

L'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) fa recerca per a desenvolupar, difondre i implantar noves tecnologies, per a crear nous productes i serveis innovadors, i assolir els coneixements necessaris per a ser centre de referència a Catalunya.

Les línies de recerca i desenvolupament definides en el Contracte Programa 2006-2009 abasten la geodèsia, la cartografia, la teledetecció i la difusió d'informació per Internet. Les principals fites assolides han estat la implantació dels serveis de posicionament geodèsic basats en xarxes virtuals, l'estudi exhaustiu de les càmeres fotogramètriques digitals, la consolidació de tècniques radar per a l'estudi de moviments del terreny, la combinació de dades òptiques hiperespectrals amb dades d'altimetria làser per aplicacions temàtiques, i les activitats relacionades amb l'estandardització i oficialització de la informació geogràfica.

També cal destacar que en el 2009 el Centre de Suport al Programa Català d'Observació de la Terra ha iniciat projectes de recerca propis, i que el Grup d'Estudis d'Història de la Cartografia, en el qual participa l'ICC, ha estat reconegut com a Grup de Recerca Consolidat de la Generalitat.

Aquest document presenta un resum de les fites assolides i dels indicadors dels projectes que l'ICC considera com de R+D. Els criteris emprats per a fer aquesta selecció es revisaran en el proper Contracte Programa atenent les recomanacions del Pla de R+D+I del PTOPI de febrer de 2009.

Barcelona, juny de 2010

Fites tecnològiques de R+D

Geodèsia

Les activitats de recerca i desenvolupament en geodèsia tenen com a objectiu millorar i innovar els serveis del Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC), que dona un marc de referència precís i homogeni a la informació geogràfica alhora que facilita el posicionament sobre el territori.

Realitzacions més importants

- ▶ Desenvolupament i posada en marxa del servei d'estacions GPS virtuals.
- ▶ Projectes WARTKATNET i WARTK-EGAL de millora dels serveis de posicionament cinemàtic GPS en temps real a partir d'estacions fiducials GPS.
- ▶ Ampliació del sistema d'ajust de xarxes fotogramètriques i geodèsiques GeoTeX per a permetre ajustar xarxes de grans dimensions.
- ▶ Caracterització del comportament i utilització de les dades de les plataformes d'estabilització del moviment de sensors en les solucions de navegació i desenvolupament de la segona versió del sistema SISA de determinació d'orientacions del sensor CASI.
- ▶ Finalització de la primera fase del projecte de gravimetria aerotransportada (GAST) i desenvolupament de la segona fase.

Transferència a producció

- ▶ Servei d'estacions GPS virtuals a la comunitat d'usuaris del SPGIC.
- ▶ Noves versions del programari GeoTeX.
- ▶ Operativa la 2a versió del sistema d'orientació SISA.

Sensors

Els sensors són els instruments per a la captació primària de dades. De forma general, els sensors es classifiquen en dos grans grups: els passius com les càmeres digitals, els sensor hiperespectrals i de microones, i els actius, que il·luminen els objectes abans de mesurar el retorn del senyal, tal com els altímetres làser i el radar. Tots aquests sensors poden anar instal·lats en sistemes mòbils terrestres, aeris o espacials. La línia de treball inclou la determinació acurada del model geomètric del sensor i de les seves característiques radiomètriques.

Realitzacions més importants

- ▶ Caracterització precisa de la geometria de les càmeres fotogramètriques digitals: desenvolupament del concepte d'autocalibratge específic per a cada capçal.
- ▶ Organització del test radiomètric de Banyoles per encàrrec de l'organització de recerca EuroSDR i avaluació dels resultats del test.
- ▶ Desenvolupament dels models geomètrics dels sensors dels satèl·lits Helios II, SPOT HRS i THR, QuickBird, Ikonos, TerraSAR-X, PALSAR i ENVISAT.
- ▶ Caracterització del model i dels procediments de calibratge de l'altímetre làser ALS50-II.
- ▶ Model geomètric i calibratges geomètrics i radiomètrics del sensor hiperespectral tèrmic TASI.
- ▶ Inici del projecte HUMID de detecció d'humitat del sòl a partir de la radiació de microones emeses pel terreny.

Transferència a producció

- ▶ Posada en producció del nou altímetre làser ALS50-II.
- ▶ Integració dels mètodes de calibratge de càmeres fotogramètriques digitals en el programari d'aerotriangulació.
- ▶ Integració dels models dels sensors embarcats en satèl·lits en el programari de procés de l'ICC.

Processament digital d'imatges

La majoria de sensors lliuren dades en forma d'imatges digitals. El processament digital d'imatges és doncs l'eina adient per a millorar-ne la qualitat i optimitzar i automatitzar la generació d'informació derivada.

Realitzacions més importants

- ▶ Desenvolupament d'algorismes d'igualació radiomètrica d'imatges, tractament específic de cossos d'aigua per tal d'evitar reflexos, i ajust radiomètric continu i global.
- ▶ Compensació dels efectes de l'atmosfera en les imatges digitals obtingudes amb les càmeres fotogramètriques digitals i el sensor hiperespectral CASI.
- ▶ Nous algorismes de generació de mosaics tenint en compte les elevacions del terreny i per a la realització d'ortofotos estrictes amb resolució de les ocultacions.
- ▶ Extracció automàtica d'objectes en imatges digitals: extracció de senyals de trànsit, senyals de guais i rètols en carreteres i carrers.
- ▶ Milliores dels procediments d'aerotriangulació amb el disseny de nous fluxos basats en la correlació automàtica de punts.

Transferència a producció

- ▶ Generació automàtica d'ortofotos estrictes per a projectes a escales grans (píxel de 10 cm).
- ▶ Eines d'ajust radiomètric global i tractament dels reflexos.
- ▶ Programari de compensació d'efectes de l'atmosfera.
- ▶ Increment de la fiabilitat i robustesa dels processos d'aerotriangulació automàtica.

Teledetecció

Els sensors d'observació de la Terra permeten captar dades de forma repetitiva i sostinguda a costos notablement més reduïts comparant amb els mètodes tradicionals. La teledetecció és, doncs, una forma innovadora d'obtenir informació a costos acotats i sostenibles sempre que la transformació de les dades dels sensors en informació sigui possible. En aquest camp, l'ICC desenvolupa prototipus per a determinar usos del sòl, detectar canvis del territori, mesurar moviments del terreny (subsidiències) i altres aplicacions per als àmbits rurals i urbans.

Realitzacions més importants

- ▶ Continuació del desenvolupament d'eines per a la millora de la detecció i el monitoratge de subsidiències mitjançant interferometria diferencial radar amb imatges de banda L i a partir de les capacitats polarimètriques i l'alta resolució de nous sensors radar instal·lats en satèl·lits.
- ▶ Algorismes per a aplicacions no topogràfiques de les dades de l'altímetre làser aerotransportat i tècniques avançades de classificació basades en la combinació de dades làser i dades hiperespectrals.
- ▶ Desenvolupament d'una metodologia per al seguiment de canvis territorials a partir de dades de satèl·lit.
- ▶ Treballs de posada en operació del sensor tèrmic hiperespectral TASI.
- ▶ Avaluació del potencial cartogràfic de les imatges del radar del satèl·lit TerraSAR-X.

Projectes de demostració

- ▶ Estudis pilot de demostració tecnològica amb làser aerotransportat: individualització i determinació de l'alçada d'arbres, vols per a l'estimació de recursos d'aigua en zones nevades (amb l'Institut Geològic de Catalunya) i seguiment anual dels canvis de les platges i la costa catalana.
- ▶ Estudis pilot basats en la combinació de dades de l'altímetre làser i imatges multiespectrals i hiperespectral: determinació de paràmetres rellevants per a inventaris forestals, detecció automàtica de classes en conreus de llenyoses, generació de mapes d'usos del sòl.

Transferència a producció

- ▶ Aplicació de les eines avançades d'interferometria diferencial radar a la generació anual del mapa de subsidiències de Catalunya, i detecció i control de subsidiències amb imatges radar de banda L a la ciutat de Bogotà.
- ▶ Elaboració anual del mapa de canvis territorial a partir d'imatges satèl·lit.

Producció cartogràfica

Les activitats es concentren en la generalització automàtica de cartografia i bases cartogràfiques, en l'estudi de la interoperabilitat i l'homogeneïtzació de dades en el marc de la directiva europea INSPIRE, i en la modelització d'edificis per a cartografia 3D.

Realitzacions més importants

- ▶ Seguiment dels avanços en generalització automàtica, participació en el projecte EuroSDR d'avaluació de programari comercial de generalització, i implementació de noves eines per a la producció.
- ▶ Desenvolupament del model de dades 2.2 de la cartografia 1:1 000.
- ▶ Participació en el desenvolupament de directrius per a la homogeneïtzació de dades en el marc del desplegament de la directiva europea INSPIRE.
- ▶ Projecte de manteniment cooperatiu de cartografia topogràfica amb l'Ajuntament de Barcelona i el Port de Barcelona.

Projectes de demostració

- ▶ Projecte europeu GIS4EU: Desenvolupament d'un model de dades comú, harmonització i interoperabilitat de diferents bases topogràfiques i temàtiques de diferents països i diferent escala per a validar els estàndards i les regles d'implementació INSPIRE.
- ▶ Adaptació de les dades de cartografia urbana 1:1 000 (model 2.2) per a la realització d'un model virtual en 3D.

Transferència a producció

- ▶ Automatització de la producció de cartografia 1:10 000 i 1:25 000 mitjançant eines de generalització de planimetria i altimetria (cotes i corbes de nivell).

Geoserveis

La constant evolució de les tecnologies de la informació afavoreixen tot un seguit d'aplicacions i noves formes d'accés a la geoinformació basades en Internet, i també nous paradigmes de manteniment cooperatiu de la informació geogràfica.

Projectes de demostració

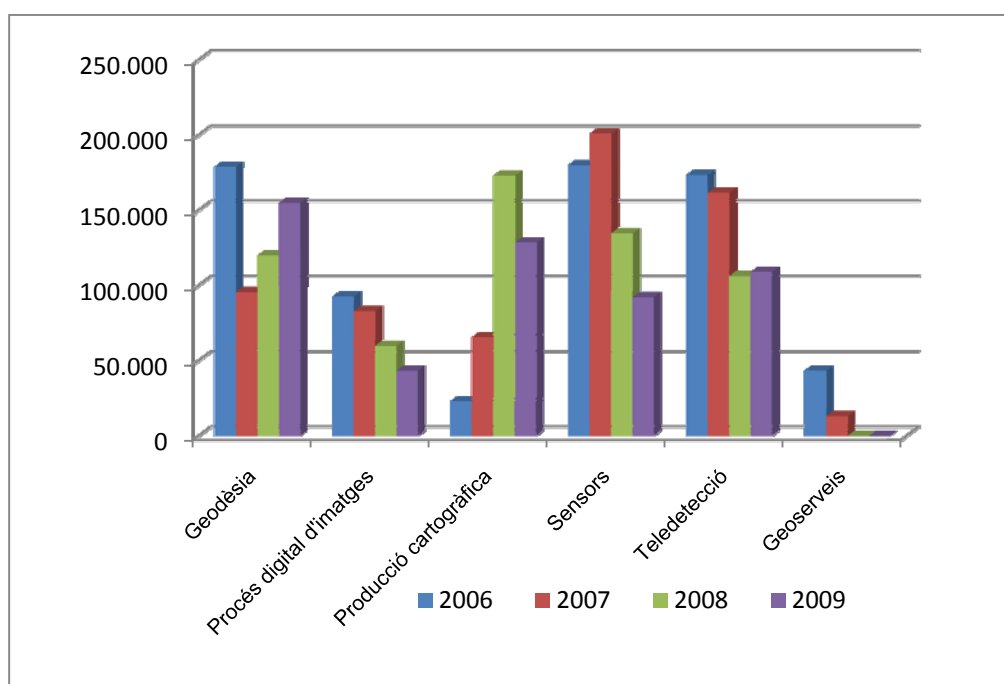
- ▶ Projecte europeu AWARE de creació d'un portal i d'un conjunt de serveis geogràfics web per a facilitar l'accés a dades de predicció de la quantitat d'aigua disponible en les conques a partir de la quantitat de neu.

Indicadors econòmics

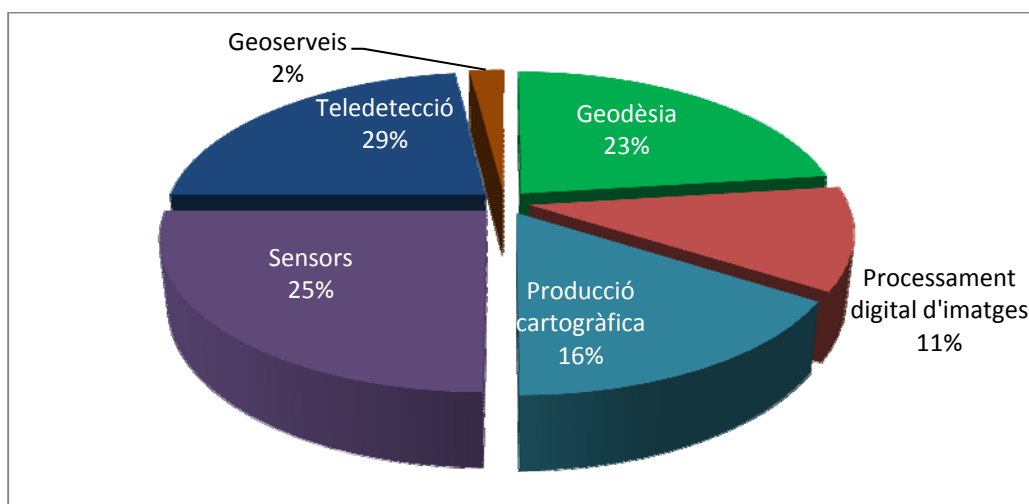
Les dades econòmiques fan referència als projectes de desenvolupament. No s'han tingut en compte les inversions en sistemes comercials de captació de dades. Les dades que segueixen corresponen a les despeses realitzades agrupats segons els àmbits temàtics.

	2006	2007	2008	2009
Geodèsia	178.722	95.532	119.811	154.702
Processament digital d'imatges	92.560	82.932	59.684	43.169
Producció cartogràfica	22.954	65.441	172.935	128.555
Sensors	179.937	200.923	134.663	92.114
Teledetecció	173.399*	161.585	106.054	108.936
Geoserveis	43.196	13.093	-	-
R+D	690.768	619.506	593.147	527.476

Taula 1. Pressupost anual dels projectes de R+D per a cada àmbit temàtic.
*No inclou la despesa de la Unitat de Geologia.



Gràfic 1. Evolució del cost dels projectes de desenvolupament per àmbits temàtics.



Gràfic 2. Repartició dels costos dels projectes de desenvolupament per àmbits, 2006-2009.

Any	Pressupost*	R+D	%
2006	26.006.900	690.768	2,7%
2007	26.314.820	619.506	2,4%
2008	24.424.666	593.147	2,4%
2009	25.156.516**	527.476	2,1%

* Extret dels pressupostos de la Generalitat de Catalunya.

** S'hi han descomptat 7,7 M€ de la línia de crèdit per a les obres de manteniment de l'edifici i l'adquisició d'un nou avió.

Taula 2. Inversió en projectes de R+D en relació al pressupost assignat a l'ICC.

Any	Geodèsia	Processament d'imatges	Producció cartogràfica	Sensors	Teledetecció	Geoserveis	TOTAL
2006	7	5	2	4	8	1	27
2007	6	4	3	6	8	1	28
2008	6	2	6	5	8	-	27
2009	5	1	6	6	9	-	27

Taula 3. Nombre de projectes de R+D per àrea temàtica i any.

Origen del finançament

Els projectes de desenvolupament de l'ICC es financen principalment mitjançant el Contracte Programa amb el Departament de Política Territorial i Obres Públiques, però també se cerquen altres fonts de finançament com, per exemple, les convocatòries d'ajuts de suport a la recerca de la Generalitat de Catalunya, del Ministeri d'Educació i Ciència, el Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme i el CDTI, entre d'altres. També se cerca finançament de programes europeus, com els programes marc de la Unió Europea o els projectes INTERREG.

	2006	2007	2008	2009
Finançament CP (DPTOP)	81%	92%	85%	64%
Ingressos d'altres fonts	19%	8%	15%	36%*

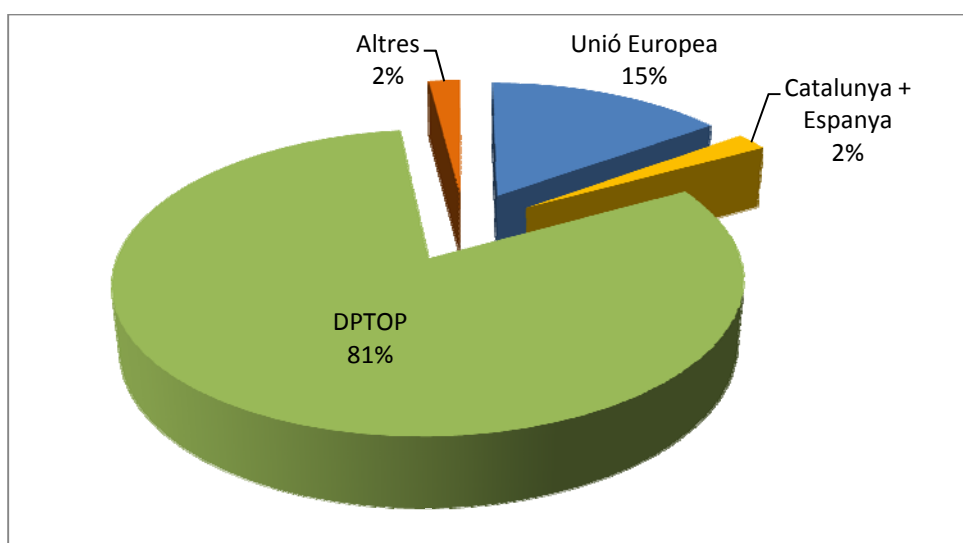
Taula 4. Índex de finançament del programa de R+D de l'ICC.

*Inclou el darrer pagament corresponent al tancament del projecte RISCMASS, finalitzat el 2007.

Anys	Procedència dels ingressos					Despeses totals
	UE	Espanya	Catalunya	DPTOP	Altres	
2006*	117.997	11.742	2.575	778.652	-	910.966
2007	23.309	24.606	-	571.591	-	619.506
2008	39.835	18.250	-	506.506	28.556	593.147
2009	169.248*	-	-	338.872	19.356	527.476

*Inclou el darrer pagament corresponent al tancament del projecte RISCMASS, finalitzat el 2007.

Taula 5. Distribució de les fonts de finançament obtingudes per als projectes de desenvolupament.



Gràfic 3. Procedència del fons de finançament del programa de R+D, 2006-2009.

Indicadors de R+D

Personal dedicat a la recerca i el desenvolupament

Les diferents àrees de l'ICC compaginen les tasques de suport i de desenvolupament amb les tasques de producció. Aquesta organització facilita la detecció d'oportunitats i requeriments, la transferència de coneixements i la ràpida implementació dels desenvolupaments realitzats.

L'equip de persones dedicades totalment o parcialment als projectes de desenvolupament és format en la major part per matemàtics, físics, enginyers en telecomunicacions i informàtica, geògrafs i biòlegs.

	2006		2007		2008		2009	
	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones
Geodèsia	2.097	1,31	1.833	1,15	2.754	1,72	3.250	2,03
Processament d'imatges	3.213	2,01	2.822	1,76	1.965	1,23	889	0,56
Producció cartogràfica	346	0,22	890	0,56	3.312	2,07	2.230	1,58
Sensors	4.064	2,54	4.673	2,92	3.407	2,13	2.382	1,49
Teledetecció	6.881	4,30	3.706	2,32	2.266	1,41	2.713	1,70
Geoserveis	681	0,43	326	0,20	-	-	-	-
Total	17.282	10,80	14.250	8,91	13.704	8,56	11.464	7,36

Taula 6. Hores i nombre de persones equivalents dedicades als projectes de desenvolupament.

