

EVALUATION DE SYSTEMES NUMERIQUES AEROPORTES EN TERMES DE GEOMETRIE ET DE PRODUCTION DE MODELES NUMERIQUES DE SURFACE (CONTRIBUTION AU PROJET DGPF)

Laboratoire d'accueil : Equipe MAP-PAGE UMR 694 INSA de Strasbourg

PFE présenté par : **Athanasios Georgantas**

Directeur du PFE : Pierre Grussenmeyer

Correcteurs : Pierre Grussenmeyer, Tania Landes



Introduction

Les caractéristiques et performances des caméras numériques aéroportées constituent un sujet très débattu dans le domaine de la photogrammétrie moderne. Depuis leur apparition au début des années 2000, les capteurs numériques ont gagné de plus en plus de parts de marché. D'après les informations diffusées lors du congrès de l'ISPRS en 2008 à Pékin, environ 300 caméras numériques à grand format ont été vendues depuis 2001 et il ne reste plus en service dans le monde que 600 chambres de prises de vues aériennes à film sur les 2500 répertoriées au début de l'année 2000. Le transfert rapide des données de la caméra numérique vers la station de photogrammétrie numérique sans passer par les phases de développement du film et de scannage constituent bien entendu un avantage et un progrès. Contrairement aux chambres de prise de vues argentiques, la calibration et l'évaluation des performances des caméras numériques est plus complexe en raison des nombreux capteurs disponibles et des différences de leurs géométries internes. La plupart des nouveaux capteurs intègrent également des systèmes GPS/INS embarqués. Il est donc important de définir un protocole de certification des caméras pour faciliter le travail des constructeurs de systèmes ainsi que celui des utilisateurs souhaitant acquérir ou utiliser les données de ces capteurs numériques. Pour cette raison plusieurs études ont été menées par différents producteurs de données ou organismes internationaux (Institut Géographique National, SwissTopo, Société Américaine de Photogrammétrie et de Télédétection, EuroSDR) afin d'évaluer les différentes caméras numériques aéroportées du marché. Ces études n'utilisaient malheureusement pas les mêmes données de référence et conditions de prise de vues.

Le projet DGPF

En 2008, la Société Allemande de Photogrammétrie et de télédétection (DGPF) a décidé de coordonner une étude d'envergure afin d'évaluer les capacités de différents capteurs numériques aéroportés du marché. Le but de ce projet est non seulement d'évaluer les performances des capteurs d'une caméra mais aussi la mise en œuvre des prises de vues dans les différents logiciels de photogrammétrie pour analyser le potentiel de chaque capteur et définir les applications les plus appropriées.

Les différents aspects évalués dans ce projet sont:

- la performance géométrique et radiométrique des capteurs
- la capacité de produire des MNS (Modèles Numériques de Surface) de façon automatique
- les capacités à produire des données par stéréorestitution numérique

Pour évaluer les systèmes dans les mêmes conditions, l'objectif était de proposer aux différents constructeurs une même période de deux semaines pour les opérations de prise de vues. Le site-test de l'Institut de Photogrammétrie de l'Université de Stuttgart à Vaihingen Enz, qui a été choisi par le DGPF, est équipé d'un réseau dense de points d'appui au sol et comporte différentes natures de culture ainsi qu'une topographie complexe sur certaines zones.



Localisation des points d'appui sur le site d'étude de l'Université de Stuttgart à Vaihingen/Enz (7,5km x 4,8km)

Les capteurs suivants ont été mis à disposition pour l'étude par les constructeurs : DMC (Z/I Intergraph), ADS40 (Leica Geosystems), JAS-150 (Jenaoptik), UltracamX (Vexcel Imaging), DigiCAM Quattro (IGI), AIC-x1 et x4 (Rolleimetric), la caméra 3K du DLR, ainsi que la caméra analogique RMK Top15 (Z/I Intergraph) qui a été utilisée pour permettre une comparaison avec un capteur argentique. Pour chaque capteur on dispose ainsi de deux blocs de données, avec respectivement des tailles de pixels au sol de 20cm et 8cm. Les blocs d'images à 20cm ont été acquis avec des recouvrements longitudinaux et transversaux de 60%. Pour les blocs d'images à 8cm un recouvrement longitudinal de 75% à 80% avait été demandé mais en raison de contraintes techniques ce recouvrement n'a pas toujours été possible.

D'autre part, pour disposer de données de référence pour le MNS obtenu par corrélation des images, le site de Vaihingen Enz a été scanné par un Lidar ALS50 (Leica Geosystems) et les participants au projet disposent ainsi d'un nuage de points d'une densité de 5 pts/m².

