SMART VISION FORUM

SICK
Sensor Intelligence.

messe frankfurt

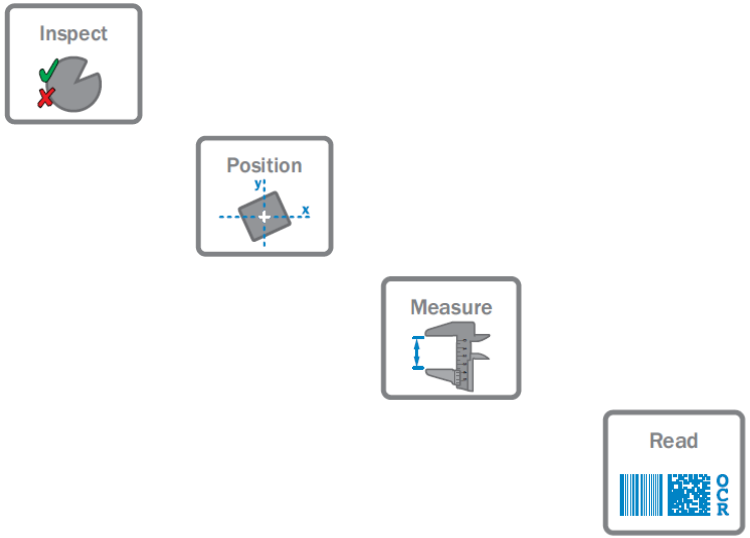
Tecnologie per la visione 3D a confronto

Serena Monti, *Product Manager Vision, SICK S.p.A.*

Compiti di un sistema di visione

Tipicamente un sistema di visione può essere utilizzato per risolvere le seguenti applicazioni:

- Ispezione
- Posizionamento
- Misura
- Lettura codici e OCR

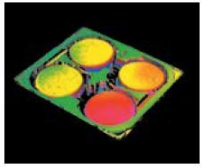


Visione 2D vs Visione 3D

- Permette di apprezzare le caratteristiche superficiali degli oggetti, come colore e grafica

Esempio: ispezione della grafica

Esempio: verifica riempimento della scatola



- Necessita di contrasto fra oggetto e sfondo

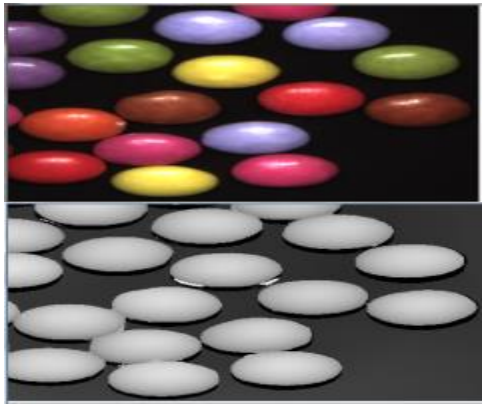
Esempio: presa da cassone

- Permette di apprezzare differenze di altezza
- Non necessita di contrasto fra oggetto e sfondo

Interpretazione delle immagini 3D

2D intensity

Matrice 2D di pixel con informazioni di intensità luminosa/colore

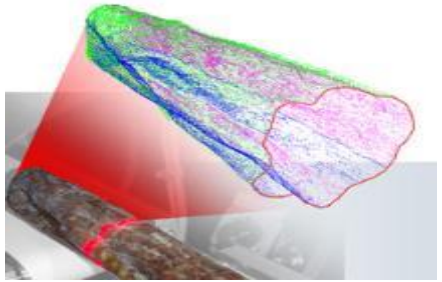


2.5 D range

Matrice 2D di pixel con informazioni di range/altezza
Informazioni relative ad un singolo punto di vista
Mappa di profondità o Distanza: la scala di grigio rappresenta le altezze