El nombre de personal equivalent representa entre un 3,5% i 4% del total de la plantilla de l'ICC.

Indicadors sobre personal	2006	2007	2008	2009
Personal implicat en tasques de desenvolupament	23	24	24	24
Personal amb títol de doctor implicat en tasques de desenvolupament a 31/12/2009	3	3	2	2
Dedicació mitjana del personal implicat als projectes de desenvolupament	47%	37%	36%	30%
Becaris aollits en projectes de desenvolupament	5	3	-	-
Direcció de projectes de final de carrera	1	2	-	-

Taula 7. Indicadors sobre personal dedicat als projectes de desenvolupament.

Transferència de coneixements

Projectes final de carrera dirigits / Estada de pràctiques internacionals

- ▶ "Implementació de l'aplicació FG (Forward GNSS Generator) per a la xarxa CatNet". Autor: Ricard Vilalta. ETSETB-UPC. (Unitat de Geodèsia).
- ▶ "Plataforma de integració d'algorismes GNSS en temps real". Autor: Ricard Vilalta. ETSETB-UPC. (Unitat de Geodèsia).
- ▶ "Investigacions on DMC auto-calibration". Autor: Isabelle Riesinger. Universitat Tècnica de Munic, Alemanya. (Unitat de Geodèsia).
- ▶ "Investigations Rapport du contrôle qualité de la cartographie 3D selon ISO 19113 et 19114". Autor: Jean Figuerola. École Nationale des Sciences Géographiques de Paris, França. (Unitat de Qualitat i Mètodes).

Indicadors de R+D

Difusió i comunicació

L'esforç de l'ICC per difondre els resultats del desenvolupament a la comunitat científica es pot mesurar amb la participació en congressos, la publicació d'articles en revistes especialitzades i amb d'altres activitats de difusió científica. Les activitats realitzades se sintetitzen en el quadre següent:

Indicadors de comunicació externa (publicacions)	2006	2007	2008	2009
Articles amb revisor (referee)	4	-	2	2
Ponència - article	9	11	9	12
Ponència	1	5	5	4
Indicadors de comunicació externa	2006	2007	2008	2009
Conferència convidada, col·loqui	-	1	1	8
Activitats formatives – transferència tecnològica	-	3	4	3

Taula 8. Indicadors de comunicació externa.

Projecció externa

Alguns dels projectes de desenvolupament de l'ICC es realitzen conjuntament amb altres centres de recerca o altres entitats. Aquest tipus de projectes són molt positius ja que permeten una transferència de coneixements entre els diferents col·laboradors i generen una sinergia que permet assolir objectius més ambiciosos.

Indicadors de col·laboracions externes i internacionalització	2006	2007	2008	2009
Participació en projectes europeus	5	2	2	2
Convenis de col·laboració amb altres entitats per a recerca	6	4	1	2

Col·laboracions més rellevants en projectes d'R+D

Disciplina	Organització	Projecte
Geodèsia	Institut de Geomàtica	GAST: Gravimetria aerotransportada
Geodèsia	GAGE (UPC)	WARTK: Validació del Wide Area Real-time Kinematics
Sensors	Centre de Visió per Computador	Sistema GEOMOBIL
Sensors	NTE-SENER S.A.	Càmeres digitals
Sensors	IffP Universität Stuttgart Blom Geomatics AS IGN-France Swisstopo Humbolt Universität	EuroDAC ² : establir procediments de certificació de càmeres aèries digitals de formats mitjà i gran vàlids i acceptats a tot Europa
Sensors	RSLaB (UPC) Centre de Recerca Aplicada en Hidrometeorologia	HUMID (RACERO)
Processament d'imatges	Dep. Matemàtica Aplicada 2 (UPC) Dep. Astronomia (UB)	Processament d'imatges: Algorismes
Teledetecció	Institut Geològic de Catalunya	RISCMASS PISAR Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM
Teledetecció	Dep. d' Agricultura, Alimentació i Acció Rural IGN	Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM Aplicacions temàtiques de teledetecció
Teledetecció	Universidade Nova de Lisboa Centre de Política de Sòls i Valoracions (UPC)	EURMET: Expansió urbana de les metròpolis del sud-oest
Teledetecció	Infoterra Germany GmbH	GEOLAND: Sistema de monitoratge de la vegetació i usos del sòl
Teledetecció	Dep. de Medi Ambient i Habitatge	Aplicacions temàtiques de teledetecció

Disciplina	Organització	Projecte
Producció cartogràfica	Universitat Politècnica de València	Generalització
Producció cartogràfica	Joint Research Centre	INSPIRE: Interoperabilitat de dades
Producció cartogràfica	CORILA (Itàlia) University of Nottingham	GIS4EU

Activitats i relacions amb organismes internacionals

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Fotogrametria	EuroSDR	EuroDAC ² :	Membre del "Core Competence Group"	Articles sobre la precisió de la càmera digital DMC. Proposta de camp de calibratge a Catalunya.
Fotogrametria	EuroSDR	Avaluació radiomètrica de càmeres fotogramètriques digitals	Copresident	Preparació del test de Banyoles i difusió de les dades.
Cartografia	EuroSDR	Establiment de conjunts de dades de prova per a avaluar el programari comercial de generalització	Membres	Preparació de dades de prova de la BTC-25M per a generalitzar a escala 1:50 000.
Geodèsia	European Reference Frame Commission (EUREF)	EUREF-IP: transmissió de dades de les estacions permanents amb protocol IP EUREF_EPN: xarxa permanent d'estacions de referència que defineixen el marc ETRS89	Membres	Subministrament de dades i controls de la latència de transmissió. Dades diàries de les 5 estacions permanents del SPGIC integrades a la xarxa EUREF.
Cartografia	ICA - International Cartographic Association: Grup de treball "Digital technologies in cartographic heritage"	Investigacions sobre l'ús de tecnologies digitals en cartotèques	Membre delegat de la Comissió	Reunions del grup director de la comissió. Organització del congrés a Barcelona.
Producció cartogràfica	ICA: Grup de treball de cartografia d'alta muntanya	Estudis de diferents aspectes relacionats amb la cartografia d'alta muntanya	Membres	Ponència sobre generalització automàtica de cotes.
Teledetecció	ISPRS - Societat Internacional de Fotogrametria i Teledetecció: Grup de treball VII/4 "Advanced Classification Techniques"	Investigacions sobre tècniques avançades de classificació espectral	President i secretari (període 2009-2012)	Preparació de les dades per al test de tècniques de classificació d'imatges. Preparació de sessions per al congrés de Viena I 2010.
Producció cartogràfica	JRC: Grups de treball de definició de dades	Preparació d'especificacions dels annexos I, II i III de la directiva INSPIRE	Membres dels grups d'Hidrografia, Transports, Toponímia, Elevacions i Ortoimatges	Establiment d'especificacions.
Producció cartogràfica	INSPIRE	Avaluació de les especificacions d'hidrografia, transports i unitats administratives	Coordinador a l'ICC	Informe d'avaluació per a cada un dels temes.
Fotogrametria	"The Photogrammetric Record"	Publicació científica de la "Photogrammetric Society" del Regne Unit	Membre del consell editor internacional i revisor	Coordinació del procés d'avaluació de manuscrits. Revisor especialitzat en temes làser.

Indicadors de R+D

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Cartografia	IGN França – Consell de vigilància del Laboratori de Recerca "COGIT"	Avaluació del progrés i direcció estratègica de les tasques de recerca del Laboratori	Membre estranger	Informe anual a la Direcció de l'IGN-F.
Cartografia	ICA - International Cartographic Association: Comissió de generalització i representació múltiple	Grup de coordinació de la recerca dels investigadors	Membre	Reunions del grup director de la Comissió.
Qualitat	EuroGeographics: Expert group on quality management, data specification & standards	Grup de coordinació de la recerca dels investigadors Participació en ESDIN	Membre del grup de qualitat	Reunions del grup director de la Comissió. Avaluació del model de qualitat d'ESDIN.
Cartoteques	LIBER - Ligue Européenne de Bibliothèques de Recherche Groupe de Carthotécaires		Membre	Intercanvi de dades i informació.
Cartografia	e-Perimtron / International web journal on sciences and technologies affined to history of cartography and maps	Publicació científica de la ICA Workshop on cartographic heritage	Consulting editor	Publicació de dos articles en el darrer número.
Cartoteques	ICA Comission on the history of cartography	Grup de treball que estudia la digitalització dels mapes antics	Membre	Reunions anuals.

Sumari

GEODÈSIA

SPGIC. Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya	(activitat continuada)
GeoTeX. Càlculs geodèsics	(1992-2008)
GAST. Gravimetria aerotransportada	(2002-2010)
NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats	(activitat continuada)
WARTK: Validació del Wide Area Real-time Kinematics	(2005-2007)

SENSORS

Sèries experimentals: Teledetecció	(activitat continuada)
Sistema GEOMOBIL	(2002-2010)
Lidar batmètric	(2005-2007)
Càmeres digitals	(2002-2010)
EuroDAC ²	(2007-2010)
Comportament radiomètric de les càmeres digitals	(2008-2011)
HUMID (RACERO)	(2009-2012)

PROCESSAMENT D'IMATGES

True Orto: Producció d'ortofotos estrictes	(1999-2007)
Processament d'imatges: Algorismes	(activitat continuada)
CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics	(activitat continuada)

TELEDETECCIÓ

InSAR: Interferometria SAR	(activitat continuada)
DInSAR: Anàlisi de processos de subsidència	(activitat continuada)
PISAR: Polarimetria InSAR	(2006-2009)
Anàlisi d'aplicacions de la polarimetria SAR	(2009-2012)
RISCMAS: Metodologies per a la gestió dels riscos de moviment del sòl i anàlisi de la política d'assegurances	(2004-2006)
Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM	(2002-2009)
EURMET: Expansió urbana de les metròpolis del sud-oest	(2003-2006)
GEOLAND: Sistema de monitoratge de la vegetació i usos del sòl	(2004-2006)
DECIS: Detecció de canvis amb imatges de satèl·lit	(2003-2007)
Aplicacions temàtiques de teledetecció	(activitat continuada)

PRODUCCIÓ CARTOGRÀFICA

Generalització	(activitat continuada)
Models de ciutats	(2006-2008)
INSPIRE. Interoperabilitat de dades	(2008-2015)
GIS4EU	(2007-2010)

GEOSERVEIS

AWARE. Una eina per a la mesura i la predicció dels recursos hídrics disponibles en àrees de muntanya	(2005-2007)
--	-------------

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

GeoTeX: Càlculs geodèsics.

GAST: Gravimetria aerotransportada.

Descripció

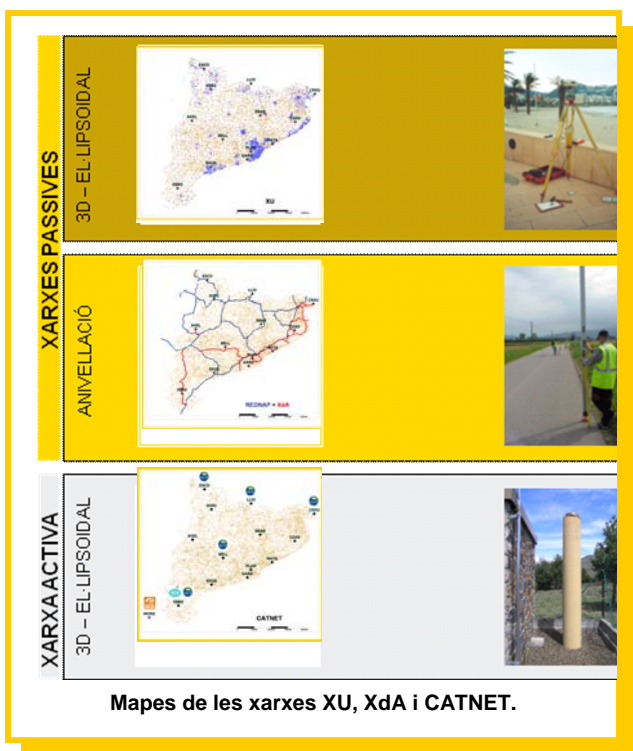
El Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC) és un servei públic que té com a objectiu facilitar la determinació de coordenades a Catalunya.

El SPGIC es compon d'un conjunt de xarxes geodèsiques clàssiques, estacions permanents GNSS, dades, documentació, procediments, comunicacions, programari, maquinari i suport tècnic.

El terme "integrat" vol destacar que es tracta d'un sistema tridimensional, basat en un coneixement acurat del geoide i en les observacions GNSS que són tridimensionals; és a dir, integra els sistemes de referència horitzontal i vertical.

El SPGIC és format per (desembre 2009):

1. Els actuals 3.920 vèrtexs de la Xarxa Utilitària de Catalunya (XU), amb una precisió de 2-3 cm i amb una separació entre vèrtexs de 800 m en àrees urbanes fins a uns 10 km en zones rurals.
2. Les 15 estacions permanents GPS de la xarxa CATNET. Aquesta xarxa recull i emmagatzema dades de la constel·lació GPS ininterrompudament segon a segon les 24 hores del dia i és la base d'un conjunt de serveis públics de posicionament:
 - ▶ GeoFons. Sistema de distribució de dades per a postprocés –en format estàndard RINEX en intervals de mesura d'1s i 30s– per Internet via ftp: <ftp://geofons.icc.cat>
 - ▶ CATNET web. Sistema de distribució de dades per a postprocés d'una estació permanent GPS virtual via web. A partir de l'hora, l'interval de mesura i de les coordenades on es vol que s'ubiqui l'estació virtual, el sistema genera un fitxer RINEX amb les condicions sol·licitades. Accessible a: <http://catnet-ip.icc.cat>
 - ▶ RASANT. Sistema de radiodifusió de correccions diferencials del codi calculades en estacions de referència GPS que disposa d'un sistema de control d'integritat. La precisió d'aquest servei és 1 m.



Geodèsia

SPGIC. Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya

- ▶ DGPS. Sistema de difusió de correccions de codi en temps real. Es pot accedir al flux de correccions de cada estació de la xarxa en el protocol NTRIP, precisió d'1 m.
- ▶ CODCAT. Sistema de difusió de correccions de codi en temps real d'una estació virtual ubicada en la posició aproximada que l'usuari fa arribar al servidor de l'ICC, permetent una precisió decimètrica.
- ▶ RTKAT. Sistema de difusió de correccions de fase d'una estació virtual ubicada en la posició aproximada que l'usuari fa arribar al servidor de l'ICC. Les correccions són basades en l'estàndard RTCM 2.3 i 3.0 i permeten una precisió centimètrica.

Les estacions CATNET formen part de la xarxa mundial IGS (International GPS Service) i EUREF (European Reference Frame).

3. Elements de suport geodèsic. A través d'Internet (<http://www.icc.cat>), es poden obtenir paràmetres, mètodes i dades necessàries per a un posicionament acurat sobre Catalunya.

- ▶ Geoide. La combinació d'un geoide local d'alta precisió (0,1 ppm –parts per milió) i del GPS fa innecessari l'ús de tècniques d'anivellació excepte per a projectes especials o per a tasques de control de les agències geodèsiques oficials. Des de 2001 es disposa d'un geoide local de precisió (2,5 ppm) que ha estat comprovat a partir d'observacions astronòmiques i a partir de dades combinades GPS i anivellació. El principal objectiu de la XdA és aconseguir millorar la precisió del geoide actual a partir de l'avaluació de nous models gravimètrics com l'EGM2008.
- ▶ Paràmetres de transformació de datum entre l'antic sistema oficial ED50, materialitzat pel marc de referència RE50 (Red Española 1950) i el sistema oficial ETRS89, marc de referència dels serveis basats en les estacions CATNET. L'ICC dona suport per a fer la transició d'ED50 a ETRS89.
- ▶ Calculadores geodèsiques. Programa de transformacions i càlculs geodèsics que s'ofereixen al web de l'ICC com a servei públic.
- ▶ Fitxes dels senyals geodèsics. Per a conèixer la descripció, la ubicació, les coordenades i altra informació relacionada amb

els senyals geodèsics que componen la XU, es genera una fitxa per a cada senyal, la qual és accessible des del web de l'ICC.

Aportació

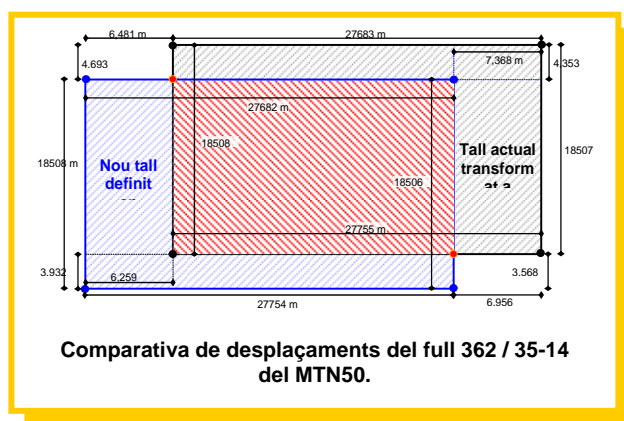
Conjunt de recursos geodèsics adreçats al manteniment i a la millora constant del servei de posicionament geodèsic a Catalunya.

Estudi i desenvolupament de les eines per a facilitar el canvi de sistema.

D'aquest servei públic se'n beneficia la comunitat geodèsica i topogràfica, i també els usuaris de sistemes de localització personal basats en GPS (LBS).

Publicacions tècniques

- Grau, J., Bosch, E.: *Canvi de sistema de referència ED50 a ETRS89*. Revista Catalana de Geografia, IV època, volum XIV, núm. 36. www.rcg.cat
- Parareda, C., Soro, M., Bosch, E., Térmens, A.: *Un año de experiencias con el servicio RTKAT*. 7a Setmana Geomàtica de Barcelona. Barcelona, 2007.
- Cano, M. A., Talaya, J., Térmens, A., Quirós, R., Sánchez Sobrino, J. A.: *Ajuste de la Red Geodésica de Orden Inferior (ROI) de Cataluña en ETRS89*. V Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Sevilla, 2006.



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Període

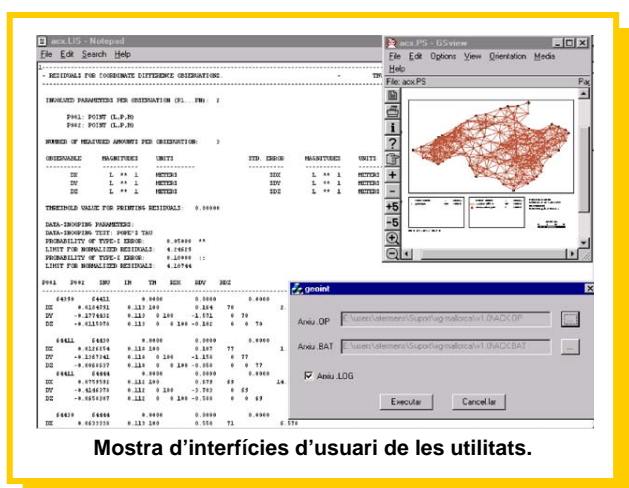
1992-2008.

Projectes relacionats

SPGIC: Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya.

GAST: Gravimetria aerotransportada.

NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats.



Descripció

GeoTeX (Geodèsia, Teledetecció i Xarxes) és un sistema general de càlcul de xarxes, apte tant per a la producció com per a la recerca, amb el qual és possible ajustar qualsevol tipus de model funcional. Inclou la concepció d'un llenguatge propi d'interfície amb l'usuari per a la descripció de les dades d'un ajust de xarxes AdIL (Adjustment Interface Language).

