

Projectes
de recerca
i desenvolupament

Projectes en procés,
2008-2011

Març, 2012

Índex

Presentació	1
Fites tecnològiques de R+D+IT	3
Indicadors econòmics	7
Indicadors de R+D+IT	11
Sumari i fitxes 2008-2011	17
Relació projectes de R+D+IT 1998-2011	67

Presentació

L'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) realitza activitats de recerca, desenvolupament i innovació per tal de disposar de tecnologia pròpia, difondre i implantar nous mètodes de treball, crear nous productes i serveis, i assolir els coneixements necessaris per a continuar essent un centre d'excel·lència i de referència a Catalunya.

Les línies de recerca i desenvolupament abasten disciplines tant heterogènies com la geodèsia, la cartografia, la teledetecció, la cartoeconomia, el modelatge i la formalització d'informació espacial, i la difusió d'informació per Internet.

Les principals fites assolides en el període 2008-2011 han estat diverses. Com es veurà més endavant, destaquen la implantació dels serveis de posicionament geodèsic basats en xarxes virtuals, la determinació d'una transformació senzilla per a facilitar el traspàs de dades al nou sistema de referència ETRS89, l'estudi exhaustiu de les càmeres fotogramètriques digitals i dels altímetres làser, la consolidació de les tècniques radar per a l'estudi de moviments del terreny, la combinació de dades òptiques hiperespectrals amb dades d'altimetria làser per a aplicacions temàtiques, el calibratge geomètric i radiomètric del nou sensor hiperespectral tèrmic, i les activitats relacionades amb l'estandardització i l'oficialització de la informació geogràfica.

També cal destacar d'aquest període el reconeixement del Grup d'Estudis d'Història de la Cartografia, grup on hi participa l'ICC, com a Grup de Recerca Consolidat de la Generalitat, i el començament de les activitats de recerca pròpies del Centre de Suport al Programa Català d'Observació de la Terra. Especialment destacable és el projecte HUMID, de fusió de sensors, que s'ha desenvolupat en col·laboració amb la Universitat Politècnica de Catalunya.

Aquest document presenta un resum de les fites assolides i dels indicadors dels projectes que l'ICC qualifica de R+D. Els criteris emprats d'aquesta selecció es revisaran en el proper Contracte Programa atenent les recomanacions del Pla de R+D+I, de febrer de 2009, del Departament de Territori i Sostenibilitat.

Barcelona, març de 2012

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

- ▶ Anàlisi, avaluació, determinació, difusió i suport del canvi de sistema de referència ED50 a ETRS89.
- ▶ Desenvolupament i posada en marxa del servei d'estacions GPS virtuals.
- ▶ Finalització del projecte de gravimetria aerotransportada (GAST).
- ▶ 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.
- ▶ Desenvolupament del model geomètric del sensor TASI.

Transferència a producció

- ▶ Servei d'estacions GPS virtuals a la comunitat d'usuaris del SPGIC.
- ▶ Entada en producció de les 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.
- ▶ Entrada en producció de la cadena de generació de mapes de temperatura i emissivitat.

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 guals i rètols en carreteres i carrers.
- ▶ Millores dels procediments d'aerotriangulació amb el disseny de nous fluxos basats en la correlació automàtica de punts.
- ▶ Desenvolupament de programari propi, basat en l'algorisme de correspondència dens, per a la conversió dels núvols de punts de correlació en un MDS, i en l'anàlisi dels resultats, per a la detecció de canvis.

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 geogràfica 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 de 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.
- ▶ Desenvolupament d'un indicador d'evapotranspiració a partir de dades simultànies dels sensors CASI i TASI.

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 hiperespectrals: determinació de paràmetres rellevants per a inventaris forestals, detecció automàtica de classes en conreus de llenyoses, generació de mapes d'usos del sòl.
- ▶ Projectes de demostració de la viabilitat dels sensors hiperespectrals CASI i TASI per a l'optimització de recursos en el sector agrari.

Transferència a producció

- ▶ Aplicació de les eines avançades d'interferometria diferencial radar a la generació anual del mapa de subsidències de Catalunya, i detecció i control de subsidències 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

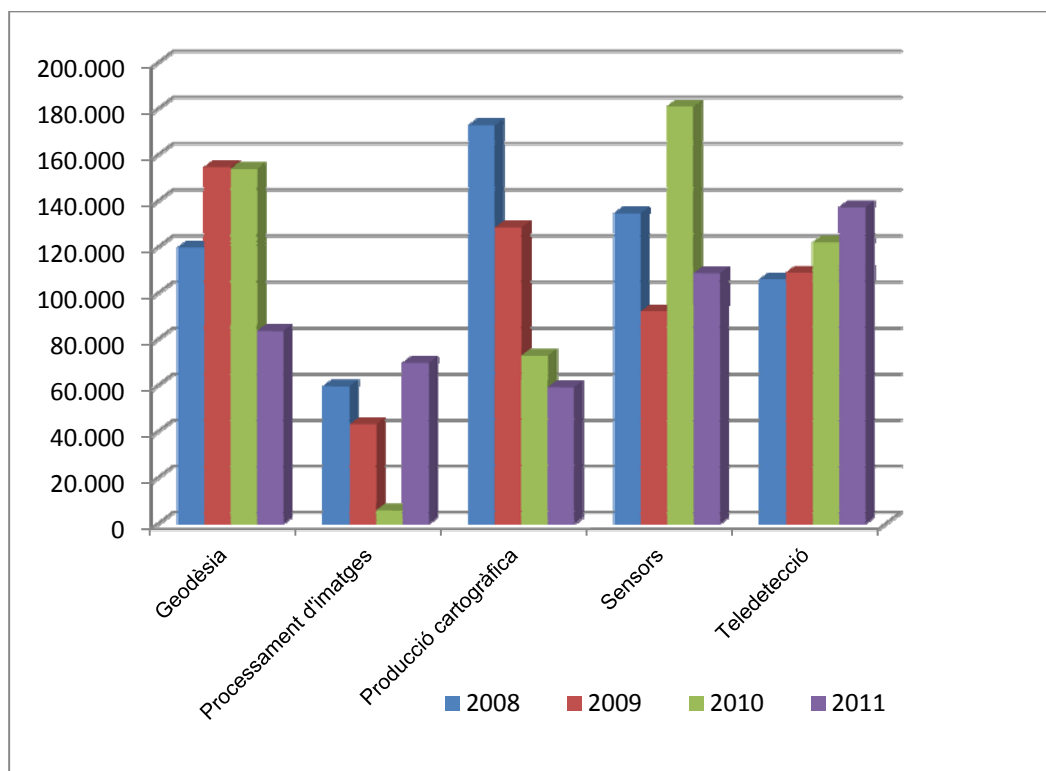
- ▶ Automatització de la producció de cartografia 1:10 000 i 1:25 000 mitjançant eines de generalització de planimetria i altimetria (cotes i corbes de nivell).
- ▶ Posada en producció la cartografia 1:1 000 segons el model de dades 2.2.

Indicadors econòmics

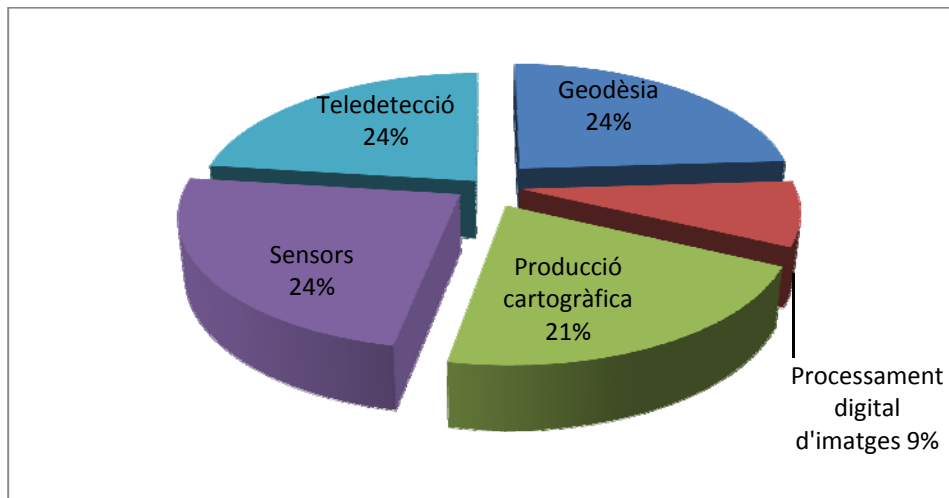
Les dades econòmiques fan referència als projectes de desenvolupament. No s'han tingut en compte les inversions en sistemes comercials de captació de dades. Les dades que segueixen corresponen a les despeses realitzades agrupades segons els àmbits temàtics.

	2008	2009	2010	2011
Geodèsia	119.811	154.702	154.000	83.619
Processament digital d'imatges	59.684	43.169	5.855	69.806
Producció cartogràfica	172.935	128.555	73.000	59.200
Sensors	134.663	92.114	181.000	108.660
Teledetecció	106.054	108.936	122.000	137.302
R+D+IT	593.147	527.476	535.855	458.587

Taula 1. Pressupost anual dels projectes de R+D+IT per a cada àmbit temàtic.



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



Gràfic 2. Repartició dels costos dels projectes de desenvolupament per àmbits, 2008-2011.

Any	Pressupost*	R+D+IT	%
2008	24.424.666	593.147	2,4%
2009	25.156.516**	527.476	2,1%
2010	23.681.904	535.855	2,3%
2011	18.796.513	458.587	2,4%

* 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+IT en relació al pressupost assignat a l'ICC.

Any	Geodèsia	Processament d'imatges	Producció cartogràfica	Sensors	Teledetecció	TOTAL
2008	6	2	6	5	8	27
2009	5	1	6	6	9	27
2010	4	3	3	5	11	30
2011	4	1	6	6	11	28

Taula 3. Nombre de projectes de R+D+IT 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 Territori i Sostenibilitat, 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.

	2008	2009	2010	2011
Finançament CP (DTES)	85%	64%	78%	95%
Ingressos d'altres fonts	15%	36%*	22%	5%

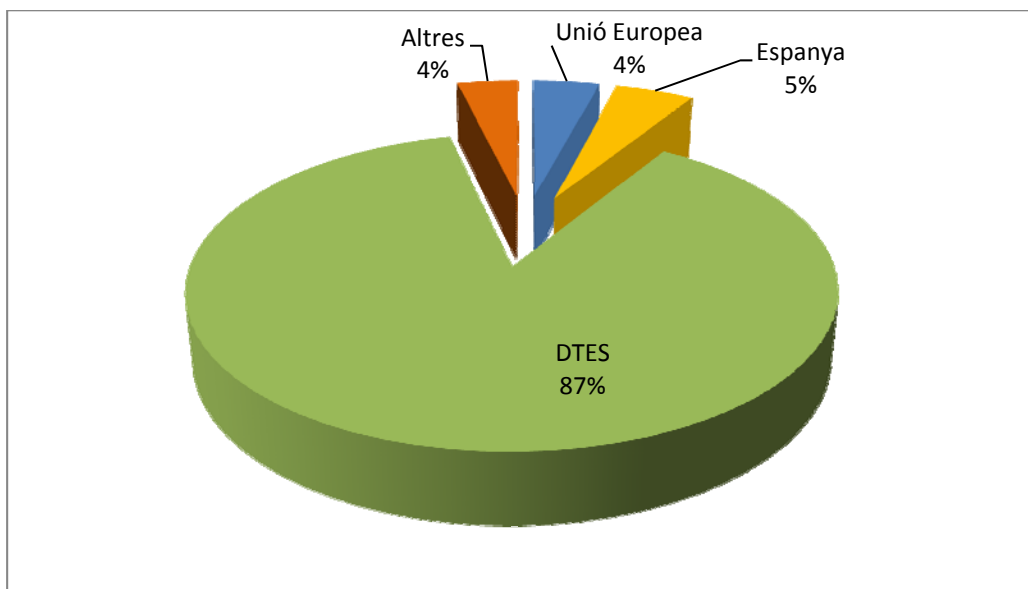
*Inclou el darrer pagament corresponent al tancament del projecte RISCMASS, finalitzat el 2007.

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

Anys	Procedència dels ingressos					Despeses totals
	UE	Espanya	Catalunya	TES	Altres	
2008	39.835	18.250	-	506.506	28.556	593.147
2009	169.248*	-	-	338.872	19.356	527.476
2010	38.042	59.042	-	418.766	20.005	535.855
2011	1.207	16.117	-	437.013	4.250	458.587

*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+IT, 2008-2011.

Personal dedicat a la recerca i el desenvolupament

Les diferents àrees de l'ICC compaginen les tasques de suport, de desenvolupament i d'innovació tecnològica 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.

