

MENSURAÇÕES COM CÂMERAS DIGITAIS

REGINA DO ROCIODE ANDRADE¹

FLÁVIO FELIPE KIRCHNER¹

¹UFPR – Universidade Federal do Paraná

jbittencourt@bbs2.sul.com.br

Abstract. This paper describes a methodology to calibrate a digital camera and measure dynamic deformations on a wood beam under a increasing load, using multiples digital image taken to form stereoscopic models.

Keywords: short range photogrammetry, digital image, digital camera, dynamic mensuration.

1. Objetivo

O objetivo desta pesquisa é avaliar a confiabilidade de métodos fotogramétricos com o uso de câmeras digitais de pequeno formato em mensurações na área da Engenharia Florestal e estabelecer os procedimentos técnicos para executar com sucesso os trabalhos fotogramétricos. É de primordial importância, para garantir o sucesso de qualquer processo de mensuração ter os erros sistemáticos controlados.

A calibração de instrumentos, como é conceituada modernamente, jamais pode ser deixada de lado quando o objetivo é garantir bons resultados naquilo que mede. Só instrumentos calibrados permitem a obtenção de resultados isentos dos erros sistemáticos advindos do instrumental utilizado, com o adequado controle estatístico, ou seja, com a determinação de avaliadores da qualidade dos resultados. Eisenhart (1963) definiu calibração de instrumentos e padrões como uma forma refinada de mensuração, cujos princípios são:

- “1 – o método de mensuração deve ser completamente definido;
- 2 – as mensurações devem ter um estado de controle estatístico; e,
- 3 – o método de calibração deve ser tão próximo quanto possível das condições normais de uso do instrumento, ou seja, deve ser calibrado o sistema de mensuração”.

Assim, a calibração da câmera merecerá a maior prioridade possível, pois tudo o que vier seguir será mera consequência direta do grau de sucesso desta fase.

Os procedimentos de mensuração serão baseados na determinação de coordenadas de pontos definidores de uma figura qualquer, determinados por processos fotogramétricos com a avaliação da respectiva variância. Esta será propagada para o valor da grandeza geométrica determinada, seja área, volume, distância, ângulo ou outra qualquer, de forma que as incertezas nessas determinações sejam totalmente conhecidas, dando ênfase à volumetria. As experiências serão realizadas na área da Engenharia Florestal, visando obter maior generalidade, precisão, controle estatístico e grau de automação.

2. Justificativa

A economia e a tecnologia da atualidade requerem o máximo rigor nas mensurações, ao lado de maior generalidade, precisão, controle estatístico e grau de automação. Já não é mais possível viver com avaliações ligeiras sem sofrer o impacto da concorrência globalizada. Não obstante, mesmo sendo muito mais rigorosos, os métodos de

mensuração não podem perder a sua aplicabilidade em virtude de custos muito altos ou de tempos longos de observação.

Os Métodos da Fotogrametria Digital - veja Andrade (1999), oferecem a possibilidade do atendimento do acima estabelecido em virtude do seu potencial de aceitação da matemática. Os métodos podem ser criados visando automação e, assim, flexibilidade, velocidade e elevado grau de precisão.

Calibrar a câmera com sucesso é a base de todo o procedimento planejado, pois permitirá o desenvolver de outras tarefas buscando a maior generalidade possível, para que a sua aplicabilidade abranja o máximo do que se mede em Engenharia Florestal.

Desta forma, serão desenvolvidos os procedimentos de obtenção de valores métricos, a partir de coordenadas espaciais de pontos. Tais valores métricos poderão ser, por exemplo, distâncias, áreas, volumes, e as suas variações temporais. Isto transfere-se automaticamente para qualquer área específica da Engenharia Florestal onde mensurações são efetivadas, tais como manejo florestal, dendrometria, topografia, tecnologia da madeira etc.

3. Metodologia

A pesquisa proposta está se baseando na disponibilidade de uma câmera digital de pequeno formato.

Como qualquer trabalho que envolva mensurações de precisão requer o uso de equipamentos calibrados e de tecnologia adequada. Assim, este projeto de pesquisa tem como prioridade a calibração da câmera.

A câmera disponibilizada é uma MAMYIA 645 PRO, cedida gentilmente pela Empresa INFOIMAGE, acessorada pelo Dr. Rudinei Soares Pereira. Nos anexos encontram-se as características técnicas da câmera.

Tal calibração será realizada pelo Método das **Câmeras Convergentes**, desenvolvido por Brown (1969) - um método muito elegante e bem adequado para câmeras de pequeno formato destinadas a Fotogrametria à Curta Distância.