A més, GeoTeX es caracteritza per ser flexible per a la implantació de nous models geomètrics, universal i portable a altres sistemes operatius.

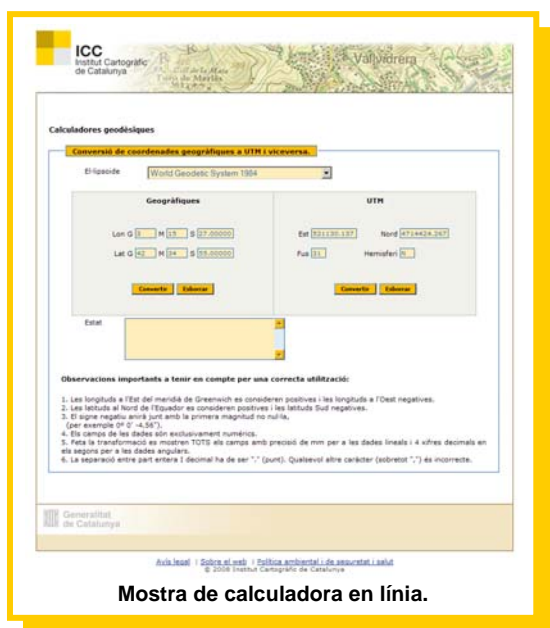
El sistema GeoTeX és format per:

- ▶ **ACX** (Ajust Combinat de Xarxes). És el nucli del sistema; calcula i ajusta pel mètode de mínims quadrats qualsevol tipus de xarxa (observacions geodèsiques, fotogramètriques, GPS, etc.).
- ▶ **Utilitats**. Eines per al tractament de dades (conversió de formats, transformació de coordenades, etc.).
- ▶ **Calculadores**. Eines per a realitzar càlculs puntuals. Són versions interactives de les utilitats.

Aportació

Programari flexible i adaptable que s'adequa fàcilment a nous problemes d'ajust de xarxes i que permet integrar de forma natural els models geomètrics de nous sensors d'observació.

En els darrers anys, per exemple, s'ha treballat en l'adequació del sistema i AdIL per a la incorporació de la descripció i informació dels marcs de referència i geoides donant suport a la transició a ETRS89.



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Participants, col·laboracions:

Institut de Geomàtica (IG).

Període

2002-2010.

Projectes relacionats

SPGIC: Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya.

GeoTeX: Càlculs geodèsics.

NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats.

Descripció

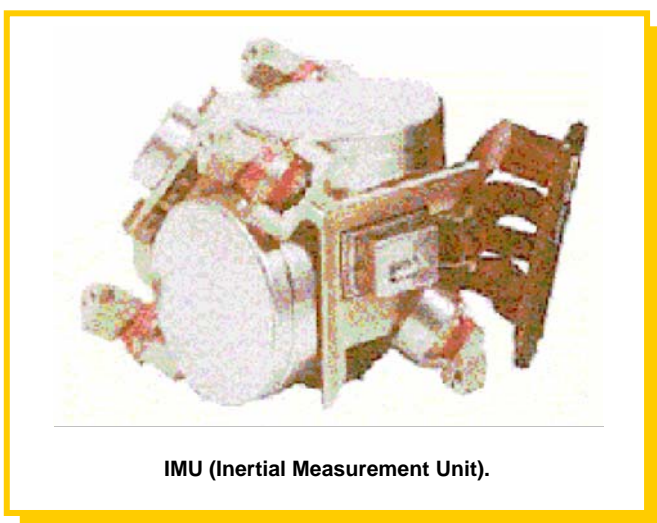
El coneixement de les variacions del camp gravitatori és de gran importància per a la geodèsia, la geofísica i la navegació, en especial des de la implantació de sistemes de posicionament basats en satèl·lits. El modelatge eficient i precís d'aquestes variacions, en concret la determinació del geoid, és una de les principals activitats de la recerca geodèsica actual.

El camp gravitatori pot ser determinat per diferents tipus de mesures: gravimetria i gradiometria satèl·lit/terrestre, combinació d'alçades GPS amb anivellació, gravimetria aerotransportada, altimetria satèl·lit, deflexions astronòmiques de la vertical, etc. La gravimetria aerotransportada es basa en les diferències entre les acceleracions inercials i les GPS per a obtenir anomalies de la gravetat: els sensors inercials permeten determinar la suma de l'acceleració deguda a la gravetat i la deguda a la dinàmica de l'avió, mentre que el receptor GPS proporciona només l'acceleració deguda a la dinàmica de l'avió. Les precisions que es poden obtenir amb aquest mètode són d'uns 2-3 mGal i són suficients per a la determinació d'un geoid de precisió. La gravimetria aerotransportada és superior, donat un cert nivell de precisió, en economia i eficiència als mètodes terrestres, sobretot en àrees remotes i de difícil accés.

La primera fase del projecte (GAST-01), ja finalitzada (2002-2004), consistia a desenvolupar un programari de determinació òptima de trajectòries (posicions, velocitats i actituds) a partir d'observacions de sistemes inercials assistides amb observacions de posició i velocitat obtingudes a partir del GPS.

La segona fase (GAST-02) consisteix a desenvolupar i integrar eines de programari per a la determinació de la gravimetria i de geoides amb dades de sistemes aerotransportats a partir d'observacions inercials analítiques (velocitats angulars i acceleracions lineals) i d'observacions de posicions i/o velocitats.

Per assolir les precisions adequades, el programari inclourà un alineador estàtic i incorporarà les dades provinents d'una plataforma estabilitzada.

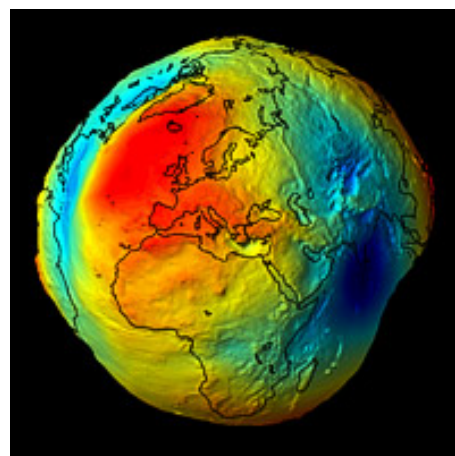
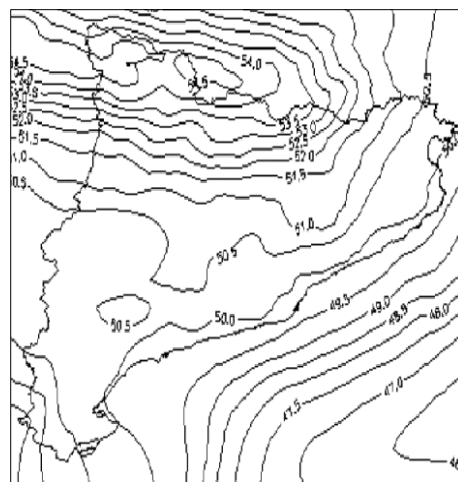


Aportació

El desenvolupament del GAST-01 ha aportat:

1. Un programari bàsic inercial "strapdown" per a la determinació de trajectòries (posicions, velocitats, actituds i les seves matrius de covariància) a partir de les equacions de mecanització d'un sistema inercial analític i de les observacions inercials proporcionades per l'IMU (velocitats angulars i acceleracions lineals instantànies). Aquest programari calcula actituds a partir de dades dels giròscops i calcula posicions i actituds a partir d'observacions dels giròscops i acceleròmetres.
2. Programari inercial analític assistit amb observacions de posició (P), de velocitat (V) o d'ambdues (PV), obtingudes amb ajuda del sistema GPS. Aquest programari realitza el calibratge dels giròscops i acceleròmetres de l'IMU, millorant la qualitat de la trajectòria a obtenir. Es calculen posicions i actituds utilitzant un filtre de Kalman assistit d'observacions de posició i/o velocitat, i s'afegeix una etapa de suavització de la trajectòria obtinguda. Amb l'ús d'aquest programari també s'obté la capacitat d'adaptació del càlcul integrat de diferents sensors a les necessitats pròpies de l'ICC, com és la possibilitat d'integrar nous sensors o tipus d'observacions que altres programaris comercials no contemplen.

El desenvolupament del GAST-02 aporta mòduls per a la determinació de la gravetat i la part corresponent a la integració amb eines per a la determinació del geoida a partir d'aquesta gravetat.



Representació del geoida.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Fotogrametria.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

GAST: Gravimetria aerotransportada.

Sistema GEOMOBIL.

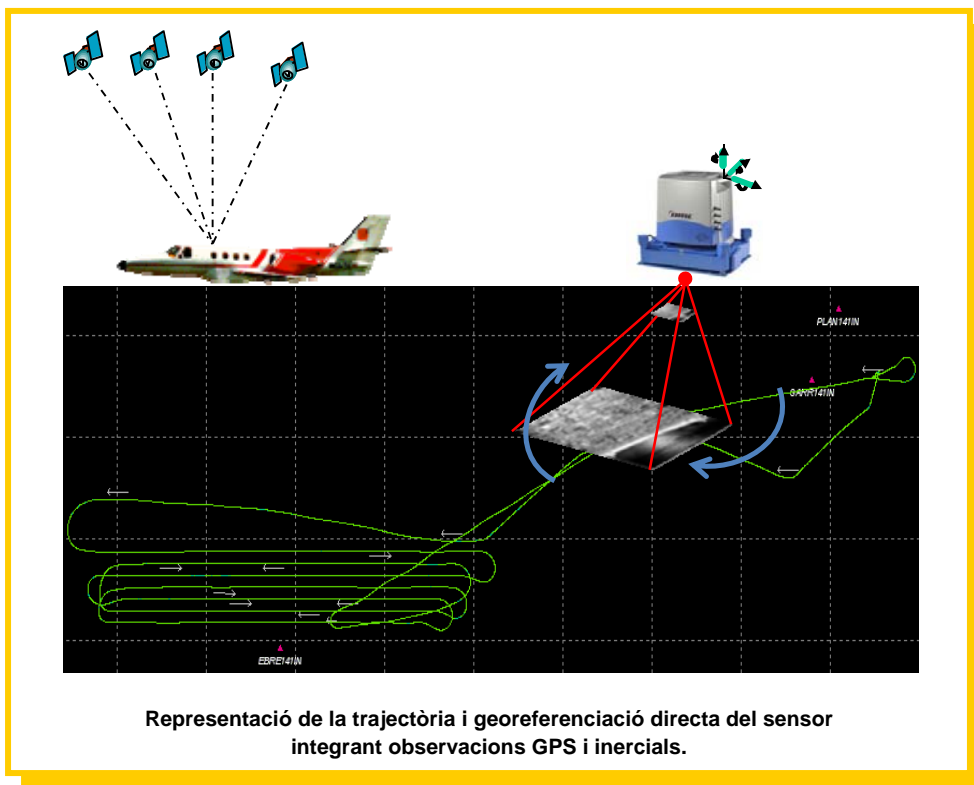
Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM.

Descripció

L'objectiu és integrar els sistemes i algorismes necessaris per a la determinació directa (és a dir, mitjançant la integració d'observacions GPS i inercials) de l'orientació de sensors d'observació de la Terra aerotransportats com són els radars interferomètrics, els altímetres làser i els sistemes òptics hiperespectrals i càmeres fotogramètriques.

Els objectius del projecte NOSA són:

- ▶ Integració de les mesures GPS i inercials per a la determinació de l'orientació directa.
- ▶ Establiment de mètodes de treball òptims i dels rangs d'utilització de l'orientació directa de sensors.
- ▶ Diagnosi i resolució d'incidències en referència als sistemes d'orientació dels sistemes fotogramètrics.
- ▶ Sincronització de sensors amb sistemes GPS i inercials.
- ▶ Seguiment dels darrers desenvolupaments en posicionament cinemàtic i de navegació.



Representació de la trajectòria i georeferenciació directa del sensor integrant observacions GPS i inercials.

Actualment, l'ICC disposa de 5 sistemes d'orientació directa. El primer sistema operacional desenvolupat a l'ICC fou el SISA, que s'utilitza per a orientar el sensor hiperespectral CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager). Els altres quatre sistemes són sistemes claus en mà, dos d'ells s'utilitzen per a orientar les càmeres fotogramètriques, un altre per a l'altímetre làser aerotransportat i el darrer és específic per a fer orientació directa terrestre i és integrat en el GEOMOBIL (sistema fotogramètric terrestre).

Geodèsia

NOSA. Navegació i orientació de sensors aerotransportats

Aportació

S'han assolit els coneixements adients per a realitzar la integració dels diferents components d'un sistema d'orientació directa per a sensors, la qual cosa permet una òptima utilització dels sistemes claus en mà que són integrats en alguns dels sensors.

S'ha avançat en la incorporació de millores que permetin una orientació directa de més precisió, amb la incorporació de la informació de la plataforma giroestabilitzada (T-AS) per al control de qualitat de les dades d'orientació en temps real o l'ús de models ionosfèrics tomogràfics en el càlcul GPS.

S'ha desenvolupat un programari que en vols combinats DMC-lidar aprofita la posició de l'orientació de la càmera per a donar posició al lidar.

També s'ha desenvolupat un model geomètric *estricte* per a l'orientació del sensor TASI que incorpora la relació geomètrica entre ambdues meitats de la imatge.



DMC i TASI embarcats en avió.

Lideratge de l'estudi

UPC (GAGE).

Participants i col·laboradors

Galileo Joint Undertaking, Ministerio de Educación y Ciencia, Fondos FEDER.

Període

2005-2007.

Projectes relacionats

SPGIC: Sistema de Posicionament Integrat de Catalunya.

Descripció

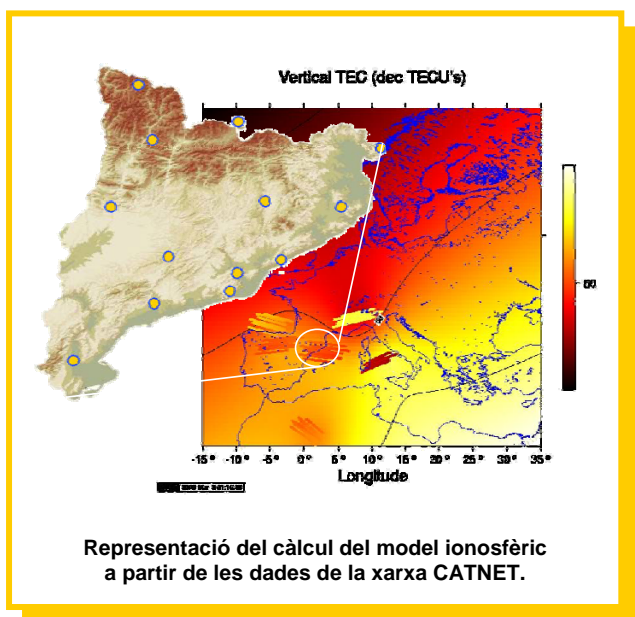
En aquest projecte es pretenia avaluar l'efecte de les pertorbacions ionosfèriques en el posicionament precís mitjançant un estudi a partir de 6 anys d'observacions acumulades. Al mateix temps es van desenvolupar algorismes perquè en una xarxa de receptors permanents es puguin advertir o modelar aquestes pertorbacions de manera que sigui possible mitigar l'efecte del posicionament d'un usuari en aquesta xarxa. Finalment es va estudiar la implementació dels algorismes desenvolupats en la xarxa CATNET d'estacions permanents GPS.

En aquesta línia de treball l'ICC va participar en dos projectes:

- "Posicionament centimètric amb Galileo: Validació del Wide Area Real-time Kinematics (WARTK) en la xarxa CATNET (WARTKnet)". Projecte coordinat per la UPC i subvencionat parcialment pel programa d'I+D del Ministerio de Educación y Ciencia. La tasca a realitzar per l'ICC consistia en la validació dels algorismes desenvolupats mitjançant la seva implementació en la xarxa CATNET. Aquest conjunt de proves va permetre la consecució de tres objectius:
 - a) validar els algorismes de generació de models ionosfèrics i WARTK,
 - b) determinar la idoneïtat dels models en condicions ionosfèriques adverses (TDI) i
 - c) determinar la idoneïtat dels algorismes desenvolupats en xarxes d'estacions permanents GNSS menys denses.
- "WARTK based on EGNOS and Galileo: Technical Feasibility Study". Projecte coordinat per la UPC i cofinançat pel Galileo Joint Undertaking de la Unió Europea, en la prioritat de l'espai, subprioritat "Galileo". L'objectiu era el desenvolupament de la metodologia per a proveir posicionaments en temps real amb una precisió de centímetres, sobre Egnos i Galileo.

Aportació

El beneficiari final és la comunitat geodèsica i topogràfica, i també els usuaris de sistemes de localització personal basats en GPS (LBS).



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Àrees de Teledetecció i Geodèsia.

Període

Activitat continuada.

Descripció

El programa té com a objectiu conèixer a fons les possibilitats cartogràfiques dels nous sensors d'aplicació a la cartografia –especialment els estereoscòpics embarcats en satèl·lits– i també preparar i adaptar els sistemes de producció propis i comercials tant per a la línia de producció de mapes d'imatge com per a la de cartografia topogràfica.

Una part important d'aquestes tasques implica l'estudi i el desenvolupament del model geomètric rigorós del sensor que defineix la geometria del procés de formació de la imatge. Aquest model té una sèrie de paràmetres lliures que s'ajusten mitjançant un conjunt de punts de control de posició coneguda a terra i parells de punts homòlegs entre imatges. La determinació de les orientacions de les imatges es realitza amb el sistema d'aerotriangulació GeoTeX/Ajumult de l'ICC, que permet ajustar

nombroses imatges procedents de diferents sensors amb poc o nul recolzament de camp. Posteriorment es deriva una transformació genèrica que usen els sistemes comercials de fotogrametria digital per a la restitució. En el cas de les ortoimatges, les incerteses estan lligades bàsicament a l'òrbita del satèl·lit i la seva actitud i el model del sensor s'implementa en el programari de rectificació.

En aquest moment es coneixen els models dels sensors RadarSat, ERS i ENVISAT (radar), Landsat, SPOT, MOMS, Ikonos i QuickBird (òptics), TerraSAR-X, Radarsat-2, ALOS/PALSAR (radar) i es troben en estudi CartoSat II i CosmoSkyMed.



Imatge generada pel sensor PALSAR del satèl·lit ALOS (R:G:B HH:HV:VV) de la zona de Nagoya (Japó) (facilitada per JAXA EORC).

En el marc de l'estudi HRS (High Resolution Stereoscopic) organitzat pel CNES (Centre Nacional d'Études Spatiales) i l'ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) s'ha avaluat la capacitat del sensor HRS embarcat en el SPOT-5 per a la determinació de models d'elevacions del terreny.

S'ha treballat en l'ajust simultani d'imatges òptiques i radar sobre zones remotes i en l'avaluació de les seves capacitats mètriques i estereoscòpiques en estacions fotogramètriques digitals (radargrametria).

Aportació

Tecnologia pròpia per a utilitzar imatges satèl·lit estereoscòpiques en projectes cartogràfics. Aquesta tecnologia ha permès des de 1999 restituir amb qualsevol tipus de sensor estereoscòpic, tant òptic com radar.

Millora de la precisió del model de funcions racionals en el marc d'un ajust per blocs amb pocs o, fins i tot, cap punt de control, especialment quan es tracten moltes imatges simultàniament. Això permet dur a terme projectes cartogràfics en zones remotes on la informació de camp és escassa o inexistent.

