

La Mela del terzo millennio

La tecnologia dedicata al reperimento ed alla disseminazione delle informazioni territoriali fa parte integrante della nuova infrastruttura di veicolazione della conoscenza, completa e immediata, costituita dalla rete e dall'insieme dei sensori che operano connessi a livello globale con essa.

di Michele Dussi



La mela di cui si parla nel titolo è quella cui la Genesi lega il destino dell'intero genere umano, la mela di Adamo ed Eva, o meglio la mela dell'Albero proibito della Conoscenza. Il morso alla mela è stato usato per simboleggiare l'acquisizione della conoscenza, un processo di metabolizzazione secondo il quale la mela stessa diventa un *mezzo di trasferimento*. Oggi il mezzo di trasferimento è rappresentato dalla tecnologia – moderna mela – con le sue specializzazioni nei diversi ambiti del processo di conoscenza. Tra queste specializzazioni vi è l'Osservazione della Terra da satellite, oggetto dell'articolo; qui, l'evoluzione tecnologica degli ultimi dieci anni ha portato ad uno stravolgimento del paradigma di fruizione delle informazioni riguardanti il territorio.

Un cambiamento di paradigma

La tecnologia più esemplificativa di questo paradigma viene proposta in rete da *Google*. In merito a questo aspetto, è recentissimo l'annuncio di *Google* di voler passare all'uso di soluzioni *cloud* come ulteriore passo avanti nella delocalizzazione di dati e applicazioni per utenti che si appoggeranno sempre di più alla rete. E' inoltre utile citare l'annuncio dell'OGC (*Open Geospatial Consortium*), che emette standard di programmazione delle acquisizioni da satellite via web, per consentire ad un qualunque utente mediamente 'alfabetizzato' di interfacciarsi direttamente con i provider, integrando così il processo di trattamento delle informazioni di Osservazione della Terra dall'acquisizione al GIS.

Certo si tratta ancora di una fase iniziale,

ma indubbiamente il trend emergente vede la rete supportare sempre di più la disponibilità di soluzioni basate su tecniche di telerilevamento satellitare. Peraltro, in questo contesto, *Google Earth* (anche in versione *Enterprise*) è ormai uno strumento ampiamente consolidato, dotato di un vasto parco di fonti di dati a copertura globale.

Sono, questi, gli aspetti di una tecnologia che integra nella rete le metodiche di telerilevamento, mettendole a disposizione di tutti e veicolando la conoscenza del territorio verso un'utenza globale, tendenzialmente in tempo quasi reale. A riprova del fatto che la conoscenza richiede, soprattutto per gli aspetti di modellazione predittiva, di sapere *ora* cosa accade *ovunque*, introducendo i famosi vincoli di *real time*.

Viene da chiedersi, a completamento del nostro ragionamento: chi è il maligno che offre la mela ad Eva? Senza dubbio nella nostra trasposizione è la spinta dell'economia, che si nutre del progresso per creare sviluppo, con un doppio interesse: sia di tipo economico che di sostegno alla modernità. E' un bene? E' un male? Semplicemente è un'istanza. Abbiamo altri esempi simili che rappresentano necessità storiche, magari unite a rifiuti morali degli atti poi compiuti. Spesso, però, quando si cambia scala di osservazione, ciò che sembra negativo acquista sembianze positive.

In questa chiave di lettura, partita da considerazioni generali, è utile passare ad alcune considerazioni di scenario per individuare meglio il punto in cui si trova ora il settore dell'Osservazione della Terra e quali aspettative si pone nel medio termine.

Scenari e Trends

Recenti indagini di settore hanno evidenziato i processi di evoluzione e consolidamento della prima decade del terzo millennio.

Con il 2000, si è di fatto abbandonato il percorso di sviluppo precedente tutto istituzionale (leggasi militare o di applicazioni di pubblica utilità) e di ricerca scientifica (sia tecnologica sia applicativa), per avviare un nuovo corso incentrato sulla connotazione commerciale delle missioni e della messa a disposizione dei dati di *Earth Observation*.

Stante la durata tipica del ciclo di vita dei programmi spaziali, l'avvio si è di fatto verificato prima del 2000 con il raggiungimento di una fase operativa dal 2000 in poi.

