

# La Visione Artificiale: Controllo di Qualità, Fotogrammetria e Realtà Virtuale

D. Prattichizzo   G.L. Mariottini   F. Moneti   M. Orlandesi  
M. Fei   M. de Pascale   A. Formaglio   F. Morbidi   S. Mulatto

SIRSLab — Laboratorio di Robotica e Sistemi  
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Siena  
<http://sirslab.dii.unisi.it>

## 1 Introduzione

Nel mondo industriale degli ultimi anni si sta affermando l'uso dei sensori di visione (telecamere) come principali sensori nel processo di automazione e per la robotica [2].

Differentemente da altri tipi di sensori (scanner laser, etc.), le telecamere sono poco costose e permettono, come l'occhio umano, di “misurare” l'ambiente circostante senza avere un contatto diretto con esso.

In questo contributo saranno presentati alcuni strumenti software realizzati presso il SIRSLab (Siena Robotics and Systema Lab)<sup>1</sup> dell'Università degli Studi di Siena. In particolare, saranno presentate applicazioni che fanno uso delle telecamere per scopi di **controllo di qualità**, applicazioni di **fotogrammetria** (ovvero l'estrazione di modello CAD e delle misure reali dell'oggetto a partire da fotografie). Saranno infine presentate alcune applicazioni inerenti la **realtà virtuale**.

## 2 Controllo di qualità con telecamere

In tutte le realtà produttive il controllo di qualità è un elemento essenziale della catena di produzione.

Inizialmente il controllo di qualità sui prodotti veniva effettuato da operatori umani. La crescente concorrenza ed il bisogno di aumentare i volumi di produzione hanno fatto nascere l'esigenza di *automatizzare* il controllo di qualità con importanti vantaggi in termini

---

<sup>1</sup>Email: [prattichizzo@ing.unisi.it](mailto:prattichizzo@ing.unisi.it)

Web SIRSLab: <http://sirslab.dii.unisi.it>

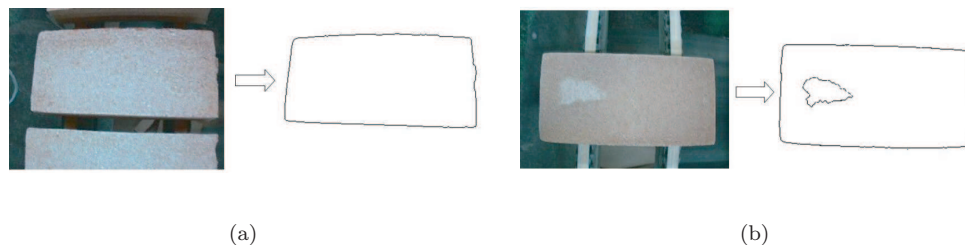


Figure 1: Controllo di qualità: (a) Elaborazione della forma di un laterizio senza difetti; (b) Rilevazione automatica del difetto di produzione.

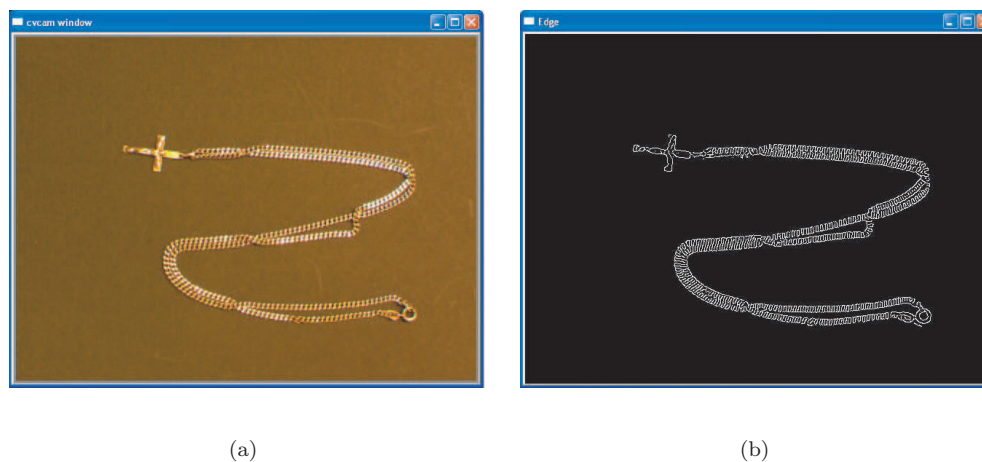


Figure 2: Elaborazione automatica delle immagini: (a) Immagine originale di una catena d'oro; (b) Rilevazione automatica della forma.

di velocità di esecuzione e di affidabilità dei risultati. Presso il SIRSLab si sono sviluppate le competenze per eseguire il controllo di qualità mediante l'utilizzo di telecamere integrate con la catena di produzione. In particolare sono stati progettati algoritmi ed implementati strumenti software per il controllo di qualità in vari settori produttivi.