3D surface range

Coordinate della superficie [x,y,z] a 360°
Nuvola di punti



Tecnologie per la visione 3D

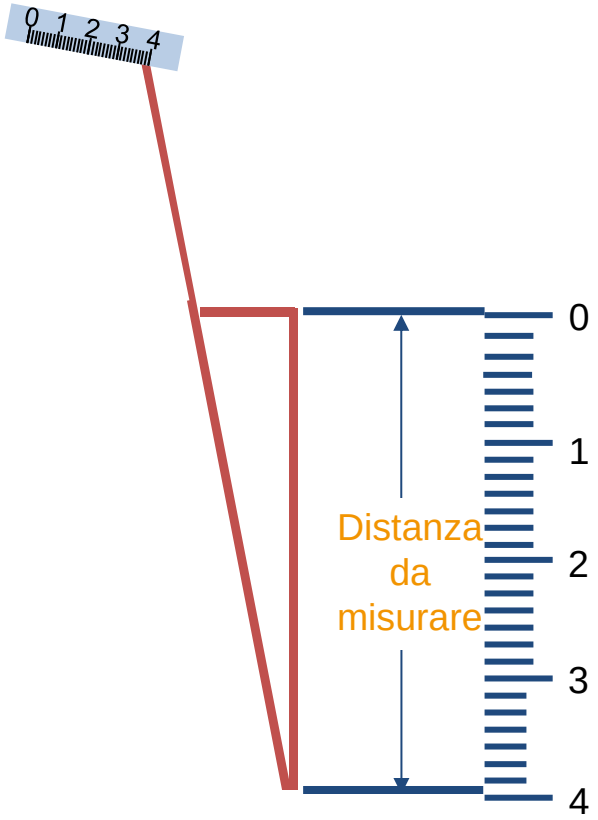
Ci sono numerose tecnologie che permettono di acquisire immagini 3D.

Le più diffuse sono:

- Triangolazione laser
- Tempo di volo
- Stereoscopia

Triangolazione laser
Principio di funzionamento

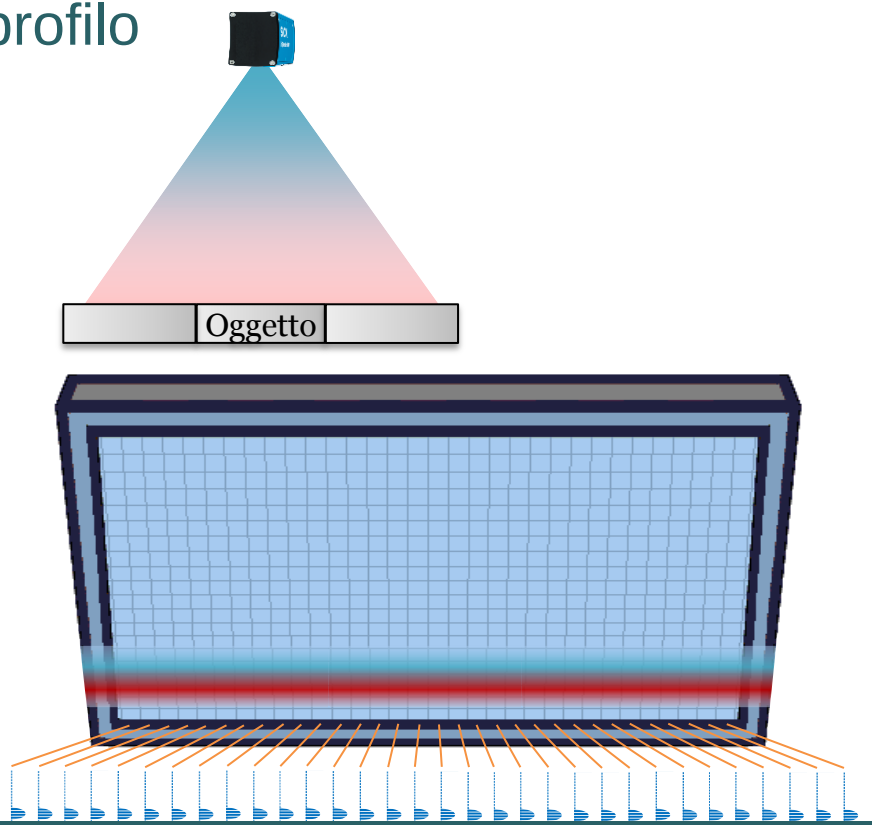
– I sensori a triangolazione laser sfruttano il principio di triangolazione, che permette di misurare la lunghezza del lato di un triangolo, conoscendo la lunghezza degli altri due lati



Triangolazione laser
Estrapolazione di un profilo

- I sensori a triangolazione laser sfruttano il principio di triangolazione, che permette di misurare la lunghezza del lato di un triangolo, conoscendo la lunghezza degli altri due lati

- Nei sistemi 3D il laser proietta sull'oggetto una lama che ne disegna il profilo, che viene visto dal sensore della camera