Les données acquises pendant les campagnes de l'été 2008 ont été mises à disposition de plusieurs universités et laboratoires de recherche de photogrammétrie (principalement en Allemagne).

L'équipe MAP-PAGE de l'INSA de Strasbourg a également pu disposer de ces données et notre contribution à ce projet s'est limitée dans un premier temps au traitement des images des caméras DMC de Z/I Imaging et UltracamX de Vexcel. Le traitement des données ADS40 de Leica est

prévu ultérieurement. Nous avons choisi d'évaluer les performances géométriques des capteurs et la production automatique des MNS.



Z/I Imaging DMC



Vexcel UltracamX

Les caméras UltracamX et DMC utilisent 4 capteurs panchromatiques surfaciques CCD et 4 capteurs surfaciques CCD pour les bandes spectrales Rouge, Vert, Bleu et Infrarouge. Les images produites ont une taille de 14430*9420 pixels² pour la caméra UltracamX (env. 133Mo) et de 13824*7640 pixels² (env. 108 Mo) pour la DMC.

Traitement des données

Pour le traitement des données, nous avons utilisé le logiciel américain KLT Atlas (de la société KLT Assoc.). Cet outil permet de traiter des blocs de plusieurs centaines de photos aériennes ou terrestres. Il permet d'effectuer les traitements habituels de la photogrammétrie numérique : aérotriangulation, génération automatique d'un MNS et stéréorestitution. Il est capable d'intégrer les données GPS/INS (X, Y, Z, ω , ϕ , κ) souvent fournies pour chaque cliché en les utilisant comme valeurs approchées destiné à obtenir une première solution approximative de l'orientation externe. Cette solution permet d'accélérer la mesure de points d'appui au sol et avant de procéder au calcul en bloc en incluant toutes les données disponibles.

La chaîne de traitement qui en résulte est la suivante :

- calcul d'une solution approximative avec les données GPS/INS ;
- calcul de la solution définitive en utilisant les points d'appui ;
- calcul automatique de MNS (sur différentes zones).

Il faut noter qu'en raison de difficultés techniques (puissance de calcul insuffisante), nous n'avons pas pu orienter le bloc des données UltracamX (pixel de 8cm) avec l'ensemble des points d'appui.

Résultats/Conclusions

Les résultats des calculs d'aérotriangulation pour les blocs de données DMC 20 cm et 8 cm et Vexcel UltracamX GSD 20 et 8 cm sont résumés dans le tableau suivant :

Caméra et pixel au sol	σ_0 (μm)	RMS _x (μm) AT points	RMS _y (μm) AT points	RMS _x Points d'appui (m)	RMS _y Points d'appui (m)	RMS _z Points d'appui (m)
DMC 20 cm	4.3	3.2	2.9	0.08	0.09	0.09
DMC 8 cm	2.3	1.0	2.0	0.03	0.04	0.05
UltracamX 20 cm	4.7	3.6	3.1	0.09	0.13	0.03
UltracamX 8 cm	1.9	0.9	1.6	-	-	-

σ_0 : facteur d'écart-type

RMS : erreur moyenne quadratique

AT points : points de jonction de l'aérotriangulation

La taille des résidus sur les points d'aérotriangulation et sur les points d'appui est légèrement inférieure au 1/3 du pixel. Les écarts-types a posteriori valeurs (σ_0) sont identiques pour les deux blocs de données de 20 cm qui ont été mesurés avec de points d'appui. Les résultats de la solution du bloc UltracamX-8cm sont proches de ceux du bloc DMC-8cm.

En ce qui concerne le calcul des MNS à partir de nos données, plusieurs calculs ont été réalisés sur différentes zones boisées, urbanisées et rurales avec un semis de points au pas de 4 fois la taille du pixel au sol. Pour des questions de temps de calcul, seuls de petites zones ont fait l'objet de calculs de MNS. Ces MNS ont ensuite été comparés au MNS réalisé par Lidar aéroporté.

Même si l'ensemble des données initialement prévu n'a pas pu être traité compte tenu du volume des données et des temps de traitement, les résultats issus des jeux de données exploités jusqu'ici sont impressionnants. De plus, la qualité des images issues des capteurs numériques offrent des conditions favorables de stéréorestitution. L'exploitation des informations multispectrales ouvre également de nouveaux horizons car une campagne photogrammétrique peut fournir des données pour la cartographie, l'agronomie, la gestion des forêts ou la gestion des catastrophes naturelles.