In Fig. 1 proponiamo un esempio di applicazione nel campo della produzione dei laterizi per il controllo di qualità dei mattoni, lavoro sviluppato in collaborazione con la San Marco Laterizi di Castiglion Fiorentino [3].

Recentemente sono in corso ricerche per estendere queste applicazioni in altri ambiti, come per esempio nell'ambito della produzione orafa (Fig. 2), in collaborazione con alcune realtà industriali del settore<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Si ringrazia la ditta FAOR di Arezzo

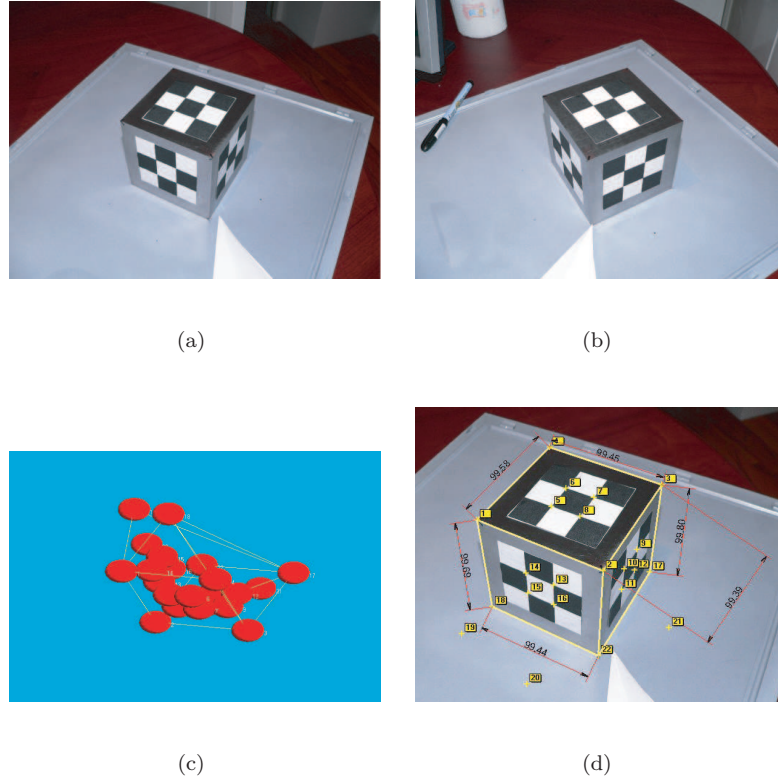
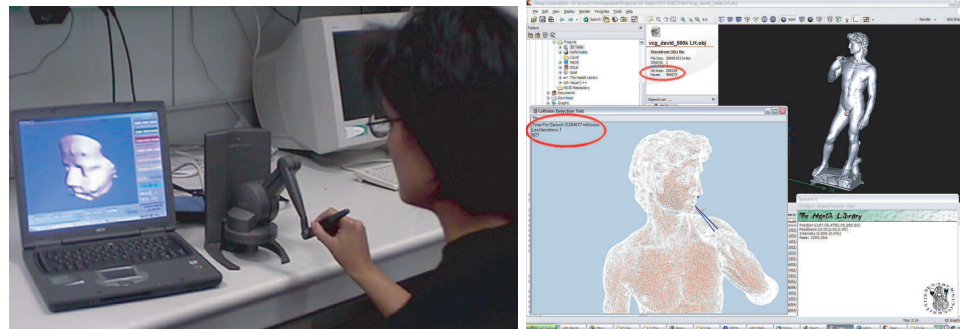


Figure 3: (a) Prima fotografia dell'oggetto; (b) Seconda fotografia dell'oggetto; (c) Ricostruzione 3-D; (d) Le dimensioni dell'oggetto vengono misurate sull'immagine

