

**Projectes
de recerca
i desenvolupament**

Darrer
Contracte Programa
de l'ICC,
2010-2013

Juliol, 2014

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

Les línies de recerca i desenvolupament definides en el Contracte Programa 2010-2013 (darrer CP de l'Institut Cartogràfic de Catalunya) abasten la geodèsia, la cartografia, la teledetecció i la difusió d'informació per Internet. Les principals fites assolides han estat la implantació dels serveis de posicionament geodèsic basats en xarxes virtuals, l'estudi exhaustiu de les càmeres fotogramètriques digitals, la consolidació de tècniques radar per a l'estudi de moviments del terreny, la combinació de dades òptiques hiperespectrals amb dades d'altimetria làser per a aplicacions temàtiques, i les activitats relacionades amb l'estandardització i oficialització de la informació geogràfica.

També cal destacar que el 2011 el Centre de Suport al Programa Català d'Observació de la Terra va iniciar projectes de recerca propis, i que el Grup d'Estudis d'Història de la Cartografia, en el qual participa l'ICC, ha estat reconegut com a Grup de Recerca Consolidat de la Generalitat.

Aquest document presenta un resum de les fites assolides i dels indicadors dels projectes que l'ICC considera de R+D.

Barcelona, juliol de 2014

Fites tecnològiques de R+D

Geodèsia

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

Realitzacions més importants

- ▶ Desenvolupament d'eines d'acord amb els requeriments d'EUREF per a esdevenir un LAC (Local Analysis Centre).
- ▶ Anàlisi, avaluació, determinació, difusió i suport al 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.
- ▶ 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 sensors 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 llurs 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.
- ▶ Desenvolupament dels models geomètrics dels sensors dels satèl·lits Helios II, SPOT HRS i THR, Plèiades, TerraSAR-X i Cosmo-SkyMed.
- ▶ 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.
- ▶ Projecte HUMID de detecció d'humitat del sòl a partir de la radiació de microones emeses pel terreny.
- ▶ Validació del calibratge del sensor AISA-EAGLE i anàlisi comparativa amb el sensor CASI.

Transferència a producció

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

Processament digital d'imatges

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

Realitzacions més importants

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

Transferència a producció

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

Teledetecció

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

Realitzacions més importants

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

Projectes de demostració

- ▶ Estimació de la humitat del sòl a partir de dades dels sensors CASI, TASI i radiòmetre.
- ▶ Classificació de la vigorositat de la vegetació urbana amb informació NDVI a partir del calibratge de la DMC.
- ▶ Estudis pilot de demostració tecnològica amb làser aerotransportat: seguiment d'activitats extractives (explotació i restauració); control volumètric d'abocadors; regeneració forestal; monitoratge de costes i determinació del potencial solar fotovoltaic i tèrmic a partir d'un model altimètric lidar de superfície.
- ▶ 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.
- ▶ Estudis amb sèries temporals d'imatges tèrmiques per a la detecció de gas metà en el marc del projecte de control d'abocadors, per a la generació de mapes d'emissivitat de cobertes, de fuites de calor.

- ▶ Projecte per a calcular els estocs de carboni en zones boscoses i de matollar a partir dels models altimètrics de l'altímetre làser.

Transferència a producció

- ▶ Incorporació a la cadena productiva d'interferometria diferencial radar el processament d'imatges de la plataforma ALOS/PALSAR i l'avaluació comparativa amb xarxes de mesures in situ.
- ▶ Elaboració anual del mapa de canvis territorial a partir d'imatges de satèl·lit.
- ▶ Generació automàtica i distribució d'una capa NDVI.

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 el modelatge 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.
- ▶ Participació en el desenvolupament de directrius per a la homogeneïtzació de dades en el marc del desplegament de la directiva europea INSPIRE.
- ▶ Estudi i anàlisi del disseny d'una base de dades multiresolució 3D.
- ▶ Implementació d'una cadena de captació de dades fotogramètrica basada en programari SIG i Oracle Spatial.
- ▶ Disseny del model de la base de topònims compatible amb el model INSPIRE de noms geogràfics amb identificador únic de topònim, cicle de vida per topònim i metadades a nivell d'instància.

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.
- ▶ Restitució fotogramètrica basada en imatges de satèl·lit SPOT6 i Plèiades per a l'actualització de productes topogràfics.
- ▶ Projecte pilot per a la posada en marxa d'una cadena de producció fotogramètrica basada en programari SIG en substitució d'una cadena basada en programari CAD.
- ▶ Preparació de simbologies de productes topogràfics adaptades als dispositius digitals de distribució.

Transferència a producció

- ▶ Processos de generació de topònim únic a partir de les diverses ocurrencies d'un mateix topònim en els productes topogràfics a escales 1:5 000, 1:10 000 i 1:25 000.

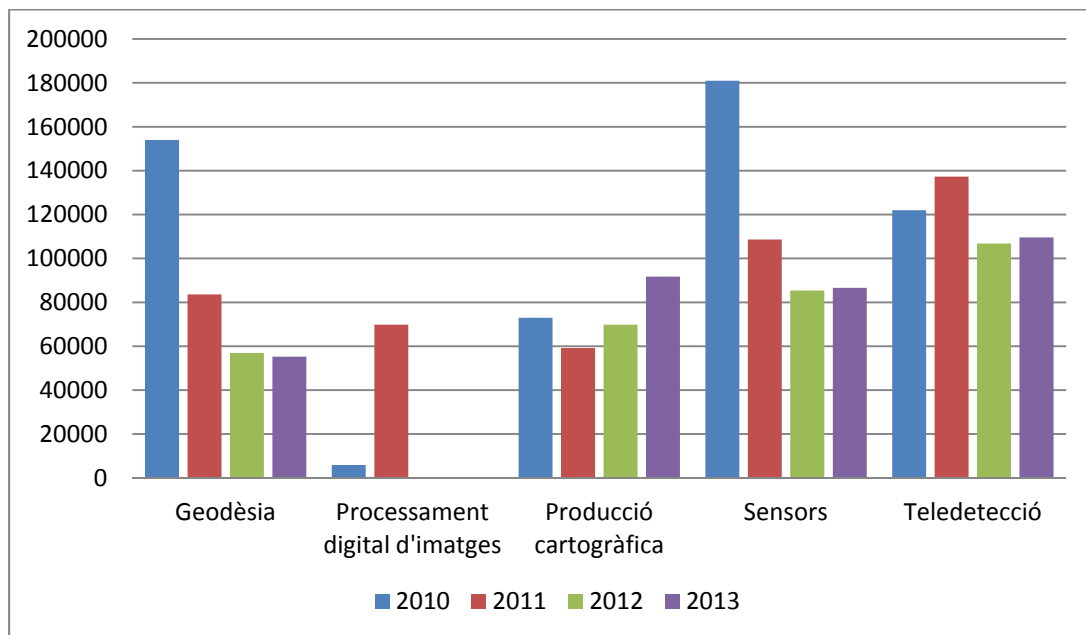
Indicadors econòmics

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

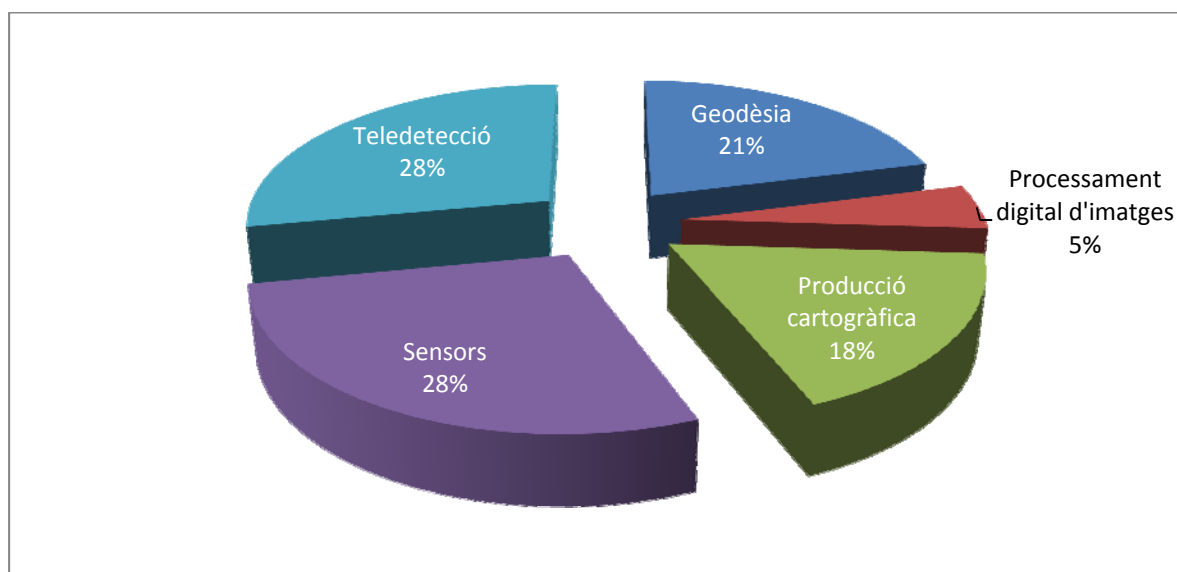
	2010	2011	2012	2013
Geodèsia	154 000	83 619	56 903	55 236
Processament digital d'imatges*	5 855	69 806	0	0
Producció cartogràfica	73 000	59 200	69 835	91 725
Sensors	181 000	108 660	85 383	86 576
Teledetecció	122 000	137 302	106 792	109 593
R+D	535 855	458 587	318 913	343 130

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

*El 2012 es va integrar a l'apartat de sensors.



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



Gràfic 2. Repartició dels costos dels projectes de desenvolupament per àmbits, 2010-2013.

Any	Pressupost*	R+D	%
2010	23 681 904	535 855	2,3%
2011	18 796 513	458 587	2,4%
2012	18 251 475	318 913	1,2%
2013	14 097 384**	343 130	2,0%

* Extret dels pressupostos de la Generalitat de Catalunya.

** El 86% del pressupost 2012.

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

Any	Geodèsia	Processament d'imatges	Producció cartogràfica	Sensors	Teledetecció	TOTAL
2010	4	2	6	7	11	30
2011	4	1	6	6	11	28
2012	3	0	6	6	12	27
2013	4	0	7	7	12	30

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

Origen del finançament

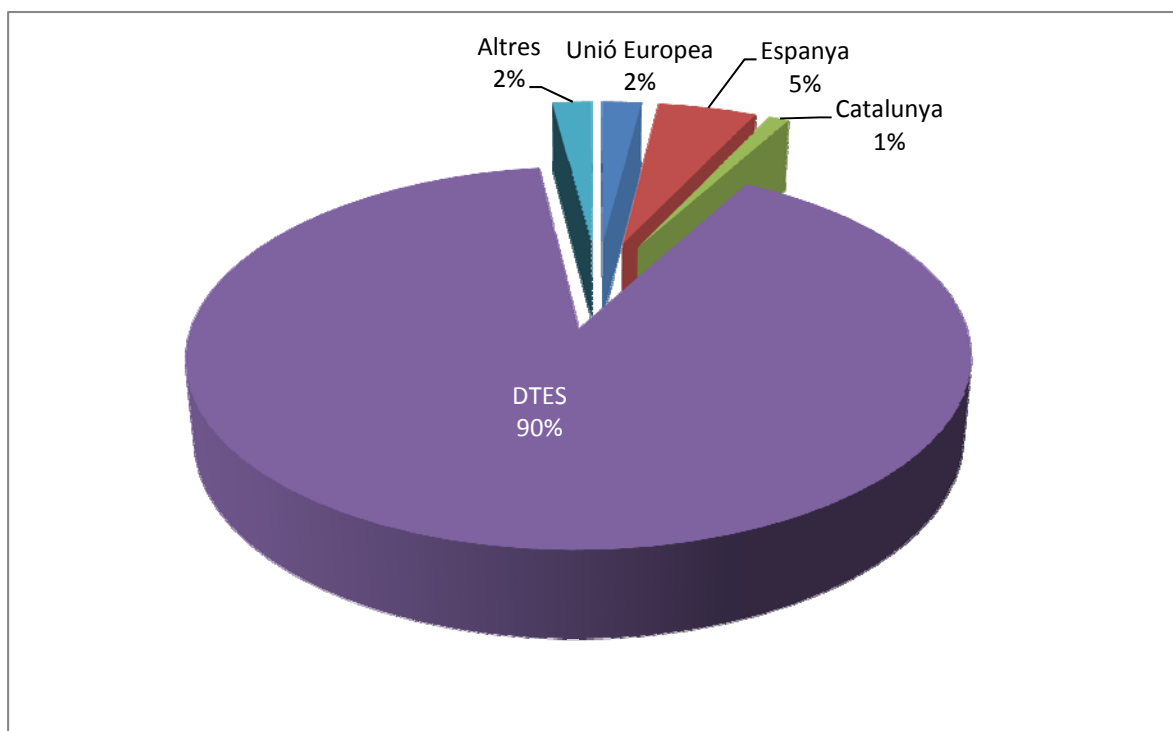
Els projectes de desenvolupament de l'ICC es financen principalment mitjançant el Contracte Programa amb el Departament de Territori i Sostenibilitat, però també se cerquen altres fonts de finançament com, per exemple, les convocatòries d'ajuts de suport a la recerca de la Generalitat de Catalunya, del 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.

