Una esperienza di Mobile Mapping con la fotogrammetria sferica

Gabriele Fangi (*), Armando Schiavoni (**)

(*) Università Politecnica delle Marche Facoltà di Ingegneria, DARDUS, Polo Montedago,60121 Ancona, 0712204742, g.fangi@univpm.it
(**) Italeco Spa– Via Francesco Sapori, Roma 06 500691 a.schiavoni@italeco.it

Riassunto
Gli algoritmi della fotogrammetria sferica sono ormai ben testati e la procedura è alquanto efficiente (Fangi, 2007, 2008,2009). Le immagini sferiche possono essere il mezzo ideale di raccolta delle informazioni nel Mobile Mapping. Ovviamente tutte le fotografie che costituiscono un panorama debbono essere scattate simultaneamente. A questo provvede un apparato di camere digitali identiche e in grado di scattare all'unisono, cioè una policamera. La policamera è interfacciata con il sistema di navigazione per riceverne la posizione al momento dello scatto. Si illustra una esperienza di mobile mapping effettuata utilizzando un veicolo munito di una camera sferica e di un GPS. La policamera sferica sperimentata è una Ladybug 3 della canadese PointGrey Research. Due o più panorami successivi, cioè scattati da punti diversi dal veicolo in movimento, vengono collegati fra loro a formare il modello mediante l'orientamento relativo. L'orientamento assoluto del modello formato ovvero la sua georeferenziazione è resa possibile dalla conoscenza delle coordinate assolute del centro del panorama, coordinate fornite dal sistema di navigazione. La quantità di informazioni raccolta in questa maniera è notevole come pure la sua velocità di acquisizione. La leggera eccentricità delle camere rispetto al centro ideale di presa, non costituisce impedimento e non causa errori di parallasse tali da inficiarne l'uso metrico dei panorami. I risultati ottenuti nella sperimentazione si possono considerare soddisfacenti. La fotogrammetria sferica si sposa quindi perfettamente con il mobile mapping, esaltandone le potenzialità.

Abstract
The algorithms are already well tested and the procedure efficient (Fangi 2007,2008,2009). The spherical images are the ideal tool for data gathering when taken from a moving vehicle equipped with navigation pod (GNSS+INS) say for Mobile Mapping. Obviously all the images forming a panorama must be taken simultaneously. The suitable apparatus is a polycamera, say a cluster of cameras linked together. The polycamera is interfaced with the navigation system receiving from this one the position and attitude at the time of the shot. Here we illustrate an experience carried out with a Topcom Mobile Mapping vehicle called IP-S2. The polycamera is Ladybud 3 of the Canadian society Point Grey Research. Two or more panorama taken from different points are linked to form a photogrammetric model in a relative orientation procedure. The absolute orientation can be performed using the GPS coordinates of the panoramas. The amount of the acquired information is really remarkable. The small off-set of the cameras forming the polycamera doesn't spoil the metric contents of the panoramas. The spherical photogrammetry is then suitable for mobile mapping exalting the potentialities.

Introduzione

Sono numerose le esperienze di veicoli dotati di policamere per la realizzazione di realtà immersive. La compagnia VOWG – Immersive Media – usa la policamera DODECA 2360, dotata di undici fotocamere, e dal notevole costo (100.000 $), figura 1. Questa tecnologia era stata sviluppata per

scopi di sicurezza. Anche la Microsoft, concorrente di Google, si allea con pictometry e acquisisce la Vexcel e realizza il Microsoft Virtual Earth 3D.

La compagnia che si avvale maggiormante, a scopi mensori e per la realizzazione di GIS, della fotogrammetria sferica e solamente di quella, cioè senza utilizzare laser a scansione, è la olandese CycloMedia (figura2) . CycloMedia ha sviluppato in proprio alcune fotocamere panoramiche a 360°. Alla velocità di 80 km/h viene ripreso un panorama ogni 5 metri. Con questi veicoli viene regolarmente aggiornato il database di fotografie di tutta l'Olanda e di numerose altre nazioni europee e del medio-oriente.

Figura 1- In alto la polycamera Dodeca 2360 della Immersive Media dotata di 11fotocamere.