	2008		2009		2010		2011	
	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones
Geodèsia	2.754	1,72	3.250	2,03	2.876	1,80	2.048	1.28
Processament d'imatges	1.965	1,23	889	0,56	180	0,11	1.888	1.18
Producció cartogràfica	3.312	2,07	2.230	1,58	1.523	0,95	1.424	0.89
Sensors	3.407	2,13	2.382	1,49	5.989	3,75	3.360	2.10
Teledetecció	2.266	1,41	2.713	1,70	2.529	1,60	3.856	2.41
Total	13.704	8,56	11.464	7,36	13.097	8,21	12.576	7.86

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	2008	2009	2010	2011
Personal implicat en tasques de desenvolupament	24	24	24	24
Personal amb títol de doctor implicat en tasques de desenvolupament	2	2	4	4
Dedicació mitjana del personal implicat als projectes de desenvolupament	36%	30%	36%	35%
Becaris aollits en projectes de desenvolupament	-	-	-	-
Direcció de projectes de final de carrera	-	-	-	-

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

Transferència de coneixements

Projectes final de carrera dirigits / Estada de pràctiques internacionals

- ▶ "Plataforma de integració d'algorismes GNSS en temps real". Autor: Ricard Vilalta. ETSETB-UPC. (Unitat de Geodèsia).

Indicadors de R+D+IT

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)	2008	2009	2010	2011
Articles amb revisor (referee)	2	2	2	2
Ponència - article	9	12	3	9
Ponència	5	4	8	20
Indicadors de comunicació externa	2008	2009	2010	2011
Conferència convidada, col·loqui	1	8	4	4
Activitats formatives – transferència tecnològica	4	3	-	7

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	2008	2009	2010	2011
Participació en projectes europeus	2	2	2	1
Convenis de col·laboració amb altres entitats per a recerca	1	2	2	1

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

Disciplina	Organització	Projecte
Geodèsia	Institut de Geomàtica	GAST: Gravimetria aerotransportada
Sensors	Centre de Visió per Computador	Sistema GEOMOBIL
Sensors	NTE-SENER S.A.	Càmeres digitals
Sensors	IfP 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 (RADERO)
Processament d'imatges	Dep. Matemàtica Aplicada 2 (UPC) Dep. Astronomia (UB)	Processament d'imatges: Algorismes
Teledetecció	Dep. d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural IGN	Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM Aplicacions temàtiques de teledetecció
Teledetecció	Dep. de Territori i Sostenibilitat	Aplicacions temàtiques de teledetecció
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 : establir procediments de certificació de càmeres aèries digitals de formats mitjà i gran vàlids i acceptats per a tot Europa.	Membre del "Core Competence Group"	Articles sobre la precisió de la càmera digital DMC. Proposta de camp de calibratge a Catalunya. Redacció de metodologies de calibratge.
Fotogrametria	EuroSDR	Avaluació radiomètrica de càmeres fotogramètriques digitals	Copresident	Preparació del test de Banyoles i difusió de les dades. Anàlisi de les dades del test de Banyoles. Redacció i presentació de l'informe final a EuroSDR.
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 BT-25M per a generalitzar a escala 1:50 000. Redacció de resultats i conclusions. Seguiment de l'activitat del grup.
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, 3 de les quals formen part de la distribució de dades GNSS en temps real.
Geodèsia	IGS	IGS – tracking network	Col·laboradors	Subministrament diari de dades de l'estació permanent del SPGIC integrada a la xarxa IGS per a la distribució de dades en temps real.
Cartografia	ICA - International Cartographic Association: Comissió "Digital technologies in cartographic heritage"	Investigacions sobre l'ús de tecnologies digitals en cartotèques	Vicepresident i membre delegat de la Comissió	Reunions del grup director de la comissió. Organització del congrés a Barcelona. Ponència sobre l'impacte de l'accés a la Cartoteca a través d'Internet. Organització del seminari 2012.
Producció cartogràfica	ICA: Comissió de cartografia d'alta muntanya	Estudis de diferents aspectes relacionats amb la cartografia d'alta muntanya	Membres	Ponència sobre generalització automàtica de cotes. Seguiment de les activitats de la Comissió.
Producció cartogràfica	Comunitat de Treball dels Pirineus (CTP) - Grup de treball de cartografia de la Comissió d'Infraestructures i comunicacions	Fòrum de diàleg permanent per tal d'adoptar punts i horitzons comuns sobre la cartografia.	Membres	Elaboració i publicació del Mapa General de la CTP. Col·laboració en la creació de la base cartogràfica 1:250 000 de la CTP. Reunions de la Comissió. Preparació de treballs per a la Subcomissió de cartografia.
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. Seguiment dels treballs del grup.
Teledetecció	Galileo Supervisory Authority	Desenvolupament de mecanismes de cooperació internacional i transferència tecnològica en aplicacions GNSS	Membres	Avaluació de la convocatòria de projectes europeus FP7 en GNSS i cooperació internacional.
Teledetecció	Galileo Supervisory Authority	Galileo Master Competition	Membre del comitè avaluador regional català	Avaluació de les propostes d'integració de sistemes de navegació GPS i Galileo.

Indicadors de R+D+IT

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Teledetecció	Research Executive Agency	Desenvolupament de mecanismes de cooperació internacional i transferència tecnològica en aplicacions de satèl·lit de navegació i d'observació de la Terra	Membres	Avaluació de la convocatòria de projectes europeus FP7.
Teledetecció	Canadian Space Agency - Agence Spatiale Canadienne	SOAR – RADARSAT 2: programa per a l'exploració de les millores de les capacitats del sensor i les seves aplicacions potencials	Col·laborador	Informe final.
Teledetecció	Agenzia Spatiale Italiana	Continuous subsidence monitoring using COSMO-SkyMed constellation	Investigador principal	Informe anual.
Producció cartogràfica	INSPIRE: Grups de treball de definició de dades	Preparació d'especificacions dels annexos I, II i III de la directiva INSPIRE	Experts dels grups d'Hydrografia, Transports, Toponímia, i Ortoimatges, i Editor del grup d'Elevacions.	Establiment d'especificacions.
Producció cartogràfica	INSPIRE	Avaluació de les especificacions d'hydrografia, transports i unitats administratives, elevacions, ortoimatges i edificacions	Coordinador a l'ICC	Informe d'avaluació per a cada un dels temes.
Toponímia	EuroGeographics	EuroGeoNames: elaboració d'una base de dades de topònims contínua a Europa des de l'Algarve als Urals	Expert	Seguiment dels treballs del grup.
Toponímia	UNGEGN / GENUNG Grup d'Experts de les Nacions Unides de Noms Geogràfics	WG on Toponymic Data Files and Gazetteers: creació de normes i definició de criteris comuns per a la publicació de noms geogràfics	Expert	Reunions del grup de treball. Seguiment de les activitats del grup.
Toponímia	International Council of Onomastic Sciences (ICOS) – Secció “Cartografia i noms de lloc: noves plataformes de gestió de la informació”	XXIV Congrés de la International Council of Onomastic Sciences, Barcelona 2011	President de la secció “Cartografia i noms de lloc: noves plataformes de gestió de la informació”. Membre del Comitè Científic	Reunions del Comitè. Definició dels continguts de la secció. Elecció dels assistents.
Toponímia	International Council of Onomastic Sciences (ICOS) – Secció “Cartografia i noms de lloc: noves plataformes de gestió de la informació”	XXIV Congrés de la International Council of Onomastic Sciences, Barcelona 2011	Membres del Comitè organitzador	Reunions del Comitè. Assistència tècnica i subministrament lloc web. Secretaria del Congrés. Organització de la taula rodona de la secció. Edició de documents. Difusió del Congrés.
Cartoteques	IFLA / International Federation of Library Associations and Institutions. Geography and map libraries section	Fòrum internacional que promou i coordina la recollida, emmagatzemament i accés a informació geogràfica i cartogràfica	Membre	Seguiment dels treballs de la Secció.
Fotogrametria	“The Photogrammetric Record”	Publicació científica de la “Photogrammetric Society” del Regne Unit	Membre del consell editor internacional, revisor i traductor	Coordinació del procés d'avaluació de manuscrits. Revisor especialitzat en temes làser. Traducció i revisió dels resums.

Indicadors de R+D+IT

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Teledetecció	"Transactions on Geoscience and Remote Sensing"	Publicació científica de la "IEEE Geoscience and Remote Sensing Society"	Revisor	Revisor especialitzat.
Geodèsia	"Journal of Surveying Engineering"	Publicació científica de la "American Society of Civil Engineers"	Revisor	Revisor especialitzat.
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.
Teledetecció	Consorci del projecte DeltaNet	Xarxa de deltes europeus - Governabilitat sostenible del delta	Membre del Comitè Científic	Desenvolupament del programa i de les sessions DELTANET Symposium.
Teledetecció	ELMF	European Lidar Mapping Forum 2010 European Lidar Mapping Forum 2011	Membre del Comitè Científic	Revisió dels abstracts.
Teledetecció	IGARSS	IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2012	Membre del Comitè Científic	Revisió dels abstracts.
Generalització	ICA - International Cartographic Association: Comissió de generalització i representació múltiple	Promoció i foment de la recerca en generalització automàtica	Membre	Seguiment de les reunions 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. Seguiment de les activitats del grup.
Cartoteques	LIBER - Ligue Européenne de Bibliothèques de Recherche Groupe de Carthotécaires	Foment de la cooperació en el camp de la conservació del patrimoni de les cartoteques europees	Membres	Intercanvi de dades i informació. Presentació de la ponència sobre els nous reptes de les cartoteques. Preparació de la conferència 2012 a Barcelona.
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	Consell Editorial Internacional	Publicació de dos articles. Coordinació del procés d'avaluació de manuscrits.
Cartoteques	ICA Comission on the history of cartography	Grup de treball que estudia la digitalització dels mapes antics	Membre	Reunions anuals.
	OGC- Global Advisory Council (GAC)	Assessorament a OGC en relació al seu abast global i les estratègies de l'organització	Representant europeu	Seguiment de les activitats del grup.

Sumari 2008-2011

GEODÈSIA

SPGIC. Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya	(activitat continuada)
GAST. Gravimetria aerotransportada	(2002-2010)
NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats	(activitat continuada)

SENSORS

Sèries experimentals: Teledetecció	(activitat continuada)
Sistema GEOMOBIL	(2002-2010)
TASI. Sensor hiperespectral	(2010-2013)
Càmeres digitals	(2002-2010)
EuroDAC ²	(2007-2010)
Comportament radiomètric de les càmeres digitals	(2008-2011)
Projecte HUMID (RADERO)	(2009-2012)

PROCESSAMENT D'IMATGES

Processament d'imatges: Algorismes	(activitat continuada)
CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics	(activitat continuada)
Detecció de canvis	(2010-2013)

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)
Aplicacions temàtiques de teledetecció	(activitat continuada)
Aplicacions de l'ALTM (CLOSE-SEARCH)	(2010-2013)
Agricultura de precisió	(2011-2012)

PRODUCCIÓ CARTOGRÀFICA

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

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

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.

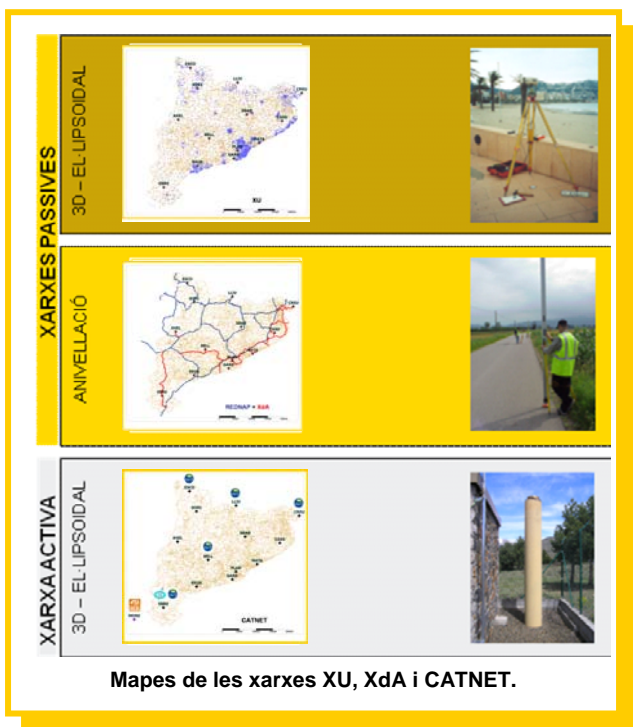
El terme "integrat" vol destacar que es tracta d'un sistema tridimensional, basat en un coneixement acurat del geoide i en les observacions GNSS que són tridimensionals; és a dir, integra els sistemes de referència horitzontal i vertical.

El SPGIC és format per (desembre 2011):

1. Els actuals 4.079 vèrtexs de la Xarxa Utilitària de Catalunya (XU), amb una precisió de 2-3 cm, amb l'objectiu que cada nucli de població de Catalunya tingui, almenys, un vèrtex de la XU.
2. Les 15 estacions permanents GPS de la xarxa CATNET. S'ha iniciat l'adaptació de la xarxa a altres constel·lacions de satèl·lits, substituint el receptor GPS per un GNSS en una de les estacions, a fi d'iniciar la distribució de dades GPS i GLONASS a la xarxa internacional EU-REF.

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>
- ▶ DGPS. Sistema de difusió de correccions de codi en temps real. Es pot accedir al flux de



Geodèsia

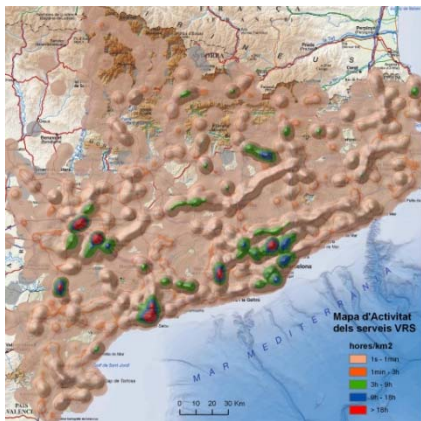
SPGIC. Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya

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).