	2010	2011	2012	2013
Finançament CP (DTES)	78%	95%	99%	93%
Ingressos d'altres fonts	22%	5%	1%	7%

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

Anys	Procedència dels ingressos					Despeses totals
	UE	Espanya	Catalunya	DTES	Altres	
2010	38 042	59 042	-	418 766	20 005	535 855
2011	1 207	16 117	-	437 013	4 250	458 587
2012	1 287	-	-	317 482	144	318 913
2013	-	-	23 868	318 215	1 047	343 130

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, 2010-2013.

Indicadors de R+D

Personal dedicat a la recerca i el desenvolupament

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

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

	2010		2011		2012		2013	
	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones	Hores	Nombre equivalent de persones
Geodèsia	2 876	1,80	2 048	1,28	1 672	0,99	1 709	1,02
Processament d'imatges*	180	0,11	1 888	1,18	-	-	-	-
Producció cartogràfica	1 523	0,95	1 424	0,89	2 262	1,35	3 418	2,03
Sensors	5 989	3,75	3 360	2,10	2 063	1,23	2 646	1,58
Teledetecció	2 529	1,60	3 856	2,41	2 965	1,76	3 448	2,05
Total	13 097	8,21	12 576	7,86	8 962	5,33	11 218	6,68

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

*El 2012 es va integrar a l'apartat de sensors.

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

Indicadors sobre personal	2010	2011	2012	2013
Personal implicat en tasques de desenvolupament	24	24	18	19
Personal amb títol de doctor implicat en tasques de desenvolupament	4	4	3	5
Dedicació mitjana del personal implicat als projectes de desenvolupament	36%	35%	30%	35%
Becaris aollits en projectes de desenvolupament	-	-	-	-
Direcció de projectes de final de carrera / estada pràctiques professionals	-	-	1	2

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

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 els quadres següents:

Indicadors de comunicació externa (publicacions)	2010	2011	2012	2013
Articles amb revisor (referee) / Llibre	2	2	5	3
Ponència - article	3	9	5	2
Ponència	8	20	2	1

Indicadors de R+D

Indicadors de comunicació externa	2010	2011	2012	2013
Conferència convidada, col·loqui	4	4	-	-
Activitats formatives – transferència tecnològica	-	7	-	-

Taules 8 i 9. 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	2010	2011	2012	2013
Participació en projectes europeus	2	1	-	-
Convenis de col·laboració amb altres entitats per a recerca	2	1	-	-

Col·laboracions més rellevants en projectes de R+D

Disciplina	Organització	Projecte
Geodèsia	Institut de Geomàtica	GAST: Gravimetria aerotransportada
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	Institut Geològic de Catalunya	DinSAR Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM
Teledetecció	Dep. d' Agricultura, Alimentació i Acció Rural IGN	Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM Aplicacions temàtiques de teledetecció
Teledetecció	Dep. de Territori i Sostenibilitat	Aplicacions temàtiques de teledetecció
Producció cartogràfica	Universitat Politècnica de València	Generalització cartogràfica
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	Avaluació radiomètrica de càmeres fotogramètriques digitals	Copresident	Preparació del test de Banyoles i difusió de les dades.
Fotogrametria	EuroSDR	EuroDAC ² :	Membre del "Core Competence Group"	Articles sobre la precisió de la càmera digital DMC. Proposta de camp de calibratge a Catalunya.

Indicadors de R+D

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Fotogrametria	EuroSDR	Estudis de diferents aspectes relacionats amb generalització automàtica	Membres	Publicació d'un article. Participació en els seminaris de treball.
Fotogrametria	EuroSDR	Estudis relacionats amb els models de dades 3D i els models de ciutats	Membres	Participació en els seminaris de treball. 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.
Geodèsia	GNSS International Service – 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.
Cartoteques	ICA Commission on the history of cartography	Grup de treball que estudia la digitalització dels mapes antics	Membre	Reunions anuals.
Cartoteques	ICA - International Cartographic Association: Grup de treball "Digital technologies in cartographic heritage"	Investigacions sobre l'ús de tecnologies digitals en cartoteques	Membre delegat de la Comissió	Reunions del grup director de la comissió.
Producció cartogràfica	ICA: Grup de treball de cartografia d'alta muntanya	Estudis de diferents aspectes relacionats amb la cartografia d'alta muntanya	Membres	Participació en el seminari de treball. Seguiment de l'activitat del grup.
Cartografia	ICA - International Cartographic Association: Comissió de generalització i representació múltiple	Promoció i foment de la recerca en generalització automàtica. Grup de coordinació de la recerca dels investigadors	Membres	Participació en el seminari de treball. Seguiment de l'activitat del grup.
IDEC	International Society Digital Earth	Definició conjunta de les temàtiques i instruments de captació i disseminació dels principals reptes en Digital Earth.	Membres	Networking amb el Comitè executiu d'ISDE i primera redacció proposta programa tècnic-científic per a capitalitzar ISDE 2015 a Barcelona.
Producció cartogràfica	JRC: Grups de treball de definició de dades	Preparació d'especificacions dels annexos I, II i III de la directiva INSPIRE	Membres del Pool of Experts	Suport a la implementació de la directiva i interpretació de reglaments i guies tècniques.
Teledetecció	Research European Agency	Desenvolupament de mecanismes de cooperació internacional i transferència tecnològica en aplicacions de satèl·lit de navegació i observació de la Terra	Membre	Avaluació i proposta de rànquing de 7 propostes europees presentades en la 3a crida espai en els apartats: Mètodes d'observació de la Terra, Generació de serveis i innovació en petites i mitjanes empreses.
Teledetecció	University of Florida	SATLANTIS: Activitat de transferència de coneixement en el desenvolupament de missions en petit satèl·lit d'observació de la Terra	Col·laboradors	Disseny d'anàlisi de missió per a una constel·lació de petits satèl·lits. Definició d'òrbites, aprofitament de les imatges i simulació de les imatges per a aplicacions de vigilància i gestió d'infraestructures crítiques.
Fotogrametria	"The Photogrammetric Record"	Publicació científica de la Photogrammetric Society del Regne Unit	Membre del consell editor internacional i revisor	Coordinació del procés d'avaluació de manuscrits. Revisor especialitzat en temes làser.

Indicadors de R+D

Disciplina	Organització	Projecte	Posició	Activitats recents
Cartografia	e-Perimtron / International web journal on sciences and technologies affined to history of cartography and maps	Publicació científica de la ICA Workshop on cartographic heritage	Consulting editor	Publicació d'articles.
Cartoteques	LIBER - Ligue Européenne de Bibliothèques de Recherche Groupe de Carthotécaires		Membre	Intercanvi de dades i informació.
Qualitat	EuroGeographics: Q-KEN	Grup de coordinació de la recerca dels experts en qualitat de les agències cartogràfiques i cadastrals	Membre	Participació en els seminaris de treball. Seguiment de l'activitat del grup.
Qualitat	EuroGeographics: INSPIRE-KEN	Grup de coordinació de la recerca dels experts en la implementació i desplegament de la directiva INSPIRE de les agències cartogràfiques i cadastrals	Membre	Participació en els seminaris de treball. Seguiment de l'activitat del grup.

Sumari

GEODÈSIA

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

SENSORS

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

PROCESSAMENT D'IMATGES

Detecció de canvis	(2010-2013)
CORREA. Correcció radiomètrica d'efectes atmosfèrics	(2001-2010)

TELEDETECCIÓ

InSAR. Interferometria SAR	(activitat continuada)
DInSAR. Anàlisi de processos de subsidència	(activitat continuada)
Aplicacions temàtiques de teledetecció	(activitat continuada)
Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM	(2002-2013)
Agricultura de precisió	(2010-2013)
Anàlisi d'aplicacions de la polarimetria SAR	(2009-2012)

PRODUCCIÓ CARTOGRÀFICA

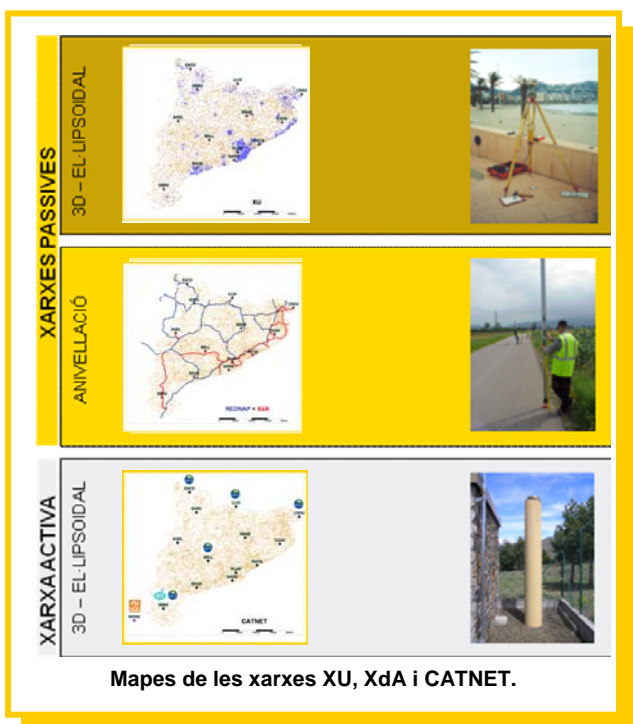
Generalització cartogràfica	(1993-en endavant)
Models de ciutats	(2006-en endavant)
GIS4EU	(2007-2010)
INSPIRE. Interoperabilitat de dades	(2008-2015)

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Geodèsia.

Període

Activitat continuada.



Descripció

El Servei 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.

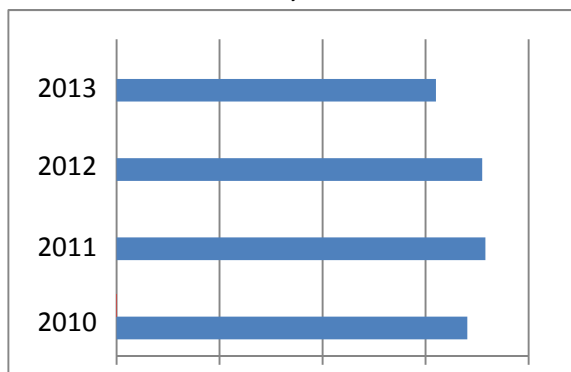
El SPGIC és format per (desembre 2013):

1. Els actuals 4.306 vèrtexs de la Xarxa Utilitària de Catalunya (XU), amb una precisió de 2-3 cm i amb una separació entre vèrtexs de 800 m en àrees urbanes fins a uns 10 km en zones rurals.
2. Les 16 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, a fi d'iniciar la distribució de dades GPS i GLONASS a la xarxa internacional EUREF.

CATNET 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

Nombre acumulatiu d'usuaris enregistrats als serveis CODI, RTKAT i RINEX



Geodèsia

SPGIC. Servei 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 desenvolupat les eines necessàries per al càlcul diari de dades de xarxes d'estacions permanents de conformitat amb els requisits d'EUREF per esdevenir un LAC (Local Analysis Centre) i col·laborar en la solució oficial que defineix el marc del sistema de referència europeu ETRS89 amb la combinació de les solucions de totes les subxarxes EPN (EUREF Permanent Network) i s'estudia l'aplicabilitat de la solució combinada de subxarxes a projectes específics com campanyes de mesura o monitoratge de xarxes com ara CATNET.

