

RAPPORTO SULLA SESSIONE “BENCHMARK” - USO DI IMMAGINI UAV PER LA RICOSTRUZIONE 3D: ESPERIENZE CONDIVISE TRA UTENTI

SVOLTA NELL’AMBITO DEL 61° CONVEGNO NAZIONALE SIFET (LECCE 8-10 GIUGNO 2016) “NUVOLE DI PUNTI E STAMPA 3D, FOTOGRAMMETRIA DA DRONE, MONITORAGGIO”

REPORT ON THE “BENCHMARK” SESSION – ON THE USE OF UAV IMAGES FOR 3D RECONSTRUCTION: A JOINT EXPERIENCE AMONG USERS”
(HELD DURING THE 61th SIFET MEETING, LECCE, ITALY, JUNE 8-10, 2016)

F. Mancini ^a

^a Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, DIEF, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari", Via P. Vivarelli 10, 41125 Modena, Italy, francesco.mancini@unimore.it

PAROLE CHIAVE: Sessione Benchmark, UAV, auto-calibrazione, action camera, frame camera

KEY WORDS: Benchmark session, camera self-calibration, action camera, frame camera

RIASSUNTO

Il rapporto introduce una nuova attività condotta nell’ambito del 61° convegno nazionale SIFET (Lecce 6-10 Giugno 2016). Il convegno ha previsto una sessione denominata “benchmark” nella quale sono stati illustrati i risultati ottenuti da diversi utenti nell’elaborazione di un dataset comune, rappresentato da immagini acquisite tramite UAV, ai fini della ricostruzione tridimensionale di ambienti di pregio storico e culturale. Durante la sessione sono stati illustrati e confrontati i risultati ottenuti dagli utenti che hanno aderito all’iniziativa, mettendo in luce le diverse strategie scelte nell’elaborazione dei dati e il livello di accuratezza raggiunto. Tali risultati saranno oggetto di relazione specifiche da parte degli utenti che hanno aderito all’iniziativa.

ABSTRACT

This report addresses a new initiative planned under the 61th SIFET national meeting, held in Lecce, Italy, 6-10 June 2016. The session named “benchmark” introduced results achieved by users in the processing of a shared dataset, composed of images acquired from UAV, to reconstruct the three-dimensional properties of cultural heritage within a selected site. Processing strategies, results and accuracies were compared during the session, highlighting also the best practice selected by the users in the image processing. A better insight into results will be provided by successive technical reports by involved users.

1. LA SESSIONE “BENCHMARK”

1.1 Motivazioni

Visto il crescente interesse di ricercatori e professionisti verso l’utilizzo di immagini acquisite da sistemi aeromobili a pilotaggio remoto (SAPR) per scopi fotogrammetrici, la SIFET ha deciso di introdurre nel 61° convegno nazionale, tenuto a Lecce dal 6 al 10 Giugno 2016, una sessione dedicata a tali metodologie. Gli obiettivi principali di questa iniziativa sono quelli di avvicinare gli utenti alle metodologie fotogrammetriche basate su acquisizioni da SAPR attraverso la condivisione di dati e dimostrare l’utilità di tali metodologie nella ricostruzione tridimensionale in una configurazione (SAPR+camera) di largo utilizzo, sia in ambito scientifico sia in quello professionale. Durante la sessione, denominata “benchmark - uso di immagini UAV per la ricostruzione 3d: esperienze condivise tra utenti”, sono stati quindi illustrati i risultati, ottenuti da diversi utenti, nell’elaborazione di un *dataset* fotogrammetrico comune rappresentato da immagini acquisite tramite UAV e da punti di controllo utili alle fasi di

orientamento assoluto dei modelli 3D e alla verifica dei prodotti ottenuti. Esperienze simili, già condotte in ambito internazionale, hanno dimostrato l’utilità di queste iniziative nel confronto delle diverse esperienze nell’elaborazione dei dati e nella messa a punto delle migliori pratiche nell’elaborazione dei dati (Nex et al., 2015).

