

Relazione tecnica – Le telecamere industriali ottimizzano le applicazioni Shape-from-Shading

# Sulle tracce dei minimi dettagli

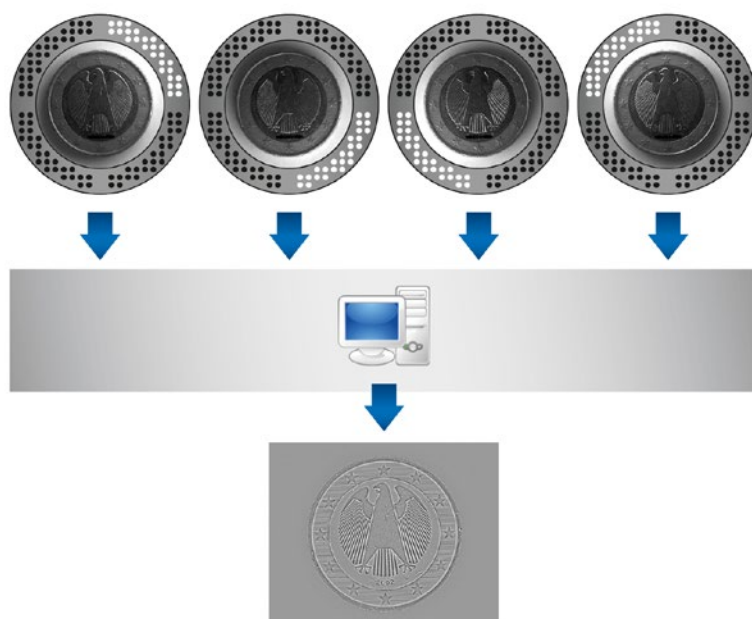
La procedura 3D Shape-from-Shading può essere impiegata in modo versatile in tutti i settori per il controllo automatizzato della qualità. Dalle ripartizioni della luminosità è possibile calcolare informazioni sulle minime variazioni di forma della superficie dell'oggetto quali crepe o graffi. Le telecamere industriali efficienti con controller dell'illuminazione integrato supportano la procedura semplificando la struttura del sistema e consentendo una rapida implementazione.

I metodi 3D hanno conquistato il mondo dell'automazione e vengono impiegati in molti settori dell'assicurazione della qualità, della logistica e della tecnica di misurazione. Le applicazioni sono tanto svariate come i relativi approcci. I metodi stereo hanno bisogno, ad esempio, di due telecamere e possono essere impiegati solo con oggetti fissi rendendoli così lenti. Le tecniche di triangolazione o le procedure di proiezione, in generale, presuppongono un movimento, o quello dei punti di misurazione proiettati sulla superficie dell'oggetto o quello dell'oggetto al di sotto dei punti di misurazione. Nel caso di Time-of-Flight viene utilizzata una sola telecamera e gli oggetti possono essere sia fermi sia in movimento. Nella

procedura 3D Shape-from-Shading per la misurazione dell'inclinazione e della curvatura vengono utilizzate diverse direzioni di illuminazione per la misurazione di oggetti fissi o in movimenti. La risoluzione laterale (x, y) viene determinata in base alla telecamera utilizzata e può essere selezionata con un valore molto alto. Tale combinazione consente un utilizzo versatile.

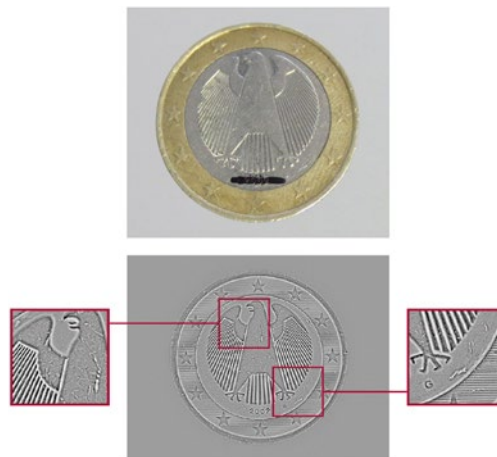
## Principio inverso dell'orologio solare

Shape-from-Shading è relativamente semplice dal punto di vista concettuale e può essere inteso come principio inverso di un orologio solare. Quest'ultimo consente di determinare l'altezza e la direzione del sole e quindi anche l'ora, nelle



Nelle applicazioni Shape-from-Shading l'oggetto da controllare viene illuminato, ad esempio, da quattro diverse direzioni in successione ed acquisito con un'immagine in scala di grigi ciascuna. La compensazione delle ombreggiature risultanti della superficie fornisce chiarimenti sulla finitura superficiale.

versioni hightech addirittura il giorno, tramite la posizione dell'ombra e l'altezza nota dell'asta. Utilizzata come procedura 3D, si sfrutta viceversa una direzione nota dell'illuminazione e misura l'altezza nel senso trasmesso mediante la lunghezza dell'ombra proiettata. Informazioni complete sui gradienti della superficie possono essere ottenute utilizzando almeno tre, nella pratica tipicamente quattro, direzioni di illuminazione indipendenti. Dai gradienti si deducono poi le altezze  $z(x, y)$ . In molte applicazioni, le illuminazioni vengono commutate in modo sequenziale, le immagini acquisite in serie con una telecamera



Anche sulle superfici riflettenti, lucide o a sovrapposizione cromatica è possibile riconoscere in modo sicuro le minime variazioni di struttura e forma.



