



Ortofoto i ortofotomapa de Catalunya 1:5 000, v.5.0

Des de l'any 1986, quan l'ICC va publicar els primers ortofotomapes en blanc i negre, fins a l'actualitat, s'han succeït diferents canvis metodològics, tant pel que fa a l'adquisició de les imatges aèries, com pel que fa a llur processament. Aquests canvis han donat lloc a una evolució de les especificacions dels productes ortofoto (producte imatge) i ortofotomapa (producte imatge amb toponímia i formació cartogràfica) a escala 1:5 000 fins a un total de cinc versions diferents.

La darrera d'aquestes versions, la versió 5.0 (v.5.0), s'ha elaborat emprant per primera vegada fotografies captades amb una càmera aèria digital de gran format.

EL PRODUCTE ORTO S'OBTÉ AMB PROCESSOS TOTALMENT DIGITALS

El vol de la v.5.0 s'ha realitzat a una alçada de 4 500 metres per tal d'obtenir una mida del píxel al terra de 45 cm. Durant els anys 2005, 2006 i 2007 s'ha captat informació de tot el territori de Catalunya. A partir de l'any 2009 es farà una cobertura completa de Catalunya cada any. Complementàriament a l'ortofoto en color tradicional (canals RGB), també s'ha generat una ortofoto en infraroig color, a partir dels canals verd, vermell i infraroig proper de la càmera digital.

Una diferència substancial respecte de la versió anterior (v.4), a banda de l'ús de càmeres digitals, és que s'aconsegueix una millor continuïtat radiomètrica (cromàtica) requerida per a tot el territori. També cal emfasitzar la millora del procés de rectificació geomètrica, que converteix les imatges aèries en do-



▲ L'estació de l'AVE a Lleida.

cuments mètrics tot mantenint l'escala. Per a aquesta versió s'ha utilitzat un model d'elevacions del terreny (MET) de triangles que procedeix de la informació vectorial del *Mapa topogràfic de Catalunya 1:5 000 v.2.0*. Aquest model s'ha complementat amb informació especialment restituïda sobre algunes infraestructures territorials rellevants, com ara ponts o bé autopistes. El MET s'ha utilitzat també en el procés de mosaic de les fotografies per tal d'evitar, fins on era possible, regions d'imatge estirada, que corresponen a zones de pendent molt pronunciat del territori i observades obliquament per alguns fotogrames.

D'altra banda, a partir d'un procés de generalització de la v.5.0 de l'ortofoto 1:5 000 de Catalunya, fusionant grups de 5 x 5 píxels i agrupant els fulls pertinents, s'ha generat la v.6.0 de l'ortofoto 1:25 000 de Catalunya.

Totes aquestes ortofotos (tant les de la versió 5.0 a escala 1:5 000, com les de la versió 6.0 a escala 1:25 000) es distribueixen gratuïtament a través del web de l'ICC com a producte d'imatge, ja sigui complementades amb metadades en les unitats del tall estàndard, ja sigui a través dels geoserveis. També es poden adquirir els ortofotomapes complementats amb toponímia i caràtula als centres d'atenció al públic. ■

Contribució de l'ICC al XXI Congrés de la ISPRS

Els dies 3-11 de juliol de 2008 es va celebrar a Pekín el XXI Congrés de la International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Tot seguit publiquem els resums de les dues comunicacions presentades per l'ICC.

Anàlisi del rendiment de la DMC en un entorn productiu

J. Talaya, W. Kornus, R. Alamús, E. Soler, M. Pla, A. Ruiz. Àrea de Geodèsia. ICC

XXI Congrés de la ISPRS

Des de desembre de 2004, l'ICC ha captat més de 135 000 imatges aèries digitals amb dues càmeres digitals fotogràmiques (DMC). Després de tres anys d'experiència, i amb les noves cadenes de producció plenament digitals, ben establertes, s'analitza el rendiment d'aquestes càmeres en una producció real i es compara amb el de les antigues cadenes de producció basades en imatges analògiques digitalitzades.

S'HAN CAPTAT 135 000 IMATGES AMB LES DUES CÀMERES DMC INSTAL·LADES ALS AVIONS FOTOGRAMÈTRICS DE L'ICC

L'avaluació de la precisió s'estudia per a cada pas de la cadena de producció cartogràfica: aerotriangulació, generació de models digitals d'elevacions (MDE), restitució i qualitat de l'ortofoto (resolució d'imatge). S'analitzen les imatges d'una mida de píxel de 45 cm i 7,5 cm captades amb les DMC d'uns quants projectes de producció i els resultats es comparen amb els resultats respectius dels fluxos de treball analògics (amb la mateixa mida de píxel en ser escanejats a 15 m). L'avaluació de la precisió de l'aerotriangulació i la restitució es fa amb punts de control independents i amb dades de lidar per a l'avaluació del MDE. L'anàlisi de la fotointerpretació es basa en les observacions d'operadors amb molta experiència.