Influenza particolare ha ovviamente avuto la vicenda dell'11 settembre 2001 che ha da un lato accentuato la richiesta di servizi e soluzioni finalizzate alla sicurezza – ancora, tuttavia, con una tecnologia satellitare non adeguata per le applicazioni di *homeland security* – e dall'altra ha provocato, assieme ai successivi fenomeni di crisi finanziaria internazionale, un ripensamento forte sulle impostazioni del budget militari, in particolare degli Stati Uniti.

Se si va quindi a vedere la curva delle vendite di dati da satellite commerciali, si nota una tendenza continua al rialzo dal 2000 in poi, con una 'stabilizzazione' attorno al triennio 2003-2005, dovuta a significativi processi di riorganizzazione dell'industria statunitense. Peraltro, le modifiche intervenute relativamente alle modalità di fronteggiare le crisi di sicurezza in area locale

nelle diverse zone di instabilità, hanno incrementato la necessità dello strumento di *intelligence* geografica a distanza, quindi dell'Earth Observation, che fa ora parte di un complesso sistema integrato di piattaforme diverse che va dal satellite, appunto, fino alle piattaforme aeree di alta quota ed agli UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), nuova soluzione emergente in cui tutte le tecnologie testate sui primi due ambiti di sviluppo sensoristico e di applicazioni di *image processing* trovano immediata collocazione.

La fine della prima decade del terzo millennio si traduce quindi con un livello di vendite di circa un miliardo di Dollari all'anno con aspettative di continuità nella crescita anche per il periodo successivo. Di questo fatturato complessivo, circa i 2/3 appartengono al settore militare, segnando quindi il consolidamento del 'modello *dual-use*' immaginato anni fa dall'amministrazione americana e poi esportato globalmente. E', questo, un modello sostenuto anche dalla riduzione drastica dei costi di realizzazione di piattaforme satellitari di Osservazione della Terra, il cui costo di primo sviluppo è stato di fatto assorbito dalle realizzazioni dei programmi militari dei decenni precedenti a quello in esame.

La diffusione della tecnologia satellitare prevista negli scorsi anni vede oggi la corsa di un certo numero di paesi nel crearsi un proprio sistema di osservazione. Nel corso della decade 2011-2020, 30-40 nazioni hanno già dichiarato i loro piani relativi al lancio di satelliti per l'Osservazione della Terra; questi paesi si concentrano soprattutto:

- nelle aree con economia in sviluppo al di là degli Urali, dove insistono i vecchi insediamenti spaziali dell'ex URSS che oggi costituiscono ancora un bacino di competenze e infrastrutture;
- in Medio Oriente, dove i paesi più ricchi e sviluppati intendono coprire il gap tecnologico con l'Occidente;
- nei paesi del Nord Est dell'Asia, tra Pechino e Pyongyang;
- nei paesi dell'Oceano Indiano tra India e Thailandia;
- nei paesi ricchi del Sud America, dal Cile al Brasile passando per l'Argentina;
- nei paesi che hanno recentemente acceduto alla tecnologia avanzata europea, come Bielorussia o Spagna;
- in alcune realtà del continente Africano.

Il rapporto tra mercato militare e civile

Si è detto del 'modello *dual-use*', che consiste nel ricorso da parte degli enti militari al mercato per l'approvvigionamento di immagini satellitari, oggi ad alta risoluzione anche se probabilmente non comparabili con i sistemi a destinazione unicamente militare. Questo ricorso spesso porta con sé anche un supporto finanziario in varie forme che, da un lato sostiene l'industria privata nello sviluppo a rischio di nuove piattaforme e dall'altro riserva agli enti della Difesa alcuni diritti e privilegi d'uso che mettono a riparo l'operatività a fini istituzionali da eventuali politiche commerciali o industriali.

E' il caso, per la prima specie di supporto, di quanto fatto dall'Amministrazione americana con i contratti di acquisto di immagini satellitari dai due principali fornitori sul mercato americano e mondiale a metà del decennio scorso, che hanno consentito così a GeoEye e a DigitalGlobe di disporre di *revenues* pianificate per un periodo piuttosto lungo, nonché di ricevere sussidi per lo sviluppo e l'aggiornamento di nuove piattaforme e di nuove strutture di terra.