1.2 Descrizione del *dataset*

Il *dataset*, messo a disposizione con alcuni mesi di anticipo dal prof. Francesco Guerra (Università Iuav di Venezia), è stato acquisito nell’area archeologica di Saepinum (CB) e riguardava, in particolare, una porzione del foro romano che si presenta con pianta rettangolare e pavimentazione con lastroni in pietra lavorata. Le immagini nadirali sono state acquisite grazie a due voli distinti eseguiti con esacottero MicroUAV, con camera Canon PowerShot S100, e quadricottero Parrot Ar.Drone 2.0 GPS Edition, con camera GoPro Hero 3 Black Edition e obiettivo fisheye.

Parallelamente ai punti di controllo acquisiti con GPS, nell’area è stato condotto anche un rilevamento con laser terrestre a

scansione (con strumentazione Faro Focus 3D) utile alle valutazioni sulla qualità delle nubi di punti ottenute dagli utenti dopo elaborazione del dataset fotogrammetrico. Ulteriori aspetti tecnici relativi alla fase di acquisizione dei dati sono stati illustrati durante la sessione dalla dott.ssa Martina Ballarin.

La disponibilità di immagini ottenute con due distinte camere, con ottica tradizionale e fisheye, offriva anche la possibilità di verificare l'effetto delle distorsioni introdotte dalle lenti sui prodotti ottenuti. Un approfondimento sugli aspetti relativi alle modalità di calibrazione di camere digitali compatte e *action camera* è stato oggetto di una relazione tenuta dal prof. Domenico Visintini (Università degli Studi di Udine). In Tabella 1 il *dataset* fornito agli utenti insieme ad alcune indicazioni sui software ed algoritmi disponibili per l'elaborazione dei dati, molti dei quali basati sulla tecnica *Structure from Motion* per l'orientamento interno e la creazione della nube sparsa (*sparse cloud*).

Nome dataset	Contenuto
Foro GoPro.zip (55Mb)	Immagini da SAPR con camera GoPro Hero 3 Black Edition in assetto nadirale
Foro S100.zip (46Mb)	Immagini da SAPR con camera Canon PowerShot S100 in assetto nadirale
Foro Topo.zip	Coordinate dei punti di controllo in sistema locale e relative monografie
Foro Ortofoto.zip (157 Mb)	Ortofoto ottenuta da immagini GoPro e S100
Foro Laser scanner.zip (4,5 Gb)	Dati da scansione laser

Tabella 1. Il dataset disponibile per la sessione “benchmark”

L'area di studio è rappresentata in Figura 1 attraverso l'unione di alcune scansioni laser ed una foto del foro romano, per il quale sono disponibili le immagini aeree.

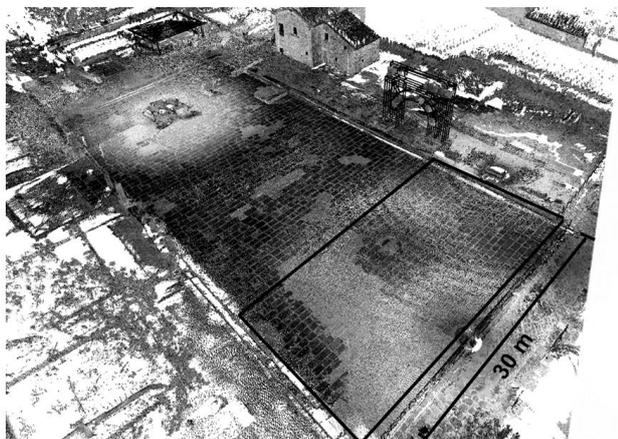


Figura 1. Il foro romano rappresentato attraverso l'unione di scansioni laser e delimitazione dell'area rilevata con immagini aeree da SAPR