Le telecamere CX.I e LXT dispongono di 4 uscite di potenza con modulazione della larghezza degli impulsi e una potenza di uscita fino a 120 W (max 48V / 2,5 A) per l'azionamento diretto delle illuminazioni esterni.

e successivamente analizzate tramite software. Durante la misurazione di oggetti in movimento, un tempo di esposizione molto breve supporta la minimizzazione della precisione del movimento. In alternativa, la direzione di illuminazione può essere codificata anche tramite il colore. Una telecamera a 3 chip genera quindi le immagini indipendenti necessarie in una sola acquisizione. Le telecamere a colori non sono idonee al Shape-from-Shading a causa dell'elevato cross-colour del filtro Bayer utilizzato.

#### Riconoscimento rapido delle discrepanze geometriche

Negli ultimi anni, Shape-from-Shading ha trovato grandi consensi soprattutto nel controllo della

superficie Inline e nella classificazione. Uno dei motivi è che la compensazione delle immagini in scala di grigi, che derivano da diverse direzioni di illuminazione, consente di valutare le differenze nella riflessività (albedo) delle superfici. In questo modo, è possibile differenziare tra discrepanze geometriche e variazioni puramente cromatiche, di riflessione o di texture in modo semplice e veloce. Negli altri metodi, questa divisione è sensibilmente più dispendiosa. Questa procedura trova applicazione nell'industria del confezionamento, ad esempio se le informazioni nella scrittura per ciechi come punti braille in rilievo devono essere ispezionate in termini di correttezza o qualità mentre al di sotto si trova la scatola stampata con la scritta.

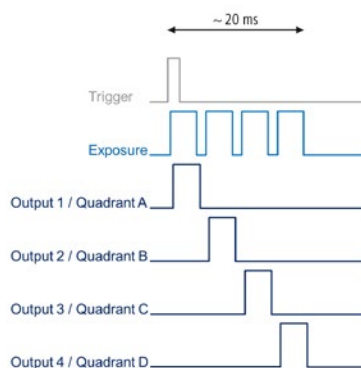
## Semplicità di applicazione di Shape-from-Shading

Idealmente quattro illuminazioni vengono azionate in modo sequenziale, le immagini in scala di grigi vengono acquisite conformemente ed inviate ad un'unità di analisi. Nel frattempo, sono disponibili le telecamere quali i modelli CX.I e LXT di Baumer, dotate di quattro uscite di potenza a commutazione separata. Il sequencer compatibile GenICam™ integrato e le uscite fino a 48V / 2,5A consentono di azionare le illuminazioni direttamente dalla telecamera ed attivare l'acquisizione delle immagini. In questo modo viene completamente meno l'utilizzo di un controller dell'illuminazione esterno con i relativi costi e spese di cablaggio. Per ottenere elevate velocità di controllo dinamico, le telecamere utilizzate devono consentire tempi di esposizione molto brevi oltre alle elevate frequenze dei fotogrammi. Le telecamere CX.I consentono di acquisire addirittura le immagini nel Burst Mode con la massima frequenza dei fotogrammi all'interno della fotocamera stessa e successivamente di inviarle all'unità di analisi con il minimo frame rate in base alla larghezza di banda disponibile. I sensori Sony® utilizzati forniscono acquisizioni con un elevato perimetro dinamico per garantire un'analisi stabile anche delle superfici metalliche lucide. Grazie al tempo di esposizione minimo di 1 µs è possibile ridurre sensibilmente anche la precisione del movimento ottenendo così una produttività maggiore.

### Risparmio su tempi e costi

La continua evoluzione delle telecamere con controller dell'illuminazione integrato per quattro uscite consente di ridurre il numero di componenti in una struttura Shape-from-Shading risparmiando così sui costi di materiale ed integrazione. In questo modo, la struttura del sistema viene semplificata, sottoposta a un minor numero di errori e resa più velocemente convertibile.

Maggiori informazioni:  
[www.baumer.com/cameras](http://www.baumer.com/cameras)



Processo esemplificativo del sequencer per l'azionamento di quattro illuminazioni (output 1 - 4) direttamente dalla telecamera (es. VCXG-13M.I) senza controller dell'illuminazione esterno.



AUTORE

Dr. Albert Schmidt  
 Managing Director  
 Vision Competence Center

**Baumer**  
 Passion for Sensors

Baumer Group  
 Phone +41 52 728 1122  
[sales@baumer.com](mailto:sales@baumer.com)  
[www.baumer.com](http://www.baumer.com)