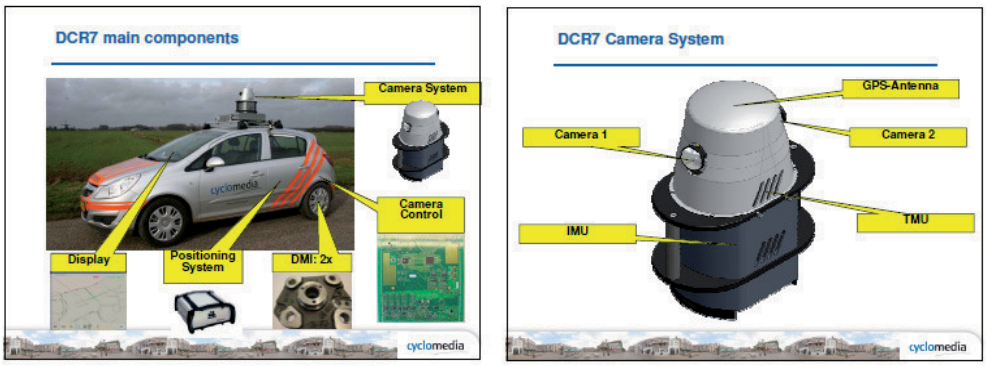

Figura 2 – Il veicolo Mobile Mapping della Cyclomedia.

La produttività di un singolo veicolo è elevatissima (V.d.Heuvel, 2007).

Il veicolo dell'esperimento e la policamera Ladybud 3

Il veicolo usato per la presente esperienza, (figura 3) denominato IP-S2 della ditta Topcon, è munito di sistema di tracciamento GNSS a doppia frequenza, di IMU a sei assi HG1700 della Honeywell, di odometro e di due Lidar SICK LMS e infine di una policamera LB3 Ladybug 3 della PointGrey Research. Si tratta dello stesso tipo di veicolo denominato Google-car che in centinaia di esemplari realizza realtà immersiva in giro per le strade del mondo per conto della Google.

La camera Ladybug 3 della Point Grey Research (figura 4) è costituita da sei camere CCD a colori, con sensori SONY ICX274AQ 1":1/8 (7.18mm x 5.32mm). La risoluzione dei sensori è 1600x1200 pxl e producono fotogrammi di circa 2Mpx 8-bit raw . la frequenza di campionamento è di 6,5 fps alla massima risoluzione e 15 fps jpeg compresso. Ogni sensore è dotato di un ottica mini M12 con focale pari a 3.3mm, tutte le ottiche sono dotate di filtro UV. La disposizione delle cinque camere orizzontali, sui lati del pentagono che costituisce il corpo macchina, e della sesta camera zenitale permette una copertura di 360° in giro d'orizzonte e 280° nella direzione zenitale. I panorami formati hanno dimensioni di 5400x2700 pixel.

La copertura totale quindi è circa il 75% della sfera di riferimento, lasciando un angolo morto in corrispondenza della base della camera stessa. La sincronia nell'acquisizione dei singoli fotogrammi è garantita con una accuratezza pari a 125μs($1{,}25\times10^{-4}$). il collegamento al PC è assicurato attraverso una interfaccia IEEE1394b, che permette una velocità di trasferimento pari a 800Mbit/s" (ovvero 100Mb/s").

Figura 3(a sinistra)– Il veicolo utilizzato per la prova, in alto è visibile la policamera, in basso l'autrice della restituzione Silvia Malaspina

Figura 4 (a destra) – La policamera Ladybug 3 della PointGrey Research

L'esperimento

Il giorno 28.07.2009 un veicolo IP-S2 ha percorso le vie di Ancona (figura 3). Sono stati scelti 5 panorami fra quelli realizzati durante il passaggio davanti al Palazzo del Popolo, sede del municipio e Palazzo delle Poste (figure 5 e 6). I due edifici sono stati progettati negli anni interno al 1930 dall'architetto Cirilli.

La procedimento ideale per la restituzione sarebbe stata quella tipica della fotogrammetria diretta, cioè utilizzare direttamente i parametri forniti dal sistema di navigazione, le tre coordinate e i tre angoli. Tuttavia non è stato possibile desumere gli angoli di orientamento. Quindi si è proceduto nel modo descritto qui di seguito. Mediante orientamento relativo dei panorami esterni 1 e 3 si è formato il modello; il modello è stato poi orientato nello spazio cartografico usando le coordinate dei centri di presa 1 e 3 fornite dal GPS. Non si è potuto tener conto della eccentricità del centro dell'antenna rispetto al centro della fotocamera. Essendo la traiettoria rettilinea, questo fatto genera uno slittamento costante di tutti i punti restituiti pari all'eccentricità- Gli altri tre panorami sono stati orientati sui punti così determinati. L'insieme delle osservazioni è stato quindi compensato con una compensazione di blocco a fasci proiettivi (figura 5). Si è proceduto quindi alla restituzione delle facciate dei due palazzi (figure 7 e 8). I risultati tuttavia non si possono giudicare eccellenti.

La qualità della restituzione lascia infatti a desiderare. I peggiori risultati sono relativi agli spigoli alti a destra e a sinistra del palazzo delle Poste (figura 7). La scarsa qualità può essere imputabile in primo luogo alla scarsa risoluzione dei panorami, (5400 pixel di larghezza del panorama corrispondono alla risoluzione di 0.07 gon arrotondabili a 0.1 gon), in secondo luogo alla cattiva geometria dell'intersezione in avanti.

