the establishment of performance strategies, fast acquisition of the information as well as frequent updates of it is necessary, therefore the situation later a disaster happens must be known with clarity to be overcome the appropriate measures. The IPF as member of the Collaborative Research Center 461 (CRC461), an organization of German and Rumanians scientists, for study and forecast of earthquakes in the region of Bucharest, comes developing tools and methods for attainment of these information and to become possible these objectives. In this context this work was developed as tool for the production of simulated data laser scanning that will serve as base for other programs used in the IPF for detention, interpretation and forecast of damages in constructions when a disaster or in preventive character.

Keywords: Laser scanner, simulation, TopoSys, simulação

1.Introdução

O objetivo da gerência de desastres é minimizar os efeitos através do uso eficaz de recursos disponíveis. Para o estabelecimento de estratégias de atuação é necessária a aquisição rápida da informação bem como freqüentes atualizações destes dados, pois a situação depois de um desastre deve ser conhecida com clareza para se tomar as medidas apropriadas. Ferramentas e métodos para obtenção de informações espaciais em situações de desastres naturais, como terremotos, são de interesse em ações de resgate. Muitas das atividades de coleta de dados previstas envolvem o uso de dados obtidos com a varredura laser. Por isso, uma grande quantidade de pesquisas está orientada ao uso e análise destes dados. Lastimosamente, dados de regiões assoladas por terremotos não se encontram disponíveis. Assim, os estudos devem ser inicialmente realizados com dados simulados. Nesse contexto, este trabalho descreve a elaboração de uma ferramenta para a simulação de dados laser scanning que podem ser usados como base para testar outros programas para detecção, interpretação e previsão de avarias em edificações quando se deseja fazer um estudo das dimensões dos danos após um desastre ou mesmo em caráter preventivo.

2. Tecnologia Laser-Scanning

O sistema de varredura a laser aerotransportado (ALS) é um sistema de medição da superfície da terra que tem como principio a emissão e recepção de raios laser. O sensor, instalado numa plataforma aérea, emite raios em direção à superfície da terra e capta a parcela refletida pelo solo. O tempo gasto para o raio sair do receptor, ser refletido no solo e voltar ao sensor é medido e, baseada na velocidade da luz, pode ser usado para determinar a distância do sensor até o solo (Centeno J. S.et al. 2000).

O raio laser é caracterizado por uma baixa divergência, ou seja, ele se abre muito pouco após deixar a fonte. Devido à divergência, mesmo sendo pequena, a projeção do laser na superfície não é pontual, mas forma uma superfície circular (ou elíptica) que cresce com a altura da plataforma. Para uma altura de vôo de aproximadamente 800m, o *footprint*, é de aproximadamente 1m² no terreno.

Como o *footprint* não é pontual, o raio laser pode atingir mais de um objeto na superfície da terra, gerando vários retornos. Torna-se possível medir a variação de elevação dentro do *footprint*, analisando os diferentes retornos. Na prática, isto não é muito comum, mas existem sensores que registram múltiplos retornos. O mais comum é usar sensores que registram dois retornos, o primeiro e o último. Um primeiro conjunto de dados contém a coordenada Z atribuída ao valor da altura da primeira reflexão, *first pulse*, e o segundo armazena os dados altimétricos calculados com a última reflexão, *last pulse* (Löhr U., Eibert M., 1999).

3. Metodologia adotada

No presente estudo, uma varredura com o sistema Toposys II foi simulada. O sistema Toposys II é um sensor de fibras óticas alocados em linha no plano focal das lentes receptoras e, por meio de dois espelhos rotativos sincronizados, cada fibra é varrida seqüencialmente. Isso possibilita alcançar altas taxas de medições, até 630Hz (Baltsavias, 1999). Esse princípio de operação é conhecido como padrão push-broom.

Para a execução da análise proposta foi criado um programa para realização dos cálculos. A informação resultante dessa análise é uma grade regular em formato raster de pontos interpolados a partir de dados simulados pelo próprio programa correspondentes as informações primeiros pulsos (fp) e últimos pulsos (lp), a partir de modelos vetoriais CAD.

O modelo matemático adotado considera a trajetória do laser como uma linha reta no espaço sem sofrer distorções na trajetória ou dispersões significativas. Isso permite a aplicação de conceitos matemáticos simples como intersecção reta e planos para determinação dos centros geométricos dos *footprints* e posterior cálculo das coordenadas de *first pulse* e *last pulse*. Para a simulação de dados numa área de estudo, um vôo simulado é efetuado recobrando a região em questão e sua redondeza mais próxima (buffer) com várias faixas. As larguras das faixas de vôo são calculadas com fórmula citada por Baltsavias (1999).