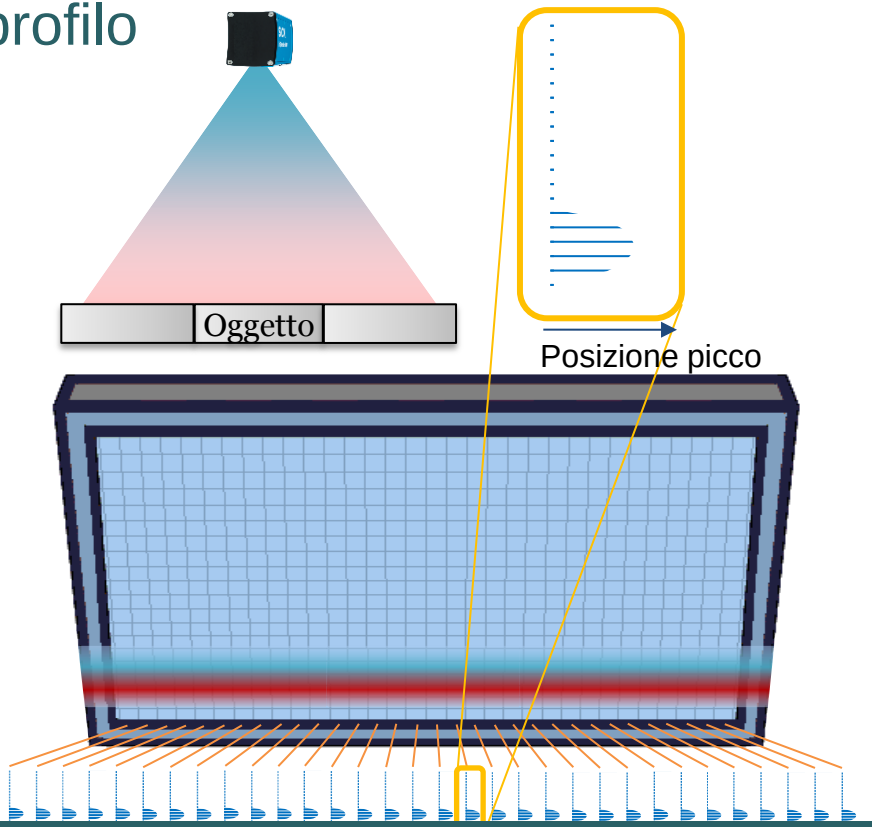


Triangolazione laser
Estrapolazione di un profilo

- I sensori a triangolazione laser sfruttano il principio di triangolazione, che permette di misurare la lunghezza del lato di un triangolo, conoscendo la lunghezza degli altri due lati

- Nei sistemi 3D il laser proietta sull'oggetto una lama che ne disegna il profilo, che viene visto dal sensore della camera

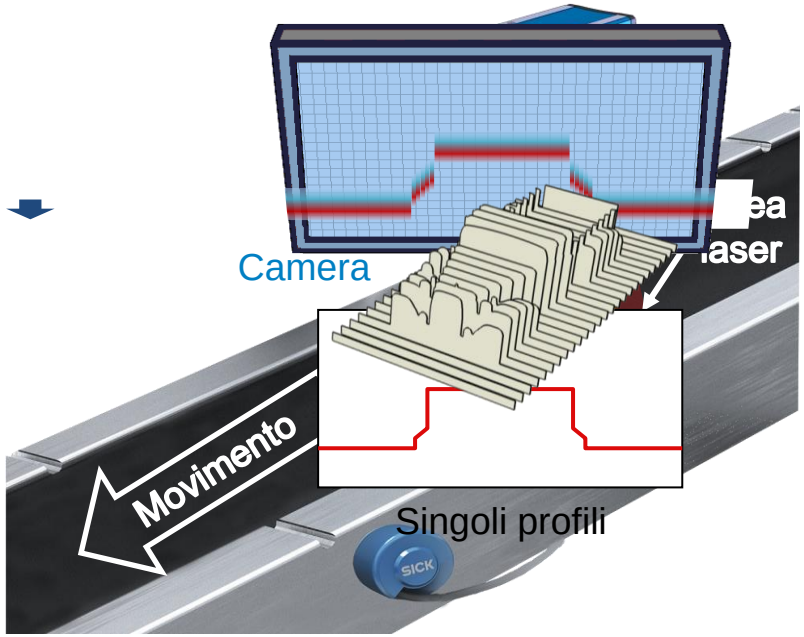
- La posizione del laser nel sensore viene misurata in ciascuna colonna di pixel in parallelo



Triangolazione laser
Movimento relativo

I sistemi a triangolazione laser necessitano di un movimento relativo:

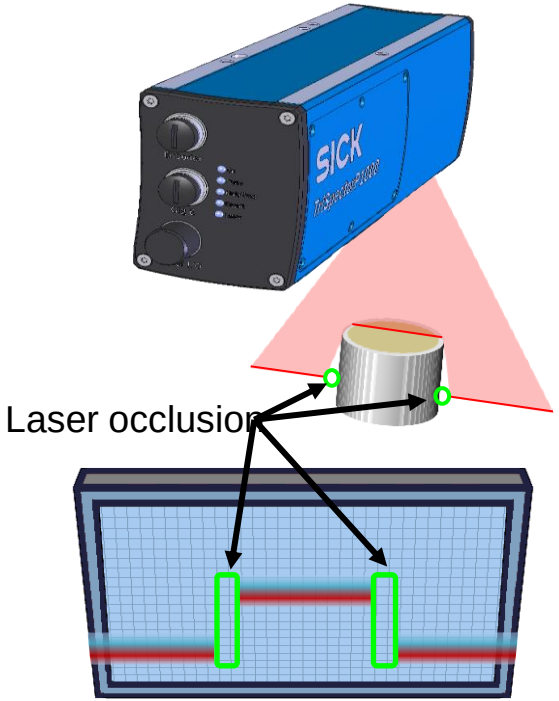
- Un encoder viene utilizzato per tenere conto di eventuali variazioni di velocità
- L'immagine 3D viene creata acquisendo profili successivi mentre l'oggetto si muove



Triangolazione laser
Occlusioni

A causa della geometria del sistema, ci sono punti in cui il profilo dell'oggetto non viene visto dalla camera

- **Occlusioni dovute al laser:**
  la proiezione del laser causa delle "ombre" nei sottosquadra dell'oggetto

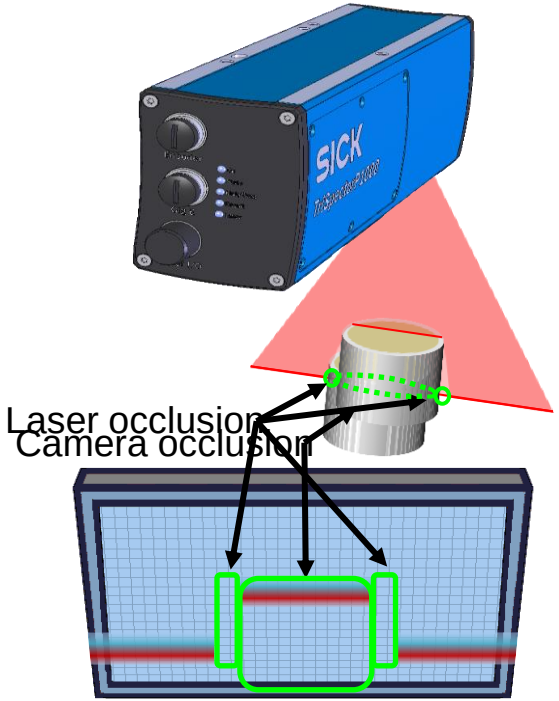


Triangolazione laser
Occlusioni

A causa della geometria del sistema, ci sono punti in cui il profilo dell'oggetto non viene visto dalla camera

- **Occlusioni dovute al laser:**
  la proiezione del laser causa delle "ombre" nei sottosquadra dell'oggetto

- **Occlusioni dovute alla camera:**
  Il laser può essere coperto dall'ombra dell'oggetto stesso, poichè la camera è inclinata



Tempo di volo
Principio di funzionamento

Conoscendo il tempo o lo sfasamento dato dall'arrivo del segnale relativamente al segnale iniziale, è possibile estrarre la distanza (informazioni di profondità) tra il dispositivo e il target misurato.

Tempo di volo
Principio di funzionamento

Il sistema emette una luce continua modulata ad una data frequenza.

Misurando lo sfasamento tra il segnale all'origine e quello riflesso dall'oggetto, è possibile estrarre la distanza tra il dispositivo e il target misurato.