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

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 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'es-

tudi 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 geodèsics 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. A., 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.
- Térmens, A., Martínez-Benjamín, J. J.: *Comparison of several geoid models over the Western Mediterranean sea*. Proceedings de la 4th International GOCE User Workshop. Munic, 2011. Revista Catalana de Geografia, IV època, vol. XVI, núm 43. 2011. www.rcg.cat

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Fotogrametria.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

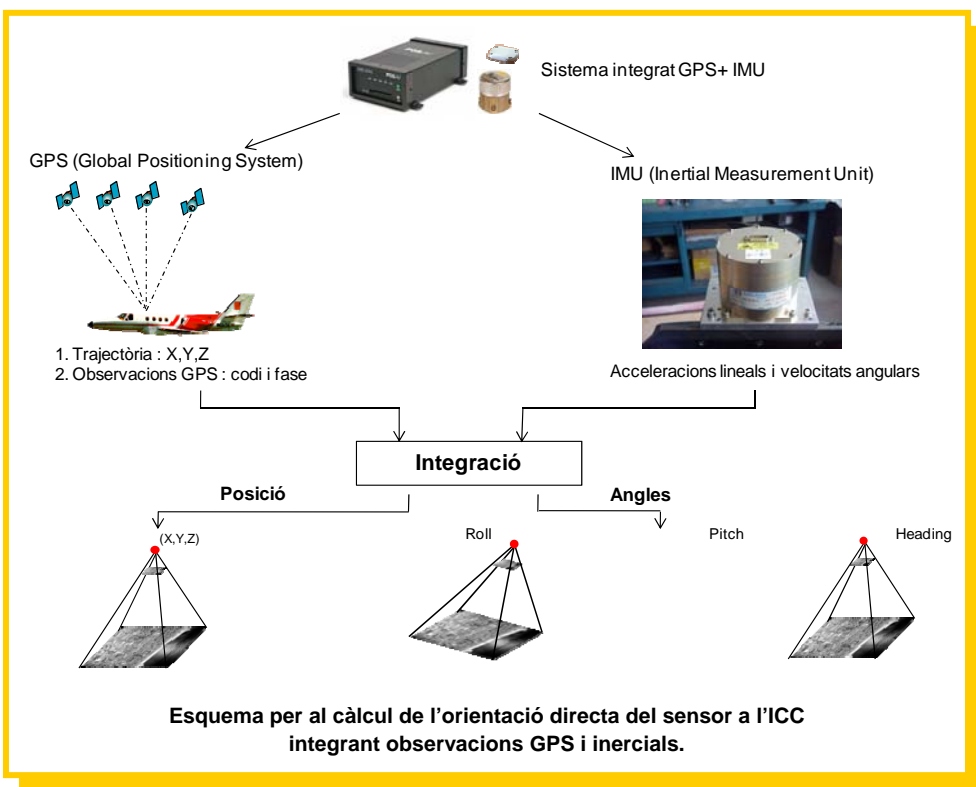
Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM. TASI. Sensor hiperespectral.

Descripció

L'objectiu és integrar els sistemes i els 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 al GEOMOBIL (sistema fotogramètric terrestre).

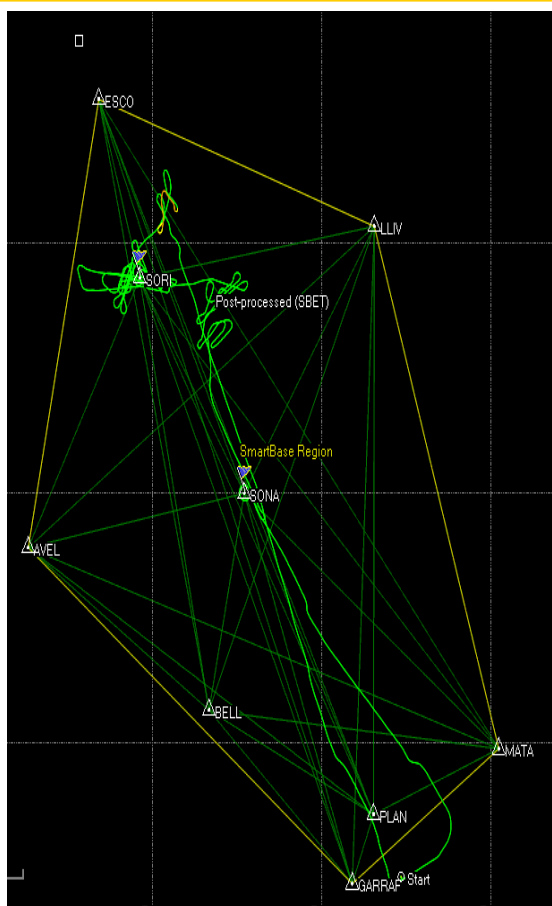
Geodèsia

NOSA. Navegació i orientació de sensors aerotransportats

S'han dut a terme anàlisis de les trajectòries per a l'extracció de figures de mèrit; els resultats s'han posat en producció.

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 amb diferents sensors i s'han fet proves pilot amb el lidar i la DMC.

També s'està fent el monitoratge de la qualitat de les dades GPS recollides pels diferents equips d'orientació en el procés automàtic de control de qualitat de la sessió del vol.



Càlcul d'integració GPS/IMU a l'ICC
(*tightly couple*).

Aportació

Assoliment dels coneixements adients per a fer 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.

Establiment s'uns 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.

Desenvolupament d'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 manera 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, Unitat de Geodèsia.

Participants, col·laboracions:

Institut de Geomàtica (IG).

Període

2002-2010.

Projectes relacionats

SPGIC. Servei de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya.

NOSA. Navegació i orientació de sensors aerotransportats.

GeoTeX. Càlculs geodèsics (1992-2008).

Descripció

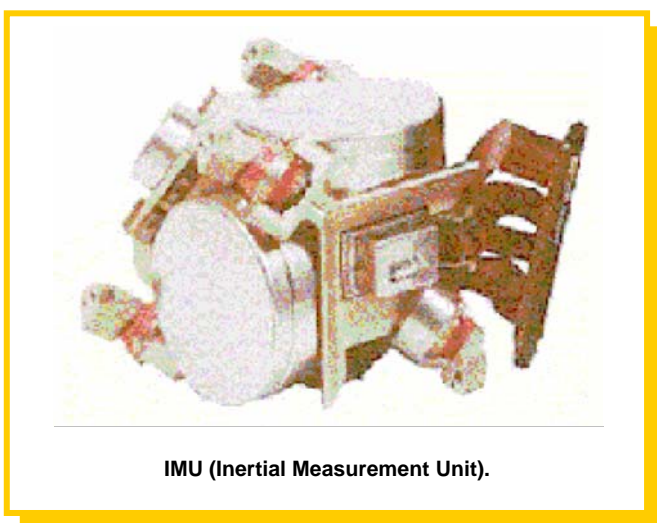
El coneixement de les variacions del camp gravitatori és de gran importància per a la geodèsia, la geofísica i la navegació, en especial des de la implantació de sistemes de posicionament basats en satèl·lits. El modelatge eficient i precís d'aquestes variacions, en concret la determinació del geoid,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

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

La primera fase del projecte (GAST-01) (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) (2005-2010) consistia 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 a assolir les precisions adequades, el programari incloïa un alineador estàtic i incorporava les dades provinents d'una plataforma estabilitzada.

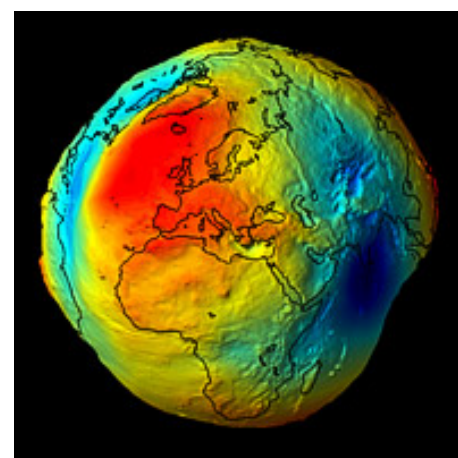
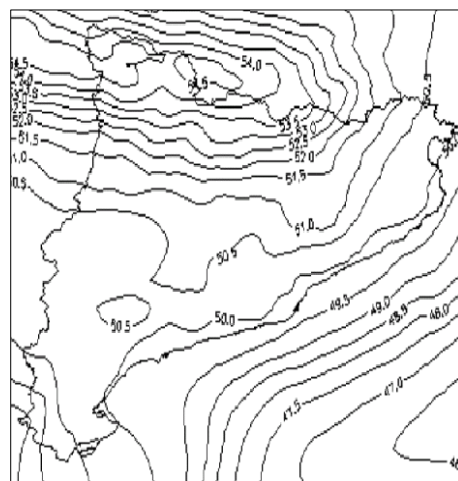


Aportació

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 ha aportat 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, Àrees de Teledetecció i Geodèsia.

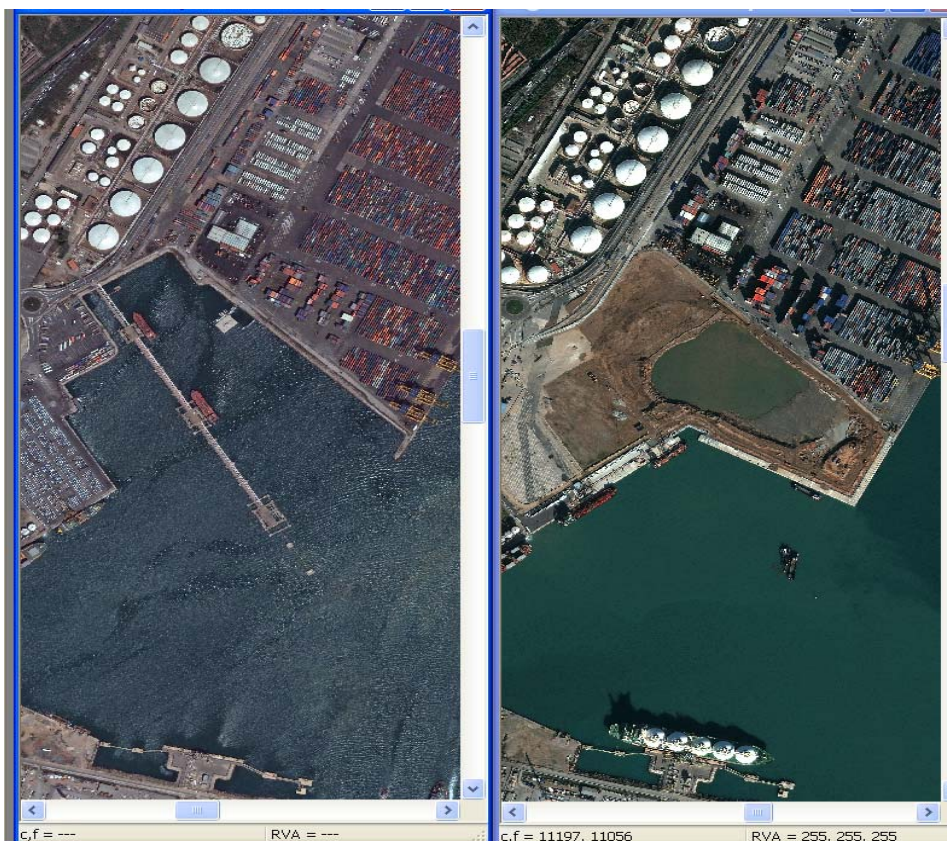
Període

Activitat continuada.

Descripció

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

Una part important d'aquestes tasques implica l'estudi i el desenvolupament del model geomètric rigorós del sensor que defineix la geometria del procés de formació de la imatge. Aquest model té una sèrie de paràmetres lliures que s'ajusten mitjançant un conjunt de punts de control de posició coneguda a terra i parells de punts homòlegs entre imatges.



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

Sensors

Sèries experimentals: Teledetecció

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

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

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

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 satèl·lit Pléiades, s'han ajustat imatges amb el model geomètric de funcions racionals, s'han fet proves de restitució fotogramètrica basada en imatges SPOT-6 i Pléiades per a valorar l'ús aquestes fonts d'informació per a la digitalització i actualització de productes topogràfics.

S'ha fet una anàlisi comparativa de dades CASI amb dades del sensor AISA-EAGLE per a la validació del calibratge del sensor i la seva explotació en missions típiques de CASI.

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

- Pérez Aragües, F., Tardà, A., Alamús, R., Moré, G., Cea, C., Palà, V., Corbera, J., Pons, X.: *Inter-calibración de sensores Aisa y Casi*. 9a Setmana Geomàtica. Barcelona, 2011. XV Congrés de l'AET (Asociación Española de Teledetección) Sistemas operacionales de observación de la Tierra. Madrid, 2013.
- 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., Gonzalez, A.: *RapidEye and the Rededge band for modeling the vegetation and the recovery of the soil moisture*. Mapping, núm. 150, pàg. 10-20. 2011.

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.