Para simular a variação da atitude da plataforma durante o vôo, a atitude da aeronave é variada com base em funções randômicas, com kapa (κ) coincidente com a direção de vôo, sendo mantida a condição de verticalidade ($\pm 3^\circ$). Existe ainda um fator que simula a influência do vento durante o deslocamento da aeronave, promovendo o deslocamento do sensor tridimensionalmente. O objetivo dessas duas implementações é criar uma distribuição irregular de pontos principalmente nas bordas das faixas.

Para a obtenção dos altimétricos é necessário modelar a incidência dos raios laser na superfície. Os pontos de intersecção entre os pulsos laser e os planos do modelo são calculados através da fórmula de intersecção reta-plano. Para isto, cada plano do modelo 3D deve ser avaliado, encontrando os planos atingidos pelo pulso laser e a área associada a cada plano.

A partir das coordenadas do ponto de incidência X, Y e Z conhecidas, Baltsavias (1999) propõe o calculo do diâmetro da elipse do footprint baseando-se na inclinação do plano e o ângulo instantâneo do sensor scanner (iFOV). Como o footprint não é pontual, é necessário analisar as múltiplas incidências, considerando os vários atingidos pelo laser. Com estes planos, é possível calcular o primeiro e o último retorno (*first pulse* e *last pulse*).

4. Resultados obtidos

Os resultados aqui apresentados foram obtidos utilizando-se um modelo CAD em arquivo

DXF proveniente de dados laser scanning *first pulse* 1997 referente a uma região do campus da universidade de Karlsruhe. Para fins ilustrativos, uma edificação deste conjunto de dados é mostrada na **Figura 1**. O recobrimento a laser foi simulado usando o programa aqui descrito e um novo conjunto de dados 3D foi obtido. Estes dados foram comparados com os dados originais, obtidos com a varredura a laser original. Para analisar a discrepância entre estes dois conjuntos, a diferença entre o modelo original e o modelo obtido com a simulação foi calculada. A figura 1 mostra a diferença do recorte associado a uma construção.

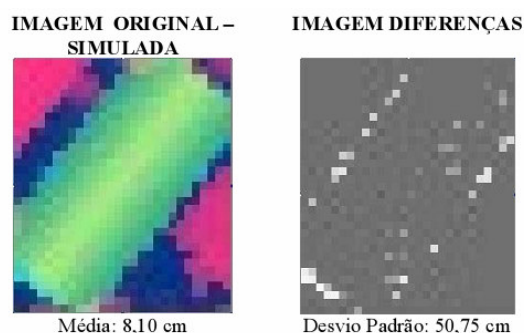


Figura 1: Imagem laser simulada e imagem resultante de subtração (pelo autor).

Nas imagens apresentadas se percebe que as diferenças maiores aparecem justamente próximas as linhas de quebra do telhado. Isso se deve porque próximo às bordas dos objetos, pode ocorrer indeterminações do valor da altura em relação ao centro do sinal devido ao ângulo de observação da simulação, que pode acarretar em falta de um dos sinais de reflexão.

5. Conclusões

No processo de simulação algumas simplificações foram introduzidas na representação do objeto. Entre elas, as bordas dos prédios são aproximadas por segmentos retos, algo que não é verificado nos dados laser, pois são representados por pixels. Os telhados por sua vez são representados por planos definidos matematicamente e, por isso, apresentam diferenças em relação aos dados do laser que são valores discretos. Essa diferença entre o modelo e os dados originais, mesmo pequena, esta presente nos dados simulados, pois estes são gerados a partir do modelo CAD e acabam agregadas a imagem resultante final.

Outros testes devem ser executados com outros parâmetros e outros modelos de edificações. Também a comparação dos resultados com as informações dos modelos de elevações referentes a uma mesma época e um estudo mais aprofundado do comportamento dos dados próximos a linhas de quebra para identificar se essas diferenças são criadas durante o processo de extração do modelo são necessários. As maiores diferenças ocorrem nas bordas. Isso já era esperado, pois mesmo o sistema real tem dificuldade na definição desses pontos.

6. Bibliografia

BALTSAVIAS, E.P. 1999. **Airborne Laser Scanning: Basic Relations and Formulas**, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 54 :199–214

CENTENO J. S., STEINLE E., VÖGTLE T., 2000, **Análise De Modelos Numéricos de Elevação Derivados De Laser Scanner Para O Monitoramento Urbano**. COBRAC 2000 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC Florianópolis.

LÖHR U., EIBERT M., 1999 , **The Toposys Laser Scanner-System**.
<http://www.ifp.uni.stuttgart.de/publications/phowo/lohr.pdf> acessado em abril de 2003.