

Nuovi sensori digitali per Vexcel Ultracam X:

Con questo articolo GEOmedia prosegue nella sua opera informativa sulle camere aeree di ultima generazione, già iniziato nell'edizione 5 del 2006. La recente introduzione delle camere digitali, nel settore del processo produttivo della cartografia aerofotogrammetrica, non ha ancora trovato piena accettazione sia per inerzia che per specifica carenza di informazioni e sperimentazione consolidata.

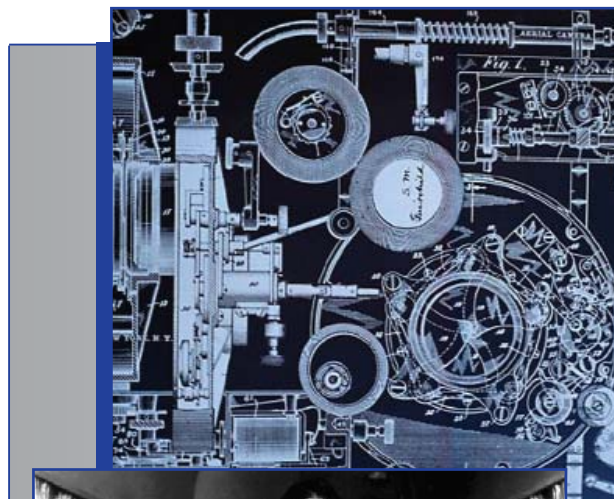
di **Renzo Carlucci**

Specificatamente disegnata per applicazioni di aerofotogrammetria e telerilevamento, la Vexcel UltraCam X dispone di 13 sensori CCD, ha una dimensione del pixel pari a 7,2 micron (la più piccola del mondo tra le camere con la medesima tecnologia di tipo *frame*) e raggiunge anche il più largo formato attualmente disponibile (pari a 14430 x 9420 pixel) senza con questo sacrificare le prestazioni radiometriche. Nella produzione Vexcel la camera UltraCamX succede alla UltraCamD, una delle prime camere digitali ad uso fotogrammetrico realizzate nel mondo, ed è semplicemente caratterizzata da specifiche superiori, tecnologia più robusta e da immagini a maggior risoluzione rispetto alla precedente. Il nuovo sistema ottico, sviluppato dalla LINUS/Rodenstock, non perde di qualità nemmeno agli angoli dell'immagine dove siano mantenute costanti sia la luminosità che l'elevato potere radiometrico e risolutivo. In un nostro precedente articolo (GEOmedia 5-06) avevamo riportato che in Italia tale camera non è ancora operativa: per questo che ci permettiamo di soffermare l'attenzione dei lettori su questo strumento che, oltre ad avere caratteristiche di tutto rispetto, presenta anche un costo molto competitivo.

Caratteristiche principali

La UltraCamX in condizioni fotogrammetriche normali ed in maniera operativa genera immagini alla velocità di 3 GBits per secondo, mantenendo una sovrapposizione longitudinale (quella necessaria alla stereoscopia) del 70-80% a 3-5 cm per pixel di risoluzione. Per mantenere la compatibilità con i sistemi precedenti il diametro del sensore è stato adattato ai correnti alloggiamenti giro-stabilizzati per camere aerofotogrammetriche.

L'unità di memorizzazione delle immagini chiamata DX, ha una capacità di circa 1,7 TByte ed è interscambiabile con altre unità dello stesso tipo anche durante il volo. Una singola unità consente di archiviare circa 4700 immagini. Con 5 coppie di unità DX è possibile archiviare 23.000 immagini in modo ridondante, ogni immagine memorizzata due volte. Al termine delle operazioni l'unità DX può essere inviata in



ufficio per scaricare i dati comodamente su un disco di capacità adeguata.

Gli effetti pratici di questa avanzata tecnologia si vedono nei risultati: nella realizzazione di cartografia urbana, dalla quale si riesce ad ottenere una minimizzazione delle occlusioni, come nella produzione di *Digital Elevation Models* (DEMs); nella riduzione di buchi e spigoli, come infine nella produzione di ortofoto di alta qualità realizzate unendo solo le porzioni centrali dell'immagine.

La camera digitale con il più grande formato di immagine

Sfruttando tutti i migliori sviluppi dell'industria nel settore della tecnologia dei sensori e la nota esperienza di Vexcel (successore della famosa Wild Austria) è stata ottenuta una immagine digitale di dimensioni 14431x9420 pixels e sistema ottico da 100 mm di lunghezza focale per il pancromatico e 33 mm per il multi-spettrale.