S'han definit indicadors per a caracteritzar l'estat de la xarxa: producció de fitxers RINEX, qualitat i disponibilitat.



Mapa d'activitat de les estacions virtuals.

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. Com a complement a la publicació del geoide EGM08D595, s'han posat a disposició dels usuaris el geoide i el manual per a la configuració de llibretes electròniques de manera que permetin aplicar el geoide en el moment d'efectuar les observacions de camp.
- ▶ Transformació de dàtum entre l'antic sistema ED50 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 amb la publicació de guies tècniques i l'estudi de problemàtiques per a la transformació de dades d'ens locals.

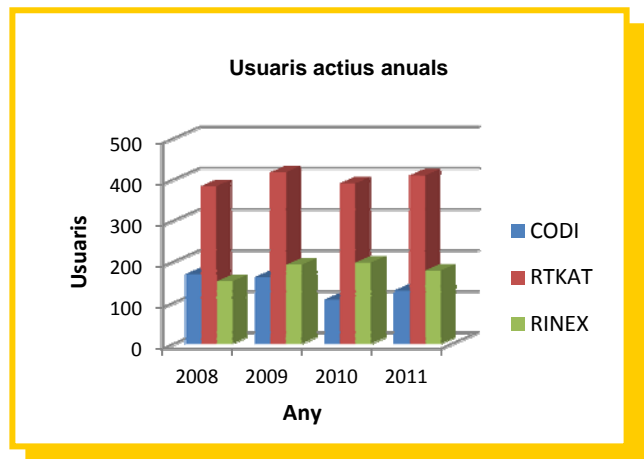
- ▶ Calculadores geodèsiques. Programa de transformacions i càlculs geodèsics que s'ofereixen al web de l'ICC com a servei públic.
- ▶ Fitxes dels senyals geodèsic de la XU accessibles des del web de l'ICC.

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 els usuaris de sistemes de localització personal basats en GPS (LBS).



Publicacions tècniques

- Baella, B., Bosch, E., Grau, J., González, J. C., Guimet, J., Pintó, M., Pla, M.: *Canvi de sistema de referència d'ED50 a ETRS89: Distribució de dades digitals de l'Institut Cartogràfic de Catalunya*. 9a Setmana Geomàtica. Barcelona 2011.
- Grau, J., Bosch, E., Talaya, J.: *La transició de la geoinformació oficial a ETRS89 en Catalunya*, 9a Setmana Geomàtica, Barcelona 2011.
- Martínez-Benjamín, J. J., Ortiz, M. À., Ruiz, A., Bosch, E., Térmens, A., Martínez, M., Martínez, X., Pérez, B., Rodríguez, G., Pros, F., Gili, J., Tapia, A., López, R.: *Implementación CGPS y altimetría en los Puertos de Ibiza, l'Estartit y Barcelona para monitorización del nivel del mar*. Revista de Teledetección, núm. 36, pàg. 20-25. 2011.
- Grau, J., Bosch, E.: *Canvi de sistema de referència ED50 a ETRS89*. Revista Catalana de Geografia, IV època, vol. XIV, núm. 36. Barcelona, 2009. www.rcg.cat

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.

NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats.

Descripció

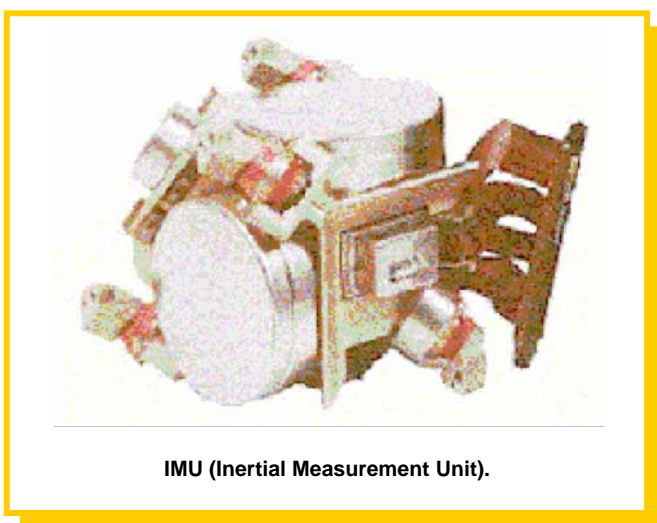
El coneixement de les variacions del camp gravitatori és de gran importància per a la geodèsia, la geofísica i la navegació, en especial des de la implantació de sistemes de posicionament basats en satèl·lits. El modelatge eficient i precís d'aquestes variacions, en concret la determinació del geoide,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

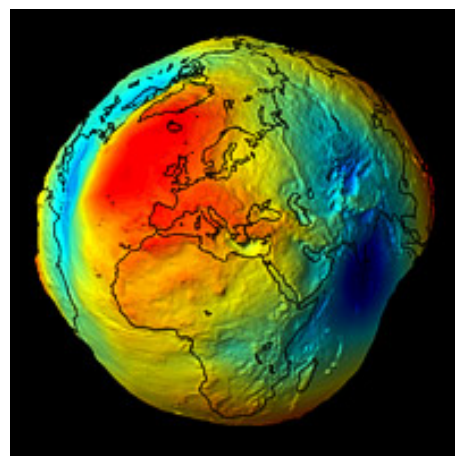
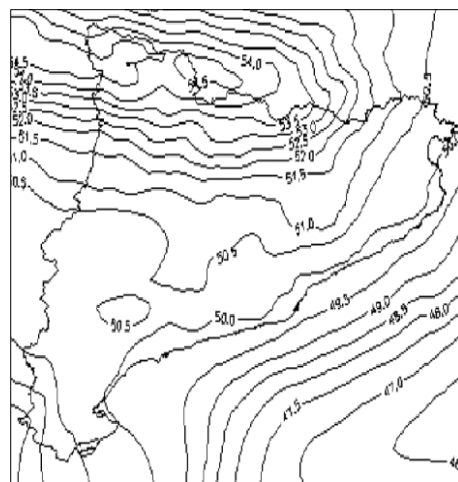


Aportació

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.

Aplicacions temàtiques en teledetecció.

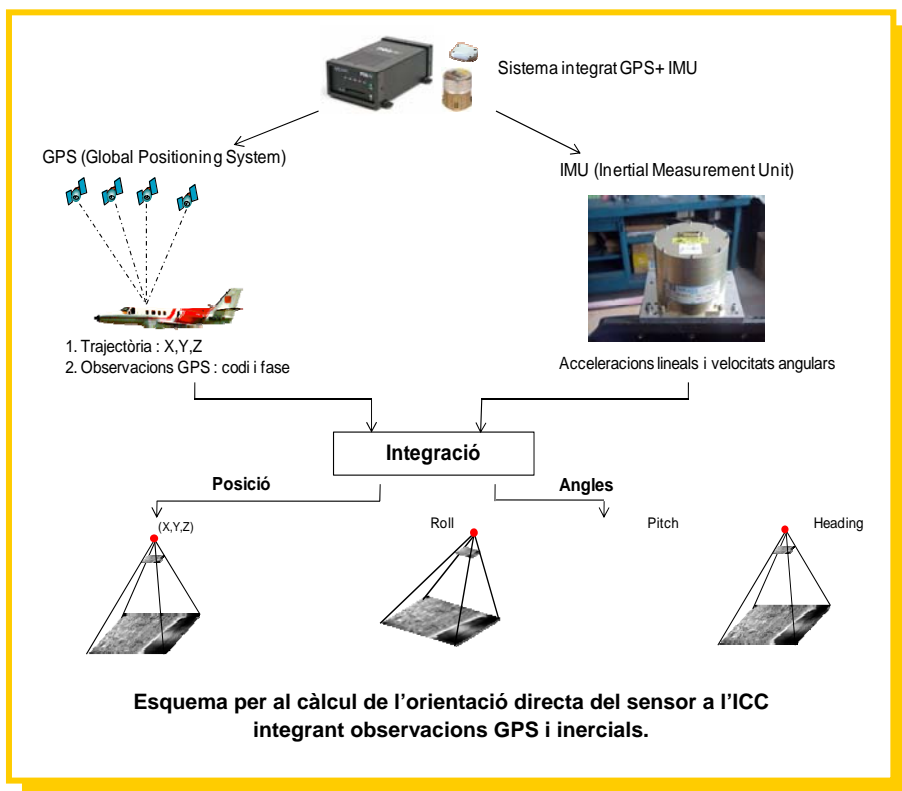
TASI. Sensor hiperespectral.

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.



L'ICC utilitza 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).

Actualment s'estudia l'ús de tècniques PPP (Precise Point Positioning) que permeten determinar el posicionament precís d'un punt amb l'ús d'un únic receptor GPS, per a l'orientació de vols fotogramètrics i lidar.

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.

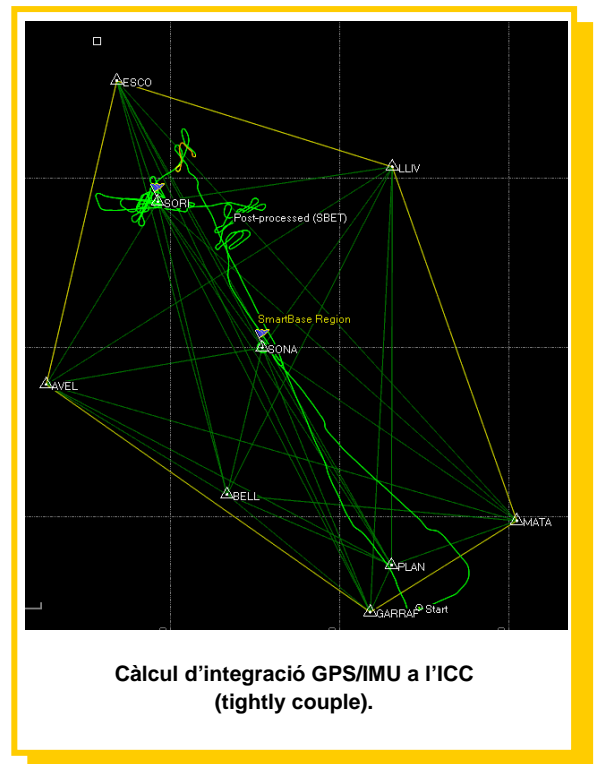
S'han establert nous procediments, amb caràcter general, per als alineaments dels sistemes inercials durant els vols.

S'ha avançat en la incorporació de millores que permetin una orientació directa de més precisió, amb l'agregació 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 i s'ha posat en producció el programari IPASTC que utilitza un model tightly couple en la integració de les observacions GPS i inercials per a l'orientació de vols lidar.

També s'ha desenvolupat i consolidat un model geomètric *estricte* per a l'orientació del sensor TASI que considera característiques geomètriques del sensor com la relació geomètrica entre ambdues meitats de la imatge.

S'ha estès el model geomètric per al CASI de cara a un model càmera/sensor més complet incloent paràmetres de distorsió radial en el calibratge de l'òptica.



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Àrees de Teledetecció i Geodèsia.

Període

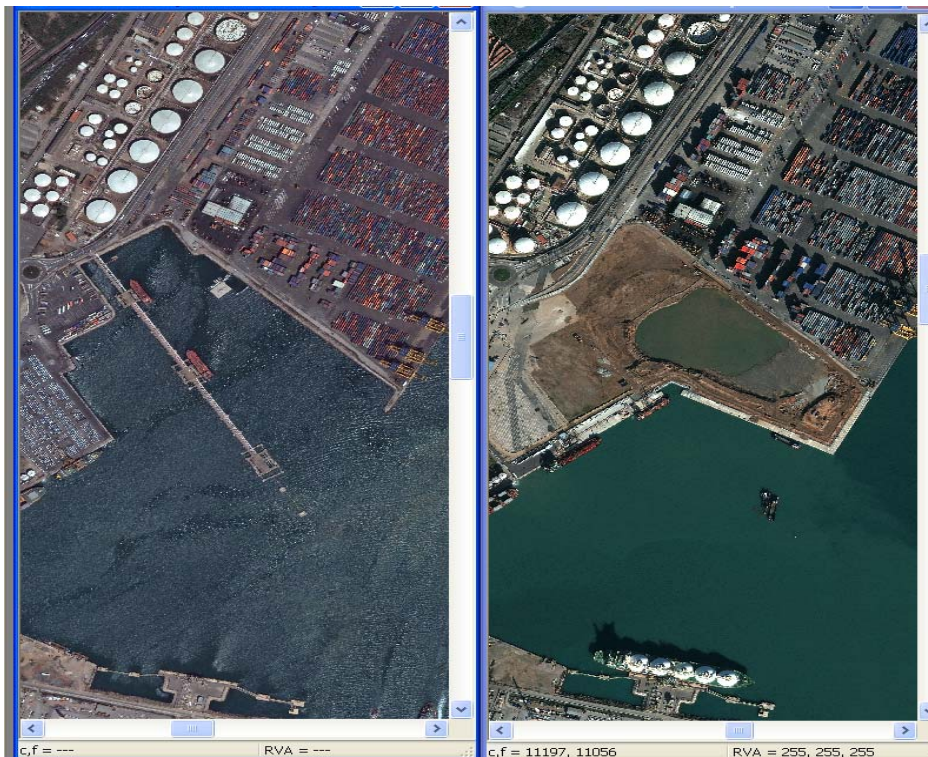
Activitat continuada.