Per la seconda specie di supporto, è esemplare invece il caso dell'Amministrazione della Difesa italiana, la quale ha partecipato direttamente allo sviluppo della piattaforma *COSMO-SkyMed* mantenendo dei diritti d'uso esclusivi, in termini di riservatezza e priorità, per le operazioni di istituto e di fatto configurandosi come comproprietaria del sistema assieme all'Agenzia Spaziale Italiana.

Recentemente, soprattutto in Italia, questa commistione tra civile e militare è stata oggetto di osservazioni, se non di critiche, dall'opinione pubblica di settore, sia per il peso assunto dai contenuti militari nei programmi spaziali sia per la conseguente modalità di gestire tali problematiche aventi ovvi riflessi legati alla sicurezza nazionale.

In pratica, anche nel nostro paese si sta assistendo nei fatti ad un abbandono del mero schema legato alla ricerca scientifica che negli anni iniziali aveva sostenuto lo sviluppo delle iniziative spaziali italiane.

Ci sono comunque da ricordare due aspetti, uno storico ed un secondo contingente.

Quello storico è che l'attività spaziale italiana, nella sua fase pionieristica, ma assolutamente molto qualificata e riconosciuta a livello internazionale, si è sviluppata poggiando sulle capacità operative e sulle infrastrutture della Aeronautica Militare, benché largamente

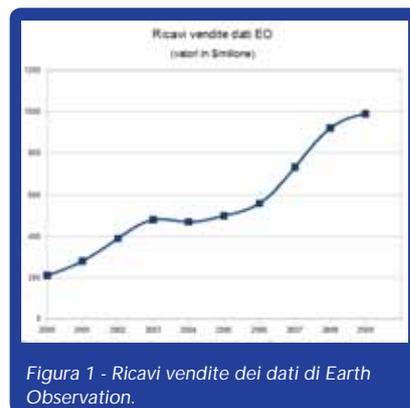


Figura 1 - Ricavi vendite dei dati di Earth Observation.

integrata dalle competenze e capacità scientifiche del mondo universitario e della ricerca. Il noto e famoso Prof. Broglio, pioniere infaticabile e innovatore che guidò le prime esperienze nazionali dalla base di Malindi, era infatti 'inquadrate' come ufficiale dell'A.M. e svolgeva anche il ruolo di docente presso l'Università di Roma 'La Sapienza'. Come tutte le fasi pionieristiche, anche quella fece largo perno su una personalità tra le più forti e carismatiche.

Ora, in un contesto diverso, di finanza pubblica ridotta, di coordinamento europeo sempre più stringente, di finalità pre-individuate che vengono anteposte alla ricerca libera, si sta passando ad un sistema di reperimento di fondi pubblici per coinvolgimento di enti che necessariamente hanno esigenze proprie legate ai compiti d'istituto. E' appunto il caso del ruolo della Difesa nei programmi spaziali. Ritengo che nessuno negherebbe ad altri Enti Centrali di partecipare al finanziamento di nuovi programmi solo per evitare la finalizzazione per scopi propri dell'amministrazione finanziante. Finora si è riusciti viceversa solo a coinvolgere altri Enti Centrali e periferici quali 'utenti di riferimento' per la messa a punto di soluzioni e applicazioni lasciando alla successiva fase operativa dei sistemi spaziali l'effettiva utilizzazione dei prodotti ottenuti su base *on-demand*. Tutto questo - bisogna avere il coraggio di dire - sconta effettivamente un problema legato alla 'qualità' dell'amministrazione politica del territorio; tutti sappiamo, ad esempio, quanto pesa l'abusivismo in Italia ed è risaputo che uno strumento come il telerilevamento da satellite avrebbe consentito già da molti anni di rilevare, mappare e identificare tutti gli immobili abusivi del Paese. C'è da chiedersi con rammarico perchè questa banale soluzione non sia stata mai adottata dagli Enti Locali in forma estesa e per tempo.