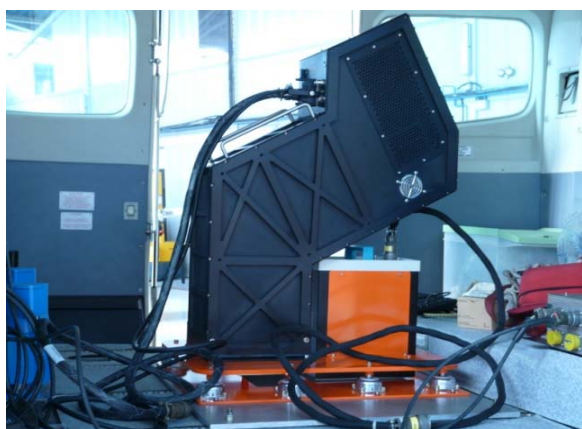
- Determinació d'illes de calor a les ciutats; pèrdues d'energia d'edificis, ja sigui per refrigeració o per calefacció.
- Determinació de plomes tèrmiques a les aigües de refrigeració de centrals de producció d'energia.
- Aflorament d'aigües subterrànies a les zones litorals.
- Avaluació de l'evapotranspiració 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'han avaluat els resultats obtinguts amb la implementació de l'algorisme ISAC per a l'estimació i correcció dels efectes atmosfèrics a partir de la informació present a la pròpia imatge sense necessitat de dades externes.

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.



Sensor TASI.

Sensors

TASI. Sensor hiperespectral

S'han desenvolupat algorismes per a aplicar correccions atmosfèriques independents de dades de camp (perfils atmosfèrics estadístics) i per a automatitzar el mosaic de passades TASI segons l'angle d'observació per a minimitzar la dependència angular de la radiació mesurada.

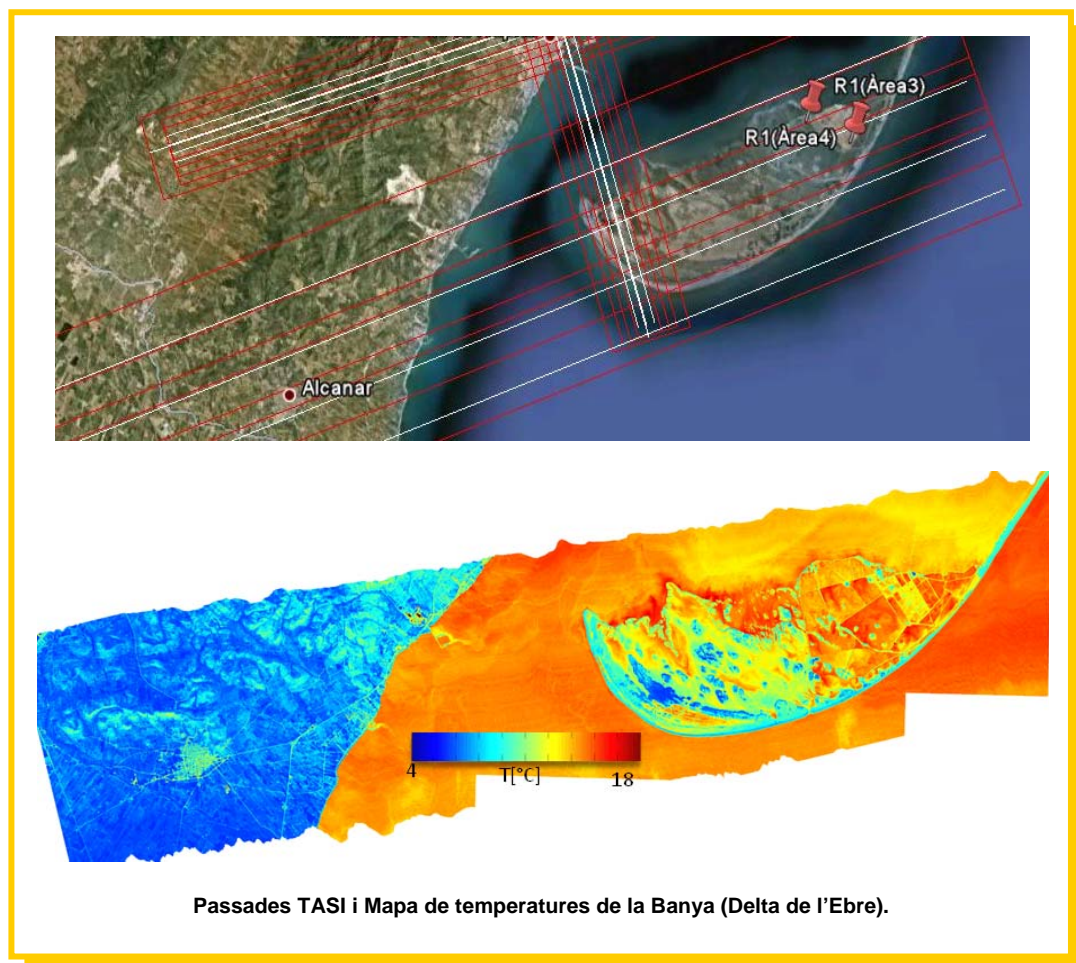
S'ha presentat el resultat de l'estudi de la potencialitat de les tècniques *down-scaling* per a l'obtenció de mapes de temperatura d'alta resolució en base a un mapa de temperatura de baixa resolució i un mapa de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) d'alta resolució.

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

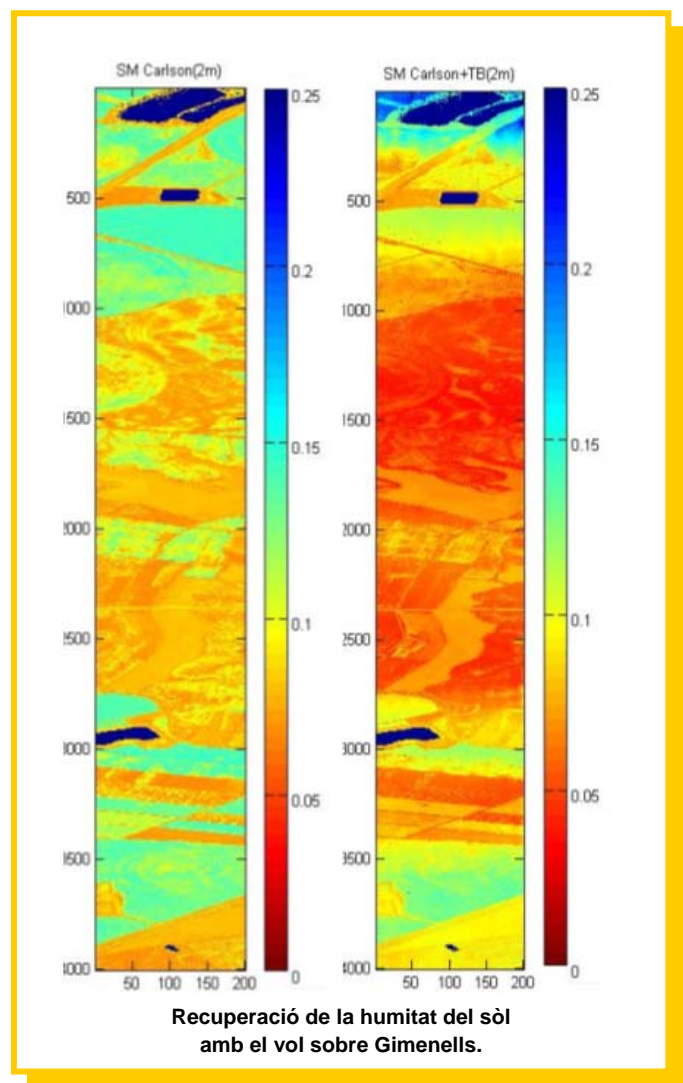
Institut Cartogràfic de Catalunya, Centre de Suport al Programa Català d'Observació de la Terra.

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 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 (RADERO)

En el marc del projecte, el RSLab_UPC ha desenvolupat el sensor ARIEL2 i l'ICC ha dut a terme les tasques per a elaborar el 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 processat de les dades i mesures de camp de control.

Aportació

Desenvolupament d'un sensor operacional aero-transportat per a 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., Vallllossera, 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
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 permet de 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 a accedir a noves aplicacions (classificació, detecció de canvis...).

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

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

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

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

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



Sensors

Comportament radiomètric de les càmeres digitals

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

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

Aportació

Definició, objectius i abastament de la campanya d'adquisició de dades de test (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.

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 seguien 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/euroedr/ es poden consultar 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).

Publicacions tècniques

- Honkavaara, E., Arbiol, R., Markelin, L., Martinez, L., Bovet, S., Bredif, M., Chandelier, L., Heikkinen, V., Korpela, I., Lelegard, L., Pérez, F., Schläpfer, D., Tokola, T.: *EuroSDR Project "Radiometric Aspects of Digital Photogrammetric Images" – Results of the empirical phase*. ISPRS Hannover Workshop. 2011.

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 a 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 de problemes esporàdics en la restitució amb imatges DMC.

I, 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 a determinar uns coeficients de calibratge absolut que permet 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

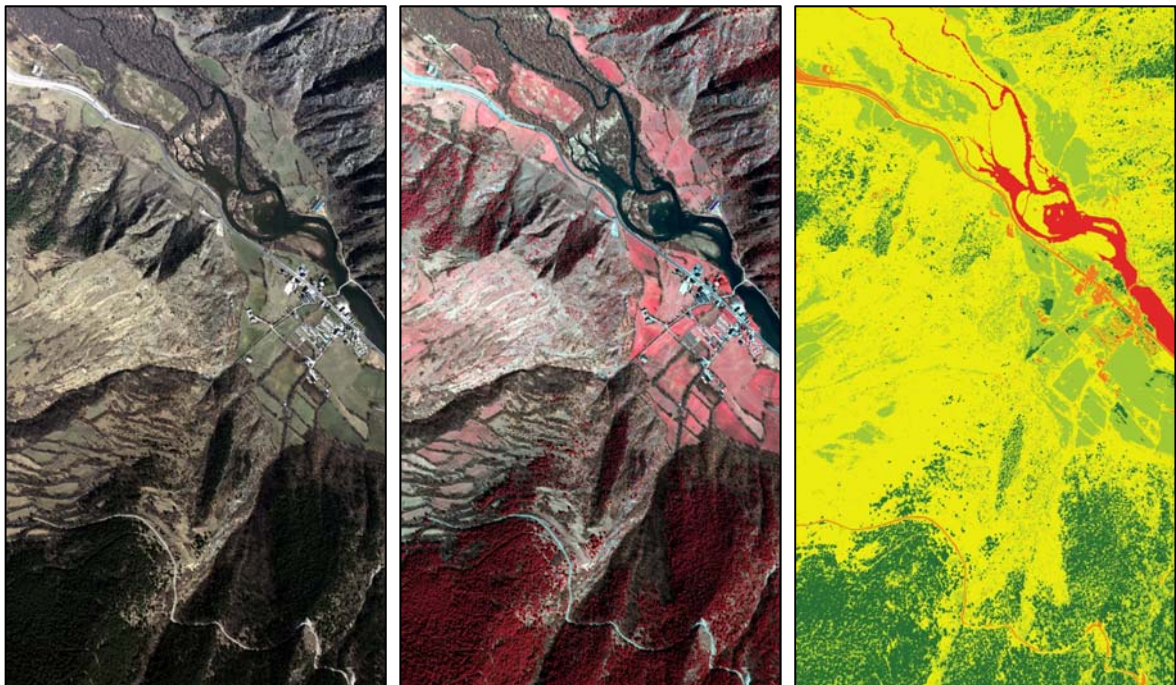
Càmeres digitals

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 de NVDI.

Publicacions tècniques

- Martínez, L., Arbiol, R., Pérez, F.: *ICC experiences on DMC*. International Calibration and Orientation Workshop EuroCOW. Castelldefels, 2010.



Imatge DMC visible, infraroig i mapa NVDI.

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.