Descripció

El programa té com a objectiu conèixer a fons les possibilitats cartogràfiques dels nous sensors d'aplicació a la cartografia –especialment els esteoscòpics 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.



**Anàlisi i avaliació d'imatges de satèl·lit de molt alta resolució,
QuickBird i GeoEye.**

Sensors

Sèries experimentals: Teledetecció

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

En el marc de l'estudi HRS (High Resolution Stereoscopic) organitzat pel CNES (Centre National 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.

També s'ha avaluat la qualitat de les imatges RapidEye geocorregides i s'ha aplicat satisfactòriament el model de funcions racionals a l'ajust d'imatges WorldView-2.

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).

S'ha estudiat el model geomètric i radiomètric del sensor d'alta resolució del futur satèl·lit Plèiades.

Aportació

Tecnologia pròpia per a utilitzar imatges de 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.

Implementació de la interpolació dispersa en temps de rectificació i postprocés per evitar artefactes en la imatge resultant i posada en producció del programari per a la generació d'ortofoto veritable.

Publicacions tècniques

- Gómez, P., Soler, M. E., Rodríguez, B., Pérez, F., Palà, V., Arbiol, R.: *Ortofoto verdadera de zonas urbanas en el ICC*. 9a Setmana Geomàtica. Barcelona. 2011.
- Martín, F., Corbera, J., Marchan, J. F., González, A.: *RapidEye and the Rededge band for modelling the vegetation and the recovery of the soil moisture*. Mapping, núm. 150, pàg. 10-20. 2011.
- Arbiol, R.: *Sensors i captació primària de dades*. Revista Catalana de Geografia, IV època, volum XIV, núm. 37. 2009. www.rcg.cat

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Participants, col·laboracions

Centre de Visió per Computador (CVC).

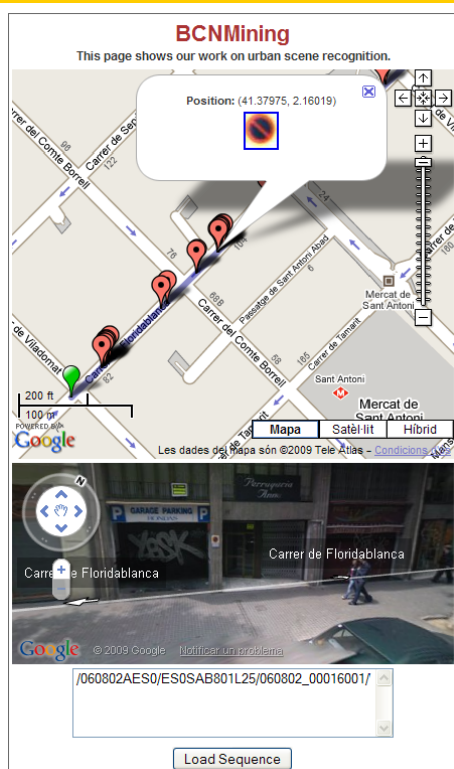
Període

2002-2010.

Projectes relacionats

NOSA. Navegació i orientació de sensors aerotransportats.

Models de ciutats.



Mostra dels resultats del programari de reconeixement de senyals.

Descripció

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.

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 guials, 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 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. En aquest sentit, s'han realitzat campanyes per a complementar ortos veritables i s'han desenvolupat DLL per al rendering de les imatges i la seva aplicació a la generació de models de ciutats.

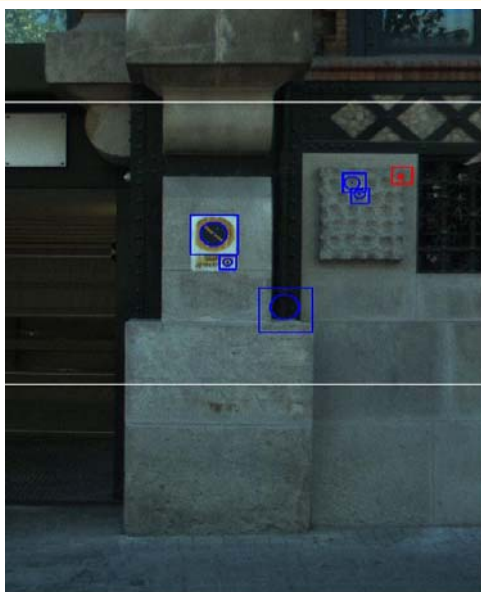
Sensors

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.



Imatge del GEOMOBIL.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Àrea de Teledetecció.

Participants, col·laboracions:

Universitat de València.

Període

2010-2013.

Projectes relacionats

Aplicacions temàtiques de teledetecció.

NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats.

CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics.

Descripció

El TASI (Thermal Airborne Spectrographic Imager) és un sensor hiperespectral amb 32 bandes situades entre 8 i 11,5 μm dins de la zona de l'infraroig tèrmic de l'espectre electromagnètic.

Les aplicacions previstes exploten la relació de la radiació electromagnètica emesa en la regió de l'infraroig mitjà i el tèrmic de l'espectre electromagnètic amb la temperatura dels objectes observats.

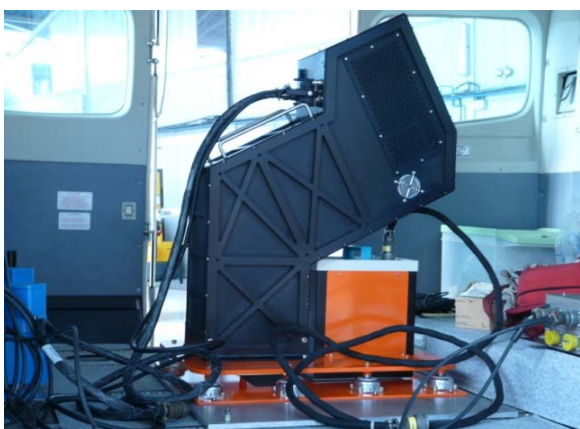
- ▶ Determinació d'illes de calor a les ciutats; pèrdues d'energia d'edificis, ja sigui per refrigeració o per calefacció.
- ▶ Determinació de plomes tèrmiques a les aigües de refrigeració de centrals de producció d'energia.
- ▶ Aflorament d'aigües subterrànies a les zones litorals.
- ▶ Avaluació de l'evapotranspiració dels conreus per a determinar les seves necessitats hídriques.

S'ha desenvolupat un model geomètric per a orientar el TASI tenint en compte les peculiaritats geomètriques del sensor. Aquest model aborda l'orientació del sensor com un únic sensor, en lloc de dos, modelant la relació geomètrica entre les dues meitats de la imatge.

En les tasques d'avaluació d'aquest model "estricte" del TASI s'ha procedit al calibratge intern del sensor (relació geomètrica entre les dues meitats del sensor) i al calibratge de l'òptica, incloent distància focal, punt principal i distorsions radials, com en el calibratge entre els sensors embarcats: calibratge entre el sistema d'orientació directe i el sensor TASI.

S'ha seleccionat el millor algorisme de separació entre emissivitat i temperatura (ARTEMISS), i per a avaluar les capacitats del sensor per a detectar i quantificar concentracions de gasos contaminants.

S'han desenvolupat algorismes per aplicar correccions atmosfèriques independents de dades de camp (perfils atmosfèrics estadístics) i per automatitzar el mosaic de passades TASI segons l'angle



Sensor TASI.

Sensors

TASI. Sensor hiperespectral

d'observació per minimitzar la dependència angular de la radiació mesurada.

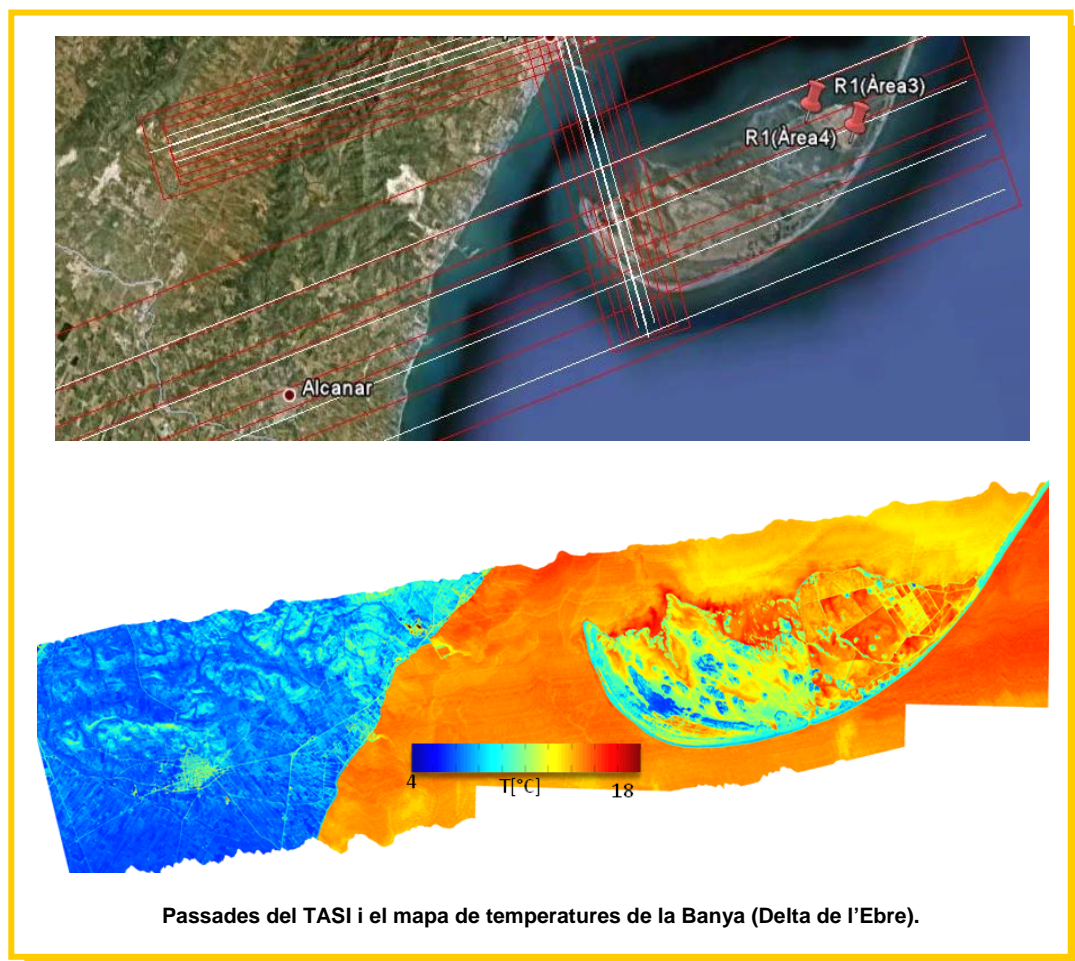
Actualment, s'està estudiant la potencialitat de les tècniques *down-scaling* per a l'obtenció de mapes de temperatura d'alta resolució en base a un mapa de temperatura de baixa resolució i un mapa d'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Aportació

S'ha posat en producció la cadena de generació de mapes de temperatura i emissivitat.

Publicacions tècniques

- Pipia, L., Pérez, F., Tardà, A., Palà, P., Arbiol, R.: *Potentials of the Thermal Airborne Spectrographic Imager for Environmental Studies*, 9a Setmana Geomàtica. Barcelona, 2011.
- Pipia, L., Pérez, F., Tardà, A., Martínez, L., Palà, V., Arbiol, R.: *Thermal Airborne Spectrographic Imager for Temperature and Emissivity Retrieval*, 3rd International Symposium on Recent Advances in Quantitative Remote Sensing. Torrent, 2010.



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.

En els darrers anys, s'ha seguit l'evolució de la tecnologia emprada pels fabricants per millorar la qualitat dels productes des d'un punt de vista geomètric i radiomètric amb l'ús de sensors amb un nombre més gran de píxels, generant imatges amb una empremta més gran al territori.

S'ha avaluat el programari de generació d'imatges virtuals i s'ha analitzat i caracteritzat la causa dels problemes esporàdics en la restitució amb imatges DMC.

En paral·lel s'estudia l'ús de les imatges de la càmera digital per a la generació de mesures de magnituds físiques que puguin ser d'utilitat de forma aïllada o combinades amb informació d'altres sensors.

S'ha establert el procediment per determinar uns coeficients de calibratge absolut que permeten obtenir valors absoluts de radiància i s'ha desenvolupat la metodologia per a la generació d'imatges acurades de l'índex NVDI d'aplicació amb les dades del sensor TASI.

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.

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



Components de la càmera DMC.