La posizione nazionale

A proposito del rapporto tra situazione nazionale e scenari complessivi, vale la pena di ricordare che in questo momento l'Italia si trova al centro del *mainstream* tecnologico che vede un forte impulso verso i sistemi satellitari *ogni-tempo*, in pratica piattaforme di ripresa di tipo attivo basate su tecnologia radar. Il sistema COSMO-SkyMed si pone allo stato dell'arte sia per tecnologia specifica che per soluzione architeturale essendo, nella configurazione della Prima Generazione, caratterizzato da quattro satelliti in orbita che permettono di avere un'elevatissima risoluzione a terra quanto un'alta frequenza di rivisitazione. E' ovvio che i sistemi radar ben si prestano ad essere impiegati in tutte quelle aree applicative in cui l'indipendenza dalle condizioni atmosferiche è un requisito importante, in pratica tutte quelle situazioni in cui il fattore tempo dell'attività di *detection* è critico; stiamo quindi parlando di applicazioni di sicurezza, sia militare che civile (Protezione Civile, GMES, ecc.).

Satelliti radar attuali			
Missione	Paese	Risoluzione dichiarata	Banda di frequenza
Radersat 1 e 2	Canada	3 m	C
Envisat	Europa	30 m	C
Risat-2	India	2 m	C
Daichi	Giappone	10 m	L
TerraSAR-X	Germania	1 m	X
SAR Lupe costell.	Germania	50 cm	X
COSMO-SkyMed costell.	Italia	<80 cm	X
TecSAR	Israele	<1 m	X
IGS-2B	Giappone	2 m	X
Yaogan costell.	Cina	5 m	X
Lacrosse costell.	USA	1 m	X

Figura 2 - Missioni radar attuali.

Anche in questo settore – quello delle immagini radar – l'Amministrazione americana ha seguito lo stesso cammino usato per le immagini ottiche: si è approvvigionata largamente da fornitori di mercato, tra cui provider canadesi, tedeschi e appunto italiani. Nel caso nazionale, invece, la Difesa è, come si è detto, proprietaria del sistema e riceve ed elabora in proprio le immagini programmate secondo le diverse necessità.

Prospettive a medio termine

La novità del 2011 è l'avvio del programma COSMO-SkyMed di Seconda Generazione (CSG) da parte dell'Agenzia Spaziale Italiana.

In pratica, l'Agenzia ha programmato ed avviato la realizzazione di due satelliti SAR da lanciare nel 2016 per garantire continuità all'attuale sistema di Prima Generazione, adeguando tutto il segmento di terra per la gestione del transitorio prima e del nuovo sistema poi, nonchè implementando sui nuovi satelliti ulteriori specifiche funzionali che ne incrementino le performance.

Tra le nuove caratteristiche si citano:

- l'incremento della risoluzione spaziale delle immagini SAR;
- la ricezione/elaborazione dati radar in doppia polarizzazione simultanea;
- il raddoppio dei volumi dati ricevuti a bordo e trasmessi a terra;
- l'incremento delle performance di programmazione richieste, pianificazione acquisizione da satelliti, controllo missione e processamento dati ricevuti.

Di fatto, quindi, siamo all'avvio di un periodo, la prossima decade 2011-2020, in cui la disponibilità di dati satellitari sarà molto più alta e di qualità molto maggiore rispetto agli anni passati: chi ha avuto modo di operare nel settore quel periodo ricorderà certamente i vincoli operativi che limitavano l'uso dello strumento satellitare. Contemporaneamente, questa maggiore mole di dati sarà diversificata per tipologia di sorgente, principalmente su base tecnologica (multispettrale, pancromatico, radar, infrarosso, ecc.) e su base operativa. Bisognerà allora lavorare molto sullo sviluppo e la messa a punto di soluzioni in tre ambiti:

- 1 la corretta definizione dei dati richiesti per ogni applicazione;
- 2 lo sviluppo di applicazioni verticali mirate per i nuovi sensori radar;
- 3 lo sviluppo di tecniche di *Data-fusion*.

Dati vs Applicazioni

Per approfondire il primo dei tre punti precedenti – la corretta definizione del dato usabile per ogni applicazione –, può tornare utile l'analisi delle applicazioni di intelligence ad uso militare, tenendo conto che quanto detto in quest'ambito trova immediata trasposizione anche in ambito civile. Si tratta di tenere costantemente allineate le verifiche effettuate sul dato tipo con una griglia di requisiti codificati il più rigorosamente possibile, cosa che in ambito civile è ancora migliorabile.

