

Capitolo 1

Introduzione

In questi ultimi anni lo sviluppo della Computer Graphics e la crescente diffusione di Internet hanno reso quanto mai concreta l'esigenza di catturare le caratteristiche spaziali di un oggetto. La possibilità di poter ricostruire l'oggetto osservato in un contesto virtuale apre la porta a molte applicazioni, quali per esempio, il progetto industriale ed architettonico, l'archiviazione, la realizzazione di cataloghi commerciali su rete, l'utilizzo di effetti speciali nell'industria cinematografica e di intrattenimento. Inoltre l'oggetto non necessariamente deve rimanere 'virtuale'. Si stanno sviluppando recentemente sistemi in grado di ricostruire fisicamente l'oggetto a partire dal modello disponibile su calcolatore.

Il progetto di un sistema di scansione tridimensionale e' caratterizzato da un certo numero di parametri, spesso in conflitto tra loro:

- velocita' di acquisizione
- precisione nella ricostruzione
- facilita' di utilizzo
- costo del dispositivo

Le soluzioni attualmente disponibili sul mercato ovviamente cercano, nell'ambito della specifica applicazione, di soddisfare al meglio i requisiti di cui sopra, per cui non ha senso giudicare in modo assoluto una tecnologia rispetto ad un'altra.

I principali metodi che stanno alla base di un dispositivo di scansione tridimensionale possono essere raggruppati in 3 grosse categorie:

- metodi di scansione a contatto
- metodi di scansione passiva
- metodi di scansione attiva

I metodi di scansione a contatto fanno uso di un sondino¹ solidale con un braccio meccanico. Spostando il braccio meccanico e avvicinando il sondino in corrispondenza del punto da scandire, il sistema ricostruisce le sue coordinate spaziali. Facendo così per tutti i punti dell'oggetto è possibile ottenerne il modello. Come si può facilmente intuire, tale tecnica, pur garantendo una notevole precisione, dà luogo ad una scansione eccessivamente lenta. D'altro canto non ha le limitazioni tipiche degli scanner che fanno uso di metodi ottici. È infatti possibile scandire anche oggetti riflettenti oppure trasparenti. La risoluzione ottenuta è molto spinta, riuscendo ad apprezzare variazioni spaziali dell'ordine di 0.05 mm.

Recentemente sono stati realizzati speciali microscopi dotati di sonda per effettuare scansioni a livello molecolare.

I metodi a scansione passiva fanno uso della visione stereoscopica dell'oggetto. Disponendo di due telecamere, si hanno due osservazioni da due punti di vista differenti. A partire da queste, è possibile ricavare varie informazioni legate alla forma tridimensionale del volume di lavoro. Ne sono un esempio il moto di parallasse, le disparità stereoscopiche, le ombre, il contorno delle zone nascoste e in genere tutte le disparità presenti sulla superficie. È evidente che il metodo è difficilmente applicabile per tutti quegli oggetti che non presentano particolari irregolarità nella forma o nella superficie. Si pensi per esempio ad una sfera.

L'idea principale sottostante ai metodi a scansione attiva è quella di irradiare la superficie dell'oggetto con una sorgente di energia. Le varie tecnologie esistenti sfruttano quest'energia in modo diverso.

Nella riflettometria laser, per esempio, viene emesso un raggio laser su un punto specifico del bersaglio da scandire. Il raggio riflesso viene rilevato da un fotorivelatore. La misura del ritardo tra istante di emissione e istante di ricezione sarà proporzionale alla distanza percorsa e quindi funzione della posizione del punto nello spazio. Alcuni

¹ Tipicamente costituito da un sensore piezoelettrico oppure magnetico

scanner attualmente disponibili sul mercato, che sfruttano tale principio, esibiscono una risoluzione di 3mm su una distanza di 1000 metri.

Tuttavia la tecnologia piu' diffusa e' basata essenzialmente sull'illuminazione della scena con una sorgente luminosa strutturata. Con questo si puo' intendere sia un fascio di luce laser, sia una struttura variamente complessa di luci e ombre proiettata da un proiettore², sia infine la semplice ombra generata da una bacchetta posta davanti la sorgente luminosa. In questo ultimo caso si parla di luce debolmente strutturata.

A titolo di esempio si consideri la tecnologia che fa uso del fascio laser. Una sorgente emette un piano di luce laser, la cui posizione e' fissata e nota. L'intersezione di tale piano con la superficie da scandire genera una linea. Dall'osservazione, attraverso una telecamera sensibile alla frequenza della luce laser, di come tale linea venga modellata dalle caratteristiche topografiche del bersaglio, e' possibile estrarre le coordinate spaziali dei punti illuminati. L'oggetto si muove di moto traslatorio o rotatorio grazie ad un sistema motorizzato di trasporto. In tal modo la linea luminosa 'spazzola' tutta la superficie consentendone la completa ricostruzione. Un sistema del tutto analogo prevede l'oggetto fermo e il piano laser in movimento. In entrambi i casi quello che risulta fondamentale e' la conoscenza a priori della posizione istante per istante del piano laser rispetto al sistema di riferimento associato all'oggetto.

Sul mercato sono attualmente disponibili una vasta gamma di prodotti basati sulla scansione attiva. Tipicamente i tempi di scansione, legati ovviamente anche alle dimensioni dell'oggetto, vanno da 15 a 1.5 secondi con una risoluzione dell'ordine del centinaio di micrometri. Alcuni sistemi raggiungono risoluzioni fino all'ordine di qualche micrometro consentendo di apprezzare minute fluttazioni sulla superficie di lavoro come nel caso della pelle umana o di un fazzoletto di carta. Non bisogna dimenticare, infine, che tali dispositivi, essendo basati su metodi di scansione ottica, non consentono la scansione di superfici che assorbono o riflettono completamente la sorgente luminosa.

² Una possibile tecnica consiste nel proiettare sullo scenario una successione spaziale di strisce luminose e scure. Dall'osservazione di come queste strisce vengono deformate si risale alla topologia spaziale dello scenario.