Sensors

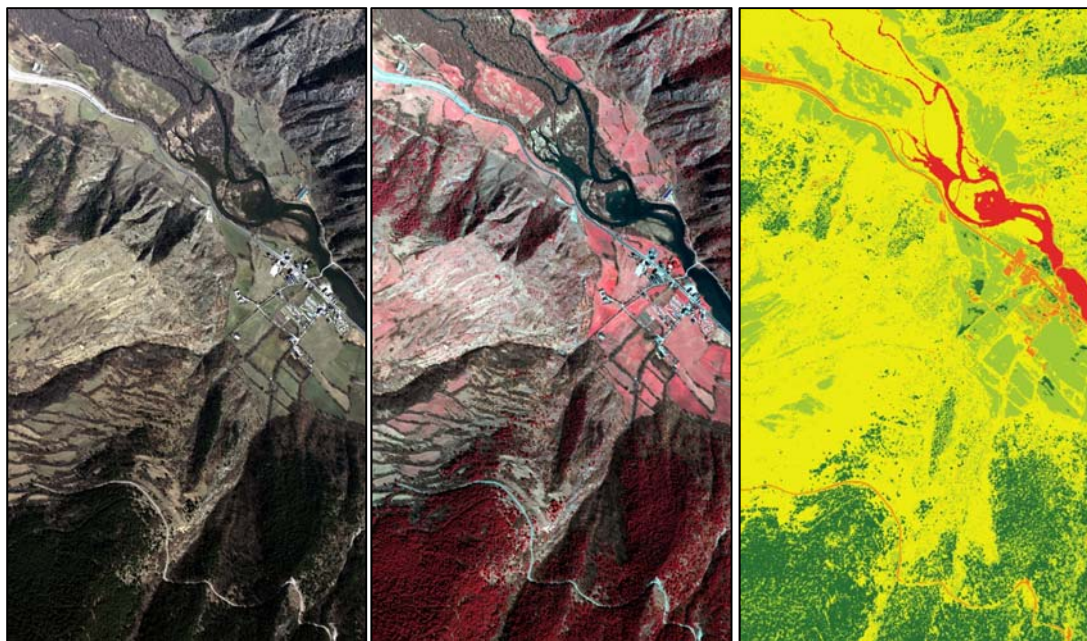
Càmeres digitals

addicional és poder prendre imatges amb menys llum i, per tant, estendre la finestra diària de vol i també allargar la temporada de vols.

Utilització de les càmeres DMC com a sensors de teledetecció, possibilitant estudis radiomètrics fins ara impracticables amb aquestes càmeres: obtenció de mesures de magnituds físiques com la radiància o el mapa d'NVDI.

Publicacions tècniques

- Martínez, L., Arbiol, R., Pérez, F.: *ICC experiences on DMC*. International Calibration and Orientation Workshop EuroCOW. Castelldefels, 2010.
- Alamús, R., Kornus, W., Pla, M., Talaya, J.: *Evaluación de la precisión en tres años de campañas con cámara digital en el ICC*. 8a 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.



Imatge DMC visible, infraroig i mapa NVDI.

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

Càmeres digitals.

Comportament radiomètric de les 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

L'ICC 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 en 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 (fet 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.

Posada en producció d'eines per a la caracterització i correcció atmosfèrica en imatges CASI millorant la seva precisió radiomètrica.

Publicacions tècniques

- Honkavaara, E., Arbiol, R., Markelin, L., Martínez, L., Pérez, F., Bovet, S., Chandelier, L., Heikkinen, V., Korpela, I., Lelegard, L., Schläpfer, D., Tokola, T.: *EuroSDR project "Radiometric aspects of digital photogrammetric airborne images" – Results of the empirical phase*. ISPRS Workshop on High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information. Hannover, 2011.
- Arbiol, A., Martínez, L.: *ICC EuroSdDR Banyoles 2008 research activities*. International Calibration and Orientation Workshop EuroCOW. Castelldefels, 2010.
- Arbiol, A., Martínez, L.: *ICC-Banyoles 2008 Campaign in the Framework of EuroSdDR Radiometry Project. Project Description and Preliminary Results*. 8a 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

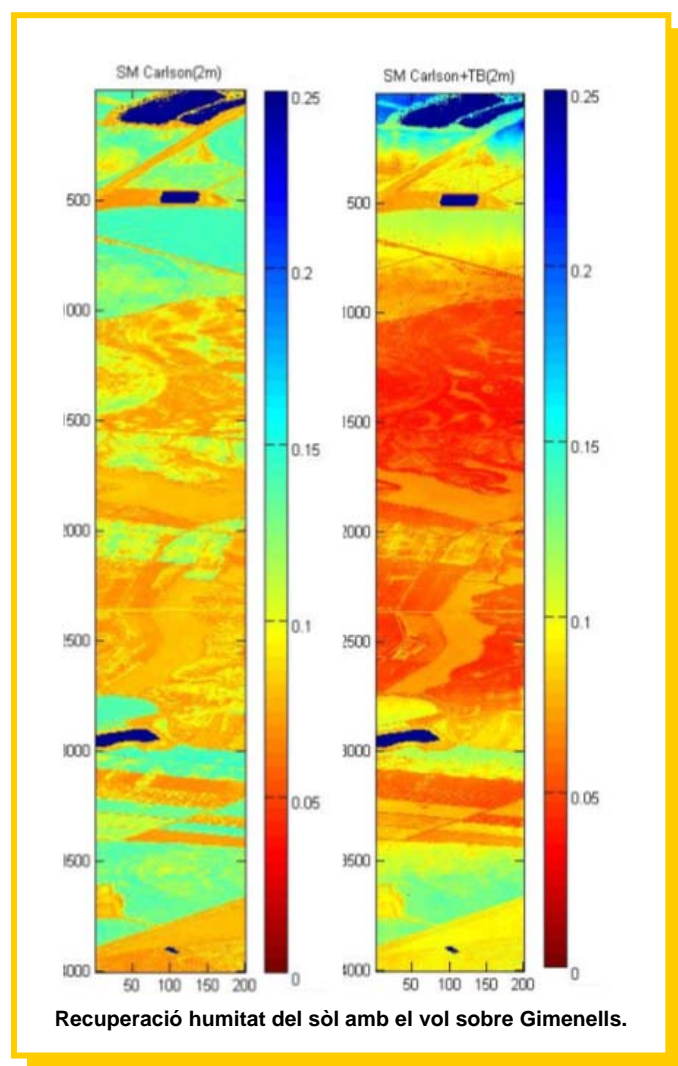
Institut Cartogràfic de Catalunya, Centre de Suport al Programa Català d'Observació de la Terra.

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.

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.

Sensors

Projecte HUMID (RACERO)

En el marc del projecte, RSLab_UPC ha desenvolupat el sensor ARIEL2 i l'ICC ha dut a terme les tasques per a l'elaboració del model que permeti la fusió de dades multisensor - data fusion, i la mecanització del radiòmetre.

S'ha realitzat una campanya pilot de validació: definició dels paràmetres de vol, captació i processament de les dades i mesures de camp de control.

Aportació

Desenvolupament d'un sensor operacional aero-transportat 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.

Publicacions tècniques

- Martín, F., Corbera, J., Marchan, J. F., Camps, A., Aguasca, A.: *Airborne soil moisture determination at regional level: a data fusion approach for Catalan Territory*. Revista Teledetecció, núm. 35, pàg. 47-54. 2011.
- Martín, F., Marchan, J. J., Aguasca, A., Valllossera, M., Camps, A., Piles, M., Corbera, J., Villafranca, A. G., Pipia, L., Tardà, A.: *Airborne soil moisture determination using a data fusion approach regional level*. IGARS. Vancouver, 2011.



Treball de camp.

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

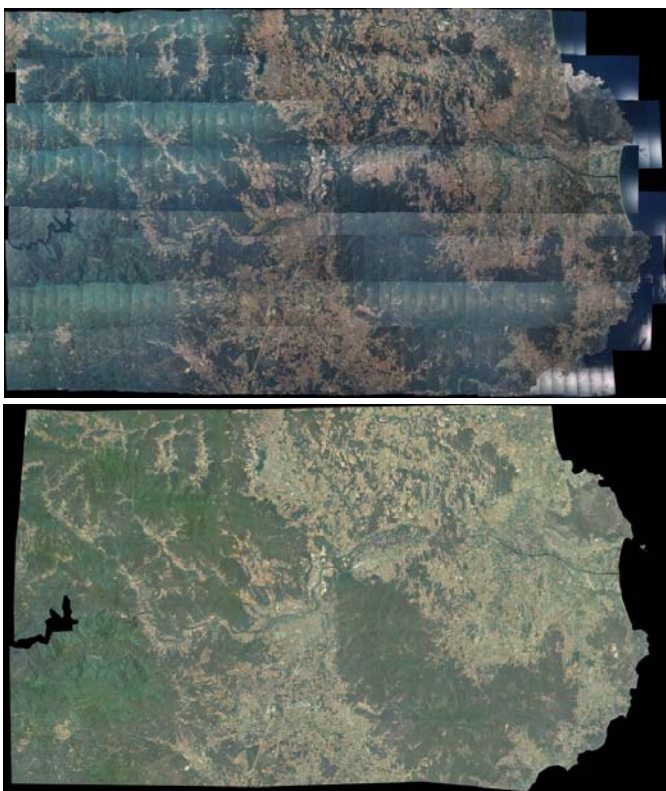
Activitat continuada.

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'escala 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.

Establiment d'un protocol per al tractament de la banda infraroja de l'ortofoto i augmentar-ne la seva interpretabilitat.

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

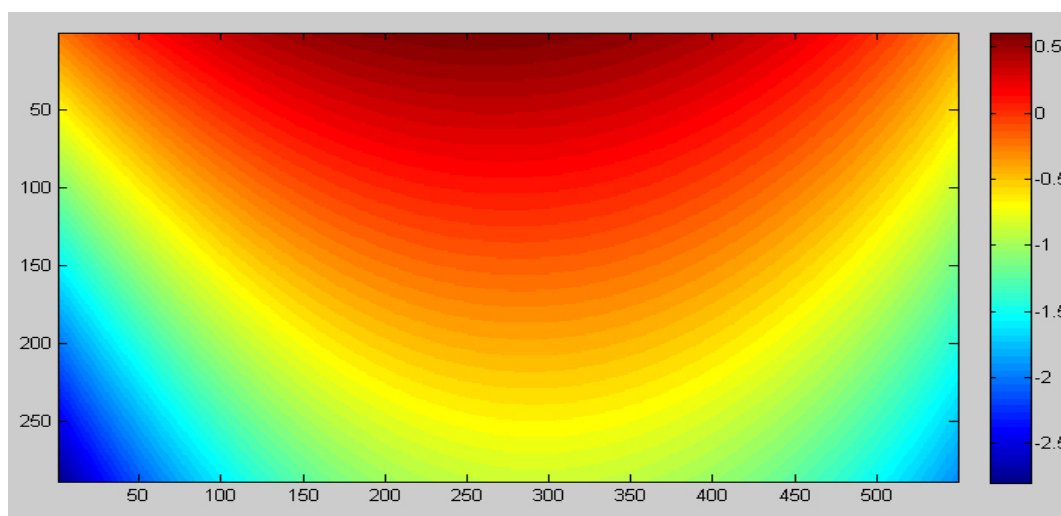
Activitat continuada.

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.



Caracterització de l'efecte *smiling* del sensor CASI.

Processament d'imatges

CORREA. Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics

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.

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 cartogràfics.

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

Mesura de l'efecte introduït per l'atmosfera a la resolució efectiva de les imatges captades per càmeres fotogramètriques; aquest paràmetre és important per definir la qualitat real d'un vol.

Caracterització de l'efecte *smiling* en 2D.

Publicacions tècniques

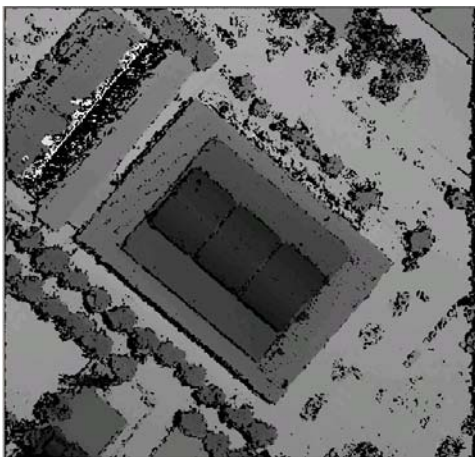
- Martínez, L., Pérez, F., Arbiol, R., Tardà, A.: *Radiometric characterisation of a VNIR hyperspectral imaging system for accurate atmospheric correction*. 9a Setmana Geomàtica. Barcelona, 2011.
- Martínez, L., Soler, M. E., Pérez, F., Arbiol, R.: *Efecto de la atmósfera en la resolución óptica de la Z/I Digital Mapping Camera*. Revista de Teledetección, núm. 35, pàg. 32-40. 2011.
- García-Santos, V., Mira, M., Valor, E., Caselles, V., Coll, C., Galve, J.M., Martínez, L.: *Comparison of current methods to determine the downwelling atmospheric irradiance in the thermal infrared*. 3rd International Symposium on Recent advances in Quantitative Remote Sensing. Torrent, 2010.
- Martínez, L., Caselles, V., Valor, E., Pérez, F., García-Santos, V.: *Vegetation Cover Method Emissivity Dependencies on Atmosphere and Multispectral Vegetation Index*. 3rd International Symposium on Recent advances in Quantitative Remote Sensing. Torrent, 2010.
- 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.

Lideratge de l'estudi

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

Període

2010-2013



Imatge de disparitat.

Descripció

L'objectiu bàsic és la reducció del temps necessari per a fer una actualització cartogràfica, assenyalant com a àrees de delimitació les que mostrin canvis rellevants.

El mètode de treball es basa en la generació de models digitals de superfície (MDS) per correlació.