Le parti componenti della camera sono il sensore, il sistema di archiviazione dei dati e l'interfaccia di gestione per l'operatore. Un software per gestire la camera e processare i dati immagine dopo la missione di volo completano il pacchetto.

aerofotogrammetria classica

una camera aerea da 216 Megapixels



Fig. 1 - La camera digitale aerea UltraCamX con l'Unità Sensore (a destra) e il Computer di Bordo comprendente 2 Unità Dati rimovibili (a sinistra).

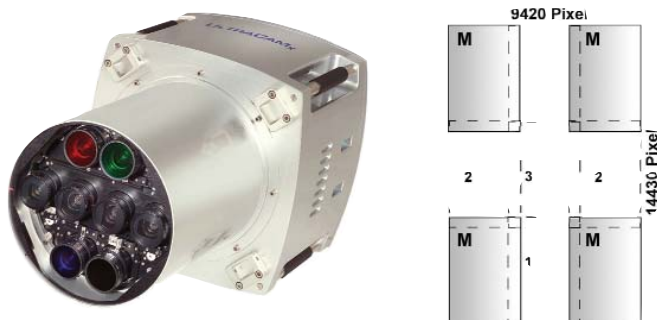
Il sensore della UltraCam X

Il sensore di base della UltraCamX contempla 8 sistemi ottici indipendenti, di cui 4 contribuiscono alla formazione dell'immagine pancromatica a largo formato e 4 invece alla immagine multi spettrale. Il sensore base è composto da 13 unità sensibili CCD modello FTF5033, con elevate caratteristiche ed in grado di memorizzare 16 mega pixels ognuna, con una larghezza di banda superiore ai 12 bit. Questo sensore a CCD a 7,2 µm di risoluzione consente una risoluzione ottica di 70 linee per mm.

Il formato immagine pari a 14430 pixel nel senso trasversale e 9420 nel senso longitudinale dell'asse di volo contribuisce ad una forte produttività. Con una sovrapposizione laterale delle strisciate pari al 25% la UltraCamX copre più di 1650 metri con una dimensione pixel a terra di circa 12 cm.

E' interessante notare che più di 15 CPU contribuiscono alle elaborazioni delle immagini in volo sia per il processamento dei dati raw che per avere viste veloci e istogrammi, il tutto in real-time.

Fig.2 - Il sensore UltraCamX consiste di 8 corpi camera, 4 dei quali contribuiscono all'immagine pancromatica di grande formato. Questi 4 corpi camera sono equipaggiati con 9 sensori CCD che giacciono nei loro piani focale. Il piano focale del cosiddetto Master Cone (M) porta 4 CCDs.



Qualche curiosità su Vexcel Corporation

Negli ultimi venti anni, Vexcel Corporation si è guadagnata una certa fama tra gli specialisti del settore del telerilevamento come fornitrice di stazioni riceventi di terra per immagini satellitari e dell'hardware ed il software necessari per portare a compimento le fasi di elaborazioni dei dati stessi. Molto attiva anche nel campo della fotogrammetria a distanza ravvicinata, la produzione Vexcel in questo settore è caratterizzata da una insolita quanto ironica qualità: molta della produzione dei componenti meccanici nonché la fase di assemblaggio degli strumenti UltraScan e UltraCam sono infatti opera della Wild Austria, società con sede in Carinzia, nel Sud dell'Austria. Wild, in realtà era originariamente parte di Wild Heerbrugg e costruiva componenti per l'azienda principale che aveva sede in Svizzera. Wild Austria fu poi acquistata da Leica Geosystems (composta proprio anche da Wild Heerbrugg) al momento della sua creazione. Agli occhi di chi non abbia poi seguito i cambiamenti nel mercato, potrebbe sembrare abbastanza curioso notare come Wild Austria oggi rappresenti uno dei maggiori competitor nei confronti dell'ADS40, la camera costruita a Heerbrugg proprio da Leica.

Complesso Pancromatico

Metodo multi sensore, multi cono	4 camere
Dimensione immagine in pixel (cross track/along track)	14430 * 9420 pixel
Dimensione fisica del pixel	7.2 micron
Dimensione fisica del sensore (cross track/along track)	103.9 mm * 67.8 mm
Lunghezza focale	100 mm
Luminosità obiettivo (apertura)	f = 1/5.6
Angolo di campo (cross track/along track)	55° / 37°

Complesso Multispettrale

Quattro canali (Rosso, Verde, Blu, Infrarosso vicino)	4 camere
Dimensione immagine in pixel (cross track/along track)	4992 * 3328 pixel
Dimensione fisica del pixel	7.2 micron
Dimensione fisica del sensore (cross track/along track)	34.7 mm * 23.9 mm
Lunghezza Focale	33 mm
Luminosità obiettivo (apertura)	f = 1/4

Generali

Opzioni velocità otturatore	1/500 sec - 1/32 sec
Sistema di compensazione trascinamento immagine (FMC)	controllo TDI, 50 pixels
Velocità di scatto	1 frame in 1.35 sec
Larghezza di banda A/DC	14 bit (16384 livelli)
Risoluzione radiometrica	> 12 bit /channel

Tab. 1 - Dati tecnici e specifiche del sensore UltraCamX (UCX)



Fig.3 – Tre scene di ripresa, rispettivamente in modalità colore, multispettrale e in bianco e nero.