In ambito militare, da molto tempo, sono stati messi a punto degli standard – successivamente mantenuti ed aggiornati – per la definizione delle condizioni minime di rilevazione di oggetti (*target*) specifici, al fine di garantire la possibilità di effettuare le operazioni tipiche di intelligence.

Inutile dire che le operazioni codificate in chiave militare sono poi le stesse da effettuare, a parte lo scopo finale, in ambito civile e pertanto possono essere prese a base di un'analisi e valutazione anche per la difesa civile. Stiamo parlando ad esempio dello standard NATO STANAG 3769 (STANdardization Agreement) o

dell'*AIR STD 80/15* o del *NIIRS (National Imagery Interpretability Rating Scale)* con tutte le relative successive gemmazioni e modifiche.

In questi ambiti, sono identificati i requisiti generali che i sensori e le immagini devono rispettare per assicurare l'impiego operativo su target predefiniti. In particolare, si definisce la dimensione minima risolvibile degli oggetti tale da garantire l'interpretazione delle immagini. Questo per le attività di interpretazione tipiche qui individuate:

- *Detection*: la scoperta dell'esistenza di un oggetto o target;
- *Recognition*: l'identificazione dell'identità dell'oggetto per appartenenza ad una classe tipica;
- *Identification*: l'individuazione del tipo esatto di oggetto di una classe identificata;
- *Technical Analysis*: la descrizione precisa e tecnica dell'oggetto osservato.

I suddetti standard proseguono poi con l'individuazione, per ognuno dei task di interpretazione citati, delle risoluzioni necessarie nell'immagine per ogni tipo di target preso in considerazione, sia che si tratti di mezzi mobili, infrastrutture civili, militari e quant'altro, secondo uno schema riportato a titolo esemplificativo in Figura 3.

A riprova del fatto che ad oggi il 'modello dual-use' è impiegabile anche grazie alla maggiore risoluzione raggiunta dalle piattaforme commerciali, si riporta in Figura 4 un'analisi dell'evoluzione nel tempo (di tipo quali-quantitativo) della rispondenza ai requisiti militari da parte dei satelliti commerciali disponibili. Si nota anche la differenziazione tra le diverse attività interpretative ed il rapporto pari a circa un ordine di grandezza della risoluzione necessaria tra le attività estreme. Risulta anche evidente come per le esigenze 'tradizionali' di difesa militare e civile la soddisfazione dei requisiti è ormai largamente raggiunta.

La spinta allo sviluppo tecnologico si può allora considerare esaurita? Nient'affatto, poiché le nuove dinamiche nel settore

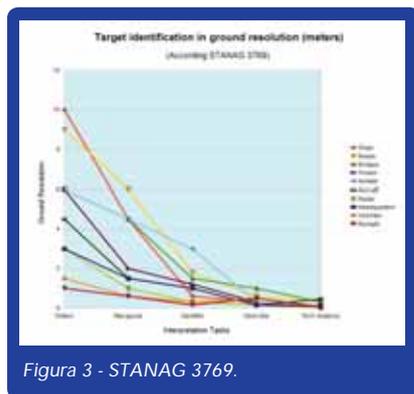


Figura 3 - STANAG 3769.

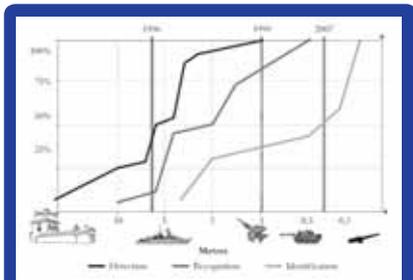


Figura 4 - Risoluzione spaziale vs requisiti militari.

della Difesa stanno rapidamente convergendo su esigenze di focalizzazione più ridotta nel tempo e nello spazio, derivanti da operazioni su aree circoscritte, dai modelli di organizzazione *net-centrica* per la difesa e dall'idea che in teatri di guerra asimmetrica, difficilmente ci si confronta con infrastrutture estese e fisse sul territorio. Tutto questo si traduce immediatamente in un incremento relativo ai vincoli dei requisiti e all'aumento delle performance, tipicamente di risoluzione (spaziale, spettrale, radiometrica e temporale), tutte cose che trovano ovviamente immediato impiego e utilità in ambito civile e particolarmente di Protezione Civile. In Figura 5 viene a questo proposito mostrato il modello atteso di evoluzione tra risoluzione e rivisitazione, i due parametri base di un sistema di osservazione: emerge come, al crescere delle esigenze di sorveglianza fine, aumenteranno le necessità di soluzioni architettoniche basate su flotte o in alternativa sul coor-

