

# UNIVERSITÀ DI PISA



Facoltà di Scienze  
Matematiche Fisiche e Naturali

## CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN TECNOLOGIE INFORMATICHE

Tesi di Laurea

# A lightweight framework for Assisted Multi-View Stereo Reconstruction

*Candidato:*

**Emanuele Cavarretta**

*Relatori:*

Dott. Paolo Cignoni

*Controrelatore:*

Dott. Antonio Cisternino

Dott. Matteo Dellepiane

Anno Accademico 2011/12

# Sommario

Questa tesi affronta il problema dell'acquisizione automatica di oggetti e scene reali a partire da un insieme di fotografie che li ritraggono. Tale procedimento è noto come modellazione basata su immagini o fotografia tridimensionale, ed il suo scopo è ottenere una rappresentazione 3D degli oggetti ritratti, sotto forma di una nuvola di punti o di una mesh poligonale.

Fra le potenziali applicazioni di questa tecnologia si annoverano: la realizzazione di modelli realistici per l'industria cinematografica e videoludica, il recupero di misure per l'analisi di dati in campo ingegneristico e scientifico, la visualizzazione rapida tramite tecniche di rendering basate su punti, la replicazione di oggetti mediante tecnologie di prototipazione rapida.

La modellazione basata su immagini trova collocazione nell'ambito della computer vision, ed è stata argomento di numerose ricerche negli ultimi anni, rendendo possibile lo sviluppo di altre tecnologie, quali il rendering basato su immagini su cui si fondano applicazioni quali Google Street View e Microsoft PhotoSynth.

I campi in cui la ricerca si è evoluta sono: l'estrazione di punti salienti dalle immagini e la ricerca di corrispondenze fra varie immagini, algoritmi structure-from-motion per la stima accurata della posizione e dei parametri delle camere ed il recupero di informazioni sulla struttura 3D di una scena, algoritmi multi-view stereo per la creazione di modelli 3D densi di grande accuratezza.

In questo lavoro viene proposto ed esaminato un nuovo paradigma per l'acquisizione, capace di rendere il procedimento interattivo e quasi in tempo reale, dando la possibilità di controllare la qualità del risultato finale della ricostruzione, diversamente dai metodi tradizionali esistenti. Le contenute risorse computazionali richieste da questo approccio di natura incrementale, consentono di svolgere tale processo su hardware di media potenza, come i moderni laptop.

I principali contributi di questa tesi sono un nuovo approccio assistito alla ricostruzione da immagini, che si basa su un processo incrementale in cui è previsto un passo di analisi della scena atto all'individuazione degli oggetti di interesse per l'utente, per il quale sono state investigate e realizzate nuove strategie, e che è in grado di suggerire all'utente nuove viste da cui ritrarre la scena, in modo da massimizzarne la copertura con il minor numero di foto.

Inoltre, viene realizzato e presentato un framework che implementa questo paradigma e costituisce un nuovo strumento per l'acquisizione di scene e oggetti, che supera i limiti del tradizionale approccio black-box alla ricostruzione, consistenti nella mancanza di feedback durante la ricostruzione e nella necessità di ricominciare daccapo qualora non fosse soddisfacente, e rende l'acquisizione basata su immagini un processo guidato e controllabile dall'utente, in cui è possibile valutare in anticipo la bontà qualitativa del risultato finale. Tale strumento può rivelarsi utile in contesti in cui delle carenze nella geometria ricostruita non possono essere recuperate, come avviene ad esempio negli scavi archeologici, che sono essenzialmente un processo distruttivo.

I test condotti hanno mostrato che i risultati ottenibili con i set di immagini acquisiti utilizzando il paradigma assistito proposto sono confrontabili, e in qualche caso migliori, di quelli ottenibili con le soluzioni allo stato dell'arte della ricerca, ma utilizzando un numero inferiore di immagini e quindi con un notevole guadagno in termini di tempo e risorse computazionali richieste dalla fase di ricostruzione densa. Il lavoro ha inoltre evidenziato come un ulteriore miglioramento delle performance, ottenibile mediante parallelizzazione delle fasi del processo, senza tuttavia introdurre la necessità di adoperare hardware di fascia alta, possa rendere il metodo disponibile anche su piattaforme mobili, con opportune modifiche all'architettura del sistema.

In definitiva, il lavoro svolto mostra come la modellazione basata su immagini possa essere uno strumento utilizzabile da professionisti in maniera proficua, ed anche che essa può essere resa disponibile pure ad un pubblico più ampio di utilizzatori non esperti, aprendo la strada alla creazione di modelli tridimensionali in maniera semplice e intuitiva.

I risultati del lavoro sono stati pubblicati nel paper: "Matteo Dellepiane, Emanuele Cavarretta, Paolo Cignoni, Roberto Scopigno, Assisted Multi-view Stereo reconstruction, 3DTV-Conference, 2013 International Conference on , page 318 - 325 - July 2013".