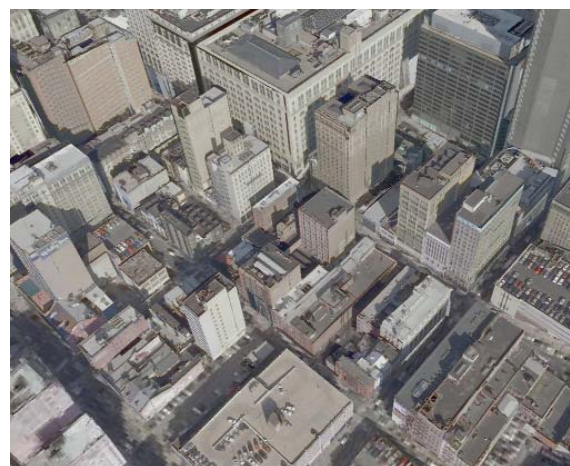


Fig. 4 – Una ripresa obliqua con la UltraCamX.

	JAS (Jena-Optronik)	UltracamX (Vexcel)	DMC (Z/I imaging)	ADS 40 (LH Systems)
Sensore tipo	Pushbroom	Frame	Frame	Pushbroom
Altezza di volo (metri)	4000	4000	4000	4000
Dimensione pixel (micron)	6,5	7,2	12	6,5
GSD (cm)	17	28,8	40	41
Risoluzione radiometrica	12 bit	>12 bit	12 bit	16 bit
Canali	4	4	4	4

Tab. 2 - Dati tecnici e specifiche del sensore UltraCamX

Conclusioni

Una caratteristica rilevante della UltraCamX è la sequenza di scatto e l'allineamento sull'asse di volo dei 4 sistemi ottici pancromatici. Se i quattro sistemi ottici scattassero le immagini nello stesso momento, le quattro immagini acquisite sarebbero riprese da punti di presa diversi e quindi non sarebbero tra di loro geometricamente congruenti ai fini della formazione (via software) dell'immagine pancromatica risultante.

E' per ovviare a questo inconveniente che i quattro sistemi sono stati posti in allineamento sulla direzione dell'asse di volo.

L'esposizione avviene pertanto in sequenza, ad un intervallo temporale in funzione della velocità di volo, in modo che l'esposizione dei sensori di ciascun sistema avvenga quando il

centro dell'obiettivo di ciascuno si trova nella stessa posizione. Da notare infine che la UltracamX appartiene a quella categoria di camere aeree digitali, tra le quali anche la Z/I DMC, definite di tipo *frame* che sfruttano sistemi ottici multipli per ottenere una simulazione digitale del vecchio fotogramma su pellicola. Possono così essere sfruttate le equazioni di collinearità della fotogrammetria classica, tipiche dei restitutori per camere fotogrammetriche a pellicola. In altre parole con questa camera si può continuare ad utilizzare gli stessi software fotogrammetrici utilizzati per le immagini digitali derivate dagli scanner fotogrammetrici delle pellicole.

Nessuna variazione pertanto nel ciclo produttivo della restituzione, anzi cospicui risparmi di tempo a seguito dell'eliminazione della fase di scannerizzazione della pellicola.

GSD, il Ground Sampling Distance

Il concetto di GSD, elemento indispensabile per la valutazione delle capacità delle camere digitali aeree, può essere reso in italiano con *dimensione del pixel al suolo*.

Indica pertanto la capacità risolutiva dell'immagine e, anche se in prima approssimazione potrebbe sembrare che la camera che produce immagini con maggior risoluzione sia quella che ha la dimensione dei pixel del sensore più piccola, in realtà non è così.

Se indichiamo con **H** la distanza di presa, con **f** la lunghezza focale della camera e con **L** la dimensione del lato del pixel (l'abbracciamento a terra di un pixel), il GSD è dato dalla relazione:

$$GSD = H \cdot (L / f)$$

risultando funzione dei tre parametri **L**, **f** e **H**.