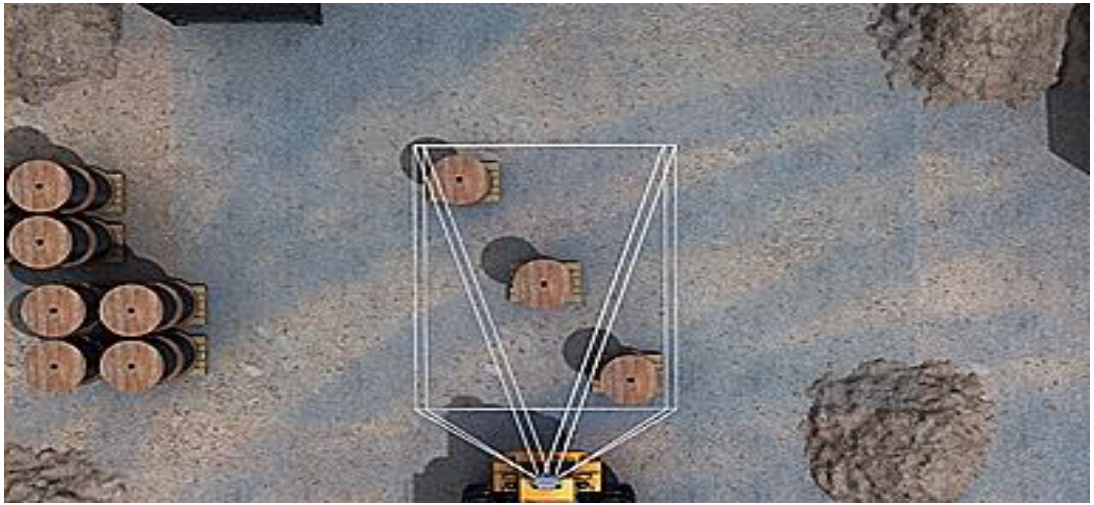
$$d = c\frac{\varphi - \varphi_0}{4\pi f}$$

Questa distanza, misurata da ciascun pixel del sensore, crea la mappa di profondità 3D

Stereoscopia
Principio di funzionamento

Nella stereoscopia immagini 2D dello stesso oggetto vengono prese da angoli diversi, proprio come avviene nella vista per l'uomo

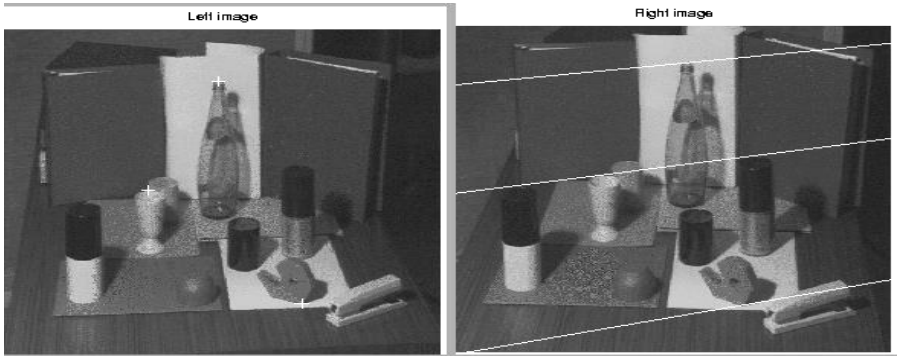
Combinando le informazioni di posizione degli oggetti fotografati in ciascuna immagine 2D è possibile ricostruire la mappa di distanze 3D



Stereoscopia
Principio di funzionamento

Le immagini di partenza hanno prospettive diverse.

Rettifica: le immagini vengono riportate «parallele»



[1] S. Mattoccia, «Stereo Vision: algorithms and applications», Università di Firenze, Maggio 2012
http://vision.deis.unibo.it/~smatt/stereo.htm