Publicacions tècniques

- Arbiol, R.: *Sensors i captació primària de dades*. Revista Catalana de Geografia, IV època, volum XIV, núm. 37. 2009. www.rcg.cat
- Núñez, J., Fors, O., Otazu, X., Palà, V., Arbiol, R., Merino, M. T.: *A Wavelet-Based Method for the Determination of the Relative Resolution Between Remotely Sensed Images*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 44, núm. 9, pàg. 2539-2548. 2006.
- Kornus, W., Alamús, R., Ruiz, R., Talaya, J.: *DEM Generation from SPOT-5 3-fold Along Track Stereoscopic Imagery using Autocalibration*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2006.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Participants, col·laboracions

Centre de Visió per Computador (CVC).

Període

2002-2010.

Projectes relacionats

NOSA. Navegació i orientació de sensors aerotransportats.

Descripció

El sistema GEOMOBIL és un sistema de captació contínua d'informació des d'un vehicle terrestre en moviment. El sistema es basa en una plataforma mòbil terrestre sobre la qual s'han instal·lat diferents sensors i un sistema d'orientació directa. El sistema disposa del programari necessari per a la captació i el processament de les dades dels sensors.

Actualment hi ha muntades sis càmeres digitals color en una disposició adient per a formar parells estereoscòpics per a la mesura fotogramètrica de precisió en diversos angles de visió simultanis. El sistema capta les imatges a una cadència prou alta com per a operar a una velocitat de fins a 70 km/h. També s'ha instal·lat un làser terrestre que permet mesurar el relleu de les escenes captades de forma georeferenciada.

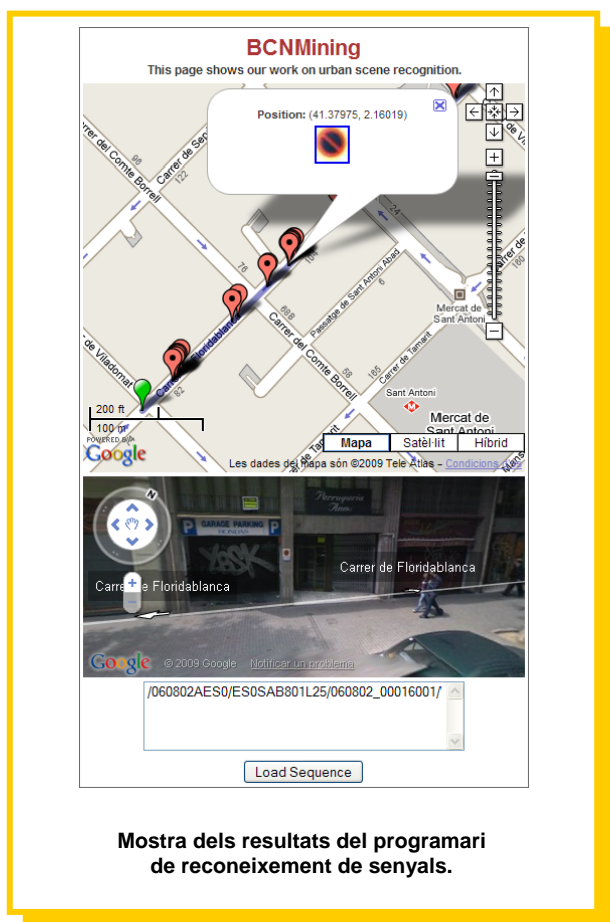
El sistema inclou un sistema d'orientació directa basat en observacions GPS i mesures d'una unitat inercial. També s'ha desenvolupat la metodologia necessària per al calibratge de les diferents parts del sistema i el sistema d'explotació de les imatges. Aquest consta de funcionalitats de selecció i visualització de les imatges, i eines per a la digitalització dels objectes (eixos de vials, senyals de trànsit, punts quilomètrics, etc.).

En col·laboració amb el Centre de Visió per Computador de la Universitat Autònoma de Barcelona, es desenvolupen eines per a la detecció i classificació de senyals de trànsit i per a la interpretació de senyals informatius amb text, com els guais, per a reduir el cost de digitalització de les dades.

El sistema assoleix una precisió per sota d'un metre en la determinació de coordenades, precisió que és compatible amb la cartografia a 1:5 000.

La col·laboració ha continuat amb la visualització dels senyals en un entorn web i amb la detecció d'objectes per a la protecció de la privacitat, incloent la detecció de cares i de matrícules de cotxes.

També s'analitza el disseny més apropiat de les bases de dades que han de permetre l'explotació de les dades captades pel sistema.



Mostra dels resultats del programari de reconeixement de senyals.

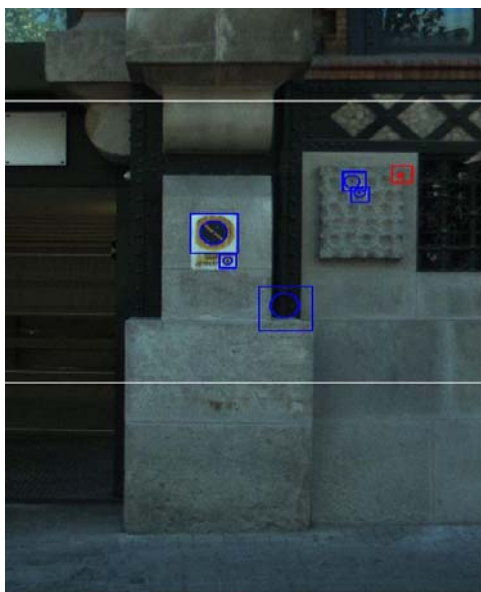
Sensors

Sistema GEOMOBIL

Aportació

Desenvolupament d'una eina capaç d'adquirir dades de camp de forma ràpida, eficient i precisa. Per exemple, amb les imatges es poden realitzar inventaris de carreteres amb precisió suficient per a integrar-los en sistemes d'informació geogràfica i en cartografia a escala 1:5 000 i catàlegs urbans. El sistema làser permet realitzar mesures de la topografia d'objectes propers i construir models 3D de façanes.

Desenvolupament d'un simulador de navegació per a testar la captació d'imatges en funció de la velocitat del vehicle optimitzant el programari de captació i sincronització.



Exemple de captació automàtica de senyals de circulació a partir de les imatges preses pel sistema GEOMOBIL. Exemple de detecció d'un gual.

Publicacions tècniques

- Baró, X., Vitrià, J.: *Weighted Dissociated Dipoles: An extended visual feature set*. 6th International Conference on Computer Vision Systems (ICVS2008), Santorini, Grècia. Imprès: Theoretical Computer Science and General Issues 2008. Lecture Notes in Computer Science, 5008:281-290. Springer ISBN: 978-3-540-79546-9. Maig 2008.
- Baró X., Vitrià, J.: *Evolutionary Object Detection by means of Naïve Bayes Models Estimation*. 10th European Workshop on Evolutionary Computation in Image Analysis and Signal Processing (EvoIASP2008), Nàpols. Imprès: Applications of Evolutionary Computing, EvoWorkshops 2008: EvoCOMNET, EvoFIN, EvoHOT, EvoIASP, EvoMUSART, EvoNUM, EvoSTOC, and EvoTransLog, Nàpols. 2008. Lecture Notes in Computer Science, 4974:235-244. Springer. ISBN: 978-3-540-78760-0. Març 2008.
- Serra, A., Baron, A., Bosch, E., Casacuberta, J., Pla, M., Sánchez, S.: *Integración de cámaras color en el sistema Geomòbil*. 7a Setmana Geomàtica de Barcelona. Barcelona, 2007.
- Escalera, S., Pujol, O., Radeva, P.: *Traffic Sign Recognition using Error Correcting Techniques*. International Conference on Computer Vision Theory and Applications VISAPP2007, pàg.281-285. 2007.
- Baró, X., Vitrià, J.: *Real-Time Object Detection using an Evolutionary Boosting Strategy*. 9è Congrés Internacional de l'Associació Catalana d'Intel·ligència Artificial. Perpinyà, 2006. Imprès: Artificial Intelligence Research and Development, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, 146:9-18. IOS Press, ISBN: 978-1-58603-663-7. Octubre 2006.



Imatge del GEOMOBIL.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Període

2005-2007.

Projectes relacionats

Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM.

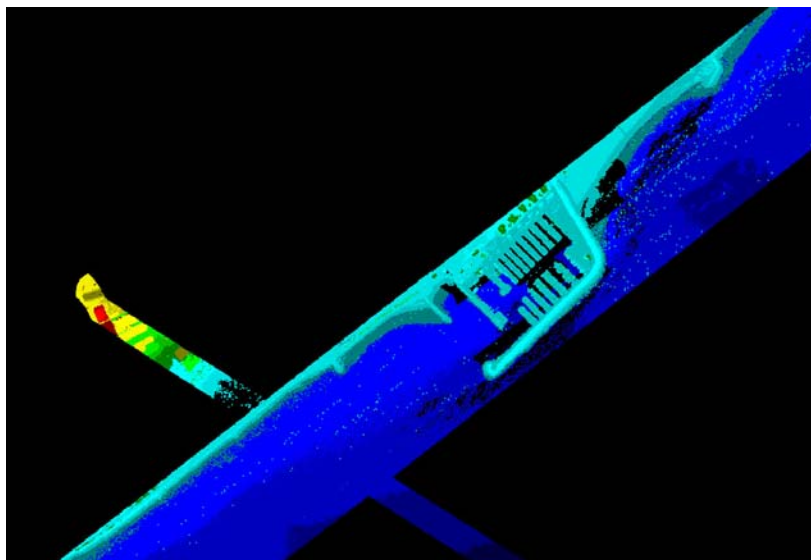
Descripció

El lídar (Light Detection And Ranging) és un sistema de làser de mesura de punts sobre superfícies, que permet un recobriment ràpid i precís de models digitals d'elevació.

En el cas de la batimetria lídar aerotransportada, funciona amb l'ús d'una pulsació làser infraroja utilitzat per a detectar la superfície de l'aigua, i una pulsació amb una longitud d'ona verda utilitzada per a penetrar l'aigua. L'objectiu principal és la determinació de la fondària de l'aigua però també es poden detectar objectes submergits.

Aquest projecte va permetre demostrar la viabilitat de la tecnologia lídar per a la realització de batimetries en les condicions de la costa mediterrània i també realitzar una comparació de la informació obtinguda amb altres sistemes.

El 18 de març de 2006 es va fer un vol de demostració a la costa de Mataró amb un Hawk Eye II. Consta de 6 passades paral·leles que cobreixen una àrea de 10 km x 500 m i una passada transversal. Disposem de dades obtingudes amb sonda acústica de la mateixa zona cedides per la Direcció General de Pesca.



Vol batimètric de la costa de Mataró.

Aportació

Experiència en la utilització d'aquesta tecnologia per a la gestió de costes i la cartografia hidrogràfica.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Fotogrametria.

Participants, col·laboracions

NTE, SA.

Període

2002-2010.

Projectes relacionats

EuroDAC².

Comportament radiomètric de les càmeres digitals.

Descripció

L'objectiu és conèixer en detall les principals característiques geomètriques i radiomètriques de les càmeres fotogramètriques digitals del mercat.

La utilització de càmeres digitals en vols fotogràfics implica augmentar la qualitat i reduir despeses en poder estalviar completament els processos manuals de laboratori i d'escaneig dels fotogrames, tot evitant les distorsions geomètriques, les degradacions radiomètriques i les imperfeccions degudes als processos esmentats. Un benefici addicional és poder prendre imatges amb menys llum i, per tant, estendre la finestra diària de vol i també allargar la temporada de vols.

En el disseny de sistemes de format gran, el principal problema ve del fet que les matrius CCD (Charge Coupled Devices) són petites comparades amb la fotografia aèria tradicional de 23 x 23 cm, cosa que implica des economies en la seva utilització pràctica en missions de presa d'imatges aèries a causa de l'augment del nombre de passades de vol.

La solució al problema s'ha atacat de diferents maneres: barretes lineals CCD que "escombren" el terreny línia a línia amb l'avanç de l'avió, muntatges de 4 càmeres, cada una amb una matriu CCD relativament gran entre d'altres solucions. Les dues càmeres de l'ICC, adquirides el 2004 i 2005, corresponen al segon grup.

No obstant, amb l'evolució de la tecnologia en els darrers anys, la mida dels dispositius fotosensibles digitals ha anat creixent i en l'actualitat la varietat de fabricants i sistemes disponibles és molt més gran que uns quants anys enrere.



Components de la càmera DMC.

Aportació

Caracterització de les prestacions geomètriques de les càmeres fotogramètriques digitals que l'ICC ha anat adquirint, posada en producció d'aquestes càmeres i desenvolupament del concepte d'auto-calibratge que contempla les característiques geomètriques pròpies d'aquestes càmeres a fi de millorar les precisions geomètriques en les tasques d'orientació.

Avaluació de l'ús d'imatges de l'ADS40.

Publicacions tècniques

- Alamús, R., Kornus, W., Pla, M., Talaya, J.: Evaluación de la precisión en tres años de campañas con cámara digital en el ICC. Setmana Geomàtica. Barcelona, 2009.
- Talaya, J., Kornus, W., Pla, M.: Accuracy and Efficiency exceed Analogue: Mapping with Digital Cameras. GIM International, vol 23, issue 5, pàg. 25-29. 2009.
- Alamús, R., Kornus, W.: *DMC geometry analysis and virtual image characterisation*. The Photogrammetric Record 23(124) pàg. 373-371. 2008.
- Alamús, R., Kornus, W., Talaya, J.: *DMC virtual image characterization: Experiences at ICC*. XXI ISPRS Congress. Pequín, 2008.
- Martínez, L., Arbiol, R.: *ICC experiences on DMC radiometric calibration*. EuroCOW2008. Castelldefels, 2008.
- Talaya, J., Kornus, W., Alamús, R., Soler, E., Pla, M., Ruiz, A.: *Analyzing DMC performance in a production environment*. XXI ISPRS Congress. Pequín, 2008.
- Alamús, R., Kornus, W., Riesinger, I.: *DMC geometric performance analysis*. ISPRS "High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information". Hannover, 2007.
- Martínez, L., Arbiol, R., Palà, V., Pérez, F.: *Digital Metric Camera radiometric and colorimetric calibration with simultaneous CASI imagery to a CIE Standard Observed based colour space*. IGARSS2007, IEEE International Publication pàg. 4140-4143. Barcelona, 2007.
- Alamús, R., Kornus, W., Talaya, J.: *Studies on DMC geometry*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol 60, núm. 6. pàg. 375-386. 2006.
- Kornus, W., Alamús, R., Talaya, J.: *Tests and performance analysis of the DMC at the Cartographic Institut of Catalonia (ICC)*. Proceedings of the International and Orientation Workshop EuroCOW 2006. Castelldefels, 2006.
- Zhang, L., Kocaman, S., Akca, D., Kornus, W., Baltasvias, E.: *Tests and performance evaluation of DMC images and new methods for their processing*. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol 36, part 1. París, 2006.



Imatges captades des d'avió.

Lideratge de l'estudi
EuroSDR.

Participants, col·laboracions
IfP Universität Stuttgart, ICC, Blom Geomatics AS, IGN-France, Swisstopo, Humbolt Universität.

Període
2007-2010.

Projectes relacionats
Comportament radiomètric de les càmeres digitals.
Càmeres digitals.

Descripció

Desenvolupament d'un procés europeu de validació, calibratge i certificació de càmeres aèries digitals per a cartografia que substitueixi el mètode tradicional de certificació de càmeres analògiques per a cartografia. El mètode tradicional és basat, gairebé de forma exclusiva, en calibratges en el laboratori, motiu pel qual no es pot traspasar a l'entorn de les noves càmeres digitals.

El projecte es desglossa en les etapes següents:

- ▶ Investigació de les necessitats dels usuaris i llurs expectatives.
- ▶ Anàlisi del procés de producció de la càmera.
- ▶ Definició del procés europeu de validació, calibratge i certificació de càmeres digitals.
- ▶ Acceptació d'EuroDAC tot incorporant comentaris i suggeriments dels membres d'EuroSDR.
- ▶ Implementació a nivell europeu d'EuroDAC.

A diferència dels ben coneguts sistemes analògics de producció d'imatges, que tots segueixen el mateix principi geomètric i podien gaudir de les mateixes característiques radiomètriques, les càmeres digitals disponibles es basen en diversos dissenys amb diferències en els principis per a conformar la imatge (sensors lineals enfront sensors matricials); en el disseny òptic (un capçal enfront de solucions amb capçals múltiples) i, fins i tot, en el concepte d'enregistrament de la imatge (totes les parts que conformen una imatge es prenen en el mateix instant (sincronia) o en el mateix lloc (syntopic), o en les diferents aproximacions per a obtenir el color: sensors amb filtres bayesianos o múltiples capçals amb filtres espectrals diferents per capçal. Addicionalment la dinàmica del progrés tecnològic augmenta el nombre de fabricants de càmeres i la varietat de dissenys i mètodes de captació d'imatge.

Aquesta diversitat d'instrumentació implica una diversitat de rendiments associats als instruments. La manca de processos de certificació o validació específics per a càmeres aèries digitals que siguin vàlids per a la varietat dels dissenys de càmeres descrits en el paràgraf anterior porta a no disposar de criteris per a avaluar el rendiment de cada càmera per a realitzar les tasques fotogramètriques convencionals i, per tant, assegurar la qualitat del producte final.



Sensors

EuroDAC²

En l'enllaç www.ifp.uni-stuttgart.de/eurosdr/ es pot seguir l'evolució de les tasques realitzades i la documentació associada al projecte.

Aportació

Participació en l'elaboració d'un procediment europeu per a la validació i calibratge de càmeres aèries digitals, que implica l'estandardització de camps de validació i de calibratge inventariat dels camps disponibles a Europa, i l'estandardització dels procediments per a dur a terme la validació, calibratge o certificació per a usos cartogràfics certificat pel Comitè Europeu de Normalització (CEN).

Lideratge de l'estudi
EuroSDR.

Participants, col·laboracions
ICC, Finnish Geodetic Institut.

Període
2008-2011.

Projectes relacionats
EuroDAC².
CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics.

Descripció

L'objectiu del projecte és ampliar el coneixement del comportament radiomètric de les càmeres fotogramètriques digitals. Això permetrà revisar els mètodes i els procediments vigents per a la millora radiomètrica de les imatges, compartir solucions operatives mitjançant la comparació de les diferents tècniques emprades sobre un mateix conjunt de dades de test i analitzar el benefici del calibratge radiomètric per accedir a noves aplicacions (classificació, detecció de canvis...).

El projecte es desglossa en dues fases: anàlisi de la situació actual (mitjançant enquesta) i realització de vols de test per a l'anàlisi de resultats.

La primera fase se centra en la metodologia, es revisa i compila la informació sobre el tema: definicions, calibratge radiomètric absolut, correcció radiomètrica d'imatges (o millora radiomètrica), indicadors de qualitat radiomètrics i cadenes de processament radiomètric exemplars.

En base als resultats de la primera fase, la recerca empírica de la segona fase se centra a fer vols de test i obtenir mesures complementàries on aplicar aquestes tècniques per a determinar paràmetres radiomètrics i millorar les imatges.

L'adquisició de les dades del test és crítica. Aquestes inclouen, per exemple, blocs d'imatges a diferent alçada de vol i obtingudes en diferents dies per a millorar la robustesa dels resultats. Al mateix temps, la captació simultània de dades aèries hiperespectrals del CASI o AISA (mètode basat en la radiància) o radiància del terreny i dades atmosfèriques (mètode basat en la reflectància) ha de permetre el calibratge radiomètric absolut.

Sobre aquestes dades de test els participants se centren en temes d'interès: calibratge radiomètric del sensor, processos per defecte del programari de postprocés del sensor, correcció radiomètrica de la imatge o aplicacions. Altrament, els coordinadors del projecte faran l'anàlisi final de la qualitat radiomètrica de les imatges i l'adequació de les dades processades a diverses aplicacions.