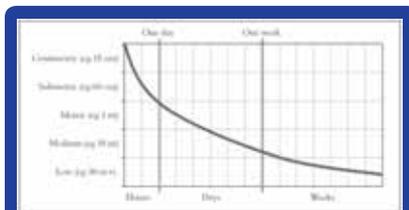


Figura 5 - Risoluzione spaziale vs criticità temporale.

dinamento di molte fonti indipendenti. Riguardo invece al secondo punto, quello relativo alla necessità di sviluppare specifiche applicazioni algoritmiche per il pieno e soddisfacente impiego del dato radar, occorre anche qui ripercorrere gli anni di sviluppo del telerilevamento ottico, adattando la ricerca di soluzioni alle peculiarità dei nuovi sensori ed alla loro fisica, tenendo conto che esiste comunque un gap operativo proprio a questa dovuto.

Mentre il sensore radar consente un'affidabilità elevata del dato sul piano metrico (quindi utile per le valutazioni dimensionali dei target), sul piano dell'interpretazione presenta minori vantaggi rispetto a riprese in altre bande elettromagnetiche. Occorre pertanto uno studio più fine per ampliare l'usabilità del dato radar. Molto si sta facendo in questo campo, ancora si può fare per avvicinare le soluzioni agli ambiti operativi un po' meno specializzati di quelli attualmente coinvolti. Per mancanza di spazio non ci si dilungherà ma vale la pena presentare qualche indicazione bibliografica di orientamento, in particolare un recente manuale operativo dal titolo *Microwave Scattering and Emission Models for Users* (Adrian K. Fung e K. S. Chen), reperibile con facilità in internet. Nel volume vengono presentati in nove capitoli una serie di modelli di analisi e interpretazione utili a classificare l'interazione tra microonde e superfici di diverso tipo. A parte, possono essere considerati gli algoritmi di interferometria che richiedono un apparato tecnico di tipo leggermente diverso.

Riguardo al terzo aspetto – le tecniche di data-fusion –, queste sono da tempo all'attenzione degli addetti, i quali non potranno non beneficiare dagli avanzamenti nelle due aree metodologiche precedenti.

Conclusioni

Ci troviamo all'inizio di un nuovo periodo di potenziale sviluppo. In questa seconda decade del terzo millennio assisteremo al consolidamento dei modelli economici ed operativi nel telerilevamento da satellite messi in campo nei precedenti dieci anni, come pure al consolidamento nell'uso delle tecnologie più recenti, al quale potremo e dovremo partecipare direttamente per accelerarne il processo di maturazione e diffusione.

Parole chiave

REMOTE SENSING TREND, EARTH OBSERVATION, COSMO-SKYMED, STANAG 3769, NIIRS, DUAL USE

Abstract

Satellite Earth Observation's new scenarios and trends

Remote sensing by satellite has been at the beginning of this third millennium, a boost that it has expanded the potential technical and operational deployment as a tool in a very wide number of fields, civil and military. Already the first ten years have seen the consolidation of important trends: the gradual integration with the Internet, the multiplication of missions and then the data sources, the expansion of radar technology over the traditional vein, the gradual increase in the demand for performance from a changing audience. These processes at work in the next decade will be to respond with the solutions currently in development and focusing on the requirements for the next generation of satellite platforms. Despite the unfavorable economic conditions from the perspective of the international economy, surely will be given a definite answer.

Autore

MICHELE DUSSI
MICHELE.DUSSI@GMAIL.COM



Zenit S.r.l. - info@zenit-sa.com
Vicolo Molino, 2 - 21052 Busto Arsizio (VA)
Tel. 0331-324633 - Fax 0331- 324664

Sviluppo GIS e WEBGIS
Tools cartografici
Cartografia personalizzata
Rilievi aerei - Drone MD4-200
Rivenditore autorizzato Microdrones GmbH

www.zenit-sa.com