Descripció

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

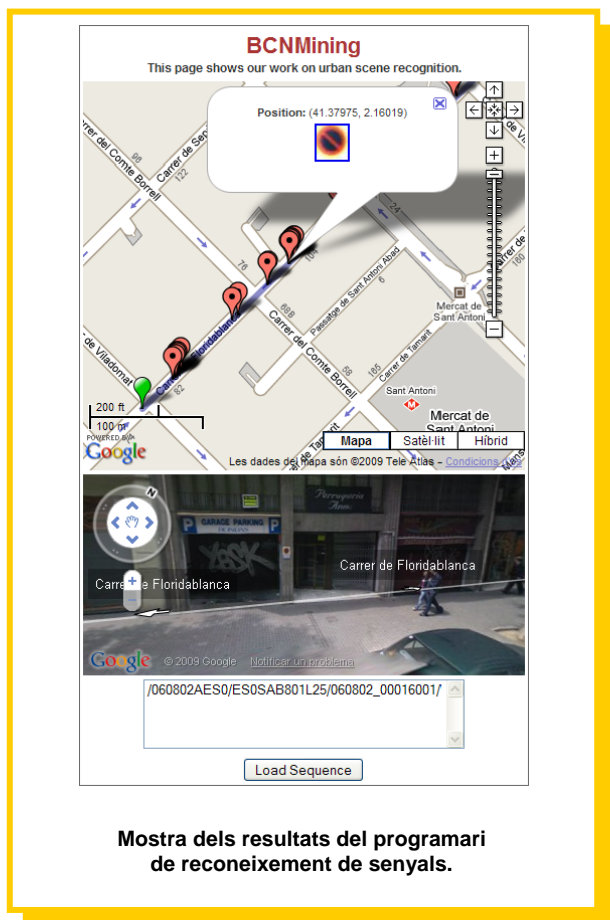
El sistema inclou un sistema d'orientació directa basat en observacions GPS i mesures d'una unitat inercial. També s'ha desenvolupat la metodologia necessària per al calibratge de les diferents parts del sistema i el sistema d'explotació de les imatges. Aquest consta de funcionalitats de selecció i visualització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

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

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

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

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



Mostra dels resultats del programari de reconeixement de senyals.

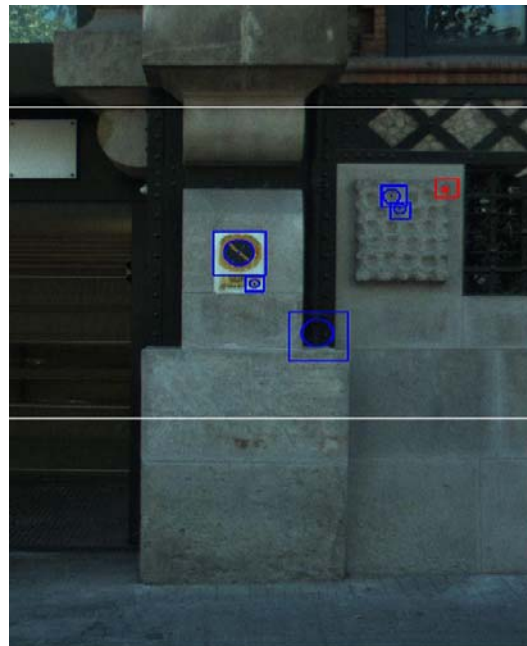
Sensors

Sistema GEOMOBIL

Aportació

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

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



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



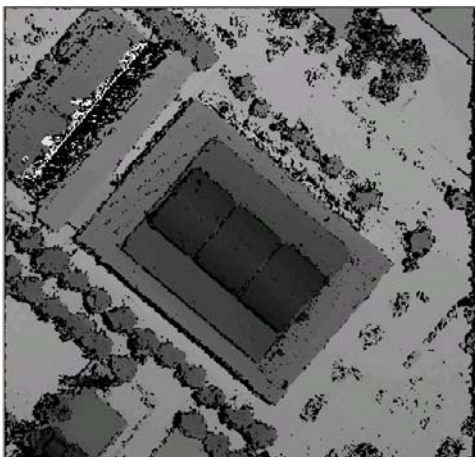
Imatge del GEOMOBIL.

Lideratge de l'estudi

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

Període

2010-2013



Imatge de disparitat.

Descripció

L'objectiu bàsic es la reducció del temps necessari per a realitzar una actualització cartogràfica, assenyalant com a àrees de delineació 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 d'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 en 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 altres 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.



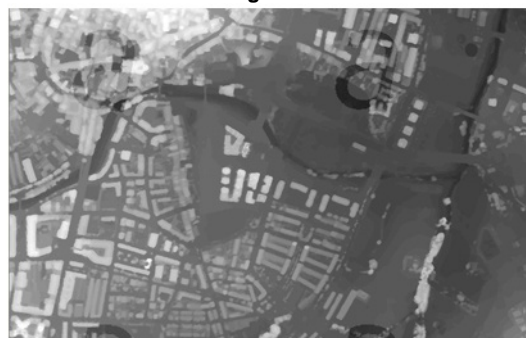
Fotograma 2009



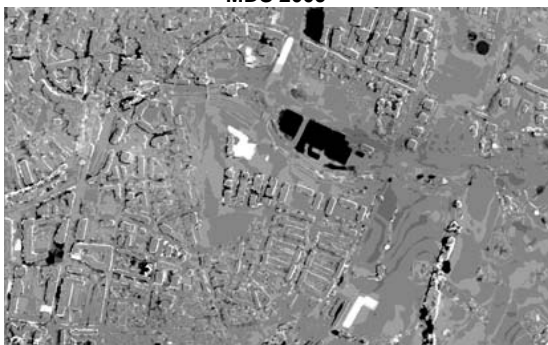
Fotograma 2010



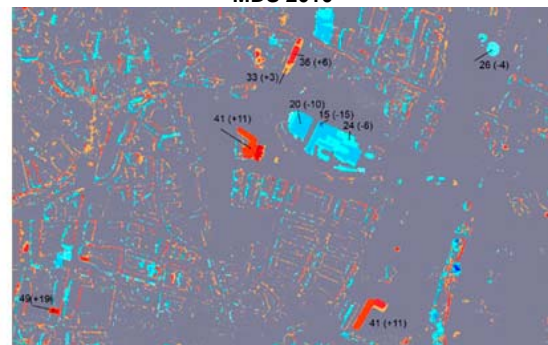
MDS 2009



MDS 2010



Diferències entre MDS



Classificació de les diferències

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Període

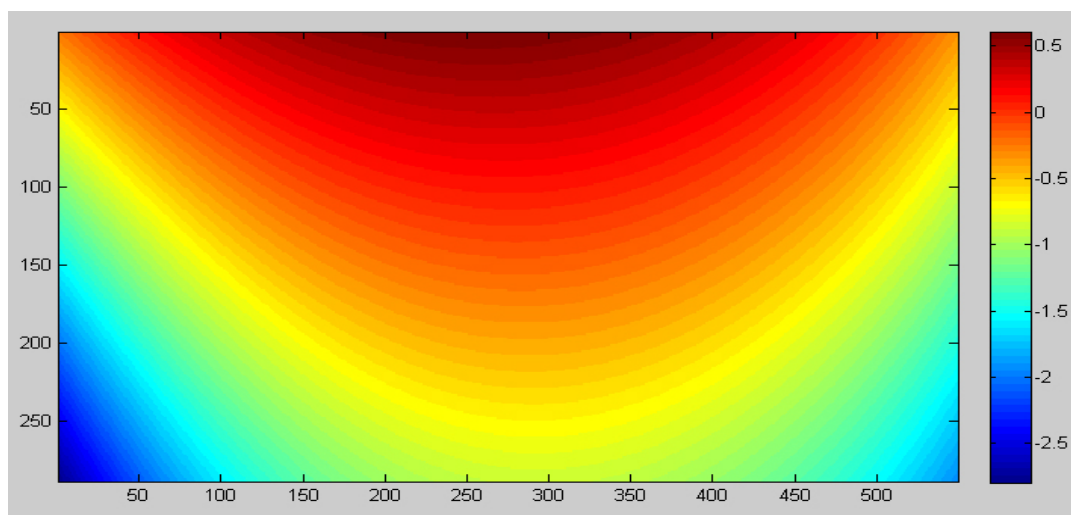
2001-2010.

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 *smile* 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 *smile* 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.

Descripció

Lideratge de l'estudi
Institut Cartogràfic de Catalunya.

Participants, col·laboracions
Institut Geològic de Catalunya.

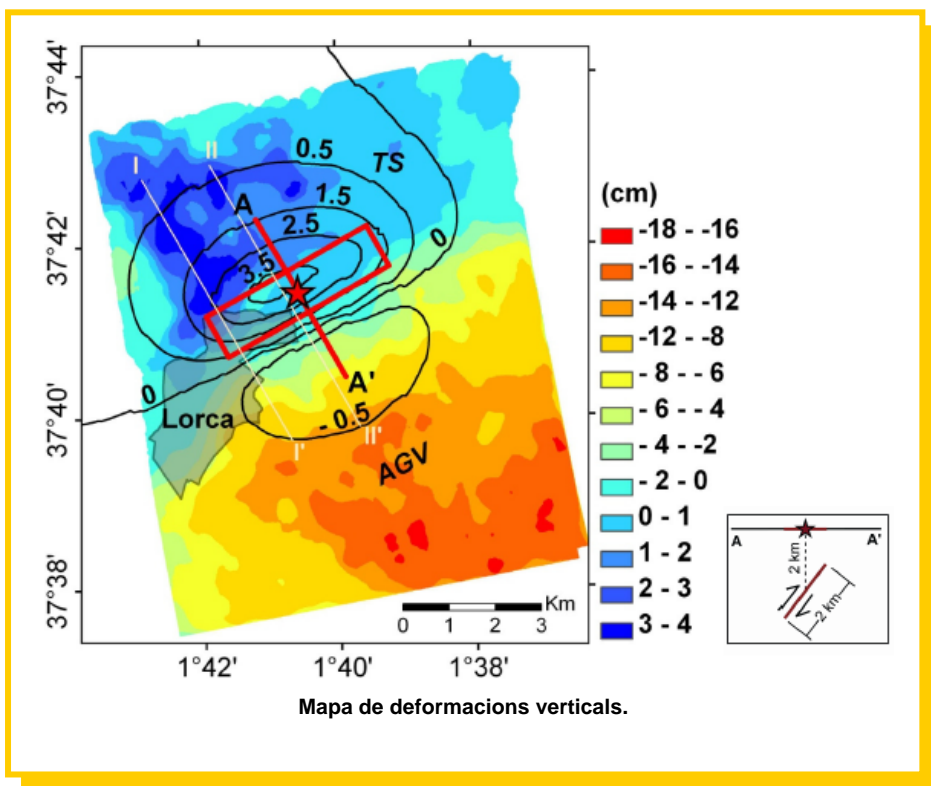
Període
Activitat continuada.

Projectes relacionats
DInSAR. Anàlisi de processos de subsidència.

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 DI-SICC (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 a treballar amb imatges dels sensors polarimètrics RadarSat-2, TerraSAR-X i Cosmo-SkyMed i estudiar si aporten informació complementària a l'obtinguda amb els sensors SAR.

Estudi de la detecció de canvis mitjançant les imatges d'amplitud i coherència interferomètrica SAR.

Aportació

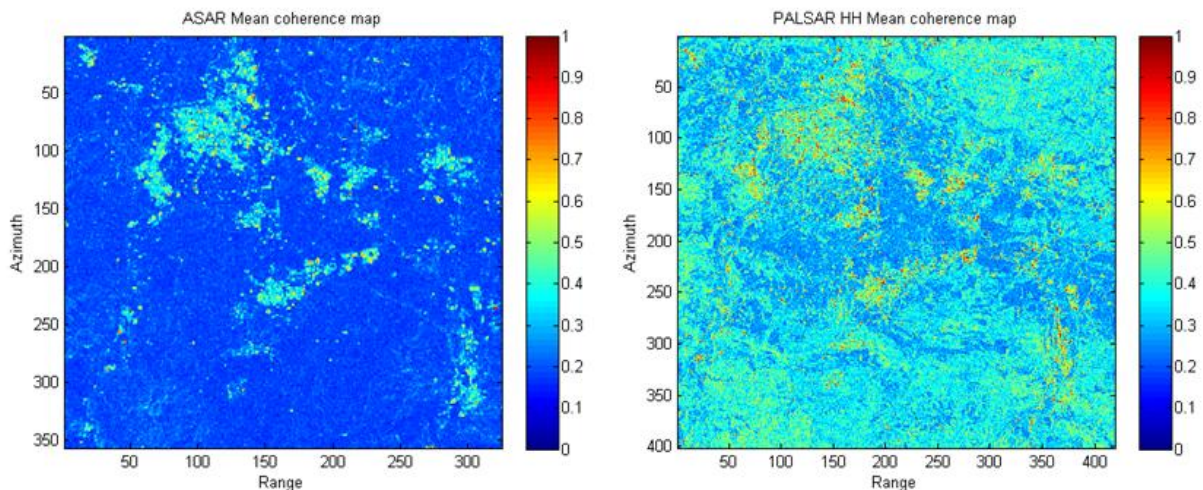
Programari per a la determinació d'elevacions del terreny en zones tropicals i boreals cobertes de núvols quasi permanentment.