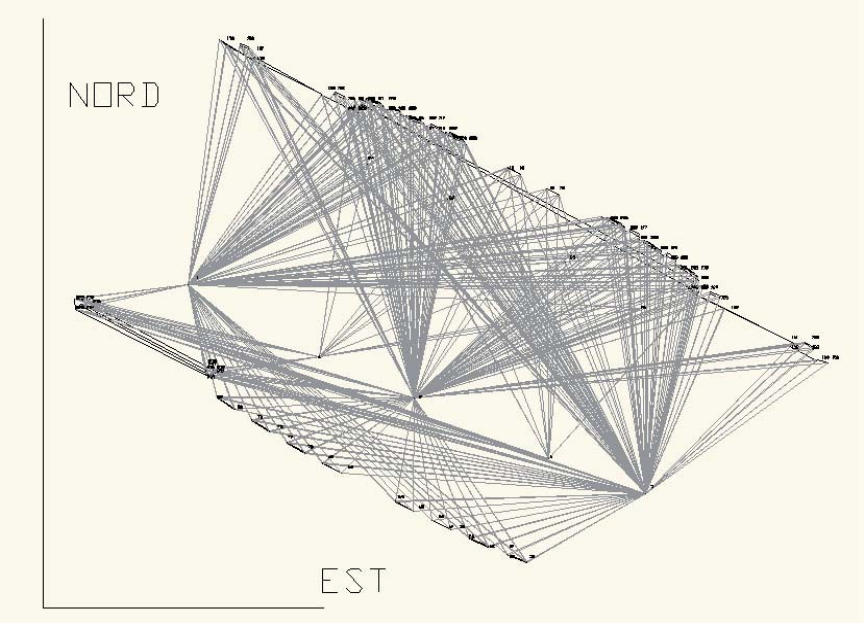

Figura5 – Pianta del luogo dell'esperimento, a nord il Palazzo del Popolo, a sud il Palazzo delle Poste

Figura 6 – uno dei 5 panorami utilizzati, a sinistra il Palazzo del Popolo, sede del Municipio e a destra il Palazzo delle Poste. Entrambi progettati dallo stesso architetto negli anni 30, il Cirilli.

Figura 7 - Il Palazzo delle Poste (restituzione Silvia Malaspina. Sono evidenti i sistematismi nelle parti alte laterali.

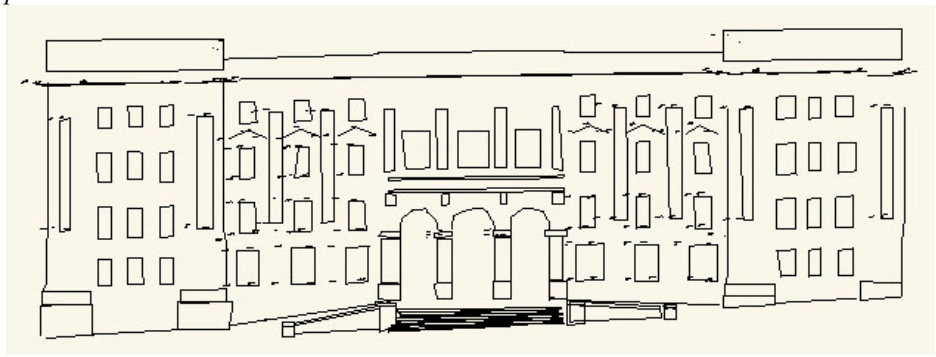

Figura 8 - Il Palazzo del Popolo (restituzione Silvia Malaspina). La migliore qualità rispetto alla altra facciata è dovuta essenzialmente alla migliore configurazione delle prese.

Conclusioni

Lo sviluppo delle camere omni-direzionali accresce la versatilità ed efficienza delle piattaforme per il mobile-mapping. Attraverso l'integrazione con un sistema di georeferenziazione di alta precisione, il sistema è capace di fornire coordinate 3D di buona precisione insieme ai loro attributi iconici come la *texture mapping*. Sarebbe auspicabile un aumento della risoluzione della policamera. Si possono costruire ambienti virtuali. L'esperienza presentata, pur essendo molto limitata nel tempo e nello spazio, dimostra in ogni caso la grande potenzialità del sistema di acquisizione.