S'ha desenvolupat programari propi basat en l'algorisme de correspondència dens SGM (Semi-Global Matching), per a la conversió dels núvols de punts de correlació en un MDS, i l'anàlisi dels resultats.

S'han correlacionat imatges d'èpoques diferents de la mateixa zona i s'han classificat els punts de correlació obtinguts amb SGM en punts del terreny, edificis, vegetació. Malgrat que els primers resultats no han estat del tot satisfactoris sí que s'han detectat altres aplicacions a aquestes tècniques com pot ser el càlcul de disparitat de parells estereoscòpics.

A fi d'obtenir un MDS dens per a tot el territori, adequat per a la detecció de canvis o per a la generació d'orto verdadera o models de ciutats, cal desenvolupar eines per a la fusió i filtratge de dades per evitar oclusions i minimitzar els errors.

L'etapa següent ha consistit en valorar l'aportació dels MDS a la detecció de canvis artificials al territori.

L'estudi en aquesta segona etapa s'ha centrat en la detecció automàtica o quasi automàtica i la fotointerpretació. Els resultats evidencien la complementaritat de les dades MDS i les òptiques; les primeres detecten canvis volumètrics (expansió urbana industrial, infraestructures viàries, talat de boscos), les segones detecten canvis superficials (canvis en l'asfalt, preparació de solars).

Processament d'imatges

Detecció de canvis

Publicacions tècniques

- Pineda, L., Joaniquet, M., Arbiol, R., Palà, V.: *Detecció de Cambios Artificiales en Catalunya 2005-2009 (Entorno Metropolitano de Barcelona)*. 9a Setmana Geomàtica. Barcelona, 2011.



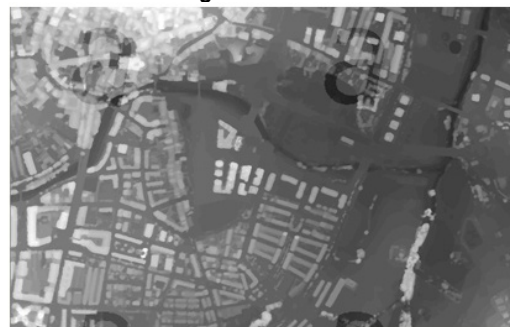
Fotograma 2009.



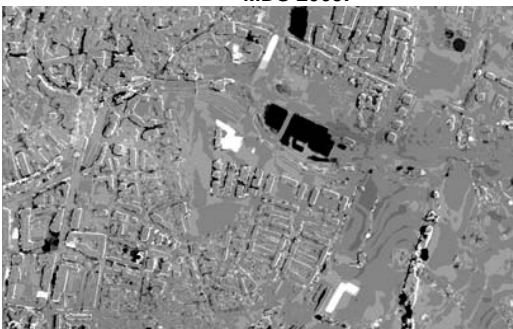
Fotograma 2010.



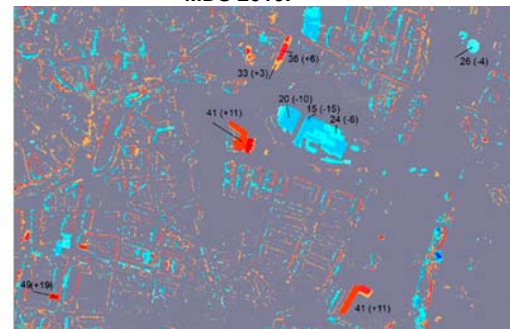
MDS 2009.



MDS 2010.



Diferències entre MDS.



Classificació de les diferències.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

Institut Geològic de Catalunya.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

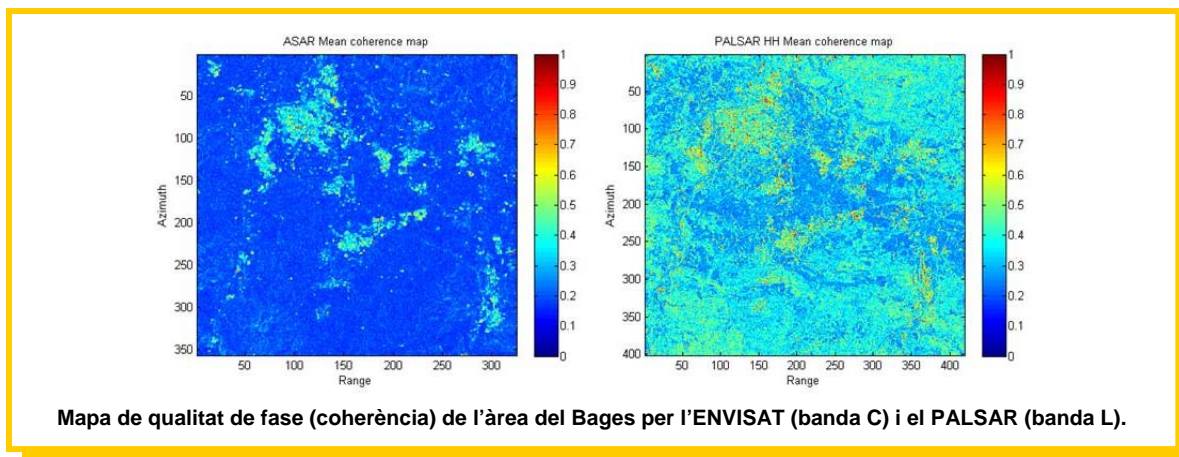
DInSAR. Anàlisi de processos de subsidència.

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 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.



Teledetecció

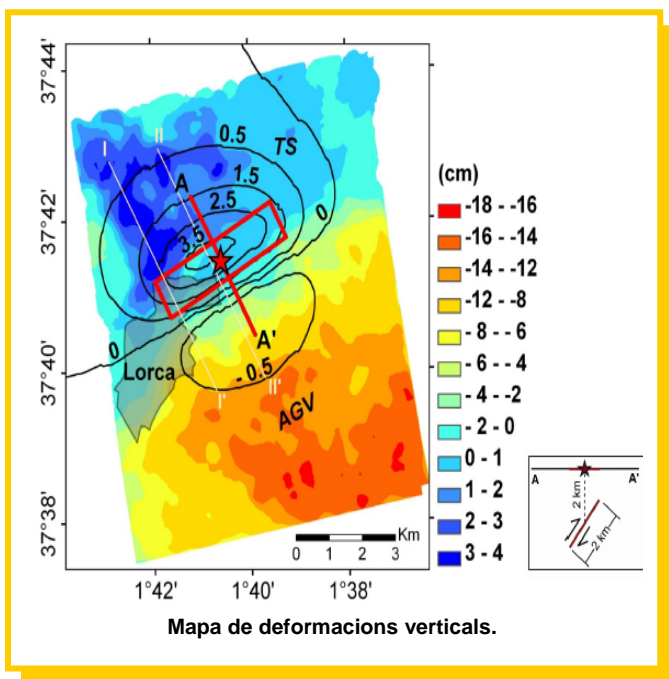
InSAR: Interferometria SAR

L'anàlisi interferomètrica amb imatges de banda C mostra manca de coherència en zones amb vegetació; s'ha adaptat el sistema per 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.

S'ha ampliat el programari per treballar amb imatges dels sensors polarimètrics RadarSat-2 i Cosmo-SkyMed i estudiar si aporten informació complementària a l'obtinguda amb els sensors SAR.

S'ha iniciat l'estudi de detecció de canvis mitjançant les imatges d'amplitud i coherència interferomètrica SAR.



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.

Validació del model geofísic que explica moviments sísmics amb l'estudi del terratrèmol de Llorca mitjançant tècniques interferomètriques amb imatges del satèl·lit TerraSAR-X en col·laboració amb l'Institut Geològic de Catalunya.

Publicacions tècniques

- Frontera, T., Concha, A., Blanco, P., Echeverría, A., Goula, X., Arbiol, R., Khazaradze, G., Pérez, F., Suriñach, E.: *DInSAR Co-seismic Deformation of the May 2011 Mw 5.1 Lorca Earthquake (Southern Spain)*. Solid Earth, núm. Se-2011-35. 2011.
- Blanco, P., Arbiol, R., Pérez, F.: *Técnicas de Interferometría diferencial SAR para monitorización de deformaciones en un entorno multi-sensor*. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección, pàg. 553-556. Calatayud, 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), Agència Espacial de Canadà, Agència Espacial Italiana.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

InSAR. Interferometria SAR.

PISAR. Polarimetria InSAR.

Descripció

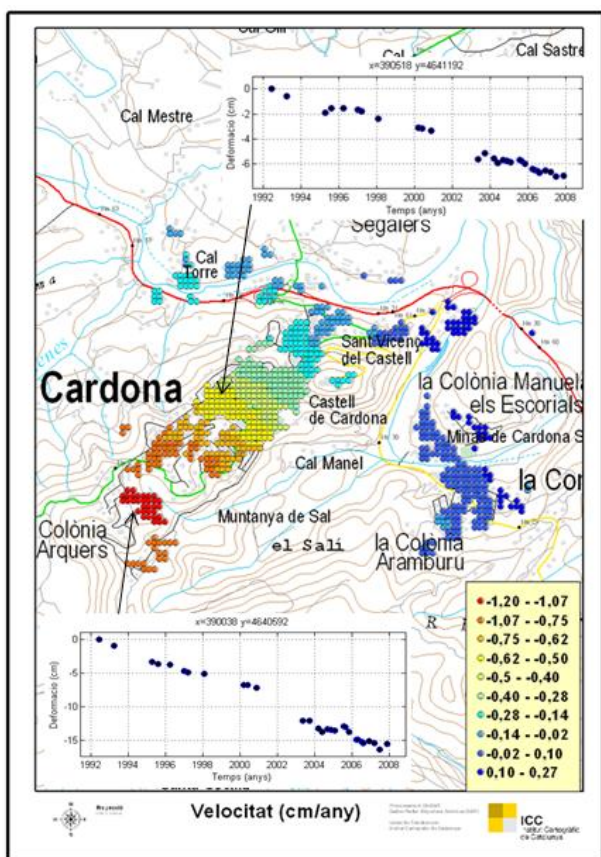
Les subsidències són esfondraments lents del terreny deguts a diferents causes. La tecnologia clàssica per a enregistrar-los és la topografia. Darrerament, però, s'han realitzat experiments basats en tècniques d'interferometria diferencial radar amb resultats prou bons com per a permetre el poder seguir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

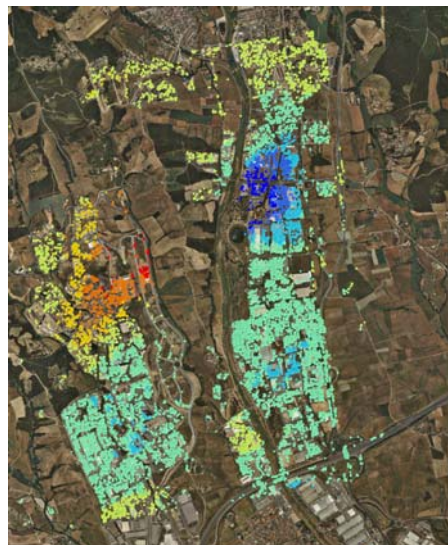
Sistema operacional per al control permanent dels fenòmens de subsidència a un cost reduït. Modificació del programari per a treballar amb un conjunt d'interferogrames ALOS-PALSAR, imatges d'alta resolució dels satèl·lits Radarsat-2 i Cosmo-SkyMed i dades polarimètriques per a millorar la densitat espacial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

Informe d'avaluació de les imatges Radarsat-2 "Application of new DInSAR techniques using RADARSAT-2 data" en el marc del programa SOAR (Science and Operational Applications Research) de l'Agència Espacial de Canadà.

Informe d'avaluació de la constel·lació Cosmo-SkyMed AO 1422 "Continuous subsidence monitoring using COSMO-SkyMed constellation" de l'ASI.

Publicacions tècniques

- Ferrer, P. J., López-Martínez, C., Aguasca, A., Pipia, L., González-Arbesú, J. M., Fabregas, X., Romeu, J.: *Transpolarizing Trihedral Corner Reflector Characterization Using a GB-SAR System*. Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 8, núm. 4. 2011.
- 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.



Subsidències a partir d'imatges ENVISAT i TerraSAR-X a Palau de Plegamans.

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. La combinació de bandes C i L permet augmentar el nombre de punts coherents, sobre els quals s'obtenen mesures de deformació.

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., Barreto, G., Ortiz, D.: *La interferometria Diferencial DInSAR – Una tècnica para el monitoreo de la subsidencia en Bogotá DC*. Boletín Colombiano de Geotecnia, vol. 13. 2010.
- 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.

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.

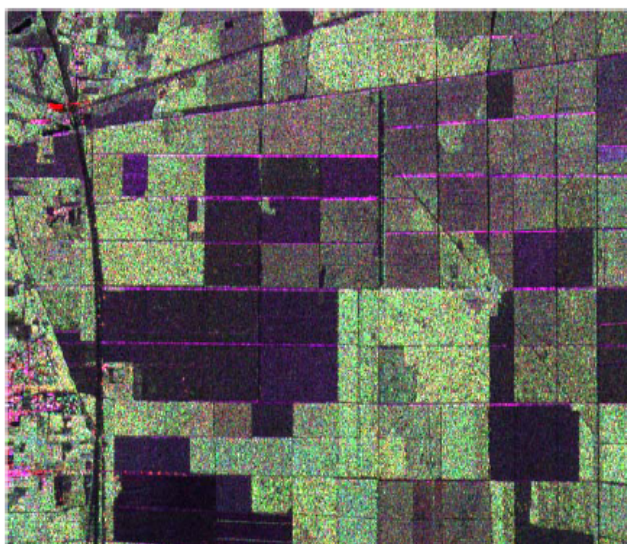
InSAR: Interferometria SAR.