Sensors

Comportament radiomètric de les càmeres digitals

A l'ICC s'ha realitzat el processament de dades CASI per validar les millores introduïdes per a la consideració de l'efecte *smiling* i de l'amplada i la forma dels canals CASI; i l'estudi de l'efecte de l'atmosfera en la pèrdua de resolució a les imatges DMC amb simulacions de transferència relativa i validació amb imatge DMC real.

A <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/euroedr/> es pot obtenir més informació sobre el projecte.

Aportació

Definició, objectius i abastament de la campanya d'adquisició de dades de test (feta a Banyoles el mes de juliol de 2008) i també el procés de les dades captades pels sensors de l'ICC i la definició i l'elaboració del conjunt de dades de test. Aquest conjunt de dades es posa a disposició dels investigadors europeus, en el context de les activitats de l'EuroSDR, que vulguin millorar el coneixement de la resposta radiomètrica dels sensors fotogràfics digitals.

Publicacions tècniques

- Arbiol, A., Martínez, L.: *ICC-Banyoles 2008 Campaign in the Framework of RuroSdDR Radiometry Project. Project Description and Preliminary Results*. Setmana Geomàtica. Barcelona, 2009.
- Honkavaara, E., Arbiol, R., Markelin, L., Martínez, L., Cramer, M., Bovet, S., Chandelier, L., Ilves, R., Klonus, S., Marshall, P., Schläpfer, D., Tabor, M., Thom, C., Veje, N.: *Digital Airborne Photogrammetry - A new Tool for Quantitative Remote Sensing? - A State-of-the-Art Review On Radiometric Aspects of Digital Photogrammetric Images*. Remote Sensing, núm. 1, pàg. 577-605. 2009.
- Honkavaara, E., Arbiol, R., Markelin, L., Martínez, L., Cramer, M., Korpela, I., Bovet, S., Thom, C., Chandelier, L., Ilves, R., Klonus, S., Reulke, R., Marshall, P., Tabor, M., Schläpfer, D., Veje, N.: *Status report of the EuroSDR project "Radiometric Aspects of Digital Photogrammetric Airborne Images"*. Proceedings of ISPRS Workshop. Hannover, 2009.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Centre de Suport al Programa Català d'Observació de la Terra.

Participants, col·laboracions

RSLab, Departament de Teoria del Senyal i Comunicació de la UPC, Centre de Recerca Aplicada en Hidrometeorologia –CRAHI.

Període

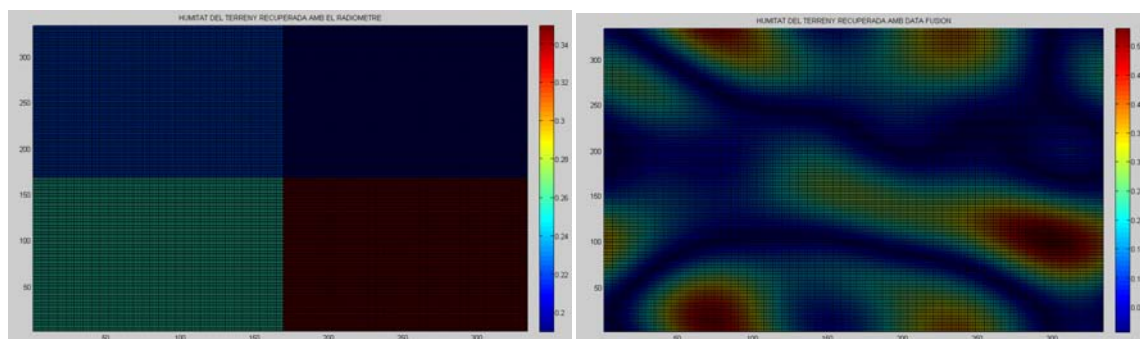
2009-2012.

Descripció

Els radiòmetres són receptors altament sensitius; en el nostre cas, en el rang de les microones. HUMID se situa en aquest escenari tecnològic i estratègic d'alt valor afegit en aplicacions i utilitats referents al cicle de l'aigua, com poden ser humitat, salinitat, recursos hídrics, etc. Cal dir que els problemes, els impactes, les afectacions relacionades amb el cicle de l'aigua són al nostre país preocupació de primer ordre.

L'ús de radiòmetres en el rang de les microones es remunta al 1968 però no va ser fins a mitjan 1980 que es va fer operacional gràcies a la família SSM/I. Actualment, molts radiòmetres orbiten la Terra aportant dades atmosfèriques i geofísiques. Als anys 1990, l'interès es va dirigir cap a l'ús de les freqüències en banda L, on la sensibilitat a la humitat en terra i la salinitat superficial en el mar són manifestes i de gran importància en el context temàtic del cicle de l'aigua. Actualment la missió SMOS (ESA) i AQUARIUS (NASA) embarquen radiòmetres en banda L.

L'objectiu del projecte és generar informació de qualitat i d'alt valor afegit en el context del cicle de l'aigua orientat a donar suport a la comunitat científica, tecnològica i empresarial per a un millor coneixement, gestió i anàlisi de les polítiques mediambientals i de gestió del territori.



Resultats del simulador de recuperació d'humitat. En la figura de l'esquerra, valors d'humitat del radiòmetre aerotransportat i, en la imatge de la dreta, millora en la resolució de la humitat sota l'aproximació HUMID, de fusió amb dades dels sensors tèrmics i VNIR de l'ICC.

Sensors

Projecte HUMID (RACERO)

HUMID combina dades de satèl·lit i de sensors aerotransportats (radiòmetres, radar polarimètric, índexs de vegetació amb VNIR i SWIR), amb veritat terreny per tal de validar missions per satèl·lit com SMOS o AQUARIS, i obtenir dades per a determinar la humitat del sòl (SM) i el contingut de l'aigua de la vegetació (VWC), i millorar la resolució, la capacitat de resposta i l'adequació a escales regional i local.

Paràmetres com la salinitat superficial de l'aigua, la humitat del sòl o el contingut en aigua de la vegetació, crítics en el coneixement del cicle de l'aigua, poden ser mesurats a partir de les variacions de la temperatura de brillantor pels radiòmetres en microones.

Aportació

Desenvolupament d'un sensor operacional aerotransportat per obtenir valors d'humitat del terreny amb una resolució espacial mínima (GSD) de 150 metres.

El coneixement de la humitat del sòl o del contingut en aigua de la vegetació representa un descriptor mediambiental de primer ordre en el coneixement del cicle hidrològic. La dificultat en la seva mesura i captació espacial ofereix un escenari de repte i oportunitat per a un projecte com HUMID.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Teledetecció.

Període

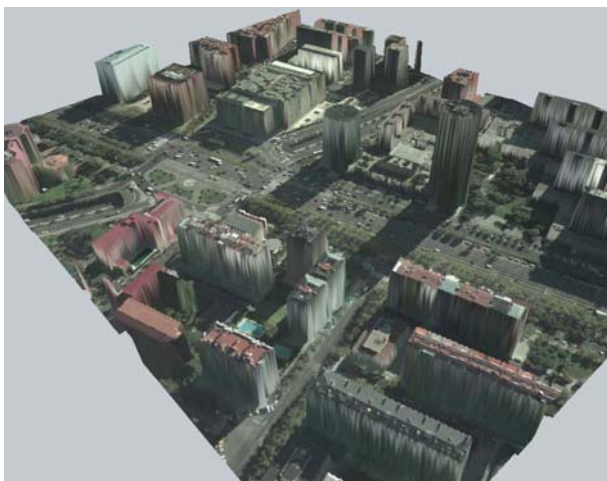
1999-2007.

Període

Procés d'imatges: Algorismes.

Publicacions tècniques

- Soler, M. E., Arbiol, R., Pérez, F.: *Avances en la generación de ortofoto estricta a escalas grandes*. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Calataiud, 2009.
- Xandri, R., Pérez, F., Palà, V., Arbiol, R.: *Seamless automatic mosaicking taking into account infrastructures and buildings*. ISPRS Commission I Symposium. Paris, 2006.



Imatge en 3D d'una imatge realitzada mitjançant True Orto.

Descripció

La ortoimatge és un producte cartogràfic àmpliament utilitzat com a complement de la cartografia topogràfica. El seu tret principal –la imatge rectificada– permet a l'usuari obtenir informació diferent a la definida en la llegenda del mapa topogràfic derivat de la mateixa imatge. La segona característica és la rapidesa de realització.

Tot això ha fet que les ortoimatges siguin un element bàsic d'informació en zones de gran dinàmica de canvi territorial.

Malgrat la relativa facilitat de producció, la generació d'ortoimatges a escala molt gran és delicada. En primer lloc, si s'usen les elevacions del terreny per a rectificar les imatges originals, els edificis i les estructures artificials no estaran en la seva posició correcta. En la figura es veu que, a causa de l'efecte de perspectiva, les torres "cauen" sobre el lateral del carrer. Aquest problema se soluciona usant les elevacions reals d'edificis.

El segon problema, també causat de l'efecte de perspectiva, és que els edificis alts oculten zones de l'orto. En la figura, la torre de la dreta tapa tot el carril lateral. Aquestes zones s'han d'omplir amb trossos de les imatges veïnes del mateix vol per a no deixar zones buides a l'orto. A més, la participació de molts fotogrames diferents demana la generació automàtica de bones línies de costura.

Aportació

Programari per a la resolució dels problemes de les ortoimatges a escala molt gran utilitzant les elevacions reals dels edificis i vols fotogramètrics amb molt recobriment longitudinal i transversal. Aquesta tecnologia s'empra per a la producció d'ortos per a escales grans amb dimensions de píxel per sota dels 50 cm.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció, Unitat de Fotogrametria.

Participants, col·laboracions

Departament de Matemàtica Aplicada 2 (UPC).
Departament d'Astronomia (UB).

Període

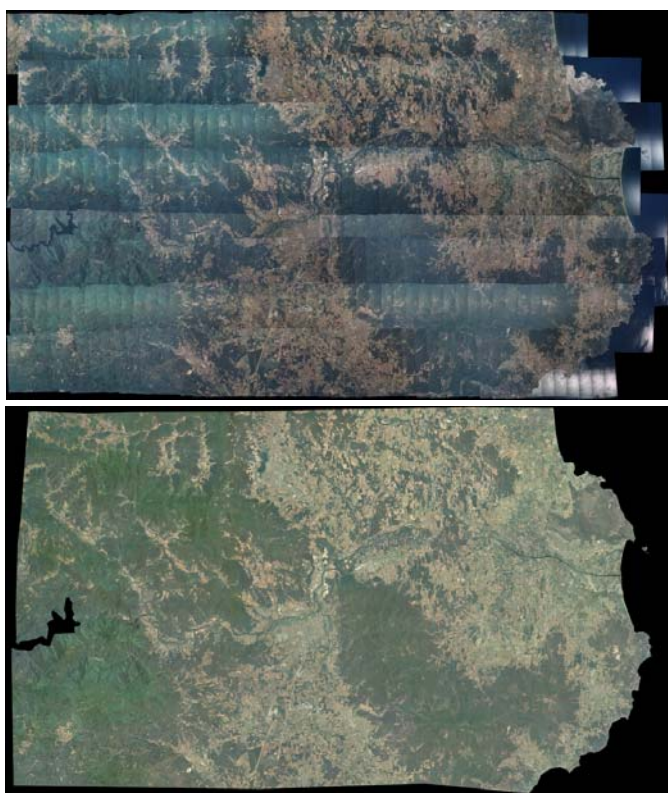
Activitat continuada.

Descripció

La contínua substitució de les tecnologies analògiques per les digitals en els processos cartogràfics té un reflex directe en les tecnologies, els processos i els projectes de l'ICC que es recolzen en el processament d'imatges digitals. En conseqüència, l'ICC desenvolupa contínuament eines de tractament d'imatge per a millorar els seus productes basats en imatge, com explotar la informació continguda en les imatges digitals, i optimitzar i automatitzar les metodologies de producció.

L'objectiu d'aquest projecte és el desenvolupament de nous algorismes i eines de processament d'imatges i adaptar les eines existents a necessitats dels projectes productius. Actualment s'està treballant en diferents aspectes:

- ▶ Anàlisi de la resolució espacial real d'imatges digitals.
- ▶ Igualació radiomètrica de blocs d'imatges (aèries o de satèl·lit) per reduir les diferències i els efectes locals com ara reflexos o *hot-spot* determinats per la posició del sol, els angles de captació i el terreny; igualació de contrast per tenir en compte les diferents textures dels objectes en funció de l'altitud solar i també per al tractament d'ocultacions.
- ▶ Millora de les tècniques automàtiques de mosaic per incorporar informació relativa als núvols, per solucionar les pèrdues de definició d'imatge associades als diferents pendents del relleu (estirades) i per eliminar les zones que pateixen ocultacions per objectes descrits en el model digital de superfície.
- ▶ Desenvolupament d'algorismes per a realitzar mosaics d'imatges cercant línies de contrast i la seva connexió.
- ▶ Implementació d'un mètode d'interpolació dispersa per a evitar artefactes a les sèries d'ortofoto d'escalles grans.



Exemple de correcció d'una sèrie de fotogrames per a obtenir una imatge homogènia.

Processament d'imatges

Processament d'imatges: Algorismes

Aportació

Programari necessari per a obtenir productes digitals de qualitat òptima i resolució de problemes radiomètrics que apareixen sovint en les imatges aèries.

Publicacions tècniques

- Soler, M. E., Pérez, F., Palà, V., Arbiol, R.: *Experiencias en medidas de resolución en el ICC. 7a Setmana Geomàtica*. Barcelona, 2007.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Període

Activitat continuada.

Descripció

Anàlisi, disseny i implantació d'un sistema de correcció atmosfèrica per a sensors òptics de teledetecció embarcats en satèl·lit i aerotransportats. L'objectiu és reduir l'impacte de l'absorció gasosa, la dispersió de Rayleigh i la dispersió de Mie que l'atmosfera provoca en la radiometria de les imatges.

El mètode es basa en el càlcul de paràmetres de l'equació de transferència radiativa i dades de radiació en un conjunt de punts amb simulacions del codi 6S. El procés d'ajust múltiple estima unes concentracions d'aerosols i de vapor d'aigua, minimitzant les diferències radiomètriques respecte a punts amb valors coneguts o de punts agafats en diferents passades, alçades o sensors.

El codi de transferència radiant s'aplica a tot el conjunt d'imatges per tal d'obtenir la reflectància corregida atmosfèricament per interpolació dels píxels situats entre els punts de càlcul. El mètode inclou la possibilitat de recuperar el contrast perdut per dispersió del sistema sensor-atmosfera, l'efecte de la topografia i calcular reflectàncies aparents.



Efecte de les condicions geomètriques i atmosfèriques a la mesura radiomètrica de les imatges CASI.

De moment, s'ha aplicat a imatges dels satèl·lits Landsat, SPOT i del sensor hiperespectral CASI la resposta radiomètrica del qual s'ha millorat mitjançant el càlcul i la correcció de l'efecte *smiling* a partir d'imatges reals adquirides pel CASI i del reconeixement dels trets d'absorció de l'oxigen, sense necessitat de mesures de laboratori, i la creació d'un algorisme per a tenir en compte l'amplada i la forma real dels canals CASI.

Processament d'imatges

CORREA. Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics

Aportació

Algorismes que permeten homogeneïtzar imatges i, per tant, facilitar els processos d'anàlisi i tractament de les dades multitemporals en els diferents projectes de teledetecció, tant temàtics com carto-gràfics.

Correcció radiomètrica més acurada de les imatges CASI per a una millor interpretació de les dades espectrals.

Publicacions tècniques

- Martínez, L., Soler, M. E., Pérez, F., Arbiol, R.: *Efecto de la atmósfera en la resolución de la DMC*. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Calataiud, 2009.
- Martínez, L., Caselles, V., Palà, V., Valor, E.: *Emissivity errors in the vegetation cover method caused by the lack of atmospheric correction*. International Journal of Remote Sensing, vol. 29, núm. 6, pàg. 1825-1832. 2008.
- Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R., Caselles, V., Valor, E.: *Improvement of Thermal Emissivity Calculated with the Vegetation Cover Method by Using Optical Atmospherically Corrected Images*. IGARSS 2007: Geoscience and Remote Sensing Symposium, pàg. 2881-2884. Barcelona, 2007.
- Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R., Pérez, F., Tardà, A.: *Atmospheric Correction Algorithm Applied to CASI Multi-Height Hyperspectral Imagery*. Proceedings of the 2nd Recent Advances in Quantitative Remote Sensing, pàg. 170-173. València, 2006.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

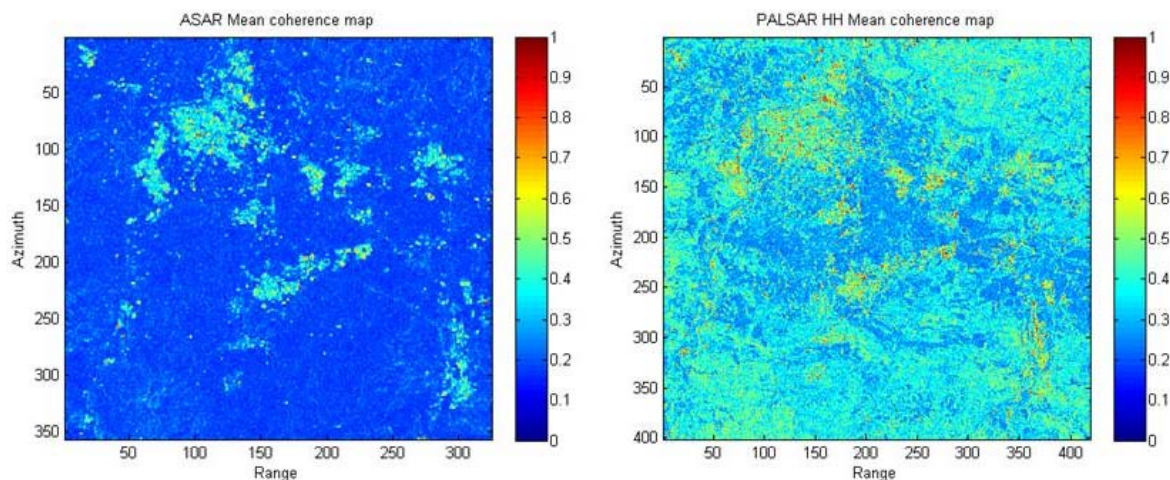
DInSAR. Anàlisi de processos de subsidència.

Descripció

Els radars d'obertura sintètica (SAR) proporcionen dos tipus d'informació: la intensitat del retorn del senyal i una fase relacionada amb la distància entre el sensor i l'objecte observat. Aquesta fase és la informació que s'utilitza per a determinar elevacions del terreny a partir de l'interferograma de dues imatges que es capten des de posicions lleugerament diferents l'una de l'altra.

L'objectiu del programa de treball és el desenvolupament i la implantació de tècniques d'interferometria radar per a la determinació del model d'elevacions del terreny. En concret, s'han desenvolupat les eines adients per tal de derivar informació altimètrica de conjunts de parells interferomètrics, i també desenvolupar eines específiques per a la visualització d'aquestes dades i l'edició interactiva de casos complexos.

En els darrers anys l'ICC ha desenvolupat el programari DISICC (Differential Interferometry Software of ICC). Amb unes dades d'entrada adequadament escollides que permetin la reducció dels nivells de soroll, es poden crear, no tan sols mapes de deformació del terreny, sinó també models digitals d'elevacions (MDE) de grans superfícies. Per a la creació dels MDE cal la combinació d'imatges SAR properes en el temps per a evitar la



Mapa de qualitat de fase (coherència) de l'àrea del Bages per ENVISAT (banda C) i PALSAR (banda L).