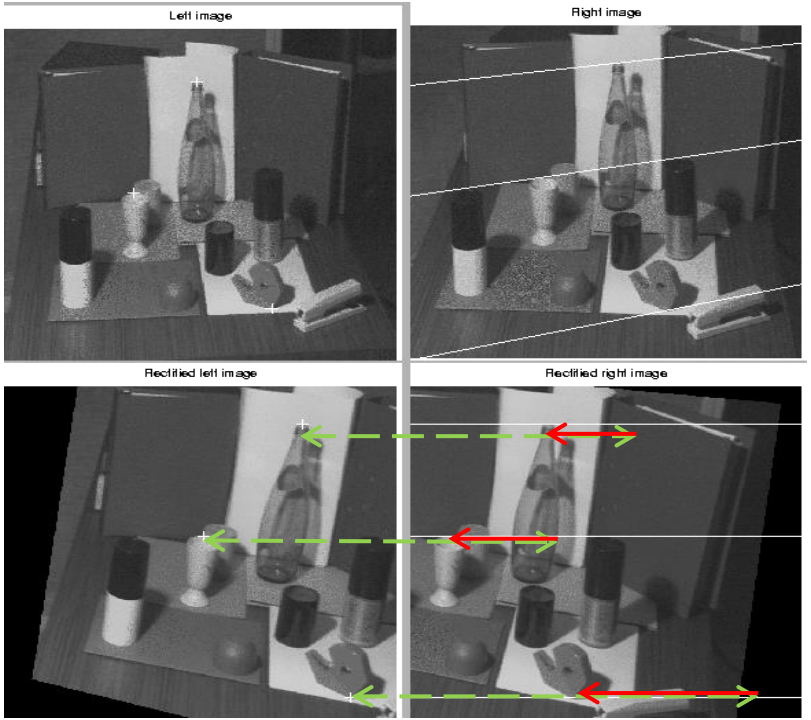
Stereoscopia
Principio di funzionamento

Le immagini di partenza hanno prospettive diverse.

Rettifica: le immagini vengono riportate «parallele»

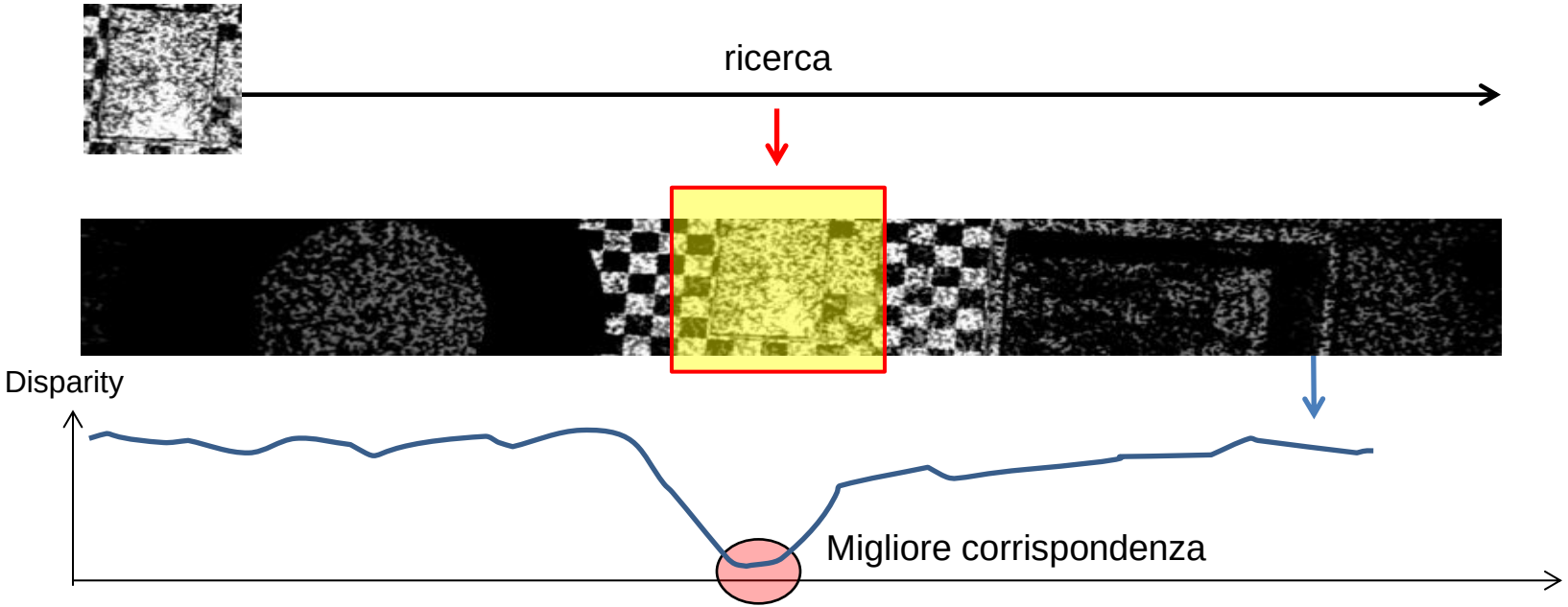
Misura delle disparità: differenza fra la posizione in X dello stesso punto nelle due immagini