Les conclusions són: Les imatges digitals DMC mostren una gran millora en la correlació d'imatges, la qual arriba a una precisió d'1/10 píxels. Els punts de control d'aerotriangulació mostren que es pot aconseguir habitualment una precisió d'1/2 píxel en els components horitzontals i de 2/3 de píxel en el component vertical en vols de producció. En aquest estudi, tanmateix, l'alta precisió en la correlació d'imatges digitals no es reflecteix en la precisió horitzontal perquè els punts de control es mesuren manualment, sense cap suport automàtic o semiautomàtic. Malgrat el pitjor factor

Aerotriangulació

Vols d'escala petita: Punts de control analògics vs. digitals (45 cm GSD)

	RMS X (m)	RMS Y (m)	RMS H (m)	Nombre punts de control
Càmeres analògiques	0,22	0,20	0,28	90
Digital (DMC)	0,21	0,19	0,26	280

Vols d'escala gran: Punts de control analògics vs. digitals (7,5 cm GSD)

	RMS X (m)	RMS Y (m)	RMS H (m)	Nombre punts de control
Càmeres analògiques	0,032	0,050	0,059	19
Digital (DMC)	0,035	0,041	0,058	117

Restitució

BT-5M: Precisió 90% punts (des de 45 cm GSD)

	90% X (m)	90% Y (m)	90% alçada (m)
Càmeres analògiques	0,80	0,83	1,17
Digital (DMC)	0,85	0,81	1,36
Especificació BT-5M	1,00	1,00	1,50

Mapa urbà 1:1000: Precisió 90% punts (des de 7,5 cm GSD)

	90% X (m)	90% Y (m)	90% alçada (m)
Càmeres analògiques	0,173	0,160	0,102
Digital (DMC)	0,143	0,150	0,169
Especificació del mapa 1:1000	0,20	0,20	0,25

b/h, s'ha observat una petita millora en la precisió vertical. Això és a causa que la majoria dels punts de control es mesuren en imatges des de passades diferents (volades amb un recobriment lateral del 25%), on la (més gran) "relació b/h del solapament" compensa el pitjor b/h en la direcció de vol.

Els MDE d'imatges digitals i d'imatges analògiques obtinguts automàticament tenen precisions més o menys comparables, amb petits avantatges per a la càmera digital. Les imatges digitals també permeten un espaiat de xarxa més petit, fins a arribar als 5 píxels. La comparació amb dades lidar mostra una precisió vertical de fins a 1/2 píxel en àrees planes sense vegetació ni edificis. En àrees urbanes la precisió és considerablement pitjor (aproximadament 2 píxels), perquè els punts de xarxa dels MDE no representen bé les discontinuïtats d'alçada dels edificis o d'altres elements construïts per l'home.

Des del punt de vista de la restitució, la conclusió és que l'ús d'imatges digitals permet digitalitzar més informació, estendre el període de vol i introduir més comoditat al procés de restitució.

Tot i que hi ha una lleugera pèrdua de la sensació de relleu i hi ha una petita disminució en la precisió de l'alçada, no és prou important com per a introduir degradacions als productes finals. Els punts de control de restitució mostren que es poden aconseguir habitualment en projectes de producció una precisió d'1,1 píxels als components horitzontals i aproximadament 1,5 píxels al component vertical. Finalment, es necessiten més eines automàtiques per a optimitzar la visualització i la gestió de les imatges.

Pel que fa a la resolució d'imatges digitals de la DMC, s'han realitzat les mesures de resolució absolutes a partir d'una estrella de Siemens de dimensions conegudes. La determinació del FWHM (*Full Width at Half Maximum*) extret de la funció LSF (*Line Spread Function*) proporciona una quantificació específica de la resolució del sistema, coherent amb tècniques d'avaluació de resolució usant dianes USAF. La mateixa metodologia també es pot aplicar a imatges analògiques. Els resultats obtinguts en aquest cas mostren la potència de resolució més gran de la DMC enfront de les càmeres de pel·lícula. ■

Caracterització de les imatges virtuals de la DMC: Experiències a l'ICC

R. Alamús, W. Kornus, J. Talaya. Àrea de Geodèsia. ICC

XXI Congrés de la ISPRS

Ha estat demostrat que les imatges de la DMC (igual que les imatges d'altres càmeres aèries digitals) no estan lliures d'errors sistemàtics en l'espai de la imatge virtual. Sense un model adequat, l'orientació exterior ajustada pot absorbir errors propagats en l'ajust per feixos de bloc (de diferents fonts d'errors, com els errors sistemàtics de la imatge, les observacions GPS/INS pobres o un nombre insuficient de punts de control establerts al camp), cosa que genera errors sistemàtics grans i indesitjats en l'espai objecte, especialment en l'alçada. Per tenir sota control la propagació de l'error, es consideren dues aproximacions en l'ajust per feixos.

- i) un conjunt adequat de paràmetres d'autocalibratge i
- ii) una malla de calibratge/caracterització que compensa els errors sistemàtics de la imatge en cada imatge virtual. Aquesta malla es deriva d'un vol de calibratge i ha de ser vàlida per a les imatges adquirides en altres projectes.