Teledetecció

InSAR: Interferometria SAR

pèrdua de qualitat del senyal i cobrir la màxima superfície del terreny. L'anàlisi de precisió d'aquest MDE, utilitzant imatges dels satèl·lits ERS i ENVISAT, lliure d'efectes atmosfèrics i altres incerteses, dona com a resultat un error altimètric inferior als 9 m, amb una mida de píxel de 30 m.

L'anàlisi interferomètrica amb imatges de banda C mostra manca de coherència en zones amb vegetació. Es comença l'estudi amb imatges d'alta resolució de banda L, del sensor PALSAR del satèl·lit ALOS que penetra amb més facilitat en la vegetació, i també amb altres imatges d'alta resolució en banda X del satèl·lit TerraSAR-X.

Comparació i estudi dels interferogrames diferencials en funció de la banda de treball (ERS-ENVISAT banda C, ALOS-PALSAR banda L i TerraSAR-X banda X) i la resolució espacial.

Aportació

Programari per a la determinació d'elevacions del terreny en zones tropicals i boreals cobertes de núvols quasi permanentment.

Estudi comparatiu dels interferogrames diferencials en funció de la banda de treball i la resolució espacial.

Publicacions tècniques

- Blanco, P., Arbiol, R., Pérez, F.: *Técnicas de Interferometría diferencial SAR para monitorización de deformaciones en un entorno multisensor*. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección, pàg. 553-556. Calataiud, 2009.
- Pipia, L., Fàbregas, X., Aguasca, A., López-Martínez, C., Mallorquí, J., Mora, O.: *Polarimetric temporal information for urban deformation map retrieval*. Proceedings of the 3rd International Workshop PolInSAR, pàg. 1-4. Frascati, 2007.
- Mora, O., Arbiol, R., Palà, V., Adell, A., Torre, M.: *Generation of accurate DEMs using DInSAR methodology (TopoDInSAR)*. IEEE, Geoscience and Remote Sensing Letters. EUA, 2006.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA).

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

InSAR. Interferometria SAR.
PISAR. Polarimetria InSAR.

Descripció

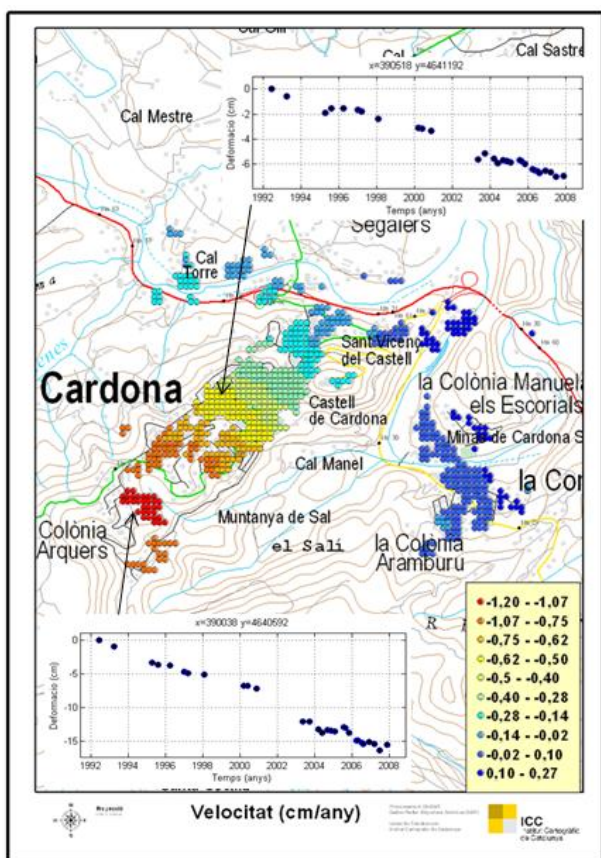
Les subsidències són esfondraments lents del terreny deguts a diferents causes. La tecnologia clàssica per a enregistrar-los és la topografia. Darrerament, però, s'han realitzat experiments basats en tècniques d'interferometria diferencial radar amb resultats prou bons com per a permetre el poder seguir aquest tipus de fenomen per satèl·lit.

El radar proporciona dos tipus d'informació: la intensitat del retorn del senyal i una fase, relacionada amb la distància entre el sensor i l'objecte observat. Aquesta fase és la informació que la interferometria utilitza per a derivar les elevacions del terreny a partir de dues imatges preses des de posicions lleugerament diferents. Quan aquestes posicions són pràcticament les mateixes, però en dos moments separats en el temps, es poden mesurar les diferències que s'han produït en el terreny a causa d'esllavissades, terratrèmols o subsidències.

L'ICC ha desenvolupat un sistema basat en aquesta tècnica per a determinar els canvis altimètrics tan petits com 1 cm per any entre dues dates a partir d'imatges del radar d'obertura sintètica (SAR) dels satèl·lits ERS i ENVISAT.

En el projecte s'han estudiat casos reals de subsidència comparant els resultats obtinguts mitjançant interferometria diferencial amb les mesures d'anivellació de precisió realitzades al camp. Els resultats han estat prou bons com per a poder combinar aquesta tècnica amb les mesures puntuals de gran precisió per a poder fer el control permanent d'un territori molt més extens a un cost reduït.

Sovint, però, els mapes de les zones de subsidència detectades queden sense informació en sortir de les àrees urbanes, ja que el fet de treballar amb sensors radar d'alta freqüència provoca que les imatges només siguin coherents en zones urbanes. Per tal d'estendre l'anàlisi fora d'aquestes zones, s'ha instal·lat una sèrie de trípodes reflectors sobre el terreny per a monitoritzar-ne el moviment i mentre continua el desenvolupament del sistema combinant imatges des d'òrbites diferents (ascendents i descendents), amb el refinament de l'orientació de les imatges emprant simulacions



Mapa de velocitat lineal de subsidència a Cardona.

Teledetecció

DInSAR: Anàlisi de processos de subsidència

d'amplitud i també integrant imatges d'altres sensors SAR en aquestes zones: SAR terrestre, ALOS-PALSAR, TerraSAR-X, Radarsat-2 i Cosmo-SkyMed.

Aportació

Sistema operacional per al control permanent dels fenòmens de subsidència a un cost reduït. Modificació del programari per a treballar amb un conjunt d'interferogrames ALOS-PALSAR, imatges d'alta resolució dels satèl·lits Radarsat-2 i Cosmo-SkyMed i dades polarimètriques per a millorar la densitat espacial i la precisió de les estimacions de les deformacions.

Publicacions tècniques

- Pipia, L., Fabregas, X., Aguasca, A., López-Martínez, C., Mallorquí, J., Mora, O.: *A subsidence monitoring project using a polarimetric GB-SAR sensor*. Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS 2007. IEEE International 2007, pàg. 192-195. 2007.
- Mora, O., Arbiol, R., Palà, V.: *Advanced DInSAR techniques for monitoring terrain displacements*. European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Barcelona, 2006.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Període

2006-2009.

Projectes relacionats

DInSAR. Anàlisi de processos de subsidència.

Descripció

El primer objectiu és la creació de mapes de deformació del terreny de gran precisió aprofitant l'alta resolució espacial i les capacitats polarimètriques dels nous sensors SAR orbitals. Posteriorment es combinarà aquesta informació amb estudis geològics, hidrogeològics, geofísics i d'estructures per a la creació de mapes i escenaris de risc.

En aquest projecte es proposa la utilització dels nous sensors d'alta resolució de radar d'obertura sintètica (SAR) embarcats en satèl·lits (TerraSAR-X, ALOS-PALSAR i Radarsat-2) per a l'obtenció de mapes de deformació del terreny d'alta precisió mitjançant tècniques DInSAR.

Les capacitats polarimètriques i d'alta resolució permeten la generació de dades interferomètriques de major qualitat que, combinades amb les ja existents (ERS-1/2 i ENVISAT), donen com a resultat grans sèries temporals, les quals permeten detectar els moviments del terreny, generalment lents, causats per explotacions mineres, sobreexplotació d'aqüífers, construccions d'infraestructures o processos naturals.

La verificació de les subsidències es realitza mitjançant el desplegament de tríedres en alguna de les zones d'estudi. Això permet realitzar mesures d'alta precisió sobre els punts on es dipositen els reflectors. Aquestes mesures poden ser comparades amb la monitorització DInSAR de la zona. Els resultats obtinguts es validen mitjançant estudis geològics i geofísics de subsòl per a determinar i caracteritzar les causes de les subsidències i avaluar-ne la perillositat.



Tríedre reflector per al seguiment de les subsidències en zones de baixa coherència.

Teledetecció

PISAR: Polarimetria InSAR

Aportació

Programari per a la utilització dels nous sensors d'alta resolució de radar d'obertura sintètica (SAR) embarcats en satèl·lits.

Estudi de la influència de la banda L en la qualitat de la fase interferomètrica en comparació a la banda C.

Mètode de combinació de dades multifreqüència i multipolarització per a incrementar el nombre de punts útils per a mesurar moviments superficials.

Publicacions tècniques

- Blanco, P., Arbiol, R., Palà, V.: *ALOS-PALSAR performances on a multiple sensor DInSAR scenario for deformation monitoring*. Proceedings of the 2nd Joint PI Symposium of ALOS Data Nodes. Rodes, 2008.
- Mora, O., Arbiol, R., Palà, V.: *ICC's project for DInSAR terrain subsidence monitoring of the Catalanian territory*. Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS 2007. IEEE International 2007, pàg. 4953-4956. 2007.
- Mora, O., Arbiol, R., Palà, V.: *The experience of the Cartographic Institute of Catalonia (ICC) on continuous DInSAR monitoring of large areas*. Proceedings "Envisat Symposium 2007". Montreux, 2007.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

Universitat Politècnica de Catalunya.

Període

2009-2012.

Projectes relacionats

PISAR. Polarimetria InSAR.

InSAR: Interferometria SAR.

DInSAR: Anàlisi de processos de subsidència.

Aportació

Estudi de la influència de la polarimetria dels nous sensors radar i llur aportació a les aplicacions temàtiques de teledetecció, en concret a la detecció de canvis i a la cartografia d'usos del sòl.

Publicacions tècniques

Blanco, P., Pipia, L., Pérez, F., Arbiol, R.: *Improving the density of coherent pixels in DInSAR with Multiple Images Techniques employing band and polarimetric combinations for deformation monitoring*. Fringe 09. ESA-ESRIN. Frascati, 2009.

Descripció

Donant continuïtat als treballs iniciats amb el projecte PISAR d'aplicar la polarimetria per a la detecció de moviments del terreny, s'amplia l'àmbit d'actuació estudiant en una primera fase les metodologies existents per al processament de dades SAR polarimètriques per a continuar aprofundint en l'estudi d'aplicacions concretes.

El grup de recerca RS-Lab del departament de TSC realitzarà un informe sobre la potencialitat de la polarimetria SAR (PolSAR) en el camp de la teledetecció radar, principalment amb sistemes orbitals i amb especial atenció al sistema TerraSAR-X i ALOS-PALSAR. També es tindran en compte les aplicacions actuals amb sistemes aèrotransportats, ja que aquests s'utilitzen com plataformes de test per futures campanyes en sistemes orbitals.

El treball d'anàlisi es dividirà en dues parts principals:

I. Introducció genèrica a la polarimetria SAR i les seves aplicacions: L'objectiu d'aquesta part és redactar una introducció a la tècnica de la polarimetria SAR, des d'un punt de vista conceptual, per a una millor comprensió de les aplicacions que es poden definir a partir de l'ús de dades SAR polarimètriques, així com poder determinar noves aplicacions.

II. Aplicacions principals

- ▶ Classificació: Aquest punt contindrà una anàlisi més detallada de la classificació de dades PolSAR.
- ▶ Detecció de canvis: Aquest punt analitzarà la potencialitat de les dades PolSAR per a llur ús en possibles aplicacions en el camp de detecció de canvis.

Lideratge de l'estudi

Regió de Calàbria (Itàlia).

Participants, col·laboracions:

Institut cartogràfic de Catalunya. Unitats de Geologia i Teledetecció.

Regió de Sicília (Itàlia).

Regió de la Basilicata (Itàlia).

CNR-IRPI (Itàlia).

UNINA (Itàlia).

NOA (Grècia).

Universitat d'Alacant.

Programa Interreg IIIB MEDOCC (Fons FEDER).

Període

2004-2006.

Projectes relacionats

DInSAR. Anàlisi de processos de subsidència.

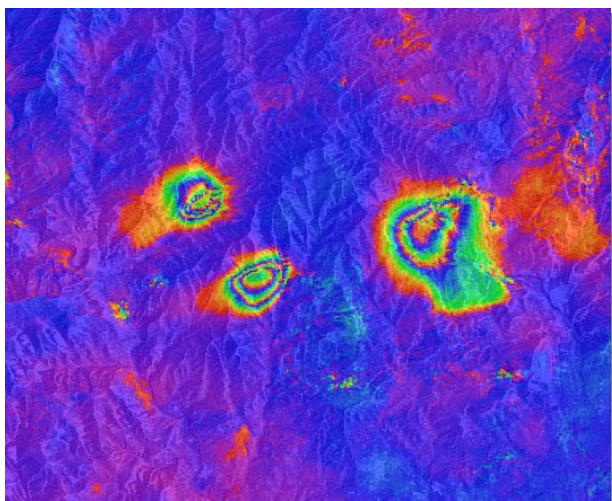
Descripció

Projecte europeu que tenia l'objectiu de definir les metodologies basades en imatges de satèl·lit que ajudessin a la gestió dels riscos del moviment del sòl, com ho poden ser les subsidències. Es van definir dues zones d'estudi a Itàlia (Calàbria i Sicília) i una zona d'estudi a Catalunya (conca potàssica).

L'ICC, per a aquest projecte, va treballar sobre una zona pilot realitzant l'anàlisi de la problemàtica mitjançant interferometria radar, estudis geofísics i establiment d'una xarxa d'anivellació. També va dissenyar i implementar una base de dades i un sistema d'informació geogràfica sobre els riscos dels moviments del sòl en aquesta zona.

El 2006 l'ICC, juntament amb la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), va posat en funcionament un nou sistema de radar terrestre per a la detecció de petits moviments del terreny. Aquest radar anomenat GB-SAR (Ground Based Synthetic Aperture Radar) pot treballar en diverses bandes freqüencials, en banda X (9.65 GHz), que es troba totalment operativa, i en les bandes C (5.3 GHz) i K (17.5 GHz) mitjançant acoblament. El sensor es mou damunt un rail de 2 o 6 metres, en funció de les necessitats, i va equipat amb sis antenes piramidals, dues per a una transmissió contínua i quatre per a la recepció en configuració polarimètrica-interferomètrica. Amb un programa continu d'adquisició de dades en diferents dates es poden obtenir mapes de subsidències de gran precisió fent servir tècniques d'interferometria diferencial radar (DInSAR).

El projecte va permetre analitzar la problemàtica i els moviments del sòl en conques potàssiques i desenvolupar una eina pràctica per a la gestió del risc dels moviments del sòl (subsidències).



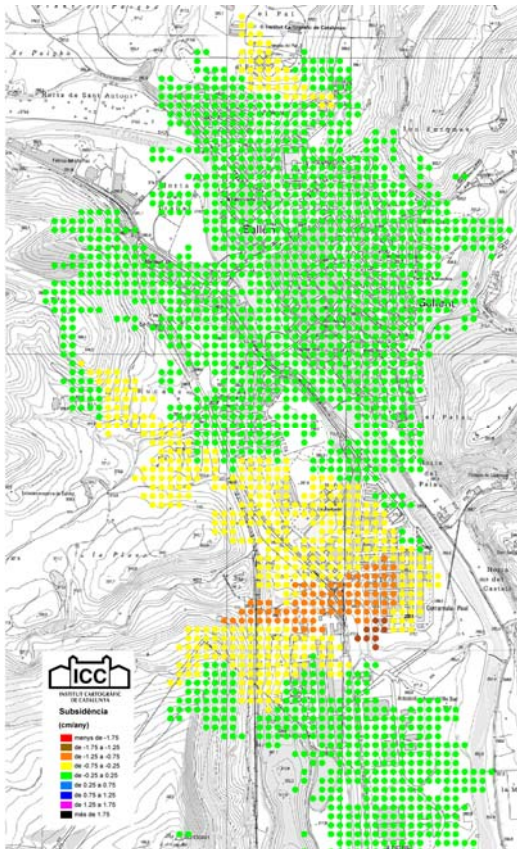
Fases de l'interferograma diferencial corresponent a les dates 03/02/2005-19/05/2005. Cada cicle de color correspon a un gradient de desplaçament de 2,8 cm.

Teledetecció

RISCMASS: Metodologies per a la gestió dels riscos de moviment del sòl i anàlisi de la política d'assegurances

Aportació

Definició de models i mapes de riscos de moviments del sòl per tal de donar suport a la planificació territorial i establir unes polítiques d'assegurances coherents amb la problemàtica.



Velocitat de deformació de Sallent obtinguda mitjançant dades radar i la utilització del programari DISICC.

Publicacions tècniques

- Palà, V., Mora, O., Arbiol, R., Marturià, J.: *Products derived from an advanced DInSAT-GIS application for risk management*. Commission IV, WG IV/2. Goa (Índia), 2006.
- Marturià, J., Mora, Ò., Xifré, D., Martínez, P., Roca, R.: *DInSAR Techniques versus High Topographic Leveling Surveys: The Subsidence Phenomena in Sallent*. European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, volum II, pàg. 53-57. Barcelona, 2006.
- Marturià, J., Martínez, P., Roca, A.: *Implementation of a Subsidence Risk Management System*. European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, vol. I, pàg. 394-396. Barcelona, 2006.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Fotogrametria.

Participants, col·laboracions

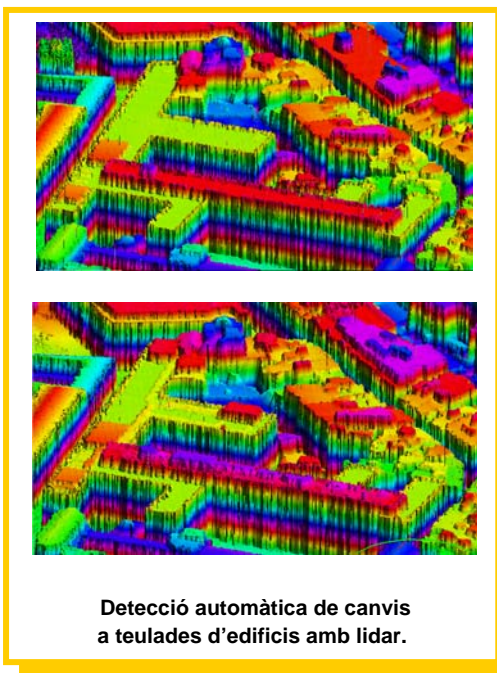
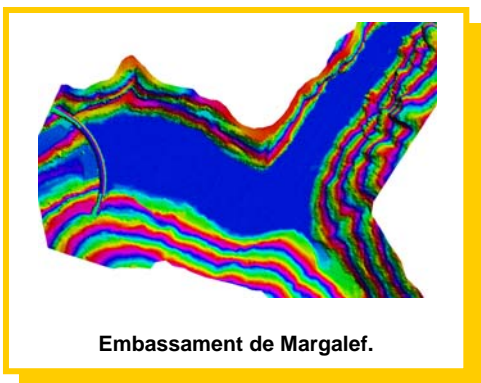
Institut Geològic de Catalunya, Instituto Geográfico Nacional, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural.

Període

2002-2009.

Projectes relacionats

Aplicacions temàtiques de teledetecció.



Descripció

L'altímetre làser (lidar) és un sensor actiu que emet pulsacions làser i obté les coordenades tridimensionals dels punts a partir del temps de vol del senyal i de la posició i els angles del sensor. Una classificació posterior de les dades permet discriminar els retorns del terreny dels de la vegetació, dels edificis o d'altres objectes que es troben sobre del terreny.