La disparità è maggiore per punti più vicini alle camere



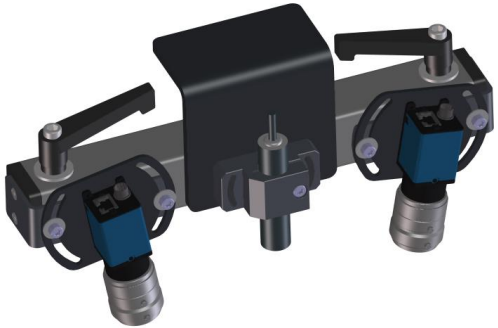
[1] S. Mattoccia, «Stereo Vision: algorithms and applications», Università di Firenze, Maggio 2012
http://vision.deis.unibo.it/~smatt/stereo.htm

Stereoscopia
Disparity Matching



Stereoscopia
Luce strutturata

Si può utilizzare una luce strutturata per aumentare il numero di caratteristiche che possono essere localizzate nelle diverse immagini



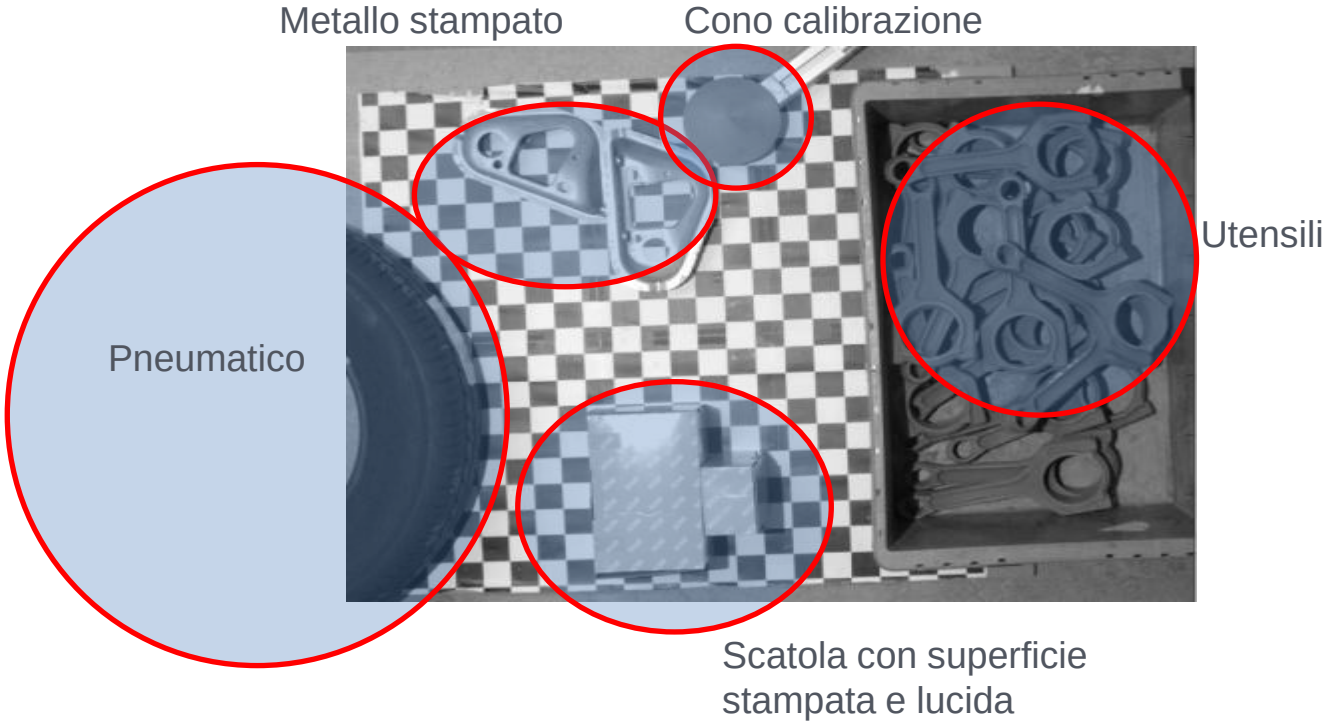
Tecnologie a confronto
Caratteristiche

	Triangolazione	TOF	Stereo
Sorgente di luce	Lama laser	Luce modulata	Luce strutturata
Tipo di acquisizione	Scansione	Snapshot	Snapshot
Campi di vista tipici	Da 1 cm a 2 m	Da 1 m a 15 m	Da 20 cm a 2 m
Risoluzioni	Fino a 2 Mpixel	Fino a 640 x 480	Fino a 2 Mpixel
Accuratezza in Z	Da 1 µm a 5 mm	Da 7 a 15 mm	Da 0,5 mm a 5 mm
Frequenze di acq.	Fino a 30 KHz (profili/s)	~ 20 fps	~ 25 fps
Limitazioni	Occlusioni, superfici lucide, necessità di movimento	Superfici lucide e scure assorbenti, ridotte risoluzioni e accuratezze	Lentezza di elaborazione per immagini ad alta risoluzione
Punti di forza	Alta risoluzione, alta velocità	Campi di vista ampi	Meno sensibile a riflessi, alta risoluzione