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., Echeverria, A., Goula, X., Arbiol, R., Khazaradze, G., Pérez, F., Suriñach, E.: *DInSAR Coseismic Deformation of the May 2011 Mw 5.1 Lorca Earthquake (Southern Spain)*. Solid Earth, vol. 3, 2012 [111-119].
- Frontera, T., Blanco, P., Concha, A., Goula, X., Pérez, F., Marturià, J.: *Medidas de deformaciones co-sísmicas del terremoto de Lorca de 11 de mayo de 2011*. Física de la Tierra, vol. 24 [151-169].



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

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 (ASI).

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

InSAR. Interferometria SAR.

Anàlisi d'aplicacions de la polarimetria SAR.

Descripció

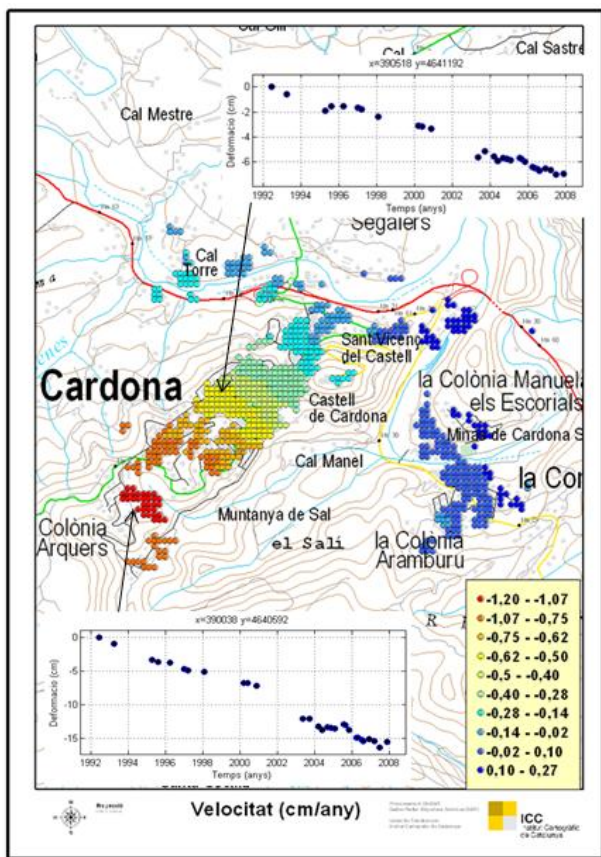
Les subsidències són esfondraments lents del terreny deguts a diferents causes. La tecnologia clàssica per a enregistrar-los és la topografia. Darrerament, però, s'han realitzat experiments basats en tècniques d'interferometria diferencial radar amb resultats prou bons com per a permetre el poder seguir 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 i establint nous llindars de deformacions en funció del nombre d'imatges disponibles i l'avaluació i comparativa amb xarxes de mesures in situ.

Aportació

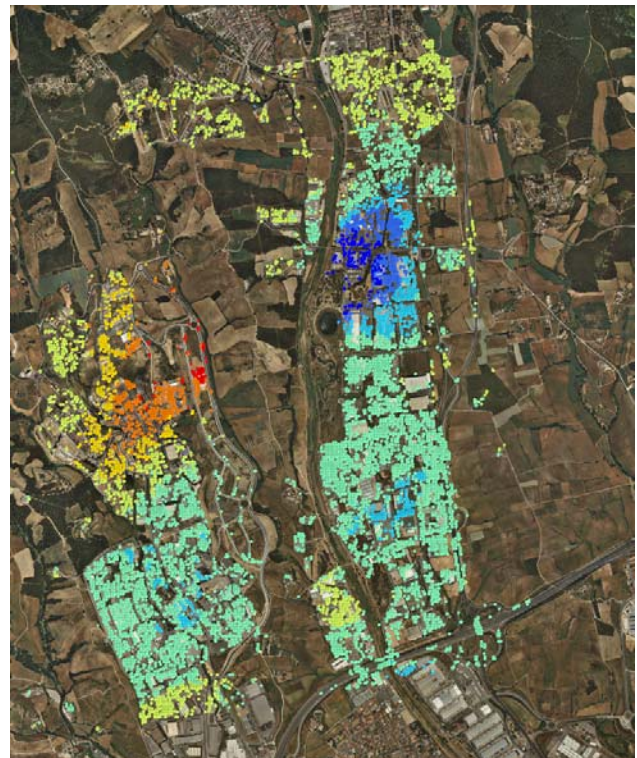
Sistema operacional per al control permanent dels fenòmens de subsidència a un cost reduït. Modificació del programari per a treballar amb un conjunt d'interferogrames ALOS-PALSAR, imatges d'alta resolució dels satèl·lits Radarsat-2 i Cosmo-SkyMed i dades polarimètriques per a millorar la densitat espacial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

- Blanco, P., Pérez, F., Concha, A., Marturià, J., Palà, V.: *Operational PS-DInSAR deformation Monitoring Project at a Regional Scale in Catalonia (Spain)*. IGARSS 2012, Remote Sensing for a Dynamic Earth, pàg. 1178-1181. Munic, 2012.
- 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.
- 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.



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

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

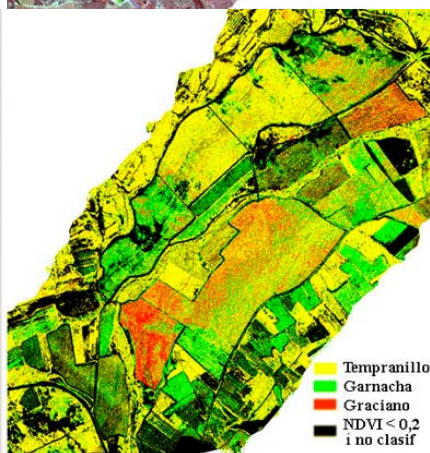
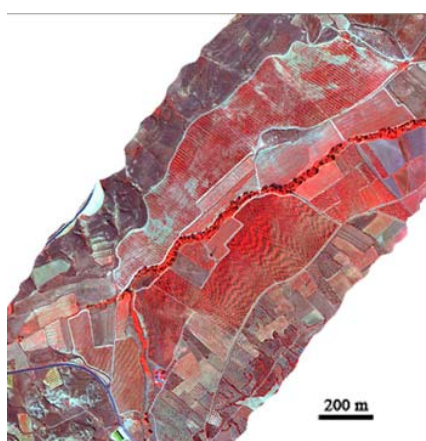
Departament de Territori i Sostenibilitat, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Instituto Geográfico Nacional.

Període

Activitat continuada.

Projectes relacionats

Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM. Sèries experimentals: Teledetecció.



Classificació de vinyes (imatge superior) a partir d'imatges CASI (imatge inferior), TASI i DMC.

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 multiespectrals aerotransportats, 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.

Actualment es treballa en projectes pilot de demostració amb l'ús d'imatges DMC i hiperespectrals TASI i CASI d'alta resolució sobre conreus granges solars, aigua, etc.:

- Anàlisi de viabilitat per a discriminar tres varietats de vinya.
- Monitoratge de dinàmiques fluvials.
- Estudis a partir de l'anàlisi senyal/soroll de cada canal de la DMC desenvolupant el model físic per la generació de mapes de luminància (cd/m^2) que permeten estimar paràmetres de contaminació llumínica.
- Detecció de gas metà en abocadors.
- Eficiència energètica.

Teledetecció

Aplicacions temàtiques de teledetecció

- Generació de mapes d'emissivitat de cobertes de polígons industrials i mapes d'anàlisi de fuites de calor amb sèries temporals d'imatges tèrmiques.
- Identificació de biotips marins.
- Eficiència energètica.
- ...

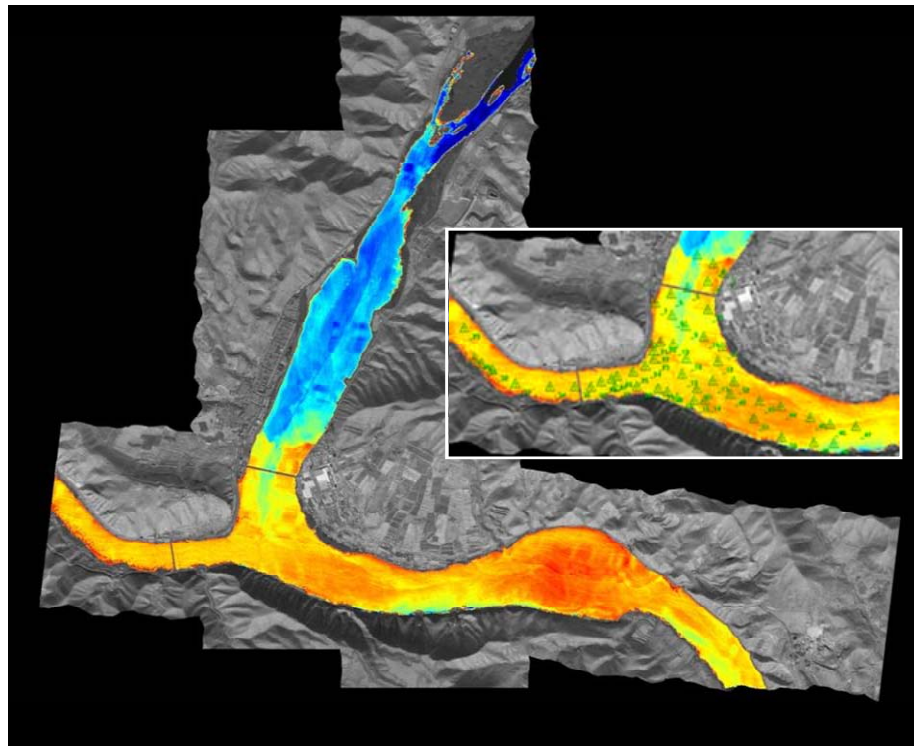
Aportació

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

- Martínez, L., Pérez, F., Arbiol, R., Magariños, A.: *Development of NDVI WMS geoservice from reflectance DMC imagery at ICC*. Eurocow, 2012.
- Pipia, L., Pérez, F., Tardà, A., Palà, V., Arbiol, R.: *Potentials of the Thermal Airborne Spectrographic Imager for Environmental Studies*. 9a Setmana Geomàtica de Barcelona. Barcelona, 2011.
- Tardà, A., Palà, V., Pérez, V., Viñas, O., Pipia, L., Martínez, L.: *Detecció de la Il·luminació Exterior Urbana Nocturna con el Sensor Aerotransportado CASI 550*. 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 (RAQRS III). Torrent, 2010.



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 d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

CLOSE-SEARCH: École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Direcció General de Protecció Civil, Associació de la Indústria Navarra, DEIMOS Engenharia.

Període

2002-2013.

Projectes relacionats

Aplicacions temàtiques de teledetecció.

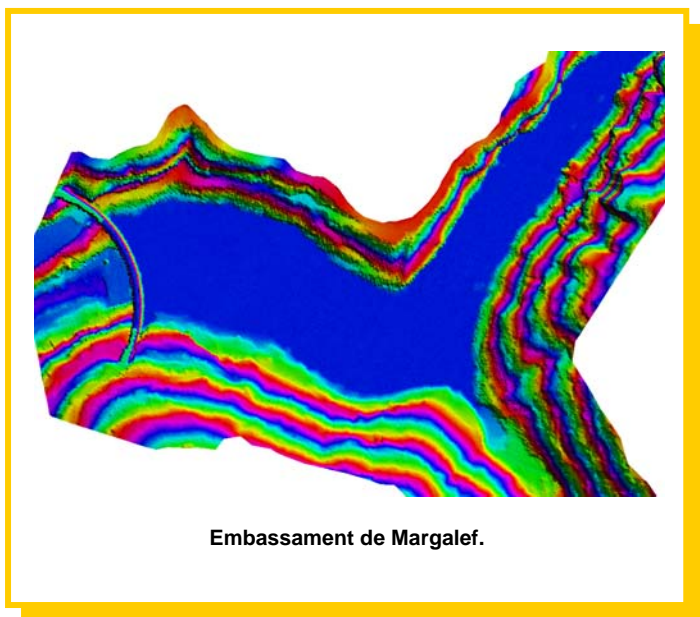
Descripció

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

L'ICC 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 com:

- Models del terreny d'alta precisió, per a l'obtenció de models de ciutats per a fer ortofotos estrictes o detecció de canvis a ciutats i estudis de risc d'inundació.
- Càlcul del potencial solar fotovoltaic i tèrmic a partir d'un model digital de superfície (MDS) lidar.
- Càlcul de volum d'embassaments.
- Anàlisi de la coberta vegetal per a estudis forestals, estimació de l'alçada de la vegetació i densitat d'arbres com a ajut per a la classificació multispectral d'usos del sòl o la classificació d'espècies arbòries amb lidar i foto aèria.
- Regeneració forestal d'àrees amb cobertura post-incendi.
- Cartografia de línies elèctriques.
- Estudis de visibilitat (emplaçament d'antenes i impacte visual).
- Quantificació del volum de neu per a estimar el volum d'aigua de desglaç.
- Control d'ocupació d'abocadors i activitats extractives per al seguiment de treballs d'explotació i restauració.
- CarboStock - l'explotació del LiDARcat amb l'objectiu de calcular els estocs de carboni en zones boscoses i zones de matollar.
- Monitoratge de costes i la seva vulnerabilitat enfront de tempestes excepcionals amb la creació d'un producte d'anàlisi de costa a partir de dades lidar: volums de sorra, línia de costa, detecció de canvis, multitemporalitat...



