

**Titolo della tesi:** Potenzialità del sensore Structure per la realizzazione real-time di planimetrie di ambienti indoor (tesi sperimentale)

**Tipo di Laurea:** Laurea Triennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**Sessione di Laurea:** Ottobre-novembre

**Anno accademico:** 2014/2015

**Nome Candidato:** Dario Quaglio

**Matricola:** 1413046

**Relatore:** Mattia Giovanni Crespi

**Correlatori:** Andrea Nascetti

**SSD Relatore:** ICAR\06

Roberta Ravanelli

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare le potenzialità dello Structure Sensor per la realizzazione in tempo reale di planimetrie di ambienti interni, incentrando lo studio sulla valutazione dell'accuratezza e della precisione dello stesso. Questo dispositivo è stato ideato come periferica di tablet e smartphone che supportano il sistema operativo iOS. Esternamente simile ad una semplice webcam, lo Structure Sensor consente agli utenti di ricreare virtualmente dei modelli tridimensionali di oggetti o intere stanze. Ciò che permette allo Structure di rilevare tali oggetti sono il proiettore laser infrarosso e la telecamera ad infrarossi installati in esso. Con tali sensori, il dispositivo ricostruisce in tempo reale una mappa di profondità dell'ambiente, associando ad ogni pixel una distanza. Lo Structure Sensor quindi è a tutti gli effetti una range camera, utilizzabile come scanner 3D per digitalizzare una scena e riconoscere elementi all'interno di essa. Tradizionalmente vengono utilizzate tecniche di acquisizione 3D che necessitano di attrezzature molto onerose ed operatori specializzati per le fasi di post-processamento. Si presenta quindi la necessità di trovare nuovi strumenti che possano riprodurre modelli 3D più semplici da elaborare, con tempi di acquisizione minori e ad un prezzo economicamente inferiore. Avendo quindi il sensore la possibilità di acquisire interi ambienti indoor, di dimensioni limitate, si è pensato di unire la modellazione 3D con la planimetria per cercare vie alternative ai rilevamenti planimetrici classici, i quali presentano molti limiti in termini di tempo di acquisizione dei dati ed elaborazione degli stessi, inoltre possono rappresentare un ambiente solo ad un determinato livello di quota. Lo Structure Sensor invece, non solo ha tempi di acquisizione nettamente inferiori, in aggiunta permette di rappresentare l'ambiente a più quote, ma in ogni caso presenta anch'esso dei limiti di visione della muratura (causati dagli oggetti presenti nella stanza) che avremmo con qualsiasi altro tipo di rilievo.

Il lavoro svolto va ad inserirsi proprio in questo contesto: lo scopo è quello di valutare le potenzialità dello Structure Sensor per la realizzazione di planimetrie in tempo reale di ambienti interni. In particolare, utilizzando l'App Room Capture, sono stati ricostruiti i modelli tridimensionali dei soffitti di tre stanze situate presso l'area di geodesia e geomatica dell'Università di Roma La Sapienza. Sono stati quindi valutate precisione e accuratezza delle ricostruzioni effettuate.

Per entrambi gli studi è stata fatta un'unica raccolta dati sia per i modelli delle stanze sia per le stanze reali; i modelli tridimensionali delle stanze sono stati ricostruiti con il sensore, mentre le dimensioni reali sono state misurate con una fettuccia metrica. I modelli

tridimensionali a loro volta sono stati acquisiti collocando il sensore in due diverse posizioni; la prima allo stesso livello della camera RGB (Configurazione 1), la seconda sul lato opposto rispetto a quest'ultima (Configurazione 2), con la finalità di andare a valutare l'effetto dell'aumento della base di presa tra la camera IR e la camera RGB. I dati, una volta raccolti, sono stati studiati attraverso dei programmi che permettono l'elaborazione e l'analisi dei modelli. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare le potenzialità dello Structure Sensor per la realizzazione in tempo reale di planimetrie di ambienti interni, incentrando lo studio sulla valutazione dell'accuratezza e della precisione dello stesso. Con lo Structure Sensor sono stati quindi ricostruiti i modelli tridimensionali dei soffitti di tre stanze situate presso l'area di geodesia e geomatica dell'Università di Roma La Sapienza. In particolare, il percorso seguito per sviluppare il lavoro si compone di tre fasi essenziali: acquisizione dei modelli, elaborazione degli stessi e valutazione dell'accuratezza e della precisione. Per quanto riguarda l'acquisizione dei modelli, è stata utilizzata l'applicazione Room Capture per ricostruire tre stanze situate nell'area di geodesia e geomatica dell'università della Sapienza. Prima è stato individuato un metodo di acquisizione che minimizzasse il rumore nelle ricostruzioni, successivamente si è proceduto con la raccolta di un determinato numero di modelli per stanza. Il secondo step è l'elaborazione dei modelli acquisiti, sono stati utilizzati tre differenti software: MeshLab, Slic3r ed AutoCAD. Con MeshLab sono stati selezionati i modelli più conformi alla realtà. Attraverso Slic3r questi modelli sono stati sezionati il più vicino possibile al soffitto per ricostruire fedelmente le planimetrie delle stanze, le quali sono state misurate attraverso il programma AutoCAD. I lati, le diagonali, il perimetro e l'area misurate sulle planimetrie così ottenute sono stati elaborati allo scopo di valutare l'accuratezza e la precisione delle misure effettuate. Per la valutazione dell'accuratezza sono stati calcolati media, deviazione standard ed RMSE degli scarti tra le planimetrie realizzate con lo Structure Sensor e quelle ottenute mediante un rilievo tradizionale. Dai risultati ottenuti si evince che nella Configurazione 1 lo Structure Sensor si esprime al massimo delle sue potenzialità, raggiungendo un'accuratezza compresa tra i 2 e 10 centimetri, cosa che non si verifica nella configurazione 2, dove l'RMSE assume valori molto elevati, con un picco massimo di 50 centimetri. Per la configurazione 2 l'applicazione Calibrator infatti non è riuscita a portare a termine la calibrazione, determinando quindi degli errori nel tracking dovuti al non perfetto allineamento tra immagine di profondità e immagini a colori. Per valutare la precisione è stata calcolata la deviazione standard sui lati misurati dai modelli acquisiti. Anche in questo caso si può notare come la Configurazione 1 presenti una precisione nettamente migliore (con valori compresi tra i 3 e i 6 centimetri) rispetto alla Configurazione 2, in cui la precisione raggiunge un valore di circa 20 centimetri. Anche per la precisione, nella Configurazione 2 si evidenzia un leggero trend in funzione della superficie della stanza scansionata. In conclusione dallo studio effettuato si evince che lo Structure Sensor ha delle ottime potenzialità nel campo della ricostruzione planimetrica, i risultati ottenuti dimostrano che è possibile utilizzare i modelli tridimensionali ottenuti con tale sensore per realizzare planimetrie in scala 1:100. Le planimetrie ricostruite presentano infatti un'accuratezza quantificabile al meglio dei 10 cm, confrontabile con l'errore di graficismo a tale scala (2 cm). In futuro per ottimizzare le potenzialità del sensore nella ricostruzione di planimetrie si potrebbe realizzare un'applicazione apposita per la ricostruzione planimetrica di intere stanze, che dia anche la possibilità di preimpostare il numero di pareti presenti nelle stesse. Inoltre per ottimizzare la fase di acquisizione, si potrebbe creare un'applicazione che permetta la calibrazione del dispositivo anche con baseline differente da quella per il quale è stato preimpostato.