L'ICC va adquirir el seu primer equip a final de 2001. El 2008 va ser substituït per un altre capaç d'emetre fins a 150 000 punts per segon i que opera entre 200 i 6 000 metres sobre el terreny, tant de dia com de nit. L'elevada densitat de punts, la gran precisió en alçada (millor de 15 cm) i el curt termini per a obtenir els productes fan que aquesta tecnologia sigui una alternativa molt interessant davant la fotogrametria per a molts projectes:

- ▶ Models del terreny d'alta precisió.
- ▶ Estudis de risc d'inundació.
- ▶ Monitoratge de costes.
- ▶ Càlcul de volum d'embassaments.
- ▶ Anàlisi de la coberta vegetal per a estudis forestals.
- ▶ Detecció i caracterització d'arbres individuals per a control agrícola.
- ▶ Cartografia de línies elèctriques.
- ▶ Models de ciutats per a fer ortofotos estrictes.
- ▶ Realitat virtual.
- ▶ Estudis de visibilitat (emplaçament d'antenes i impacte visual).
- ▶ Quantificació del volum de neu per a estimar el volum d'aigua de desglaç.
- ▶ Alçada de la vegetació i densitat d'arbres com a ajut per a la classificació multispectral d'usos del sòl.
- ▶ Classificació d'espècies arbòries amb lidar i foto aèria.
- ▶ Detecció de canvis a ciutats.

Algunes d'aquestes aplicacions han estat projectes de producció que l'ICC ha portat a terme amb èxit i d'altres han estat proves pilot. L'Institut ha desenvolupat mètodes per a millorar l'exactitud dels punts lidar i per a l'elaboració de productes per a aplicacions específiques. Per exemple, s'han realitzat proves de restitució monoscòpica amb imatge DMC i punts lidar per a la generació de models del terreny per a la rectificació; el model d'elevacions lidar es millora amb la incorporació de línies de trencament

Teledetecció

Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM

dibuixades sobre una fotografia amb l'orientació de la càmera i obtenint la dimensió que falta dels mateixos punts lidar.

Aportació

Desenvolupament de nous productes i serveis orientats a organismes amb competències en temes mediambientals, forestals, agrícoles, riscos naturals, empreses elèctriques, de telefonia, gestores de recursos hídrics, ajuntaments, defensa, etc.



Model fotorealista (RPC) generat sobre punts lidar.

Publicacions tècniques

- Ruiz, A.: *Aportación del Lidar aerotransportado al cálculo de cambios en las playas tras temporales*. Revista Catalana de Geografia, IV època, volum XIV, núm. 37. 2009. www.rcg.cat
- Ruiz, A., Kornus, W., Talaya, J.: *Coastal applications of lidar in Catalonia*. 6th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, núm. 9-12. Munic, 2009.
- Ruiz, A., Viñas, O., Domingo, A., Marco, V.: *Tree Species Classification from Aerial Images and Lidar in Agricultural Areas*. Setmana Geomàtica. Barcelona, 2009.
- Moreno, I., Marturià, J., Oller, P., Ruiz, A., Talaya, J.: *Modelización del espesor del manto nivoso a partir de datos LIDAR mediante SIG*. International Snow Science Workshop (poster). Davos, 2009.
- Marturià, J., Oller, P., Ruiz, A., Martínez, P.: *Avaluació dels recursos hídrics emmagatzemats en forma de neu amb l'ús de tècniques lidar*. 3a Jornada Tècnica de neu i allaus. Betren, 2008.
- Ruiz, A.: *Aportación del Lidar aerotransportado al cálculo de cambios en las playas tras temporales*. Jornada Tècnica: Las nuevas técnicas de información geográfica al servicio de la gestión de las zonas costeras: Análisis de la evolución de playas y dunas, pàg. 54-61. València, 2008.

Lideratge de l'estudi

Universitat de Toulouse Le Mirail (França).

Participants, col·laboracions

Unitat de Teledetecció (ICC), Centre de Política de Sòls i Valoracions CPSV (UPC), Universidade Nova de Lisboa (Portugal).

Programa Interreg
IIIB-Sudoe (Fons FEDER)

Període

2003-2006.

Projectes relacionats

DECIS. Detecció de canvis amb imatges de satèl·lit.

Descripció

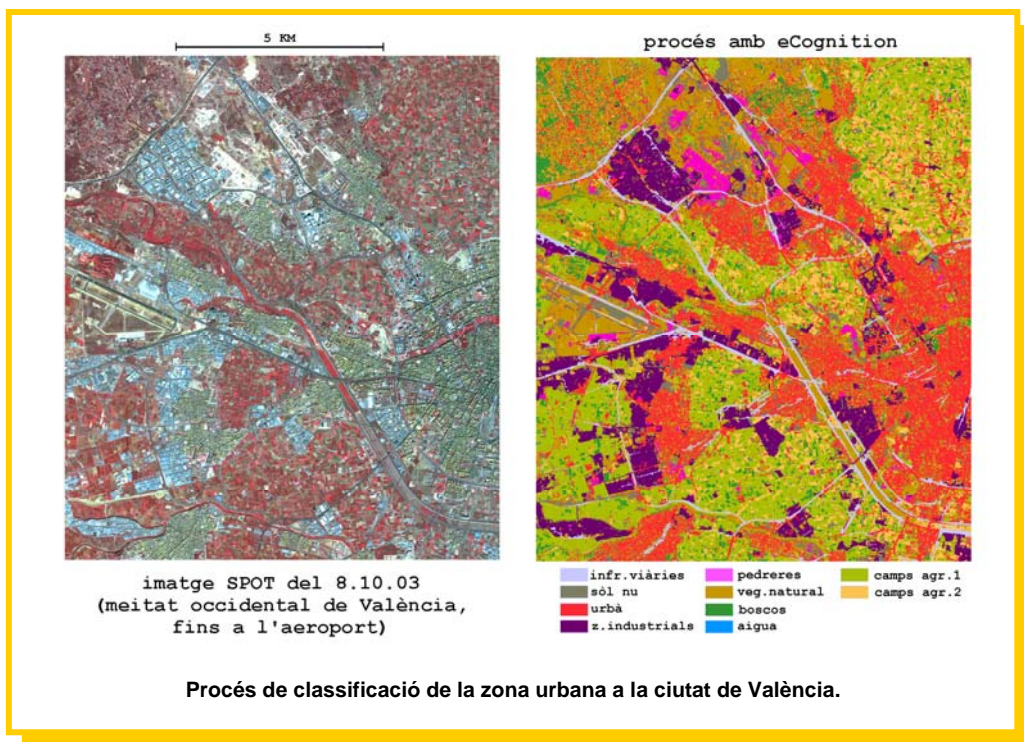
Aquest projecte tractava de caracteritzar els espais perifèrics de les ciutats mitjançant:

- ▶ La mesura de la divisió entre residències i activitats localitzades en els espais perifèrics situats en l'interior de les àrees metropolitanès.
- ▶ La identificació dels criteris de localització dels diferents usos de l'espai urbà.
- ▶ La localització de les disfuncions relacionades amb la inadaptació dels perímetres de gestió als límits reals de l'espai urbà.
- ▶ El reconeixement del grau d'adaptació de les polítiques de planificació i d'ordenació territorial respecte als processos de propagació de la urbanització perifèrica.

S'ha realitzat una anàlisi a les ciutats de Lisboa, el Porto, Bordeus, Montpeller, Tolosa, Clarmont-Ferrand, Madrid, Barcelona, Sevilla i València. La tasca principal de l'ICC en aquest projecte va ser el tractament de les imatges satèl·lit (SPOT5) en els 4 emplaçaments espanyols.

Aportació

Es va desenvolupar una eina basada en la teledetecció per al recolzament de la planificació urbanística de la perifèria de les grans ciutats.



Teledetecció

GEOLAND. Sistema de monitoratge de la vegetació i usos del sòl

Descripció

Lideratge de l'estudi
Infoterra Germany GmbH.

Participants, col·laboracions
Institut Cartogràfic de Catalunya. Unitat de Teledetecció i 56 socis europeus.
6è Programa Marc de la UE.

Període
2004-2006.

Projectes relacionats
EURMET. Expansió urbana de les metròpolis del sud-oest.

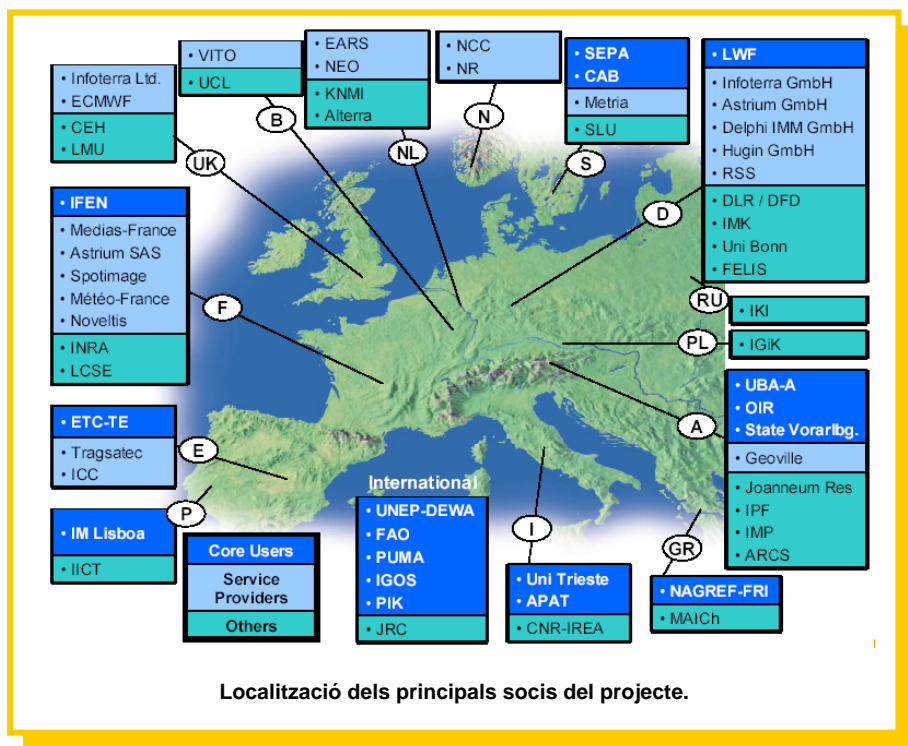
GEOLAND era un projecte integrat finançat pel 6è Programa Marc de la Unió Europea, dins del marc de la prioritat d'Aeronàutica i Espai, subprograma GMES (Global Monitoring of Environment and Security).

El projecte preveia el desenvolupament de productes i serveis en l'àmbit de la geoinformació per a donar suport al programa GMES. Concretament, els productes i serveis GEOLAND s'orienten al control i a la gestió de la cobertura del sòl i la vegetació, i es van dissenyar perquè assegurin els requeriments de sostenibilitat, accessibilitat, confiança i eficiència econòmica que necessiten els organismes públics encarregats de la gestió del medi ambient.

El projecte es va dividir en diferents subprojectes. L'ICC participava en el "Generic Land Cover", i la seva tasca era definir els requeriments dels usuaris espanyols, validar els serveis i productes desenvolupats i fer productes de demostració per als usuaris finals.

Aportació

Desenvolupament de productes i serveis basats en imatges de satèl·lit per a la gestió a gran escala d'aspectes mediambientals i de planificació territorial.



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya. Unitat de Teledetecció.

Període

2003-2007.

Projectes relacionats

CORREA. Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics.

Publicacions tècniques

- Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R., Pineda, L., Joaniquet, M.: *Urban Change Detection on Satellite Image Series*. Urban Remote Sensing Joint Event, pàg. 1-5. París, 2007.
I també a Revista Catalana de Geografia, núm. 32. 2007. www.rcg.cat

Descripció

El projecte utilitzava un conjunt multitemporal d'imatges de satèl·lit per a la detecció de canvis territorials significatius, i molt especialment les noves infraestructures de comunicació i transport i l'evolució de zones urbanes.

Es va començar avaluant els resultats de diferents mètodes de detecció de canvis. Prèviament a la detecció, les imatges s'homogeneïtzaven aplicant correccions atmosfèriques (projecte CORREA).

La detecció de canvis es va realitzar en base a sèries temporals d'imatges dels satèl·lits SPOT, Landsat-5 i Landsat-7, i també la constel·lació DMC (Disaster Monitoring Constellation), i els resultats es validaven amb la cartografia ja establerta (usos del sòl, xarxa de carreteres, ortofotos, etc.).

DECIS era la continuació del projecte anterior DECIL, en el qual es van utilitzar imatges del satèl·lit Landsat-7. En el projecte DECIL es va analitzar el problema de la detecció i l'eliminació de núvols i ombres, i també de masses d'aigua. També va quedar establerta una metodologia per a generar un primer producte basat en la fotointerpretació.

Aportació

Metodologia semiautomàtica de seguiment dels canvis territorials significatius.



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

Departament de Medi Ambient i Habitatge, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, Instituto Geográfico Nacional.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

CORREA. Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics.

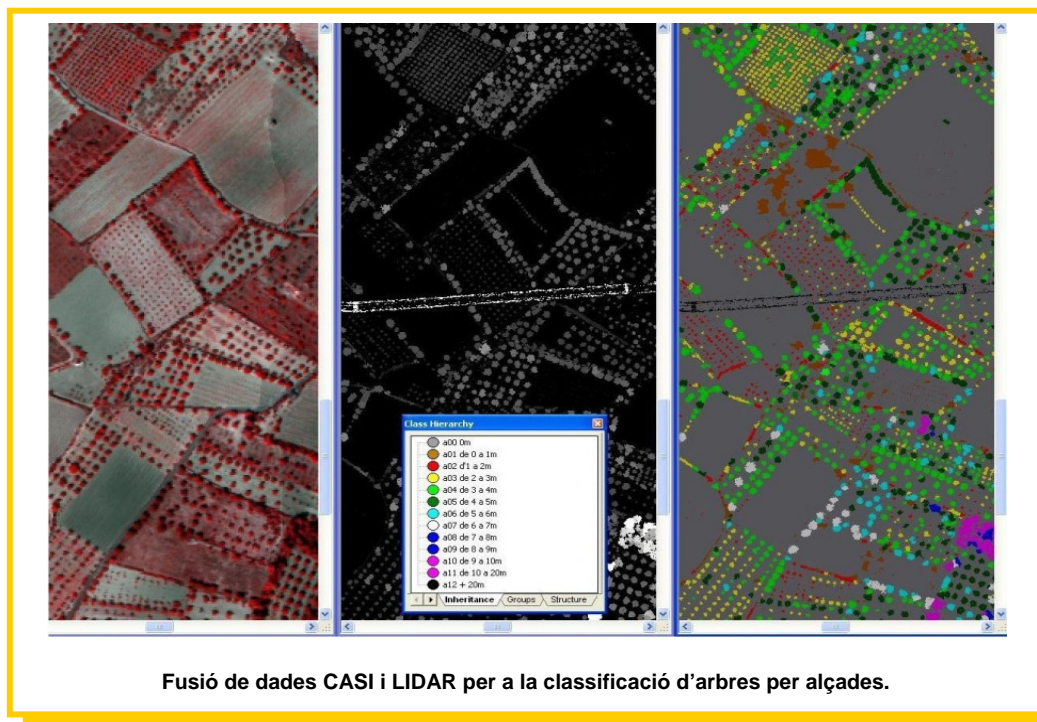
Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM. Comportament radiomètric de les càmeres digitals.

Descripció

La teledetecció és una tecnologia que neix amb els primers satèl·lits artificials que embarquen sensors d'observació de la Terra, cap allà el 1960. Des de llavors, la quantitat de sensors embarcats en satèl·lit dedicats a mesurar la terra, el mar i l'atmosfera no ha parat de créixer.

Una de les activitats de l'ICC és la realització de cartografia temàtica d'usos del sòl mitjançant la teledetecció. Una activitat que s'ha realitzat periòdicament ha estat l'inventari d'usos del sòl amb el Departament de Medi Ambient i Habitatge. També, anualment, es fa un inventari dels incendis forestals mitjançant aquesta tècnica.

Aquest projecte respon a la necessitat de disposar d'eines i sistemes que permetin generar informació per a controlar i gestionar l'evolució del territori i el medi ambient a partir de les dades de sensors de tota mena embarcats en satèl·lits combinats amb dades d'altres sensors embarcats en avió, com és el cas de les dades de l'altímetre làser o les del sensor TASI (Thermal Airborne Spectrographic Imager). El programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security) de la Unió Europea es basa en aquest tipus de dades.



Fusió de dades CASI i LIDAR per a la classificació d'arbres per alçades.

S'ha treballat en la combinació de dades de sensors multiespectrals aèrotransportats, com el CASI, amb dades de l'altímetre làser i en el calibratge de les càmeres DMC i llur posterior explotació per a classificar, detectar canvis, etc. i també per a controlar i millorar les tonalitats dels productes d'imatge generats amb la DMC.

Teledetecció

Aplicacions temàtiques de teledetecció

Actualment s'ha iniciat la col·laboració amb la Universitat de València per a seleccionar el millor algorisme de separació entre emissivitat i temperatura, i per a avaluar les capacitats del TASI en la detecció i la quantificació de concentracions de gasos contaminants.

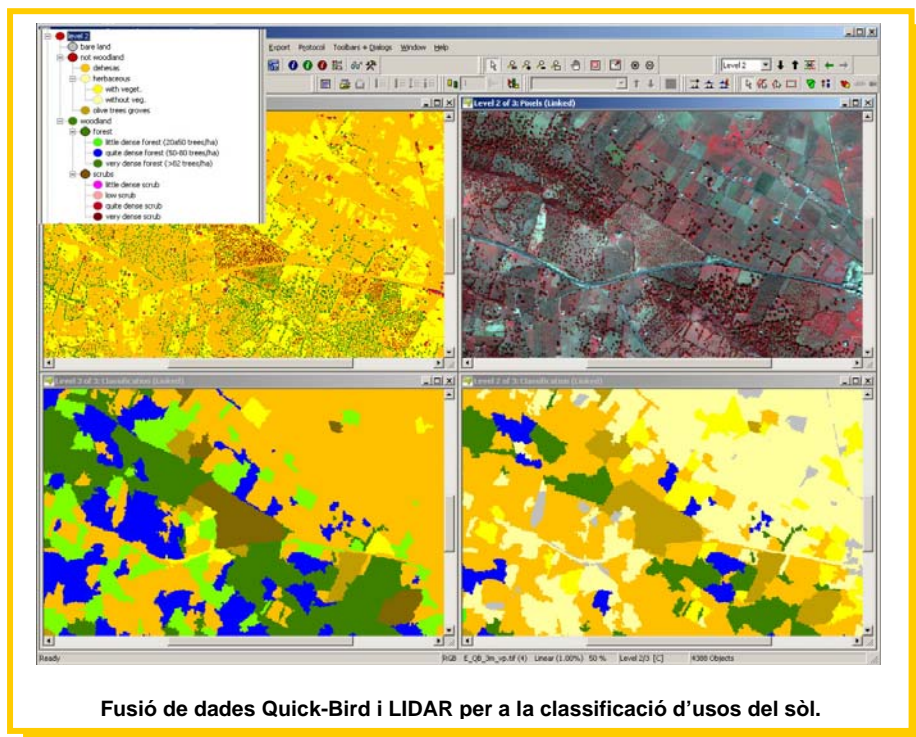
Aportació

Projectes de demostració amb nous sensors per a llur aprofitament per al desenvolupament de nous productes i serveis orientats a la planificació territorial i a la gestió del medi ambient i les infraestructures.

