

Applicazione di un sistema di acquisizione multispettrale su modelli 3D, creati da sculture policrome, per la documentazione dello stato di conservazione e dei materiali di restauro a supportare l'intervento conservativo (Task 5.1)

Luca Lanteri, Claudia Pelosi, Giorgia Agresti

Introduzione

In questo lavoro è stata sperimentata la possibilità di creare modelli 3D in fluorescenza UV e in riflettografia IR per documentare lo stato di conservazione e i materiali di restauro, attraverso sistemi fotogrammetrici low-cost.

In particolare, il metodo è stato messo a punto su un busto reliquiario raffigurante San Rodonio, datato al 17° secolo, in corso di restauro presso i laboratori dell'Università della Tuscia (Figure 1).



Figura 1. Busto di San Rodonio nel visibile, sono mostrate alcune delle immagini utilizzate per costruire il modello 3D.

Metodo

Per ottenere il modello 3D in fluorescenza UV, in primo luogo sono state acquisite immagini fotografiche realizzate secondo la consueta metodologia che prevede un'illuminazione del manufatto mediante lampade a vapori di mercurio e filtri in gelatina montati sull'obiettivo della fotocamera, allo scopo di bloccare il passaggio dell'UV riflesso e attenuare la dominante blu caratteristica delle foto in ultravioletto indotto. In seguito sono state eseguite le riprese in riflettografia IR per indagare sotto gli strati pittorici del busto.

Il modello UV tridimensionale è stato ottenuto mediante software *Agisoft PhotoScan*[®]. Il software sfrutta un sistema *image based* sviluppato con la tecnica *Structure from Motion* (SfM), che vede l'integrazione della fotogrammetria digitale con la *computer vision*.

SfM è un processo *image-matching*, che si serve di algoritmi elaborati dalla *computer vision* per rintracciare le coordinate spaziali tramite i pixel campionati sulle immagini fotografiche digitali. Come nella fotogrammetria tradizionale, SfM impiega immagini sovrapposte e acquisite da più punti di vista, la differenza sta nella capacità di determinare simultaneamente la geometria interna della fotocamera, la sua posizione e l'orientamento automaticamente.

L'elevato grado di sovrapposizione dei fotogrammi, utile a coprire l'intera geometria dell'oggetto, dà origine al nome: "struttura derivata da un sensore di movimento". Il *workflow* del software, dopo il caricamento delle foto, prevede l'impiego dell'algoritmo SIFT (*Scale invariant feature transform*), capace, mediante l'utilizzo di descrittori di immagine, di calcolare e rilevare le posizioni dei punti (pixel) omologhi in tutto il set di immagini, sufficienti a stabilire le relazioni spaziali all'interno di un sistema di coordinate relative XYZ, e quindi di disporre le foto a seconda dei parametri calcolati. L'algoritmo SIFT permette inoltre di connettere le caratteristiche comuni anche con variazioni di scala, punti di vista, oclusioni parziali e luminosità dell'oggetto. Successivamente, l'algoritmo di *bundle adjustment* controlla e limita gli errori durante la trasformazione delle coordinate dei punti 3D dell'oggetto ripreso in una nuvola di punti più o meno densa a secondo della quantità di *keypoints* rilevati.

La fase successiva prevede la generazione di una *dense cloud points* tramite gli algoritmi di *dense image matching*. La *dense cloud points* così ottenuta può essere impiegata per generare un modello poligonale (*mesh*) che può essere *texturizzato* per restituire un modello digitale 3D fotorealistico.

L'acquisizione dei fotogrammi in fluorescenza ultravioletta è stata eseguita con una fotocamera digitale *reflex* Nikon D5300, con ottica multifocale 18/55 mm con i seguenti parametri: apertura del diaframma f/4.5, tempo di esposizione 4 sec., sensibilità ISO-100, distanza focale 35 mm. I 129 fotogrammi sono stati salvati in .Jpg con una risoluzione di 24 MP, rappresentazione di colore sRGB 24 bit di profondità, per una dimensione di 5,80 MB per ciascun fotogramma. L'illuminazione è data da tubi fluorescenti Philips PHLTUV36 posizionati a 45° rispetto al soggetto. Sull'ottica della fotocamera sono stati montati, allo scopo di eliminare il riflessi dell'UV ed attenuare la dominante blu tipica delle riprese all'ultravioletto, filtri alla gelatina Kodak Wratten 2B (*light yellow*) and 85B (*amber filter*).

In modo del tutto analogo si è proceduto alle realizzazione delle riprese per la realizzazione del modello tridimensionale in riflettografia IR. Le riprese fotografiche sono state effettuate con una fotocamera digitale modello Samsung NX3300 modificata dalla Madatec (Milano). La fotocamera è equipaggiata con un'ottica fissa Pentax-A da 50 mm massima apertura f/2, gli altri parametri di ripresa sono stati: tempo di esposizione 1/8 s, ISO200. Sull'ottica sono stati montati dei filtri, IR cutting per una lunghezza d'onda di 950 nm.

Risultati

I modelli in fluorescenza ultravioletta e in riflettografia IR possono essere visualizzati interattivamente ai seguenti link di Sketchfab:

- <https://skfb.ly/6EMy7> (modello UVF)
- <https://skfb.ly/6GoVv> (modello IR)

La creazione del modello 3D in fluorescenza ultravioletta del busto reliquiario di San Rodonio ha permesso di ottenere una mappatura dettagliata dei materiali originali e dei successivi strati applicati in un recente intervento, particolarmente visibile sulla testa e sul petto del santo. Grazie al modello UV è stato possibile posizionare e mappare anche in termini di dimensioni, tutte le micro e macro lacune diffuse causate dalle operazioni aggressive per la rimozione dello strato di porporina. Sono stati rilevati anche residui delle ridipinture in falso oro e argento, concentrati principalmente negli interstizi dei capelli (Figura 2).

Il modello 3D in riflettografia IR ha invece evidenziato in maniera molto netta i dettagli del disegno preparatorio tracciati prima della dipintura per esaltare i dettagli anatomici del volto del Santo, in particolare gli occhi e la bocca (Figura 3).

In conclusione, i modelli in fluorescenza ultravioletta e all'IR 3D del busto di San Rodonio sono stati particolarmente utili come strumenti di documentazione per lo stato di conservazione e la mappatura del busto reliquario. Ci hanno permesso di mappare perfettamente i materiali originali e di restauro e di rilevare i disegni preparatori sotto il layer pittorico, utilizzando esclusivamente file 3D dinamici esplorabili in ogni piccolo particolare, seguendo un approccio assolutamente non invasivo, con un non trascurabile vantaggio dal punto cost-effect.



Figura 2. Busto di San Rodonio in UVF, sono mostrate alcune delle immagini utilizzate per costruire il modello 3D.



Figura 3. Busto di San Rodonio in IR, sono mostrate alcune delle immagini utilizzate per costruire il modello 3D.

Riferimento bibliografico

L. Lanteri, G. Agresti, C. Pelosi, A New Practical Approach for 3D Documentation in Ultraviolet Fluorescence and Infrared Reflectography of Polychromatic Sculptures as Fundamental Step in Restoration, *Heritage*, 2, 2019, 207-215, doi:10.3390/heritage2010015.