Per l'area oggetto dell'indagine i punti di controllo sono stati forniti, in un sistema di riferimento locale, con le relative monografie che ne hanno consentito la collimazione durante l'analisi. Gli utenti che hanno partecipato all'iniziativa sono stati invitati a caricare i risultati ottenuti (nubi di punti,

eventuali altri prodotti, dati di sintesi dei confronti con punti di controllo o con la nube laser o altri parametri utili alle valutazioni di qualità) entro il 15 Maggio 2016, compilando un modulo di consegna dei dati. In tale modulo si chiedeva agli utenti di fornire alcune informazioni sulla procedura seguita, utili alla successiva integrazione dei risultati con quelli forniti dagli altri utenti (vedi Tabella 2).

Dataset utilizzato:	<i>Indicare il/i numeri</i>
1. Foro GoPro	
2. Foro S100	
Software utilizzato (1 o più)	<i>Indicare i nomi dei software utilizzati per la restituzione fotogrammetrica</i>
Utilizzo fatto dei punti di controllo nelle analisi dei due dataset	<i>Indicare, nei due casi, se tutti i punti di controllo sono stati utilizzati come vincoli o se alcuni (in tal caso indicare quanti) sono stati lasciati liberi per la validazione (checkpoints) della nube/modello</i>
Confronto delle nubi ottenute con i dati laser	<i>Specificare se eseguito (SI/NO) ed indicare il software o il metodo utilizzato per il confronto fra nubi</i>
Tipo di prodotti inviati	<i>Specificare la modalità di comunicazione dei risultati (ad esempio: report dei software, confronto fra nubi, tabelle di sintesi, immagini estratte dai software ecc.)</i>
Note aggiuntive	<i>Riportare qui qualsiasi altra considerazione utile all'interpretazione dei risultati</i>

Tabella 2. Informazioni richieste ai partecipanti al momento della consegna dei risultati

1.3 La partecipazione alla sessione

La richiesta ufficiale di accesso ai dati è pervenuta da parte di 32 utenti, suddivisi in egual misura tra enti universitari e aziende/studi professionali. In figura 2 la suddivisione dei partecipanti per Regione di provenienza e natura dell'organizzazione rappresentata.

In molti casi, all'interno dei singoli gruppi il lavoro è stato suddiviso tra più persone in base alle competenze disponibili nelle varie tecniche di analisi e sui software utilizzati.

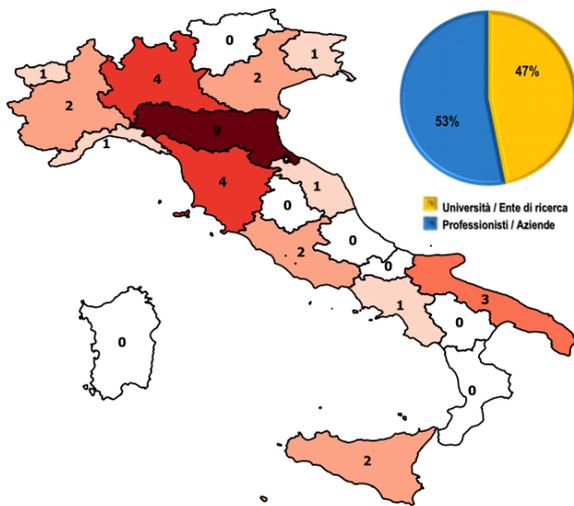


Figura 2. Tipologia e distribuzione geografica degli utenti che hanno partecipato alla sessione

Alla scadenza del termine indicato per la sottomissione dei contributi, sono pervenuti una ventina di contributi. Di questi, 12 in forma molto ben organizzata, grazie alla puntuale compilazione del modulo di Tabella 2, alla redazione di dettagliate relazioni sull'attività svolta e alla presentazione dei rapporti di elaborazione forniti dai software.