Teledetecció

Desenvolupament de noves aplicacions de l'ALTM

Algunes d'aquestes aplicacions han esdevingut projectes de producció que l'ICC ha portat a terme amb èxit i d'altres han estat proves pilot.

L'Institut ha desenvolupat mètodes per a millorar l'exactitud dels punts lidar i per a l'elaboració de productes per a aplicacions específiques. Actualment, s'està analitzant la integració de dades lidar a models del terreny obtinguts per tècniques fotogramètriques.

A més, s'ha participat en el projecte europeu CLOSE-SEARCH (*Accurate and safe EGNOS-SoL Navigation for UAV-based low-cost SAR operation*) (2010-2013) cofinançat per 7è programa marc per a donar suport a activitats de recerca i rescat (SAR) en zones remotes de difícil accés o en situacions de temps crític.

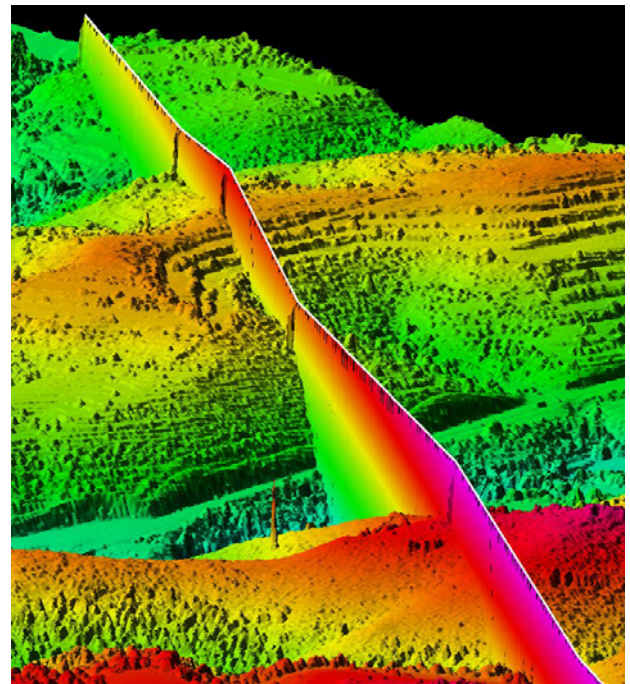
L'ICC ha preparat la informació geogràfica per a la prova de vol d'un helicòpter no tripulat (UAV) amb càmera tèrmica i un sistema de navegació de múltiples sensors.

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

- Sánchez, I., Guillén, J., Jiménez, J., Ruiz, A.: *Uso de modelos LiDAR para el estudio de la vulnerabilidad costera ante temporales excepcionales en litorales altamente antropizados*. XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información. Madrid, 2012.
- 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.



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

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

IRTA (DAR).

Període

2010-2013.

Projectes relacionats.

Projecte 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 conreu i calcular de forma precisa les aportacions d'aigua i fertilitzants sense perjudicar la producció dels conreus, potenciant així una agricultura competitiva a llarg termini.

Les tasques desenvolupades contemplen:

- ▶ L'estimació d'indicadors a partir de dades simultànies dels sensors aerotransportats de l'ICC.
- ▶ La classificació de la vigoresitat de la vegetació urbana amb informació NDVI de molt alta resolució obtinguda a partir del calibratge de la DMC.
- ▶ La demostració de la viabilitat d'ús d'aquests mitjans en conreus d'alt valor afegit.

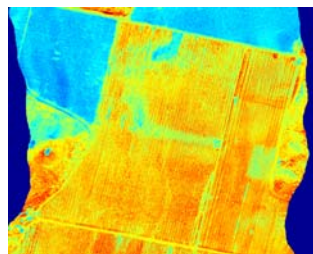
Inicialment s'ha tractat un conjunt de models físics per a poder utilitzar imatges hiperespectrals en la determinació de l'evolució de diferents conreus al llarg del seu cicle de creixement, centrat en paràmetres d'interès econòmic.

El LAF (Laboratori d'Anàlisi i Fertilitat de Sòls) en tant que experts en la fertilitat dels sòls agrícoles i coneixedors dels requeriments dels usuaris, participa en el treball de camp necessari per a relacionar les dades hiperespectrals amb l'estat dels conreus i del sòl, i analitzar els resultats obtinguts en el període 2002-2005.

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



Raïmat, parcel·la de test.



Imatges hiperespectrals
TASI i CASI.

Teledetecció

Agricultura de precisió

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.
- ▶ Estimar la humitat del sòl a partir de dades simultànies dels sensors CASI, TASI i radiòmetre.
- ▶ Determinar necessitats de nitrogen i paràmetres de qualitat de gra en conreus.

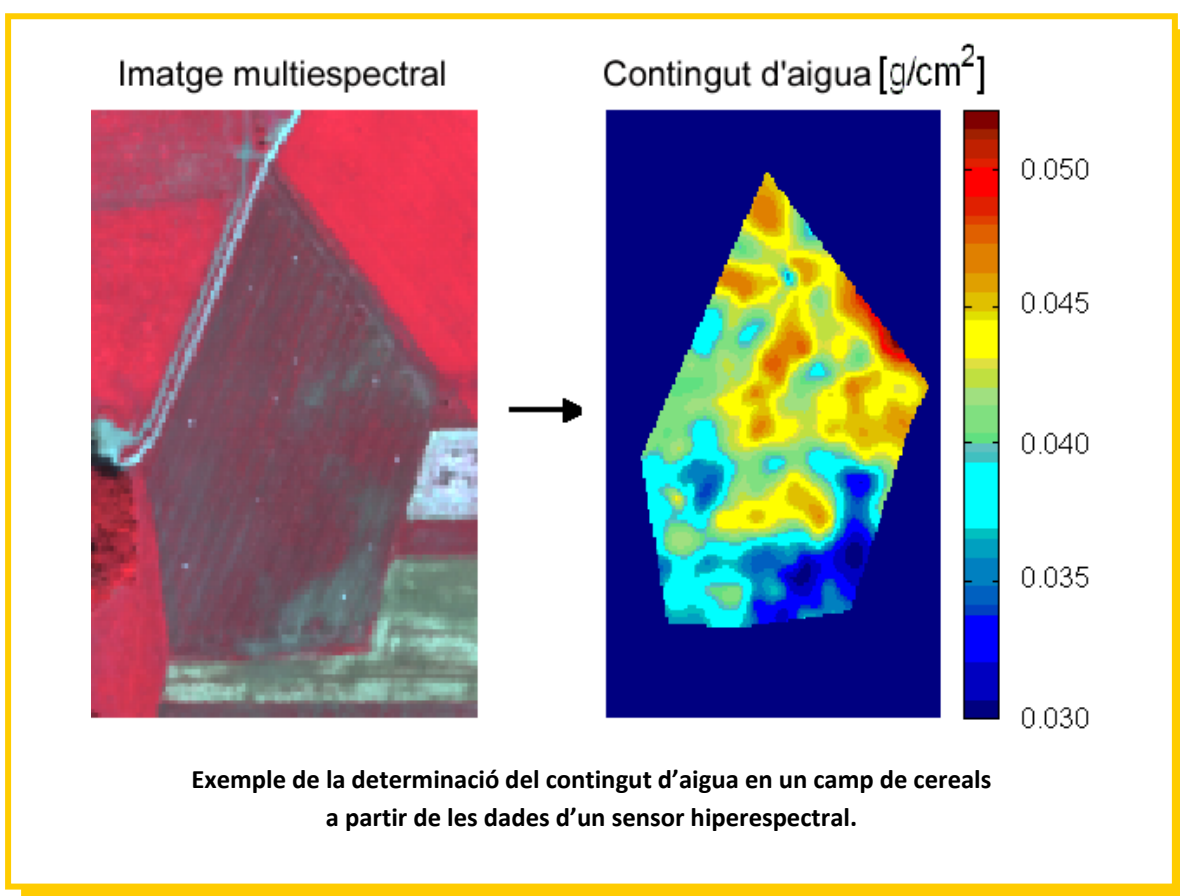
Aportació

En termes generals, projectes de demostració de la viabilitat dels sensors hiperespectrals CASI i TASI per a l'optimització de recursos en el sector agrari.

I, en particular, un projecte de demostració de la factibilitat i rendibilitat econòmica d'un servei que permeti ajustar les dosis d'aportació d'aigua i nutrients en les diferents àrees de les parcel·les per tal d'optimitzar el conreu i evitar sobrefertilitzacions o aportacions de rec inadequades. Els beneficiaris d'aquest projecte són tant els agricultors, cooperatives i comunitats de regants com els organismes responsables de la gestió de l'aigua i del medi ambient.

Publicacions tècniques

- Pipia, P., Pérez, F., Tardà, A., Martínez, L., Arbiol, R.: *Simultaneous usage of optic and thermal hyperspectral sensors for crop water stress characterization*. IGARSS 2012, Remote Sensing for Dynamic Earth, pàg. 6661-6664. Munic, 2012.



Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Desenvolupament de Teledetecció.

Participants, col·laboracions

Universitat Politècnica de Catalunya.

Període

2009-2012.

Projectes relacionats

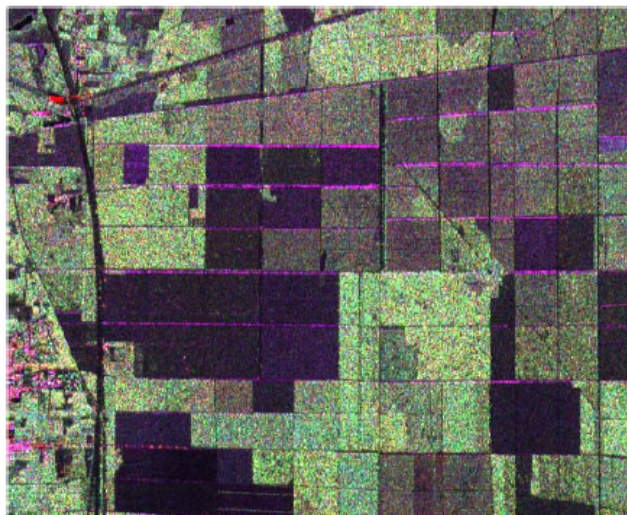
InSAR. Interferometria SAR.

DInSAR. Anàlisi de processos de subsidència.

Descripció

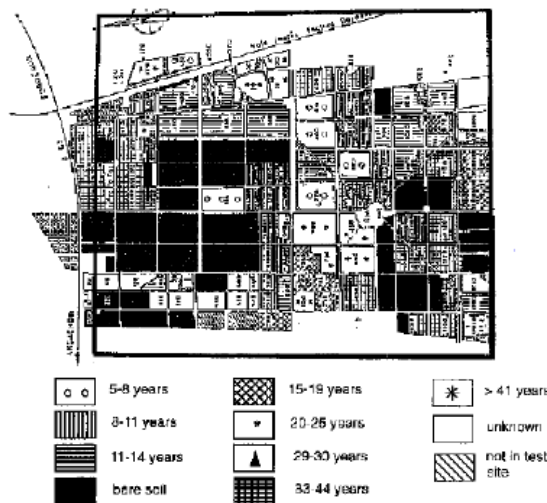
Donant continuïtat als treballs iniciats amb el projecte PISAR d'aplicar la polarimetria per a la detecció de moviments del terreny, s'amplia l'àmbit d'actuació estudiant en una primera fase les metodologies existents per al processament de dades SAR polarimètriques per a continuar aprofundint en l'estudi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

El grup de recerca RS-Lab del departament de TSC va fer un informe sobre la potencialitat de la polarimetria SAR (PolSAR) en el camp de la teledetecció radar, principalment amb sistemes orbitals i amb especial atenció al sistema TerraSAR-X i ALOS-PALSAR. També es van tenir en compte les aplicacions actuals amb sistemes aerotransportats, 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 va dividir 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

- Pipia, L., Fàbregas, X., Aguasca, A., López-Martínez, C.: *Polarimetric Temporal Analysis of Urban Environments With a Ground-Based SAR*. Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions, núm. 99, pàg. 1-18. 2012.
- 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.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya.