La conferència presentada se centra en dos punts: en primer lloc, comparar el funcionament d'ambdues aproximacions en l'aerotriangulació i, en segon lloc, l'impacte d'aquests errors sistemàtics en la restitució. En el primer anàlisi s'usen set conjunts diferents de dades (inclòs el vol de calibratge) i tres configuracions d'ajust:

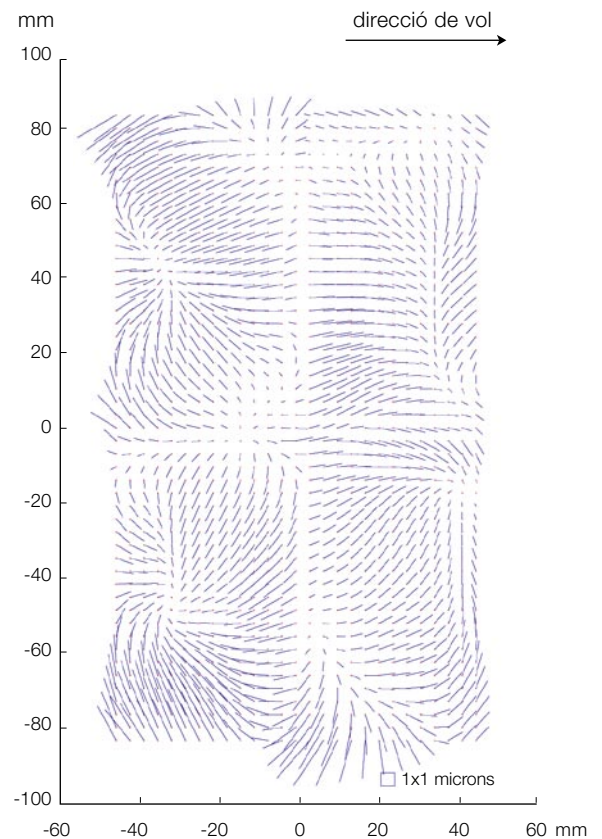
- i) sense utilitzar cap model (per als errors sistemàtics),
- ii) utilitzant un conjunt de paràmetres d'autocalibratge, i
- iii) utilitzant una malla de calibratge sense usar cap conjunt de paràmetres d'autocalibratge. Per avaluar el rendiment de les dues tècniques en l'ajust per feixos de bloc, s'utilitzen punts de comprovació diferents. En la segona anàlisi, es calculen les coordenades de punts mesurats en models estereoscòpics compensant (amb malla de calibratge) i sense compensar errors sistemàtics de les

coordenades imatge. Posteriorment, aquests dos conjunts de coordenades dels mateixos punts es comparen amb les coordenades estimades en l'ajust de bloc.

En conclusió, en aquesta comunicació s'ha avaluat el rendiment de malles de calibratge (obtingudes en un vol de calibratge i aplicades sistemàticament en tots els conjunts de dades en estudi) en aerotriangulació en comparació amb l'ús de paràmetres d'autocalibratge en termes de la seva capacitat per a controlar la propagació d'errors causada per la falta de modelització dels errors sistemàtics en l'espai imatge virtual. Encara que els errors sistemàtics en espai imatge, de dos conjunts de dades de calibratge diferents, mostren les mateixes tendències, els corresponents patrons d'error i, en conseqüència, les malles de calibratge derivades, són diferents. Aquest fet suggereix, o bé que la malla de calibratge no és estable en el temps, o bé que el mètode (presentat en aquesta comunicació per a obtenir la malla de calibratge) no pot aïllar els patrons de distorsió de la imatge d'errors que provenen d'altres fonts implicades en l'ajust per feixos.

En aerotriangulació, els resultats usant paràmetres d'autocalibratge mostren una petita superioritat en comparació als resultats obtinguts usant la malla de calibratge, independentment de l'alçada de vol i del temps transcorregut des del vol de calibratge.

No ha estat possible demostrar estabilitat en temps de la malla de calibratge; no és clar si els resultats més pobres obtinguts amb aquesta malla són provocats



▲ Malla de calibratge en pla focal derivada dels residus fotogramètrics en l'espai imatge usant el conjunt de dades de calibratge: Salou 60% x 60%. GSD: 10 cm.

per efectes temporals, per la diferent alçada de vol sobre el terreny o per uns altres aspectes en la configuració dels blocs.

En restitució, la compensació d'errors sistemàtics en la imatge virtual mitjançant la malla de calibratge millora lleugerament les precisions assolides.

A causa d'efectes de la propagació d'errors, la influència d'errors sistemàtics en l'espai imatge virtual pot ser molt més pronunciada en el càlcul de l'orientació exterior en l'ajust per feixos de bloc que en restitució o en el procés de MDS, on l'orientació exterior és donada i les fonts d'error no modelades (en particular els errors sistemàtics en l'espai imatge) no poden propagar-se a través del bloc. ■