1.4 Tipologie di analisi svolte dagli utenti

I software utilizzati dagli utenti per l'elaborazione del dataset fotografico, acquisito dalle camere Canon Power Shot S100 e GoPro Hero 3 Black Edition, sono stati i seguenti: Agisoft Photoscan, Pix4D Mapper, Photomodeler, Visual SFM, MicMac e Zephyr Aerial. Le analisi svolte sono riconducibili ai seguenti e principali approcci:

- i) Valutazione delle qualità dei modelli tridimensionali in relazione all'uso dei GCP (numero, distribuzione spaziale, accuratezza associata alle coordinate) e del software scelto;
- ii) Valutazione delle qualità delle nubi di punti ottenute con fotogrammetria da UAV e nubi di riferimento disponibile da rilevamento Laser Terrestre;
- iii) Valutazione delle prestazioni ottenute dopo elaborazione delle immagini acquisite dalle due camere nelle varie configurazioni di utilizzo dei GCP e con diversi software.

In Figura 3 lo schema relativo all'organizzazione del lavoro seguito dalla quasi totalità dei partecipanti:



Figura 3. Approccio seguito nell'elaborazione dei dati

1.5 Resoconto dei risultati forniti durante il 61° convegno nazionale SIFET

I risultati forniti dagli utenti sono stati oggetto di una presentazione orale svolta nell'ambito della sessione. In questa relazione, sono stati discussi i vari approcci seguiti dagli utenti e commentati i parametri di accuratezza associati ai prodotti tridimensionali. In alcuni casi gli utenti hanno scelto strategie di analisi del tutto simili. Questo ha consentito il confronto immediato tra le soluzioni. In altri casi i contributi sono stati discussi singolarmente. Di seguito, si riportano alcune considerazioni generali che sono deducibili in base ai contributi degli utenti:

- i) I prodotti mostrano livelli di accuratezza di ordine centimetrico che, tuttavia, differiscono in modo anche significativo in base ai software ed alle impostazioni utilizzate;
- ii) I prodotti 3D ottenuti con immagini della camera S100 sono, in generale, di migliore qualità rispetto a quelli ottenuti a partire da immagini della camera GoPro;
- iii) Si notano dei benefici nell'uso di allineamenti in modalità spinte;
- iv) Si notano dei benefici nell'uso di GCP di elevata accuratezza e si sottolinea, quindi, l'importanza del rilievo d'appoggio e utilizzo di target che consentano una collimazione di precisione (anche automatica);
- v) Si ribadisce l'esigenza di confronti con modelli di riferimento o validazione attraverso *checkpoints*.

E' intenzione del Consiglio Scientifico della SIFET procedere alla pubblicazione di un rapporto dettagliato, ad opera dei partecipanti, sui risultati ottenuti nell'ambito della sessione.

2. RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti gli Enti/Aziende che hanno contribuito alla sessione con un lavoro a favore di tutta la comunità della SIFET: Liceo Galilei (CT), Università degli Studi di Palermo, Università di Firenze, CIRGEO - Università di Padova, Università di Pisa, SP Studio (Pisa), EVE srl – Spin-off Università Politecnica delle Marche, geom. Ciro Sugameli, Università degli Studi di Udine, Rosadini consulting, ALPINA S.p.A, Adriarilievi, Università degli Studi di Torino, Università degli Studi di Parma, Leica Geosystems S.p.A., Planetek Italia, Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, Università degli Studi di Bologna, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Render It, Università di Napoli Parthenope, geom. Ratto Cavagnaro, Artificio Digitale Snc, Studio R3D, GEIS srl Spin-off Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Studio associato Perigeo, SAL Engineering srl, GEORES, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale.

3. BIBLIOGRAFIA

Nex F., Gerke M., Remondino F., Przybilla H. J., Bäumker M., Zurhorst A., 2015, ISPRS Benchmark for multi-platform photogrammetry. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(3), 135.