
ESTUDO DE VIABILIDADE DE UMA TÉCNICA PARA GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE CENAS TERRESTRES DE CONTROLE

ANTONIO MARIA GARCIA TOMMASELLI⁽¹⁾
ADILSON BERVEGLIERI⁽²⁾

(1) Univ Estadual Paulista – UNESP, Departamento de Cartografia, FCT, Presidente Prudente – SP
tomaseli@fct.unesp.br

(2) Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas – Bolsista FAPESP
adilsonberveg@gmail.com

O apoio de campo é essencial nos processos de orientação fotogramétrica de imagens e consiste na determinação das coordenadas de terreno de elementos fotoidentificáveis. Em operações de aerotriangulação, dois tipos principais de pontos de apoio são utilizados: pontos pré-sinalizados e pontos naturais. Os pontos pré-sinalizados são materializados no terreno antes da aquisição das imagens aéreas e permitem a automação do processo de identificação e medição, mas têm como desvantagens o alto custo operacional e a restrição de serem instalados antes da realização do voo. Os pontos naturais, por outro lado, são elementos bem definidos existentes na área do projeto, mas podem não ter definição equivalente à dos alvos pré-sinalizados e não estar disponíveis nas regiões adequadas para o projeto fotogramétrico, além da dificuldade na automatização de sua localização na imagem e a incerteza em sua medição interativa. Para resolver os dois últimos problemas, propõe-se, neste trabalho, um dispositivo complementar ao conjunto de levantamento de campo, que permite a localização e medição automáticas deste ponto na imagem aérea. Operacionalmente a técnica proposta não aumenta o tempo de levantamento de campo e utiliza dispositivos de baixo custo. O dispositivo é composto de um alvo especial, neste caso, uma placa branca com dimensões 50×50 cm, sobre a qual foi inserido um quadrado preto com lados de 42 cm e espessura de 6 cm. Este alvo é instalado sobre a base nivelante do tripé e abaixo do rastreador. Após o nivelamento da base, os cantos do quadrado terão a mesma altitude. Uma câmara digital com lente supergrande angular ou *fisheye* é elevada, em posição nadiral, a uma altura que permita o registro fotográfico da área no entorno do alvo, por meio de um bastão telescópico sobre um segundo tripé. Este bastão é alinhado em relação ao quadrado colocado sob o rastreador, de modo que os cantos do quadrado e o bastão definam um sistema de coordenadas local. As coordenadas neste sistema podem ser transformadas para coordenadas geográficas se o azimute dos lados do quadrado for conhecido, uma vez que a posição do centroide do quadrado será determinada pelo rastreamento GNSS. Este conjunto de levantamento é posicionado sobre uma feição natural bem definida ou sobre uma área que possua nas vizinhanças elementos fotoidentificáveis para coletar sinais GNSS. Durante o rastreamento faz-se a coleta de uma ou mais imagens nadirais. Na imagem terrestre, são localizados automaticamente o alvo e as coordenadas dos 8 cantos. Como as coordenadas destes cantos são conhecidas no espaço objeto, podem ser calculados os Parâmetros de Orientação Exterior (POE) por Ressecção Espacial. As coordenadas 3D do ponto central da placa e do ponto no terreno podem então ser projetadas para a imagem pelas equações de colinearidade. Aplicando-se a orientação interior inversa, calculam-se as coordenadas (coluna, linha) do ponto levantado, o que permitirá extrair automaticamente um *template* terrestre. Este *template* será usado para localizar automaticamente o ponto central na imagem aérea correspondente, por técnicas de correspondência de imagens com refinamento por Mínimos Quadrados. Para realizar a prova de conceito deste sistema, foi realizado um experimento usando uma câmara digital Nikon D3100 com lente *fisheye* Bower 8 mm. Foram tomadas imagens terrestres em um campo de calibração tanto para calibrar a câmara como para testar a precisão e viabilidade da técnica proposta. O campo de calibração conta com 139 alvos codificados que são localizados automaticamente nas imagens. Um conjunto de 12 imagens horizontais e 4 verticais foi utilizado para calibrar a câmara com o modelo equidistante, especialmente implementado para a câmara *fisheye*, calculando-se os Parâmetros de Orientação Interior (POI) do sistema câmara-lente. Foram adquiridas 4 imagens nadirais sobre o alvo quadrado, as quais foram reamostradas com os POIs estimados, para corrigir a geometria da lente *fisheye*. Após a reamostragem, o alvo quadrado sob o receptor foi localizado, e os cantos, medidos semi-automaticamente com precisão subpixel. Além deste alvo, os alvos codificados que aparecem na imagem também foram medidos para permitir a estimação mais precisa dos POEs e fornecer uma referência para comparação. Os POEs foram então estimados usando apenas os cantos do alvo e também com o conjunto de 64 coordenadas dos cantos dos alvos codificados. As diferenças entre os POEs estimados por ambos os procedimentos foram de 19,8 mm em X, 22,8 mm em Y, 8,5 mm em Z, 42,2' (minutos de arco) em κ , 3,3' em φ , 14,7' em ω . As coordenadas projetadas automaticamente para a imagem terrestre nadiral foram comparadas com o valor identificado interativamente, e as diferenças foram de 2 pixels em coluna e 4 pixels em linha, que correspondem a 0,93 cm no terreno. Estes resultados confirmam a viabilidade da técnica proposta, pois é possível gerar automaticamente um *template* terrestre, com incerteza inferior a 5 cm, que é menor do que o erro esperado na determinação da posição pelo rastreamento GNSS como é utilizado na prática de aerolevanteamento.