

Sperimentazione di tecniche 3D per il rilevamento di Beni Culturali

S. D'Amelio, D. Emmolo, M. Lo Brutto, P. Orlando, B. Villa

Dip. di Rappresentazione, Università di Palermo, via Cavour 188, 90100 Palermo, Italy – bevilla@unipa.it

Introduzione

Il rilievo tridimensionale di oggetti di piccole e medie dimensioni (statue, bassorilievi, particolari architettonici) richiede l'uso di sistemi di misura idonei a riprodurre la forma degli oggetti investigati con elevata risoluzione. I modelli tridimensionali ad alta risoluzione rappresentano un fondamentale supporto per lo studio e il restauro d'opere d'arte e possono essere usati per produrre copie fedeli attraverso tecniche di prototipazione rapida. Questo articolo riassume i risultati del rilievo di due metope del sito archeologico di Selinunte condotto attraverso un laser scanner a triangolazione ottica. Questa prima esperienza è finalizzata allo studio dei problemi connessi a queste metodologie di rilievo e alla loro integrazione con tecniche di fotogrammetria digitale.

Il sito archeologico di Selinunte è uno dei più importanti e vasti della Magna Grecia e rappresenta un punto di riferimento per lo studio e la conoscenza dell'archeologia classica. La prima metopa, oggetto del presente lavoro, rappresenta *Europa rapita dal Toro* e proviene dal piccolo tempio dell'acropoli. La seconda metopa raffigura *Atteone sbranato dai cani* e proviene dal tempio E situato sulla collina orientale del sito. In questo studio sono stati affrontati i principali problemi relativi al rilievo di particolari scultorei attraverso dispositivi *short range*.

Rilevamento laser scanner e fotogrammetrico

I laser a scansione più idonei per il rilievo tridimensionale di opere d'arte di piccole dimensioni sono quelli che sfruttano il principio della triangolazione ottica. Questi strumenti sono costituiti da due parti principali: un proiettore di luce laser e una camera CCD. La posizione spaziale dei punti interessati dal profilo di luce è ottenuta per triangolazione a partire dalla conoscenza della posizione relativa del laser, della camera e del punto.

Il rilievo tridimensionale delle due metope è stato condotto attraverso il laser scanner a triangolazione ottica Minolta Vivid 9i che è in grado di fornire, velocemente e con elevata accuratezza geometrica, un modello a nuvola di punti dell'oggetto studiato. Lo strumento è equipaggiato con tre lenti diverse a cui corrispondono diverse distanze focali e diverse precisioni di acquisizione.

La prima applicazione riguarda il rilievo 3D della metopa raffigurante *Europa rapita dal toro*. In questo caso lo strumento è stato posto ad una distanza di 60 cm dall'oggetto ed è stata adottata la lente TELE che garantisce la più elevata precisione di acquisizione. Per

Specifiche tecniche dello scanner laser VIVID 9i	
Type	3-D LASER
Measuring Method	Triangolazione ottica
Light-Receiving Lens (Interchangeable)	TELE: distanza focale f=25mm MEDIUM: distanza focale f=14mm WIDE: distanza focale f=8mm
Scan Range	0.6 to 1.0m (in modalità standard) 0.5 to 2.5m (in modalità estesa)
Accuracy (X,Y,Z)	+/-0.05 mm (Usando la lente TELE da una distanza di 0.6 m)

Tabella 1- Specifiche tecniche

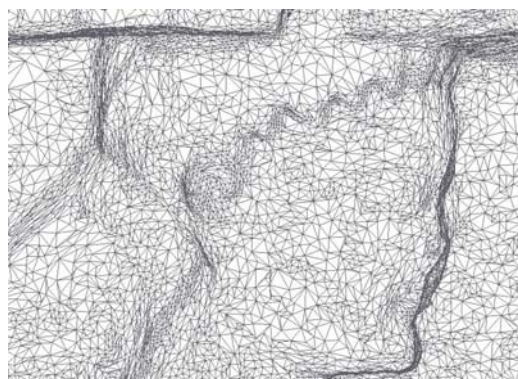


Figura 1- Mesh del viso di Europa.

acquisire l'intera superficie metopa (67 x 84 cm) sono state necessarie 35 scansioni adiacenti. Questo elevato numero di acquisizioni si è reso necessario per la copertura delle numerose buche e dei sottosquadri indotti dalla complessa geometria dell'oggetto. L'elevata precisione delle acquisizioni ha consentito la generazione di un modello a mesh triangolari senza la necessità di alcuna pre-elaborazione. Per rendere più maneggevole la superficie ottenuta è stata condotta una operazione di decimazione sulla nuvola di punti.

Un'ulteriore applicazione è stata condotta sulla metopa raffigurante *Artemide ed Atteone*. Al fine di ridurre il numero di scansioni necessarie è stata utilizzata la lente WIDE e lo strumento è stato posto ad una distanza di 1.5 m dall'oggetto. Complessivamente sono state realizzate 10 scansioni e i dati ottenuti sono stati usati per costruire un modello della superficie. Un confronto qualitativo tra i due modelli di superficie relativi alle due metope ha evidenziato una riduzione della accuratezza geometrica con susseguente perdita di dettaglio.

Il rilievo fotogrammetrico è stato condotto solo per la prima metopa con l'impiego di una camera digitale Rollei D7⁵. È stato acquisito un solo blocco formato da tre fotogrammi con una distanza di presa di 2.3 m. Il blocco è stato orientato utilizzando 5 punti di appoggio e 6 punti di legame. Inoltre per valutare l'accuratezza dell'orientamento esterno sono stati impiegati 6 punti di controllo. Successivamente la nuvola di punti è stata orientata nello stesso sistema di riferimento dei punti di appoggio ed è stato prodotto un DSM con dimensione di maglia di 1 mm. In questo modo è stato possibile realizzare l'ortofoto della metopa e un modello 3D fotorealistico.



Figura 2- modello 3D fotorealistico

L'integrazione delle tecniche laser scanner con quelle fotogrammetriche trova un importante campo di applicazione nella documentazione e nel restauro delle opere d'arte. La realizzazione di copie fedeli di opere d'arte è sempre stata praticata per la conservazione dei Beni Culturali. Fino a poco tempo addietro le copie di opere d'arte venivano realizzate manualmente dagli artisti. Invece recentemente le moderne macchine fresatrici a controllo numerico e i laser scanner 3D ad elevata risoluzione permettono di ottenere copie con accuratezza sub-millimetrica. In questa sperimentazione, sfruttando il modello di superficie a maglia triangolare, è stata prodotta una copia polimerica, in scala 1:2, della metopa raffigurante *Europa rapita dal toro*. In particolare, è stata utilizzata la fresatrice ABA MILL 4433 caratterizzata da un'accuratezza geometrica di 0.01 mm e da una superficie di lavoro di 440 x 330 mm.



Figura 3 - Copia della metopa Europa rapita dal Toro

Conclusioni

La ricerca condotta vuole essere un primo passo finalizzato al rilievo con tecniche non invasive di manufatti artistici di piccole dimensioni. La strumentazione impiegata è risultata particolarmente idonea proprio per l'elevata accuratezza geometrica; questa condizione ha ridotto al minimo le operazioni di post elaborazione consentendo di ottenere in tempi rapidi un modello matematico fedele del manufatto. La copia in resina polimerica ha permesso di valutare l'accuratezza del processo di fresatura. Nel caso specifico si è registrata una perdita di dettaglio a causa della riduzione di scala.