Riferimenti bibliografici

1. G.Fangi (2006) - *Investigation On The Suitability Of The Spherical Panoramas By Realviz Stitcher For Metric Purposes*, ISPRS Archive vol.XXXVI Part 5, Dresden 25-27 september 2006
2. G. Fangi (2007)- *Una nuova fotogrammetria architettonica con i panorami sferici multimmagine* – Convegno Sifet, Arezzo, 27-29 Giugno 2007, CD
3. G. Fangi (2007) – *The Multi-image spherical Panoramas as a tool for Architectural Survey*- XXI International CIPA Symposium, 1-6 October 2007, Atene, ISPRS International Archive – vol XXXVI-5/C53 – ISSN 1682-1750 – CIPA Archives vol. XXI-2007 ISSN 0256-1840 - pg.311-316
4. G.Fangi (2007) – *La Fotogrammetria sferica dei mosaici di scena per il rilievo architettonico* – bollettino SIFET n. 3 2007 pg 23-42
5. G.Fangi,P.Clini,F.Fiori (2008) – *Simple and quick digital technique for the safeguard of Cultural Heritage. The Rustem Pasha mosque in Istanbul* – DMACH 4 - 2008 - Digital Media and its Applications in Cultural Heritage 5 - 6 November, 2008, Amman pp 209-217

6. G.Fangi (2008) - *El levantamiento fotogrametrico de Plaza de Armas en Cuzco por medio de los panoramas esfericos* - XXX Convegno Internazionale Di Americanistica Perugia (Italia), 6-12 maggio 2008
7. V.Armetta,D.Dominici,G.Fangi (2008) – *Applicazione di fotogrammetria panoramica per il rilievo della chiesa di San Cataldo a Palermo* – 12° Conferenza Nazionale Asita – 21-24 ottobre 2008 – pp159-164
8. M.Mastroiacono,G.Fangi,C.Nardinocchi,A.Sonessa –*Un'esperienza di rilievo fotogrammetrico basato su panorami sferici* -12° Conferenza Nazionale Asita – 21-24 ottobre 2008 – pp 1451-1456
9. E.D'Annibale, G.Fangi (2009) –*Interactive modelling by projection of oriented spherical panorama* – 3D-Arc'2009, 3D Virtual Reconstruction and Visualisation of complex Architectures – Trento 25-29 Febbraio 2009- ISPRS Archives- Vol XXXVIII-5/W1 : 1682-1777 on cd
10. G.Fangi (2009) – *Further developments of spherical photogrammetry for architectural recording* – CIPA symposium, Kyoto 11-14 ottobre 2009
11. Bakstein, H., Pajdla, T., 2002. *Panoramic Mosaicing with a180° Field of View Lens*. In Proceedings of the IEEE Workshop on Omnidirectional Workshop, pp. 60-67, IEEE press.
12. Beers, B.J., 1997: 3-*D landsurveying using the FRANK method: CycloMedia Mapper*. In: Gruen/Kahmen: Optical 3-D Measurement Techniques IV. Wichmann Verlag, pp. 283-290.
13. Jansa, J.; Studnicka, N.; Forkert, G.; Haring, A.; Kager, H.,2004: *Terrestrial laserscanning and photogrammetry – acquisition techniques complementing one another.* XX ISPRS Congress, Istanbul 2004, IAPRS Vol. XXXV, Part B5.
14. Luhmann, T., Hastedt, H., Tecklenburg, W., 2006: *Modelling of chromatic aberration for high precision photogrammetry*. Image Engineering and Vision Metrology, Proceedings ISPRS Com. V Symposium, IAPRS. Vol. XXXVI, Part 5.
15. Rönnholm, P., Honkavaara, E., Litkey, P., Hyyppä, H., Hyyppä, J., 2007: *Integration of laser scanning and photogrammetry*. ISPRS Workshop on Laser Scanning and SilviLaser, Espoo, Finland, IAPRS Vol. XXXVI 3/W52.
16. Schneider, D.; Maas, H.-G. (2007): *Integrated bundle adjustment with variance component estimation - fusion of terrestrial laser scanner data, panoramic and central perspectiveimage data.* ISPRS Workshop on Laser Scanning and SilviLaser 2007, Espoo (Finnland), IAPRS Vol. XXXVI, Part3/W52
17. Schwalbe, E., 2005. *Geometric Modelling and calibration of fisheye lens camera systems*. 2nd Panoramic Photogrammetry Workshop, Berlin. IAPRS Vol. XXXVI, 5/W8.
18. Schwalbe, E., Schneider, D., 2005. *Design and testing of mathematical models for a full-spherical camera on the basis of a rotating linear array sensor and a fisheye lens.* Grün, A; Kahmen H. (Eds.): Opt. 3-D Meas. Techn. VII. Vol. I: 245-254.
19. van den Heuvel, F., Verwaal, R., Beers, B., 2006. *Calibration of fisheye camera systems and the reduction of chromatic aberration*. Proceedings ISPRS Commission V Symposium, IAPRS Vol. XXXVI, Part 5.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la ditta Geotop di Ancona per aver messo a disposizione il materiale utilizzato per l'esperienza descritta e Silvia Malaspina per la restituzione effettuata.