DInSAR: Anàlisi de processos de subsidència.

Descripció

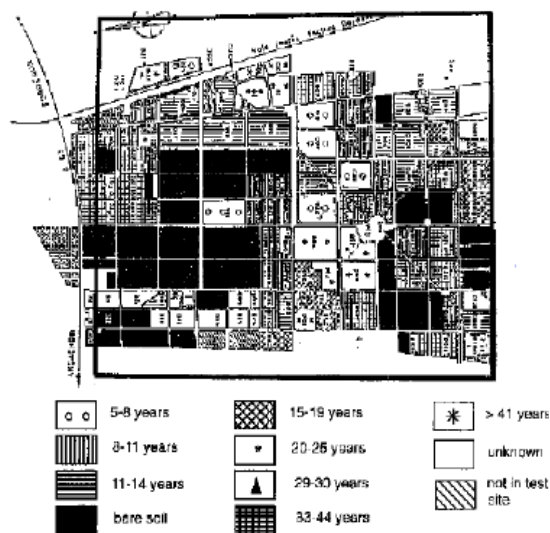
Donant continuïtat als treballs iniciats amb el projecte PISAR d'aplicar la polarimetria per a la detecció de moviments del terreny, s'amplia l'àmbit d'actuació estudiant en una primera fase les metodologies existents per al processament de dades SAR polarimètriques per a continuar aprofundint en l'estudi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

El grup de recerca RS-Lab del Departament de TSC realitzarà un informe sobre la potencialitat de la polarimetria SAR (PoISAR) 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 a plataformes de test per a futures campanyes en sistemes orbitals.



(a)

(a) Imatge de la descomposició polarimètrica de Pauli d'un camp de parcel·les a les Landes (França).



(b)

(b) Mapa original de veritat terreny.

Teledetecció

Anàlisi d'aplicacions de la polarimetria SAR

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 conté una anàlisi més detallada de la classificació de dades PolSAR.

S'estudia la classificació de cobertes amb aquestes imatges i informació auxiliar amb el programari de classificació orientada a objectes e-cognition.

- ▶ **Detecció de canvis:** Aquest punt analitza la potencialitat de les dades PolSAR per a llur ús en possibles aplicacions en el camp de detecció de canvis.

S'han obtingut els primers resultats amb imatges SAR polarimètriques i línies complementàries d'aproximació al problema.

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

- López-Martínez, C., Fàbregas, X., Pipia, L.: *Forest parameter estimation in the Pol-InSAR context employing the multiplicative-additive speckle noise model*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 66, núm. 5, pàg. 597-607. 2011
- Margarit, G., Mallorqui, J. J., Pipia, L.: *Polarimetric Characterization and Temporal Analysis of urban Target Scattering*. Transaction on Geoscience and Remote Sensing vol. 48, núm. 4, pàg. 2038-2048. 2010
- 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.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

Departament de Territori i Sostenibilitat, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Instituto Geográfico Nacional.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

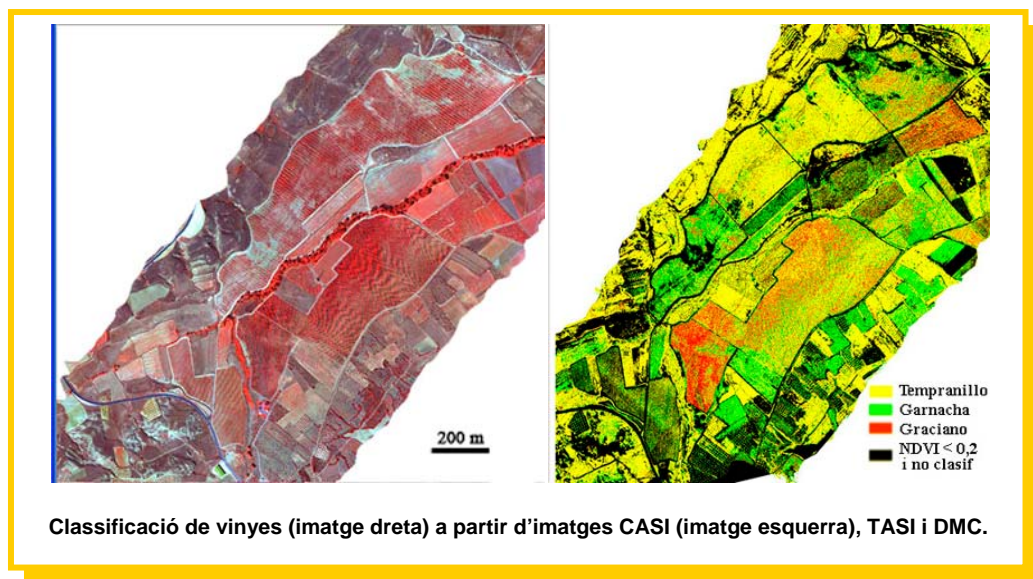
CORREA. Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics. Comportament radiomètric de les càmeres digitals. Aplicacions de l'ALTM (CLOSE-SEARCH).

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 Territori i Sostenibilitat. 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 dels sensors hiperespectrals. El programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security) de la Unió Europea es basa en aquest tipus de dades.



S'ha treballat en la combinació de dades de sensors multispectrals 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 es treballa en l'ús d'imatges hiperespectrals TASI i CASI d'alta resolució sobre conreus granges solars, aigua, etc.:

- Anàlisi de viabilitat per discriminar tres varietats de vinya.
- Monitoratge de dinàmiques fluvials.
- Estudis de contaminació llumínica.
- ...

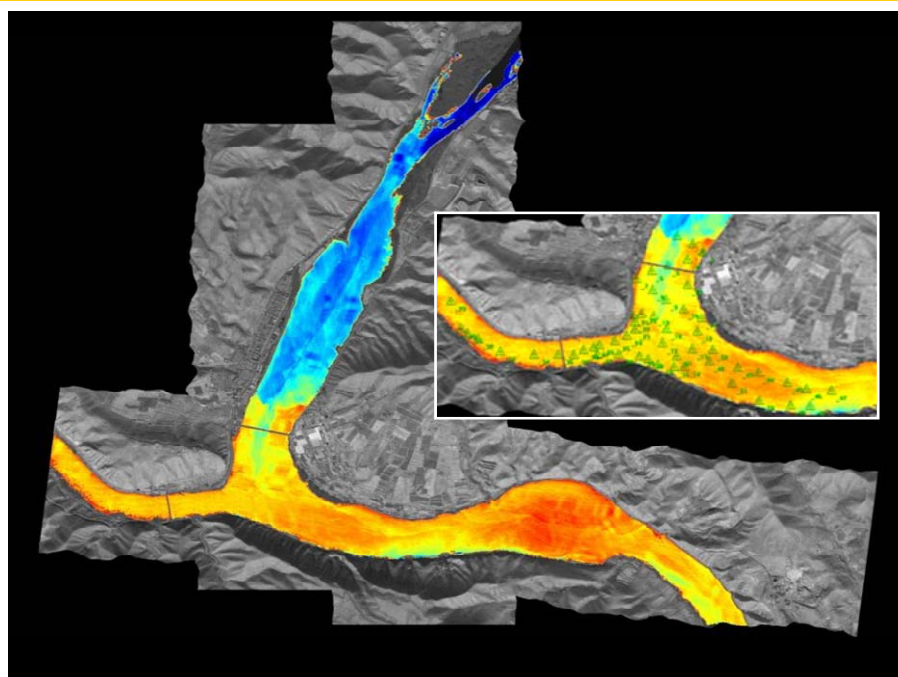
Aportació

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

- Tardà, A., Palè, V., Pérez, V., Viñas, O., Pipia, L., Martínez, L.: *Detección de la Iluminación Exterior Urbana Nocturna con el Sensor Aerotransportado CASI 550*. 9a Setmana Geomàtica. Barcelona, 2011.
- 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. Liubliana, 2008.



Dinàmiques de circulació (Pantà de Riba-roja).

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Fotogrametria
Institut de Geomàtica (CLOSE-SEARCH).

Participants, col·laboracions

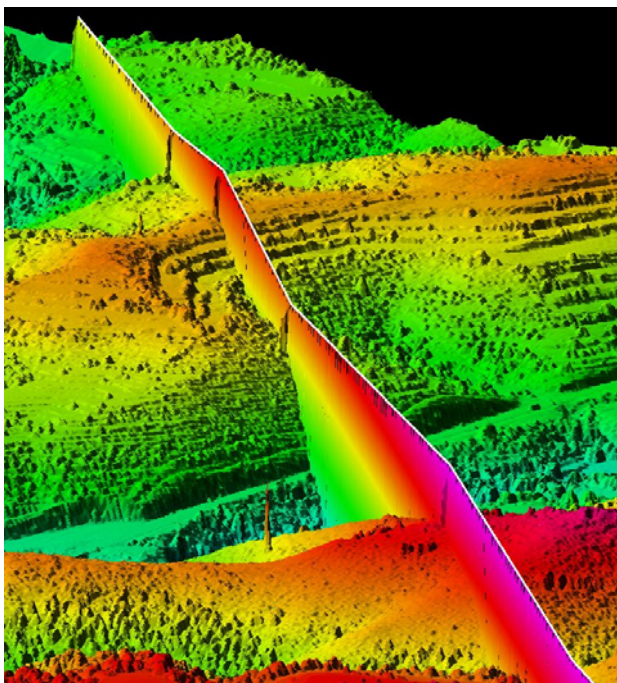
Institut Geològic de Catalunya, Departament 'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, CLOSE-SEARCH: École Polytechnique Fédéral de Lausanne, Direcció General de Protecció Civil, Associació de la Indústria Navarra, DEIMOS Engenyeria.

Període

2010-2013.

Projectes relacionats

Aplicacions temàtiques de teledetecció.



MDS derivat de dades lidar per al vol de l'UAV. La línia d'alta tensió es representa com un mur artificial per evitar la col·lisió de l'helicòpter amb els cables.

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 disposa, des de 2008, d'un altímetre làser 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.
- ▶ 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'ICC ha desenvolupat mètodes per a millorar l'exactitud dels punts lidar i per a elaborar productes per a aplicacions específiques. Actualment, s'està analitzant la integració de dades lidar en models del terreny obtinguts per tècniques fotogramètriques.

Teledetecció

Aplicacions de l'ALTM (CLOSE-SEARCH)

A més, es participa en el projecte europeu CLOSE-SEARCH (Accurate and safe EGNOS-SoL Navigation for UAV-based low-cost SAR operation), cofinançat per 7è programa marc, per donar suport a activitats de recerca i rescat (SAR) en zones remotes de difícil accés o en situacions de temps crític.

L'ICC ha preparat la informació geogràfica per a la prova de vol d'un helicòpter no tripulat (UAV) amb càmera tèrmica i un sistema de navegació de múltiples sensors.

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.



Publicacions tècniques

- Moreno, I., Ruiz, A., Marturià, J., Oller, P., Piña, J., García, C., Martínez, P.: *El Lidar aplicat a l'estudi dels recursos hídrics en forma de neu al Pirineu Oriental: Un cas pràctic, la Vall de Núria*. IV Jornades Tècniques de Neu i Allaus. Vielha, 2011.
- Ruiz, A., Soro, M.: *Aplicación de datos líder a los mapas de orientación de La Fageda d'en Jordà*. 9a Setmana Geomàtica. Barcelona, 2011.
- 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 Técnica: 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

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

IRTA (DAR).

Període

2011-2012.

Projectes relacionats.

HUMID (RADERO).

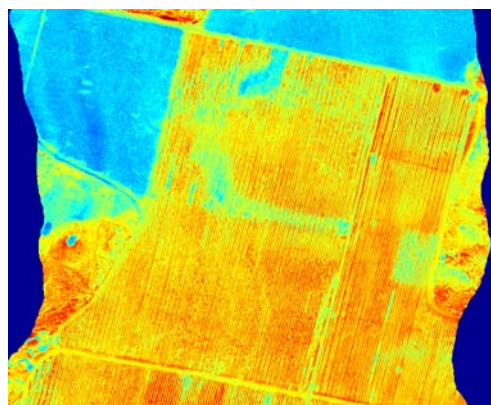
Descripció

La necessitat d'optimitzar els recursos en el sector agrari és cada cop més important, tant pels reduïts marges econòmics d'aquest sector com per la influència amb els problemes mediambientals de contaminació i manca d'aigua.

L'ICC vol desenvolupar una metodologia que permeti determinar les característiques relacionades amb les necessitats de fertilització o rec dels cultius estudiats a partir de dades hiperespectrals de sensors de satèl·lit i avió. Les dades captades han de permetre realitzar mapes de les necessitats de cada parcel·la de cultiu i calcular de forma precisa



Raïmat, parcel·la de test.



Imatges hiperespectrals TASI i CASI.