Mètode de transformació dels valors digitals DMC a valors de radiància CASI (sensor calibrat periòdicament al laboratori).

Publicacions tècniques

- Ruiz, A., Soler, E., Domingo, A., Marco, V.: *Análisis de la sinergia de LIDAR con DMC y CASI para diferenciar olivos, algarrobos y almendros*. Revista de Teledetección, núm. 32, pàg. 86-105. 2009.
- Domingo, A., Marco, V., Ruiz, A., Viñas, O.: *Tree species classification from aerial images and LIDAR in agricultural areas*. MARS PAC Annual conference, Geographic Information in support of the Common Agriculture Policy. Liubiana, 2008.
- Arbiol, R., Zhang, Y., Palà, V.: *Combined use of Lidar and Quickbird data for the generation of land and use maps*. ISPRS Mid-term Symposium "Remote Sensing: From Pixels to Processes". Enschede, 2006.
- Viñas, O., Ruiz, A., Xandri, R., Palà, V., Arbiol, R.: *Combined use of lidar and Quickbird data for the generation of land use maps*. ISPRS Mid-term Symposium "Remote Sensing: From Pixels to Processes". Enschede, 2006.



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Desenvolupament.

Participants, col·laboracions

Universitat Politècnica de València.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

GIS4EU.

Descripció

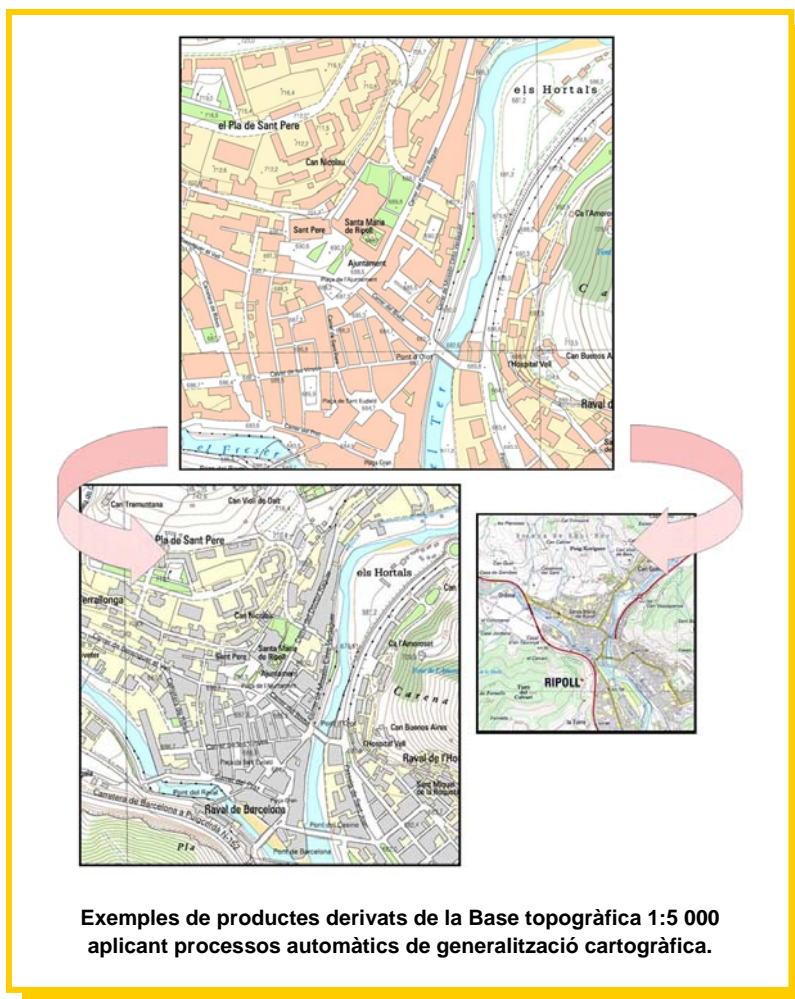
L'objectiu de la generalització cartogràfica és produir un mapa o una base cartogràfica numèrica clarament llegible i interpretable a partir d'una informació que es considera massa abundant i de massa detall per a l'escala de representació. Normalment s'aplica per a l'obtenció d'una base o d'un mapa a partir d'altres bases o mapes d'escala més grans.

Des de fa anys l'ICC aplica generalització automàtica en una part important de la producció de les sèries Mapa topogràfic 1:10 000 i Base topogràfica 1:25 000, totes dues derivades de la Base topogràfica 1:5 000. Les aplicacions utilitzades combinen eines desenvolupades per equips de recerca (Universitat de Hannover, Universitat Politècnica de València) amb eines desenvolupades internament.

El proper objectiu és aplicar generalització automàtica per a derivar productes d'escala més petites a partir de la Base topogràfica 1:25 000. Encara que la majoria dels algorismes a aplicar siguin els mateixos que en el cas d'escala grans o mitjanes, caldrà adaptar-los a la problemàtica particular de les escales més petites, on molta informació deixa de representar-se a escala i on el nombre de conflictes provocats per la simbolització és més elevat.

En el període 2007-2008 s'ha refinat el programari per a la selecció automàtica de cotes altimètriques i s'ha iniciat el desenvolupament per a la generalització de models altimètrics formats per informació vectorial que permetrà implementar una metodologia de selecció per a línies de trencament del pendent.

S'ha participat amb EuroSDR en el test d'anàlisi del programari comercial de generalització aportant dades, generalitzant amb diversos programaris, avaluant-ne els resultats i redactant part de l'informe que en recull els resultats.



Producció cartogràfica

Generalització

Dins del projecte de recerca GIS4EU, que requereix el desenvolupament d'un model de dades comú i l'aplicació de regles d'harmonització i d'agregació per a compartir dades i fer més accessible la informació, s'han analitzat les necessitats de generalització a tenir en compte en la implantació dels processos que solucionen els problemes relacionats amb els canvis d'escala.

L'objectiu següent és estudiar l'actualització de les bases de dades obtingudes per generalització. Això requereix analitzar els mecanismes que han de permetre establir lligams entre la base original i la base generalitzada. Aquests lligams necessàriament han d'incloure informació sobre la versió i la data d'incorporació de cadascun dels objectes a la base de dades. En el model de dades actual aquesta informació no existeix a nivell d'objecte. S'està treballant perquè en la propera versió cada objecte porti associada aquesta informació i es puguin propagar les actualitzacions als productes derivats.

Aportació

Desenvolupament de programari propi complementat amb programari comercial per a la producció de sèries cartogràfiques aplicant generalització. Disseny d'un model de dades multirepresentació, que permeti propagar les actualitzacions a la informació generalitzada.

Publicacions tècniques

- Attardo, C., Colla, S., Pla, M.: *GIS4EU: Deliverable 3.7 – Aggregation Rules – Degradation Rules*: <http://www.gis4eu.eu/deliverables.asp?c=5&=3&p=1&l&wp=WP3>. 2009.
- Stoter, J., Anders, K.-H., Baella, B., Burghardt, D., Dávila, F., Duchêne, C., Pla, M., Regnaud, N., Rosenstand, P., Schmid, S., Touya, G., Uitermark, H.: *A study on the state-of-the-art in automated map generalisation implemented in commercial out-of-the-box software*. Workshop sobre generalització i múltiple representació de la Comissió de Generalització de la ICA. Montpeller, 2008.
- Burghardt, D., Schmid, S., Duchêne, C., Stoter, J., Baella, B., Regnaud, N., Touya, G.: *Methodologies for the evaluation of generalised data derived with commercial available generalisation systems*. Workshop sobre generalització i múltiple representació de la Comissió de Generalització de la ICA. Montpeller, 2008.
- Baella, B., Pla, M.: *New requirements for the relief in the topographic databases of the Institut Cartographic of Catalonia*. Workshop sobre cartografia de muntanya de la Comissió de Muntanya de la ICA. Lenk, 2008.
- Baella, B., Palomar-Vázquez, J., Pardo-Pascual, J. E., Pla, M.: *Spot heights generalization: deriving the relief of the Topographic Database of Catalonia at 1:25,000 from the master database*. Workshop sobre generalització i múltiple representació de la Comissió de Generalització de la ICA. Moscou, 2007.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Desenvolupament.

Període

Activitat continuada.

Aportació

Definició de nous productes.



Model en 3D realitzat amb un programari comercial.



Exemple de la modelització de Sant Quirze del Vallès.

Descripció

La necessitat de disposar de models de ciutats per a introduir un valor afegit a les dades vectorials d'escala grans i de passada satisfer les demandes d'alguns clients, requereix analitzar i valorar detalladament les característiques del procés de generació d'aquests models.

Atenent al nivell de detall (LOD), els models de ciutats són classificats en 5 nivells. L'ICC disposa d'una gran quantitat de dades topogràfiques a escales grans, bàsicament 1:1 000 i 1:5 000, recollides amb mètodes que permeten emmagatzemar les alçades dels elements, i disposa també de models digitals del terreny i d'ortofotos. Amb aquests productes es poden generar models de ciutats amb una complexitat equivalent al segon nivell. La captació de dades complementària, amb els mètodes utilitzats actualment o amb mètodes nous, permet enriquir el model amb altres informacions.

Els objectius d'aquest projecte a curt termini són l'anàlisi dels requeriments per a les dades d'entrada, l'anàlisi de la tipologia dels productes que es poden obtenir, l'establiment dels fluxos de treball i l'avaluació de costos.

Durant el període 2006-2009 s'ha continuat analitzant productes de mercat i s'han derivat productes a partir de dades bàsiques disponibles, com la BT-5M. El 2008 es van desenvolupar processos automàtics per a la generació d'arxius en format KMZ per a visualitzar models de ciutats de LOD1,

o sigui, edificis amb coberta plana. El 2009 es va acabar de dissenyar una nova versió del model de dades de la cartografia topogràfica 1:1 000 i 1:2 000, i es va iniciar la seva implantació en les cadenes de producció. Aquesta nova versió permet derivar automàticament els models de ciutat de LOD1.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Àrea de Bases.

Període

2008-2015.

Aportació

Desplegament de la directiva INSPIRE.

Descripció

Actualment les dades són captades i mantingudes principalment per institucions públiques, cadascuna de les quals aplica les seves pròpies prioritats i estàndards. A més, les dades es capten i s'emmagatzemen a diferents nivells en les respectives organitzacions.

Aquestes pràctiques diferenciades fan que la integració de dades a nivell paneuropeu sigui complexa i difícil, i dificulta la recerca ambiental i espacial, i l'adopció de polítiques i d'estratègies europees mediambientals.

La directiva europea INSPIRE (infraestructura per a la informació espacial en la comunitat europea), juntament amb els documents legals que la desenvolupin, establirà el marc d'actuació general dels estats membres per a la implementació de la infraestructura de dades espacials europea.

Sota la iniciativa INSPIRE s'estan establint les regles específiques d'implementació per a introduir estàndards i requeriments en les bases de dades d'informació geogràfica i en les IDE "de referència" amb les quals són compromesos els estats membres.

Amb aquest projecte es vol fer un seguiment actiu del procés d'implementació d'INSPIRE per a la seva implantació.

Les activitats de l'ICC emmarcades en aquest projecte són les següents:

- ▶ Col·laboració en la definició dels models de dades aportant experts i material de referència.
- ▶ Avaluació dels esborranys de les regles d'implementació de la directiva.
- ▶ Estudi de l'impacte de l'aplicació de la directiva d'acord amb la llei de transposició.

El 2009 s'ha participat amb els grups de treball d'experts europeus per a l'elaboració i la publicació de les especificacions tècniques dels temes de l'annex I de la directiva europea INSPIRE relatius a noms geogràfics, xarxes de transport i hidrografia.



Lideratge de l'estudi

Consorzio per il Coordinamento delle Ricerche sul Sistema Lagunare di Venezia.

Participants, col·laboracions

Intergraph (PL, GE, IT), ICC, Universitat de Girona, Geographical Information System International Group, CSI-Piemonte, Földmérési és Távérzékelési Intézet (HU), Instituto Geográfico Português, Vyskumny ustav geodezie a kartografie v Bratislave, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, INSIEL Informatica per il Sistema degli Enti Locali Spa, Comune di Genova, Magistrato alle Acque di Venezia, Regione Liguria, Regione Piemonte, University of Nottingham, Regione Veneto, Università di Roma La Sapienza, Università IUAV di Venezia.

Període

2007-2010.

Projectes relacionats

INSPIRE. Interoperabilitat de dades.
Generalització cartogràfica.

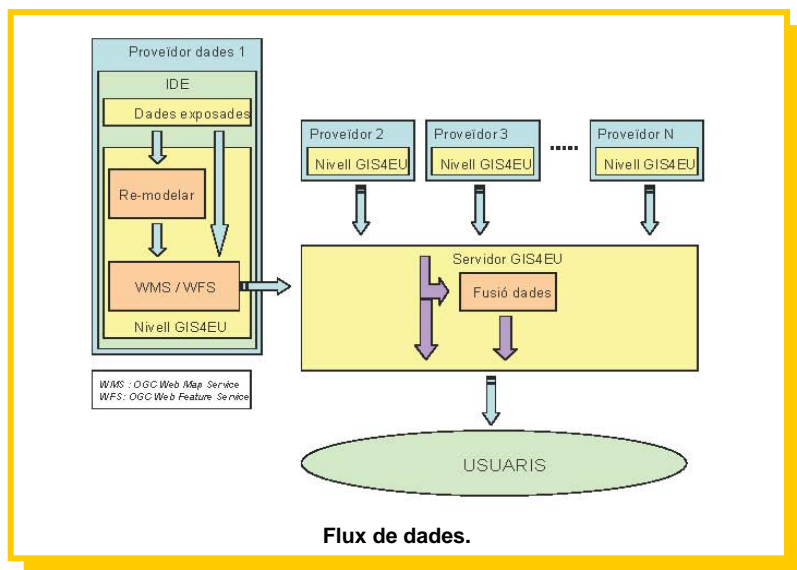
Descripció

A Europa, la informació espacial es caracteritza per la falta d'harmonització entre els conjunts de dades a diferents escales, per la fragmentació de dades i fonts d'informació, per la manca de disponibilitat i per la duplicitat d'informació.

L'objectiu del projecte GIS4EU és proporcionar un conjunt de dades cartogràfiques d'Europa (dels temes unitats administratives, hidrografia, xarxa de transports i elevacions) i assegurar llur interoperabilitat entre les diferents escales, llengües i fronteres, i llur accessibilitat d'acord amb els estàndards i els requeriments de la directiva INSPIRE (2007/2/EC).

GIS4EU pretén organitzar un sistema per a compartir cartografia bàsica per tal de fer-la més accessible i generar un nivell comú d'informació compartint dades a través de serveis estàndard.

El projecte es basa en el desenvolupament d'un model de dades comú, i també en l'harmonització, l'agregació i l'exposició de regles i directrius per a fer possible l'accés a dades de referència consistents i homogènies proporcionades per les autoritats cartogràfiques de diferents països i nivells (nacional, regional i local) sense construir una base de dades central.



L'ICC ha liderat el grup temàtic de definició del model de xarxes de transport i el grup temàtic d'hidrografia per a la definició de les especificacions dels processos d'agregació i harmonització. Ha col·laborat també amb els grups temàtics de la capa de límits administratius i d'elevacions, i en l'elaboració i la revisió dels documents per a la descripció de les regles d'integració i generalització. A més, ha col·laborat en la difusió del projecte amb ponències en congressos nacionals i internacionals i en articles (pendents de publicació).

Producció cartogràfica

GIS4EU

Aportació

La implementació de GIS4EU representarà un progrés important en termes d'accessibilitat, usabilitat i explotació de dades de referència a Europa. A <http://www.gis4eu.eu/> es pot trobar més informació sobre el projecte.

Aquest projecte també permetrà la validació operacional de les regles d'implementació d'INSPIRE, l'anàlisi de la viabilitat de crear un servei de transformació de conjunts de dades en línia a un model comú i l'estudi dels problemes transfronterers, de canvis d'escala i del multilingüisme.



Publicacions tècniques

- Resultats del projecte, diversos autors: *GIS4EU Deliverables*. <http://www.gis4eu.eu/deliverables.asp?c=5&s=3&p=1&l=1&wp=>
- Barrot, D., Escriu, J., Lleopart, A., Pla, M., Sánchez, S.: *El proyecto GIS4EU: Provisión de conjuntos de datos interoperables para extender el uso de la información geográfica*. Setmana Geomàtica. Barcelona, 2009.
- Lleopart, A., Escriu, J.: *Transport networks theme: comparison of GIS4EU data providers' datasets with INSPIRE proposed data model*. International Workshop "Towards INSPIRE". Székesfehérvár, Hongria, 2009. [pendent de publicació]
- Reis, R., Barrot, D.: *Testing Cartographic data harmonization in the INSPIRE context: the case for Hydrography*. VI Conferència Nacional de Cartografia e Geodesia. Caldas da Rainha, Portugal, 2009. [pendent de publicació]

Lideratge de l'estudi

Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA - CNR), (IT).

Participants, col·laboracions

Politecnico di Milano – IPOLIMI (IT), Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF (CH), Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft Technische Universität Wien (AU), University of Slovenia SIULFGG (SL), Remote Sensing Data Engineering RSDE (IT), Universitat Jaume I (ES).

Període

2005-2007.

Aportació

Coneixement en el desenvolupament de geoserveis via Internet per a aplicacions temàtiques.

Publicacions tècniques

- Granell, C., Díaz, L., Esbrí, M. A., Gould, M., Lladós, A.: *Contribuciones de una IDE a la e-Ciencia: Proyecto AWARE*. III Jornadas técnicas de la Infraestructura de Datos Espaciales de España. Castelló, 2006.



Descripció

L'objectiu del projecte era el desenvolupament de models i eines que permetessin controlar i predir la quantitat d'aigua disponible en les conques a partir de la mesura de la quantitat de neu. D'aquesta manera es pretenia fer prediccions dels fluxos d'aigua a mitjà i llarg termini per a poder realitzar una gestió més sostenible dels recursos hídrics.

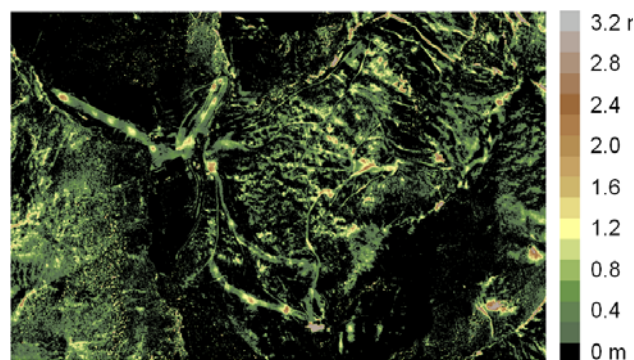
Els models desenvolupats es basen en l'ús combinat de dades procedents de satèl·lits d'observació de la Terra i mesures *in situ* de dades hidrogeològiques i meteorològiques.

En el projecte van participar instituts de recerca, universitats i empreses de 5 països europeus (Àustria, Eslovènia, Espanya, Itàlia i Suïssa).

L'ICC era el responsable de desenvolupar un geoservei per a aplicar els models desenvolupats en el projecte. Aquest geoservei, que segueix els requeriments del programa INSPIRE, és capaç d'analitzar dades globals i locals per a poder calcular, arxivar, actualitzar i distribuir les informacions derivades de les dades d'innivació.

D'altra banda, l'ICC també va participar en la informació i la involucració en el projecte dels usuaris finals, com pot ser l'Agència Catalana de l'Aigua o el Ministerio de Medio Ambiente.

AWARE va ser finançat amb fons europeus de la Comissió Europea – Direcció General per a les Empreses i la Indústria – dins del Sisè Programa Marc (FP6 Aerospace).



Mapa del gruix de neu realitzat amb dades lidar.

