

ESTUDO SOBRE AS CORRELAÇÕES EXISTENTES NA CALIBRAÇÃO DE UM SISTEMA DUAL DE CÂMARAS DIGITAIS

CARLOS RODRIGO TANAJURA CALDEIRA ⁽¹⁾
ANTONIO MARIA GARCIA TOMMASELLI ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica – Presidente Prudente - SP
caldeiracr@gmail.com

⁽²⁾ Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Cartografia – Presidente Prudente - SP
tomaseli@fct.unesp.br

Um grande desafio dos desenvolvedores de sistemas de aerofotogrametria é produzir imagens de alta qualidade, com uma grande área de cobertura e com baixo custo. As câmaras digitais de grande formato disponíveis comercialmente apresentam custos muito altos e muitas vezes inacessíveis para empresas de pequeno e médio porte. Uma alternativa é compor um sistema de aquisição de imagens baseado em arranjos de múltiplas câmaras digitais, como estratégia para aumentar o recobrimento da área imageada. No entanto, este sistema apresenta dificuldades na calibração do conjunto das câmaras e consequente utilização dos mesmos parâmetros em outros projetos, devido à natural alteração física do sistema. A calibração 'in situ' (em serviço), utilizando algumas injunções, como a estabilidade da orientação relativa entre as câmaras, por exemplo, seria uma possibilidade de interesse. Deve-se mencionar que testes foram realizados no intuito de obter esta calibração para o caso terrestre, obtendo sucesso. Para o sistema no caso aéreo, os testes obtiveram inconsistência nos resultados, resultando em discrepâncias que indicam um efeito de escala na rede, cuja causa pode estar associada a erros nos pontos de controle ou problemas numéricos causados provavelmente por correlações. Com o intuito de se estudar o problema, voltou-se ao caso terrestre para realizar estudos sobre as correlações. Pode-se mencionar que para o caso terrestre existe uma relação mais favorável entre base e altura, obtendo assim, uma pequena separação entre as duas imagens adquiridas simultaneamente. Já no caso aéreo, a distância da câmara em relação ao alvo é bem maior, implicando na consideração de Centros Perspectivos quase coincidentes, o que provoca um grande aumento nas correlações entre os parâmetros. Em se tratando de calibração de câmaras, vários pares de parâmetros apresentam altas correlações indicando dependência linear entre as variáveis. As correlações entre Parâmetros de Orientação Interior (POI- distância focal, coordenadas do ponto principal, distorções radial e descentrada e parâmetros de afinidade) e Parâmetros de Orientação Exterior (POE) são muito estudadas com varias estratégias para sua redução. Entretanto, a correlação entre os POE é menos ressaltada e pode ser crítica no caso de sistemas de múltiplas câmaras. As correlações mais críticas são entre os parâmetros distância focal e Z_0 , x_0 e X_0 , y_0 e Y_0 , ω e Y_0 , φ e X_0 . Na etapa da calibração das câmaras utilizou-se o software CMC (*Calibração Multi-Câmara*) desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Fotogrametria, para o qual foram necessárias implementações adicionais para o cálculo das correlações entre parâmetros de orientação exterior, uma vez que apenas os cálculos para a correlação de parâmetros interior e exterior estavam disponíveis. Para a realização dos testes foram adquiridas imagens de um campo de calibração tomadas de diferentes posições, com o objetivo de diminuir as correlações entre os parâmetros. Foram utilizadas três imagens (questo mínimo para determinar uma solução para a calibração) tomadas de diferentes posições. Foram realizados testes com o processo de fototriangulação com a orientação interior fixa e variável, observando-se que no primeiro caso as correlações entre os parâmetros de orientação exterior diminuíram amplamente, apesar de algumas correlações permanecerem altas, próximas à correlação perfeita (valor 1 ou -1). Estes altos valores das correlações podem ser solucionados rotacionando a câmara e obtendo imagens convergentes, pois estas correlações críticas ocorrem quando não se utilizam combinações de imagens convergentes ou quando não rotaciona-se, no mínimo, uma das imagens. Além da convergência das imagens outra maneira de reduzir a alta correlação entre a distância focal e Z_0 é utilizar um campo de calibração não planar, com variações significativas na distância dos alvos até a câmara. Os experimentos realizados com o sistema dual de câmaras (c_1 e c_2) permitiram constatar que, quando se tem os POI variáveis na fototriangulação (calibração) alguns pares de POE entre as mesmas câmaras, porém de tomadas diferentes, como Z_{0c1} e Z_{0c1} , Z_{0c1} e X_{0c1} e Z_{0c1} e Y_{0c1} , possuem altos valores de correlação variando de -0.9 a -0.98 e de 0.9 a 1, dependendo das imagens utilizadas. Quando fixam-se os POI, alguns POE entre câmaras diferentes, porém na mesma tomada e muito próximas, como ω_{c2} e Z_{0c1} , ω_{c2} e X_{0c1} , ω_{c2} e φ_{c1} , X_{0c1} e Z_{0c2} , X_{0c2} e φ_{c1} , Y_{0c2} e φ_{c1} , Y_{0c2} e κ_{c1} , Y_{0c2} e X_{0c1} , Y_{0c2} e Z_{0c1} e φ_{c1} e Z_{0c2} , assumem valores nulos, constatando-se, assim que estes

POE, entre as duas câmaras, não possuem correlação, eliminando-se a dependência entre eles. As altas correlações podem ser explicadas pelo fato dos experimentos terem sido realizados com um número mínimo de imagens para determinar uma solução para a calibração. Ao se aumentar a quantidade de imagens, estas altas correlações diminuem. Porém as correlações nulas entre os parâmetros das duas câmaras permanecem para qualquer caso. Uma possível explicação para este problema seria o pequeno ângulo de convergência utilizado, o que introduz pequena variação de escala, que não é suficiente para eliminar a correlação entre pares de parâmetros.