Participants, col·laboracions

Universitat Politècnica de València, Universitat de Hannover.

Període

Inici: 1993-en endavant.

Projectes relacionats

GIS4EU.

Descripció

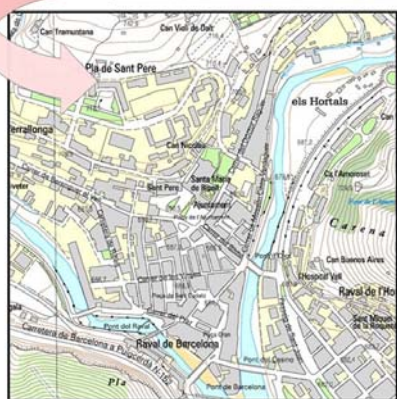
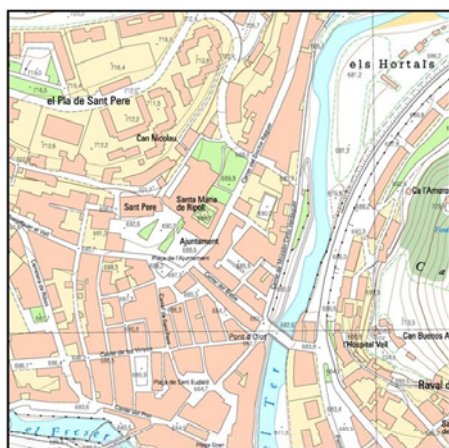
L'objectiu de la generalització cartogràfica és produir un mapa o una base cartogràfica numèrica clarament llegible i interpretable a partir d'una informació que es considera massa abundant i de massa detall per a l'escala de representació. Normalment s'aplica per a l'obtenció d'una base o d'un mapa 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 es va refinar el programari per a la selecció automàtica de cotes altimètriques i es va iniciar el desenvolupament per a la generalització de models altimètrics formats per informació vectorial que permet 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.



Exemples de productes derivats de la Base topogràfica 1:5 000 aplicant processos automàtics de generalització cartogràfica.

Producció cartogràfica

Generalització cartogràfica

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.

En els darrers anys s'ha treballat en l'estudi i anàlisi del disseny d'una base de dades multiresolució 3D. Per a l'actualització de les bases de dades obtingudes per generalització, s'han analitzat 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.

Com que fins ara aquesta informació no queda recollida en el model de dades a nivell d'objecte, s'estan dissenyant models de dades que associïn aquesta informació a cada objecte 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

- Pla, M., Baella, B.: Modelling user requirements. Capítol 2 del llibre: Abstracting geographic information in a data rich world: methodologies and applications of map generalisation. ICA Comissió sobre generalització i multirepresentació. Springer. Pendent de publicar.
- Pla, M., Baella, B.: Generalisation in practice. Capítol 11 del llibre: Abstracting geographic information in a data rich world: methodologies and applications of map generalisation. ICA Comissió sobre generalització i multirepresentació publicat per Springer. Pendent de publicar.
- Stoter, J. E., Streilein, A., Pla, M., Baella, B., Capstick, D., Home, R., Roensdorf, C., Lagrange J. P.: Approaches of national 3d mapping: research results and standardisation in practice. 8th 3D GeoInfo Conference Advances in Multi-scale and multi-dimensional modeling and data representation. Istanbul, 2013.
- Baella, B., Lleopart, A., Pla, M.: ICC topographic databases: design of a MRDB for data management optimization. ICA Comissió sobre generalització i multirepresentació. Istanbul, 2012.
- 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.

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Unitat de Desenvolupament.

Període

2006- en endavant.

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 el 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 2008-2012 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 a millorar el nivell de detall i passar de LOD1 a LOD2.



Model en 3D realitzat amb un programari comercial.

Producció cartogràfica

Models de ciutats

- ▶ El 2012 es va treballar en un projecte pilot per a la posada en marxa d'una cadena de producció fotogramètrica basada en programari SIG en substitució d'una cadena basada en programari CAD.

Des de 2010 es fan proves amb diferents sistemes per a generar models de ciutats a partir de dades de cartografia urbana 1:1 000, d'ortofotos estrictes, 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 provinent d'ortofoto o de fotogrames originals orientats per a generar arxius collada visualitzables en 3D i de compensació radiomètrica per a generar models amb continuïtat radiomètrica.

S'ha endegat el disseny d'un nou model per a cartografia d'escala grans que permeti generar models de ciutats LOD2 i recollir, actualitzar i mantenir les dades en un sistema SIG.

Simultàniament, s'ha iniciat un projecte d'anàlisi i disseny d'un prototipus per a la generació de models ràster 3D.

Aportació

Col·laboració amb la Fundació Politècnica de Catalunya, exercint les funcions de tutoria d'un conveni de pràctiques professionals, destinat a l'anàlisi dels models de dades ICC en format vector i dels principals programaris utilitzats en la generació i explotació de models de ciutats, tenint en compte els requeriments específics de l'àmbit de les aplicacions arquitectòniques dels models de ciutats i un altre per a l'anàlisi d'altres dades disponibles a l'ICC (lidar, textures...) per a complementar els models de ciutats aprofundint en els usos i aplicacions de les dades de l'ICC en l'àmbit dels models de ciutats.

També s'ha col·laborat amb la French National Engineering School in Geomatic (ENSG), exercint les funcions de tutoria d'un conveni de pràctiques professionals que ha inclòs l'anàlisi del format CityGML i la preparació d'un procés de transformació de dades vector, generades per l'ICC i disponibles pels seus usuaris, a format CityGML, basat en el programari FME.

Implementació d'una cadena de captació de dades fotogramètrica basada en programari SIG. Inclou eines de digitalització i actualització de les dades planimètriques i altimètriques, eines per a la incorporació d'atributs i eines de validació de la informació.

Comunicacions tècniques

- Pla, M.: *Experiences of the Institut Cartogràfic de Catalunya in 3D City models*. OGC/EuroSDR/Geonovum workshop CityGML in national mapping. Paris, 2013.



Exemple de la modelització de Sant Quirze del Vallès.

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

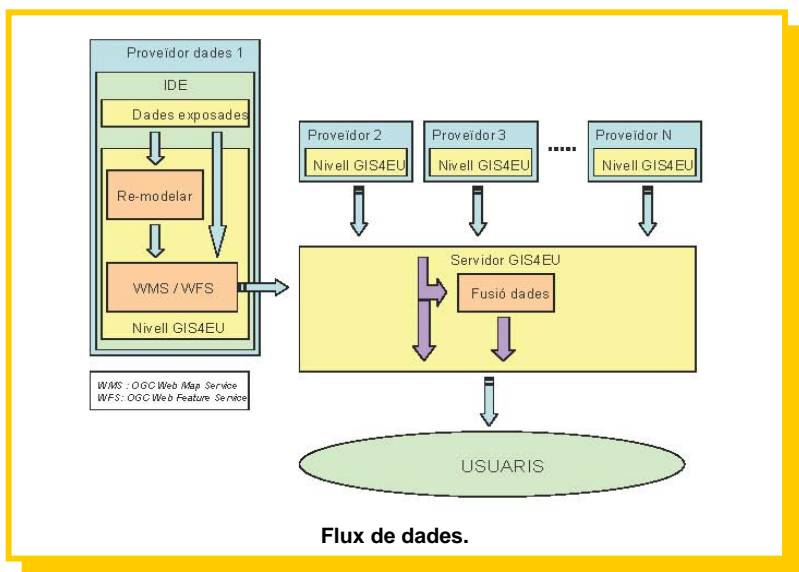
A Europa, la informació espacial es caracteritza per la falta d'harmonització entre els conjunts de dades a diferents escales, per la fragmentació de dades i fonts d'informació, per la manca de disponibilitat i per la duplicat d'informació.

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 d'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=>

Lideratge de l'estudi

Institut Cartogràfic de Catalunya, Àrea de Bases.

Període

2008-2015.

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.

En el període 2008-2010 es va participar en 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 relatiu a noms geogràfics, xarxes de transport i hidrografia i en l'avaluació dels esborranys d'hydrografia, xarxes de transport i unitats administratives.



Producció cartogràfica

INSPIRE. Interoperabilitat de dades

En el període 2011-2012 es va participar en els grups de treball d'experts europeus per a l'elaboració i la publicació de les especificacions tècniques dels temes dels Annexos II i III de la directiva en el grup d'ortoimatges i en el d'elevacions en qualitat d'editor. S'han avaluat els esborranys dels temes d'elevacions, ortoimatges i edificacis.

Actualment es col·labora en la implementació de la directiva INSPIRE a l'estat espanyol a través de la participació en el grups tècnics de treball de CODIGE i donant suport a la Comissió de Coordinació Cartogràfica de Catalunya.

Aportació

Coneixement de primera mà dels models i normativa per al desplegament de la directiva INSPIRE en el marc dels conjunts de dades del Pla Cartogràfic de Catalunya.

Publicacions tècniques

- INSPIRE Thematic Working Group Elevation¹: *D2.8.II.1 INSPIRE Data Specification on Elevation – Technical Guidelines*. 2013.
http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_EL_v3.0.pdf
- INSPIRE Thematic Working Group Orthoimagery²: *D2.8.II.3 INSPIRE Data Specification on Orthoimagery – Technical Guidelines*. 2013.
http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_OI_v3.0.pdf
- INSPIRE Thematic Working Group Geographical Names³: *D2.8.I.8 INSPIRE Data Specification on Geographical names – Guidelines*. 2010.
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_GN_v3.0.1.pdf
- INSPIRE Thematic Working Group Hydrography⁴: *D2.8.I.8 INSPIRE Data Specification on Hydrography – Guidelines*. 2010.
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_HY_v3.0.1.pdf
- INSPIRE Thematic Working Group Transport Networks⁵: *D2.8.I.8 INSPIRE Data Specification on Transport Networks – Guidelines*. 2010.
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_TN_v3.1.pdf

¹ The Thematic Working Group Elevation (TWG-EL) included: Michael Hovenbitzer (TWG Facilitator), **Jordi Escriu** (TWG Editor), Chris Howlett, Dave Capstick, Eduardo González, Gyula Iván, Lee Brinton, Lynne Allan, Rogier Broekman, Tim Kearns, Veijo Pätynen, Vincent Donato, Zdzislaw Kurczyński, Katalin Tóth (European Commission contact point).

² The Thematic Working Group Orthoimagery (TWG-OI) included: Markus Seifert (TWG Facilitator), Pierre-Yves Curtinot (TWG Editor), Miklós Forner, David Holland, Risto Ilves, Hervé Kerdiles, Pier Giorgio Marchetti, Pavel Milenov, **Vicenç Palà**, J. José Peces, Dario Romano, Antonio Romeo, Jon Arne Trollvik, Joost Van Bemmelen, Tony Vanderstraete, Katalin Tóth (European Commission contact point).

³ The Thematic Working Group Orthoimagery (TWG-OI) included: Andreas Illert (TWG Facilitator), Sébastien Mustière (TWG Editor), Paloma Abad Power, Kathleen Van Doren, Kent-Jacob Jonsrud, Teemu Leskinen, **Miquel Parella**, Pier-Giorgio Zacccheddu, Katalin Tóth (European Commission contact point).

⁴ The Thematic Working Group Hydrography (TWG-HY) included: Huibert-Jan Lekkerkerk (TWG Facilitator), Andrew Woolf (TWG Editor), **Dolors Barrot**, Alexander Coley, Helen Eriksson, Klaus Fretter, Anja Hopfstock, Peter Parslow, Vanda Nunes de Lima (European Commission contact point).

⁵ The Thematic Working Group Transport Networks (TWG-TN) included: Keith Murray (TWG Facilitator), **Jordi Escriu** (TWG Co-editor), Ward Verlinden (TWG Coeditor), Lars Wikström (TWG Co-editor), Alain Chaumet, Mark Lepage, Dave Russell, Ulf Sandgren, Darja Lihteneger (European Commission contact point).