### 3 Fotogrammetria: ricostruzione 3-D da immagini fotografiche

In campo industriale sorge spesso l'esigenza di realizzare dei modelli CAD che riproducano con elevata fedeltà la struttura tridimensionale (3-D) di un lavorato (anello, vaso, tessuto, etc.) o di un ambiente (stanza, sito archeologico, ambiente industriale, etc.). Conoscere il modello CAD equivale ad avere tutte le informazioni volumetriche necessarie per simulare eventuali modifiche dell'oggetto (colore, struttura, dimensioni, etc.), oppure per inviare tale modello digitale via Internet per dislocarne la produzione o per la realizzazione di cataloghi virtuali on-line. La realizzazione del modello CAD senza l'impiego di tecnologie avanzate è un compito che richiede molte misure sul campo e molte ore di lavoro. Presso il SIRSLab dell'Università degli Studi di Siena è stato sviluppato **EGT** [1] (Epipolar Geometry Toolbox), un software che permette di realizzare automaticamente il modello 3-D di un qualunque oggetto (o ambiente) a partire da due sole fotografie dello stesso (acquisite in posizioni differenti).



(a)

(b)

Figure 4: (a) Un utente sta utilizzando un interfaccia aptica per “toccare” un modello virtuale; (b) Interfaccia grafica del software che consente di toccare un oggetto virtuale.

EGT può anche realizzare il modello di un oggetto a partire da una sequenza video che lo riprenda da alcune angolazioni. A titolo di esempio, in Fig.3(a)-(b) vengono riportate due fotografie di un cubo, mentre in Fig.3(c) viene riportato il modello 3-D ricostruito a partire dalle immagini fotografiche.

EGT consente di rilevare automaticamente tutte le dimensioni dell’oggetto (Fig.3(d)) con una precisione del 2%.

## 4 Realtà virtuale visuo-tattile

I modelli tridimensionali, ricostruiti a partire da una sequenza di immagini, possono anche essere utilizzati per applicazioni di realtà virtuale. A Siena presso il SIRSLab sono state realizzate applicazioni per la realizzazione di ambienti virtuali con feedback visivo e tattile.

Negli ultimi anni, la tecnologia robotica ha reso possibile lo sviluppo di ambienti virtuali con feedback tattile dove è possibile percepire la presenza di oggetti virtuali attraverso *sensazioni di forza (tattile)* e non solo visivo. I dispositivi robotici che consentono questo tipo di interazione sono le Interfacce Aptiche (Fig. 4(a)).

Possibili applicazioni nel settore produttivo riguardano la realizzazione di oggetti realizzati manualmente e non a partire da stampi. Un paradigma può essere la scultura virtuale. Si immagini di avere un blocco di marmo virtuale da scolpire in modo virtuale (Fig. 4(b)). Dal punto di vista percettivo l’utente percepisce questa esperienza sia tramite sensazioni visive e tattili, mediate da uno scalpello. Lo scalpello è collegato ad un’interfaccia aptica in grado di restituire sensazioni di forza e pressione molto simili a quelle che lo scultore avrebbe nella realtà. Alla percezione tattile è associata la percezione visiva. Lo scultore vir-

tuale indossa un elmetto virtuale che, collegato al motore grafico del sistema di simulazione, riproduce in tempo reale tutte le fasi di formazione dell'opera scultorea a partire dal marmo grezzo.

## Bibliografia

1. G.L. Mariottini and D. Prattichizzo, "EGT for multiple view geometry and visual servoing: robotics vision with pinhole and panoramic cameras", in *IEEE Robotics and Automation Magazine*, vol.12, n.4, pp.26–39, 2005.
2. G.L. Mariottini, G. Oriolo and D. Prattichizzo, "Image-based Visual Servoing for Non-holonomic Mobile Robots using Epipolar Geometry", *IEEE Transactions on Robotics*, 2007.
3. G. Chesi, C. Gabbatore, D. Prattichizzo, A. Vicino and M. Bonci, "Controllo di qualità per laterizi con sistema di visione", in *Automazione e Strumentazione*, Anno XLIX, n. 5, pp. 147-152, 2001.
4. M. de Pascale, D. Prattichizzo. "The Haptik Library: a Component based Architecture for Uniform Access to Haptic Devices", in *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 2007.
5. F. Barbagli, D. Prattichizzo, K. Salisbury. "A Multirate approach to haptic interaction with deformable objects single and multipoint contacts", in *International Journal of Robotics Research*, 4(29):703–715, Settembre 2005.