Teledetecció

Agricultura de precisió

les aportacions d'aigua i fertilitzants sense perjudicar la producció dels cultius, potenciant així una agricultura competitiva a llarg termini.

Les tasques a desenvolupar contemplem:

- ▶ L'estimació d'indicadors a partir de dades simultànies dels sensors aerotransportats de l'ICC.
- ▶ La planificació de campanyes pilot per a la cerca d'un model que permeti relacionar les mesures de teledetecció aerotransportada amb les necessitats de fertilització dels conreus.
- ▶ La demostració de la viabilitat d'ús d'aquests mitjans en conreus d'alt valor afegit.

S'ha desenvolupat un indicador d'evapotranspiració a partir de dades simultànies dels sensors CASI i TASI.

S'han planificat i executat diverses campanyes de vol per:

- ▶ Establir el model que relacioni les mesures obtingudes de les imatges amb les necessitats de fertilització de conreus herbacis.
- ▶ Generar mapes d'estrès hídric de conreus d'alt valor afegit com vinyes o fruita dolça.

Aportació

Projectes de demostració de la viabilitat dels sensors hiperspectrals CASI i TASI per a l'optimització de recursos en el sector agrari.

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

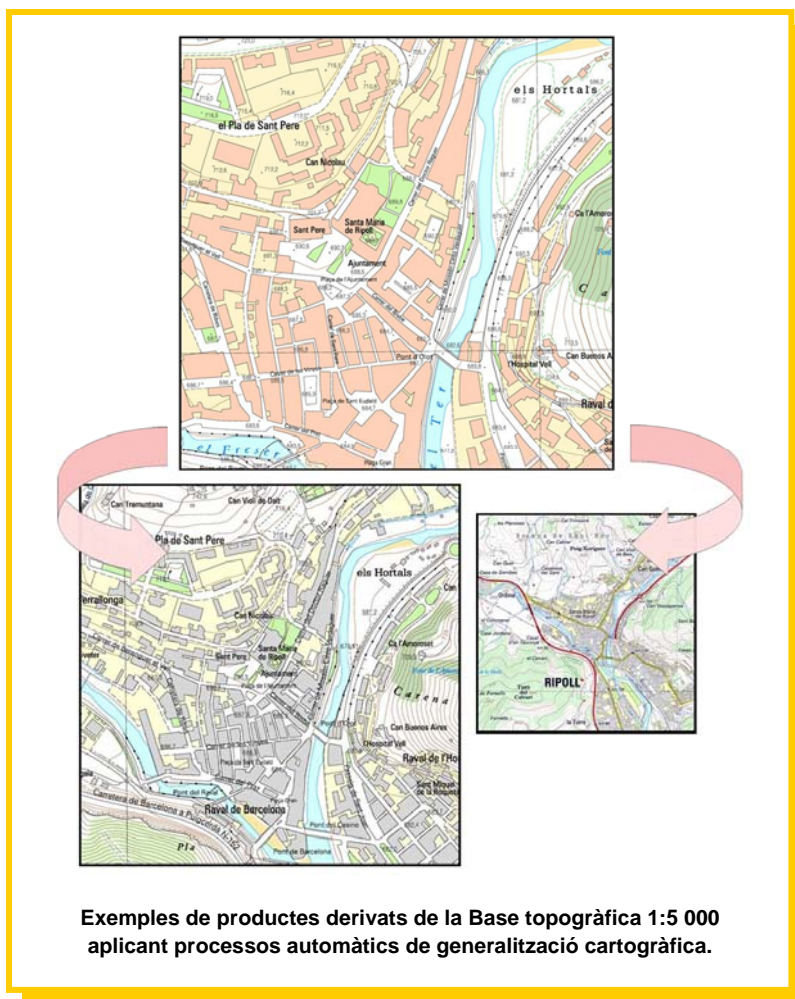
L'objectiu de la generalització cartogràfica és produir un mapa o una base cartogràfica numèrica clarament llegible i interpretable a partir d'una informació que es considera massa abundant i de massa detall per a l'escala de representació. Normalment s'aplica per a l'obtenció d'una base o d'un mapa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

- Palomar-Vázquez, J., Pardo-Pascual, J. E., Baella, B., Pla, M.: *Generalizing the altimetric information of the Topographic database of Catalonia at 1:5,000: classification and selection of breaklines*. ICA Commission on Map Generalization and Multiple Representation. Paris, 2011.
- 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. Montpel·ler, 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. Montpel·ler, 2008.
- Baella, B., Pla, M.: *New requirements for the relief in the topographic databases of the Institut Cartogràfic of Catalonia*. Workshop sobre cartografia de muntanya de la Comissió de Muntanya de la ICA. Lenk, 2008.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Desenvolupament.

Període

Activitat continuada.

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 2006-2010 es va continuar analitzant productes de mercat i es van derivar 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.
- ▶ El 2010 es van analitzar els requeriments i les eines per millorar el nivell de detall i passar de LOD1 a LOD2.



Model en 3D realitzat amb un programari comercial.

Producció cartogràfica

Models de ciutats

Des de 2010 es fan proves amb diferents sistemes per generar models de ciutats a partir de dades de cartografia urbana 1:1 000, d'ortofotos verdaderes, de models de superfície i del terreny i d'imatges de façanes. S'ha treballat en el desenvolupament d'eines per utilitzar models d'elevacions de superfície de triangles amb renderització procedent d'ortofoto o de fotogrames originals orientats per generar arxius collada visualitzables en 3D i de compensació radiomètrica per generar models amb continuïtat radiomètrica.

Aportació

Definició de nous productes.



Exemple de la modelització de Sant Quirze del Vallès.

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 es va participar 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. El 2011 es van posar en marxa els grups de treball per als temes dels annexos II i III de la directiva i es va participar en el grup d'elevacions en qualitat d'editor i en el d'ortoimatges.



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.

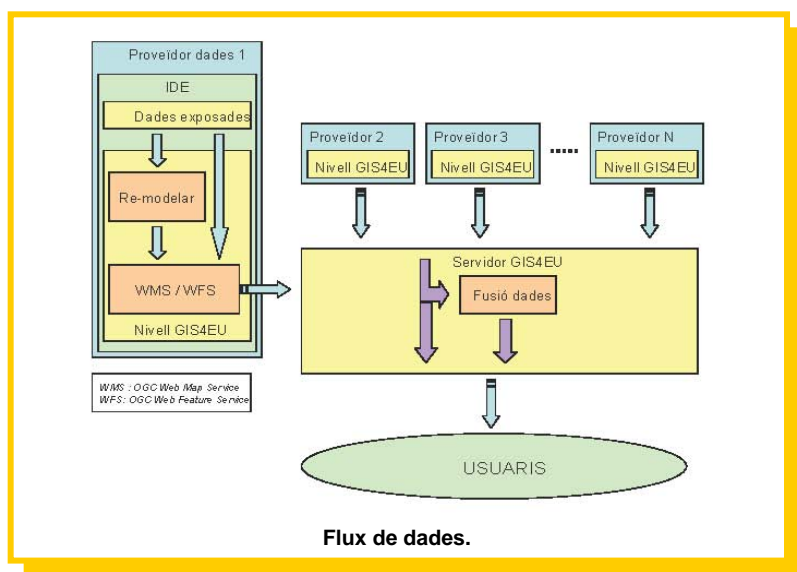
Descripció

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 duplictat 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 avaluat els resultats dels processos de remodelat i agregació de les dades ICC i ha participat en la documentació i difusió del projecte amb ponències en congressos nacionals i internacionals.

Producció cartogràfica

GIS4EU

Aportació

La implementació de GIS4EU representa 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 és una prova de les dificultats operatives per a l'aplicació de les regles d'implementació d'INSPIRE, en especial del reglament sobre interoperabilitat de dades, 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.
- 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.

Relació projectes de R+D+IT 1998-2011

GEODÈSIA

1. SPGIC. Sistema de Posicionament Geodèsic
Integrat de Catalunya (1990-activitat continuada)
2. Posicionament cinemàtic GPS (1991-2000)
3. GeoTeX. Càlculs geodèsics (1992-2008)
4. IGUANA (1997-2000)
5. Sistema SISA: Orientació integrada de sensors (1997-2000)
6. MAGIC (1998-2000)
7. Transmissió de dades GPS en mode RTK via DAB (1999-2001)
8. Sistemes de mesures del nivell del mar basats en boies GPS (1999-2001)
9. NOSA: Navegació i orientació de sensors aerotransportats (2001-activitat continuada)
10. GAST. Gravimetria aerotransportada (GAST-01 i GAST-02) (2002-2010)
11. WARTK. Validació del Wide Area Real-time Kinematics (2005-2007)

SENSORS

12. CASI. Sensor multiespectral (1998-2002)
13. Comparació de la precisió en la determinació de punts
en imatges MOMS usant un model rigorós o funcions racionals (1999-2000)
14. Sistema GEOMOBIL (2000-2010)
15. Sèries experimentals: Teledetecció (2001-activitat continuada)
16. Càmeres digitals (2002-2010)
17. Lidar batimètric (2005-2007)
18. EuroDAC² (2007-2010)
19. Comportament radiomètric de les càmeres digitals (2008-2011)
20. Projecte HUMID (RADERO) (2009-2012)
21. TASI. Sensor hiperespectral (2010-2013)

PROCESSAMENT D'IMATGES

22. Extracció automàtica d'objectes (1998-2004)
23. Fusió de la classificació multiespectral d'imatges Landsat
i anàlisi de textura d'imatges d'alta resolució (1999-2000)
24. TRUEORTO. Producció d'ortofotos estrictes (1999-2007)
25. Processament d'imatges: Algorismes (2001-2004)
26. CORREA: Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics (2001-activitat continuada)
27. Detecció de canvis (2010-2013)

TELEDETECCIÓ

28. Radargrametria (1997-2000)
29. InSAR: Interferometria SAR (1998- activitat continuada)
30. DInSAR: Anàlisi de processos de subsidència (1999-activitat continuada)
31. Altimetria làser (1999-2001)
32. Kit de digitalització d'imatges d'alta resolució (2000-2001)
33. Desenvolupament d'un radar d'apertura sintètica aerotransportat (2000-2002)
34. Aplicacions temàtiques de teledetecció (2001-activitat continuada)
35. DECIL. Detecció de canvis amb imatges Landsat-7 (2001-2004)
36. Desenvolupament de noves aplicacions de l'altímetre làser (2002-2009)
37. Qualitat de l'altímetria lidar (2003-2005)

- | | |
|--|-------------|
| 38. EURMET. Expansió urbana de les metròpolis europees del sud-oest | (2003-2006) |
| 39. DECIS. Detecció de canvis amb imatges de satèl·lit | (2003-2007) |
| 40. Agricultura de precisió | (2003-2012) |
| 41. GEOLAND. Sistema de monitoratge de la vegetació i usos del sòl | (2004-2006) |
| 42. RISCMASS. Metodologies per a la gestió del risc de moviments
dels sòl i anàlisi de la política d'assegurances | (2004-2006) |
| 43. PISAR: Polarimetria InSAR | (2006-2009) |
| 44. Anàlisi d'aplicacions de la polarimetria SAR | (2009-2012) |
| 45. Aplicacions de l'ALTM (CLOSE-SEARCH) | (2010-2013) |

PRODUCCIÓ CARTOGRÀFICA

- | | |
|---|-----------------------------|
| 46. Generalització | (1993-activitat continuada) |
| 47. BASALT | (1997-2000) |
| 48. Visual Factory Suite | (1998-2000) |
| 49. Prototipus de Sistema d'Ajut a la Conducció (SAC) | (1998-2000) |
| 50. Seguiment de canvis territorials | (2000-2001) |
| 51. Models de ciutats | (2006-activitat continuada) |
| 52. GIS4EU | (2007-2010) |
| 53. INSPIRE. Interoperabilitat de dades | (2008-2015) |

GEOLOGIA

- | | |
|---|-------------|
| 54. Risc sísmic i moviment del sòl | (1992-2004) |
| 55. Vulnerabilitat sísmica | (1996-1999) |
| 56. Perillositat sísmica | (1996-1999) |
| 57. Nova xarxa sísmica | (1997-2002) |
| 58. RISK-UE. Escenaris de riscos sísmics en ciutats europees | (2000-2004) |
| 59. POTSIS. Potencialitat sísmica dels Pirineus orientals | (2001-2004) |
| 60. PARAMOUNT. Aplicacions i serveis per a la seguretat
pública i la infomobilitat comercial a la muntanya | (2001-2003) |
| 61. EUROSEISRISK. Avaluació de la perillositat sísmica, efectes
del sòl i interacció sòl-estructura en una conca instrumentada | (2001-2004) |
| 62. ALUDEX. Caracterització d'allaus catastròfiques mitjançant
un estudi dendroclimàtic i nivoclimàtic | (2001-2005) |
| 63. ERSE. Escenaris realistes de risc sísmic a Espanya | (2003-2006) |
| 64. CASABLANCA. Caracterització de la detectabilitat d'un sismògraf
submarí (OBS) per a l'estudi de la sismicitat i el risc sísmic | (2003-2006) |
| 65. ISARD. Informació sísmica automàtica regional de danys | (2003-2006) |

GEOSERVEIS

- | | |
|---|-------------|
| 66. AWARE. Una eina per a la mesura i predicció dels recursos
hídrics disponibles en àrees de muntanya | (2005-2007) |
|---|-------------|