Nel confronto di camere digitali, riguardo alla risoluzione delle immagini che esse possono produrre, viene preso come parametro campione l'entità del GSD che esse possono produrre a parità di distanza di presa (altezza di volo).

Se, a parità di distanza di presa, una camera produce un GSD minore di un'altra, non è detto che la prima abbia il sensore con pixel di lato minore, poiché nel determinare la dimensione del GSD interviene anche la focale **f** dell'obiettivo.

Pertanto la dimensione del GSD, a parità di distanza, è determinata non dal lato **L** del pixel, ma dal rapporto **L/f**.

Vediamo il significato tramite un altro esempio:

sia data una camera con un sensore con pixel di 10 µm di lato e con focale di 100 mm;

sia data inoltre una camera con un sensore pixel minore pari a 8 µm di lato (che sembrerebbe pertanto a maggior risoluzione) ma che abbia una focale di 60 mm.

Ebbene, a parità di distanza di presa la prima produce immagini con risoluzioni superiori.

Analisi, comparazione ed integrazione di immagini digitali acquisite da piattaforma aerea e satellitare: il Progetto PRIN

Coordinato dal dottor Sergio Dequal del Politecnico di Torino, il progetto prende spunto dal fatto che negli ultimi anni sono stati lanciati satelliti (IKONOS II, EROS A, QuickBird, SPOT5) dotati di sensori che permettono l'acquisizione di immagini in modalità pancromatica e multispettrale ad alta risoluzione geometrica, con dimensione dell'EIFOV variabile tra .6 m a 2.5 m (in modalità pancromatica); considerato anche che nel frattempo sono stati resi disponibili dati acquisiti da sensori multispettrali montati a bordo di piattaforme aeree (camere fotogrammetriche digitali), la cui risoluzione geometrica varia con le caratteristiche del sensore stesso (ottico/elettroniche) e soprattutto con la quota di volo del velivolo utilizzato, il programma di ricerca presentato si pone i seguenti obiettivi:

- 1** - valutazione delle caratteristiche proprie dei sensori montati a bordo di piattaforme aeree e satellitari;
- 2** - verifica delle caratteristiche orbitali per sensori montati a bordo di piattaforme satellitari e di quelle inerenti l'assetto del sensore lungo la traccia di volo per quanto riguarda i sensori montati a bordo di piattaforme aeree;
- 3** - valutazione delle reali risoluzioni geometriche, radiometriche e spettrali di entrambe le tipologie di sensori;
- 4** - verifica e messa a punto di algoritmi per la correzione geometrica di immagini digitali (ortoproiezioni e raddrizzamenti) acquisite da sensori montati a bordo di piattaforme aeree e satellitari;
- 5** - messa a punto di algoritmi generali per l'orientamento di coppie stereoscopiche;
- 6** - verifica e implementazione di algoritmi per la restituzione fotogrammetrica di entità geometriche da coppie stereoscopiche;
- 7** - verifica e implementazione di algoritmi per l'estrazione di modelli di elevazione (DEM/DTM) o di superficie (DSM);
- 8** - applicazione di modelli di trasformazione precedentemente implementati da alcune unità di ricerca per l'ortoproiezione di immagini satellitari ad alta risoluzione geometrica e per l'ortoproiezione rigorosa e la costituzione di immagini solide di immagini digitali in genere;
- 9** - analisi della possibile integrazione tra immagini digitali acquisite da piattaforma aerea e satellitare con applicazioni a poligoni test per studiare fenomeni catastrofici naturali e antropici;
- 10** - realizzazione di capitolati e specifiche tecniche per l'utilizzo di immagini digitali ad alta risoluzione geometrica acquisite da piattaforma aerea e satellitare per la costituzione e/o l'aggiornamento di cartografia di base.

Vista la carenza di norme prescrittive inerenti l'utilizzo delle due tipologie di dato, verranno proposti capitolati e specifiche tecniche capaci di mettere sotto norma la fasi di acquisizione, orientamento ed eventualmente di restituzione di immagini digitali acquisite da piattaforma aerea e satellitare per la realizzazione di prodotti cartografici (DEM/DSM, ortofotocarte, restituzione cartografica, ortofoto rigorose e immagini e ortofoto solide).

Da: http://www.ricercaitaliana.it/prin/dettaglio_completo_prin-2005098520.htm#obiettivi

Autore

RENZO CARLUCCI

direttore@rivistageomedia.it

TOPCON

TIME FOR CHANGE!

Da 1200 a 2000m
senza prisma



STANDARD



WINDOWS CE



MOTORIZZATO

GEO TOP
Positioning Instruments

Via Brece Bianche, 152
60131 ANCONA
Tel. 071 213 25 1
info@geotop.it
www.geotop.it