As fotos tomadas para calibrar a câmera foram tomadas de uma parede vertical azulejada, onde os alvos foram pintados. Trata-se da parede norte do bloco VI do Centro Politécnico da UFPR.

Foram obtidas imagens com duas objetivas diferentes - 55mm e 80mm. Para cada objetiva, foram tomadas fotos com duas aberturas diferentes - f/4 e f/5.6. Um total de 32 imagens foram feitas da esquerda, do centro e da direita em relação aos alvos, de modo que todos os alvos aparecessem cada foto. As imagens da esquerda e da direita foram tomadas de modo que os eixos ópticos formassem ângulo de convergência de 45°. As imagens centrais foram feitas com o eixo óptico da câmera perpendicular à parede e giradas de 90° ao seu redor. Torna-se necessário medir com rigor uma distância, no mínimo entre dois alvos quaisquer e medir, sem necessidade de rigor as coordenadas de todos os pontos, num referencial que tenha a própria parede como plano **XY**.

Será necessário desenvolver ferramentas para a leitura de coordenadas fotogramétricas das imagens tomadas para a calibração. Para o processamento dos dados será utilizado o programa computacional comercial GEOCALI-2000, desenvolvido pelo Prof. Dr. José Bittencourt de Andrade (1976).

A segunda etapa da pesquisa consistirá em desenvolver tecnologia para a determinação de grandezas geométricas tais como distâncias, áreas, volumes,

velocidades, deformações, bem como as variações temporais dessas grandezas, a partir de coordenadas espaciais de pontos determinados por fotogrametria. Todos os métodos serão desenvolvidos para oferecer o adequado controle estatístico da qualidade das mensurações obtidas. Experiências demonstrativas serão realizadas, com o uso da câmara já calibrada, com fotografias convergentes. O método a ser desenvolvido baseia-se em pares de fotos convergentes do objeto da mensuração. Nessas imagens serão medidas as coordenadas fotogramétricas dos pontos definidores da figura a requerida e calculadas as coordenadas espaciais desses mesmos pontos num referencial a ser definido. A partir das coordenadas espaciais dos diversos pontos definidores de uma figura, será calculada a figura – distância, perímetro, área, diâmetro de circunferência, volume, ou as suas variações temporais quando forem tomadas imagens do mesmo objeto em diferentes épocas.

Este procedimento, por ser completamente geral é aplicável a qualquer problema de mensuração de objetos passíveis de serem imageados.

Referências

- Andrade, J. Bittencourt (1976) *Photogrammetric Refraction*. Tese de Doutorado. The Ohio State University. Columbus, Ohio, USA.
- _____ (1976) *Further Notes on Method of Mixed Ranges*. The Ohio State University. Notas não publicadas. Columbus, Ohio, USA.
- _____ & Olivas, M.A.A.(1981) Calibração de Câmeras Aerofotogramétricas. *Boletim da Universidade Federal do Paraná*. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Geodésia n. 26. Curitiba, PR.
- _____ (1999). *FOTOGAMETRIA*. Editora SBEE. Curitiba, PR.
- Bähr, H.P (1991) *Procesamiento Digital de Imágenes. Aplicaciones en Fotogrametría y Teledetección*. Editor: Prof. Dr. Hans Peter Bähr, com diversos autores. Universidade de Karlsruhe. Copyright da versão alemã: Herbert Wichmann Verlag 1985. Traduzido do alemão por Prof. Anita E. Schwender da Universidade Tecnológica Nacional de Santa Fé. República Argentina.
- Brown, D. G. (1964) An Advanced Plate Reduction for Photogrammetric Cameras. *Report, Air Force Cambridge Research Laboratories*. USA.
- _____ (1965) *Decentering Distortion and the Definitive Calibration of Metric Cameras*. The American Society of Photogrammetry Convention, March. USA.
- _____ (1966) *Decentering Distortion of Lenses*. *Photogrammetric Engineering*, May, 1966. USA.
- _____ (1969) *Advanced Methods for the Calibration of Metric Cameras*, In: Symposium on Computational Photogrammetry. Syracuse University, 1969. USA.
- Conrady, A. E. (1919) Decentered lens system. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.
- Eisenhart, Churchill (1963). Realistic evaluation of the Precision and Accuracy of Instrument Calibration Systems. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, C. Engineering and Instrumentation. 67C(2):161-87. Apr./Jun. 1963. USA.
- Merchant, D. C. (1968) *Calibration of the Aerial Photogrammetric System*. Rome Air Development Center, USA.
- _____ (1971) An investigation Into Dynamic Aerial Photographic System Calibration. *Reports of the Department of Geodetic Science*. Columbus, Ohio, USA.
- _____ (1979) *Analytical Photogrammetry – Theory and Practice*. The Ohio State University. Columbus, Ohio, USA.