Tecnologie a confronto
Scenario di test

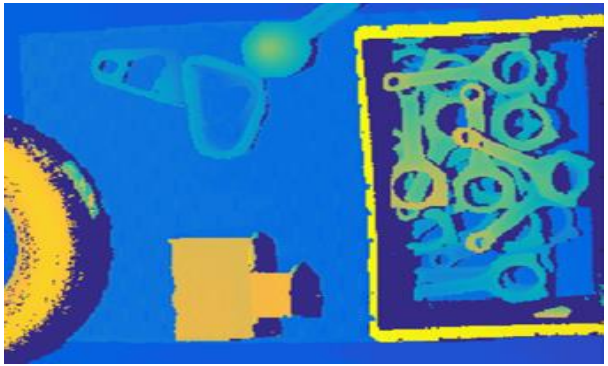
Scenario di test:

- Oggetti con materiali e dimensioni diverse
- Campo inquadrato: ~ 1x1 m
- Camere installate a ~ 2 m di altezza

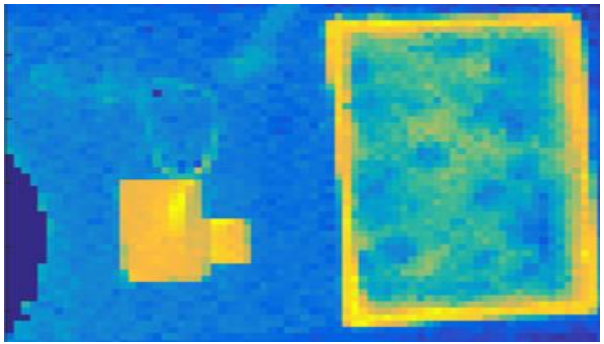


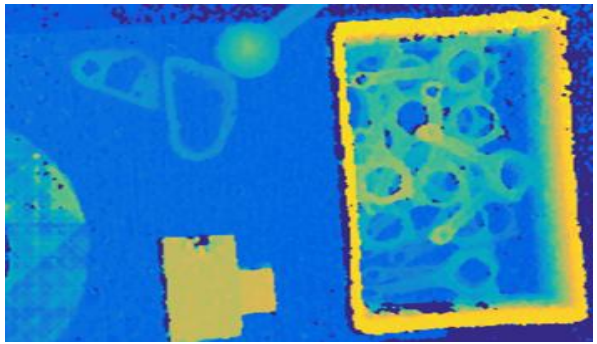
Tecnologie a confronto
Scenario di test

Triangolazione laser



TOF

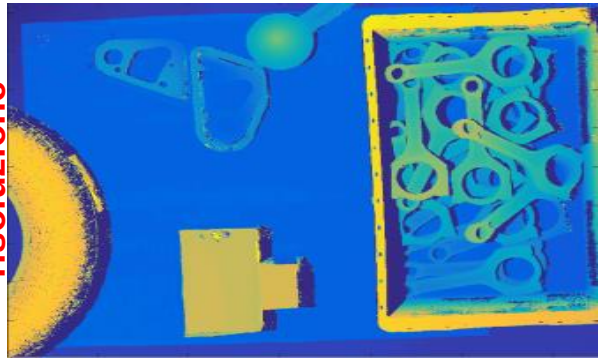




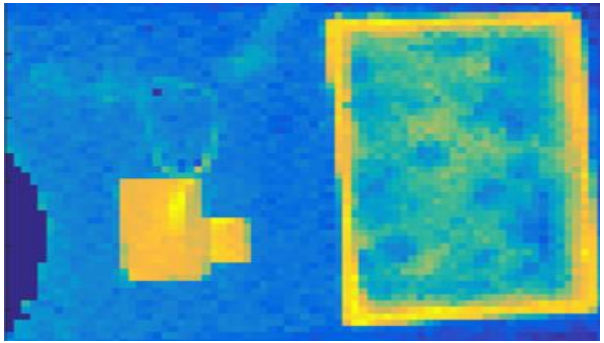
Stereo

Tecnologie a confronto
Scenario di test

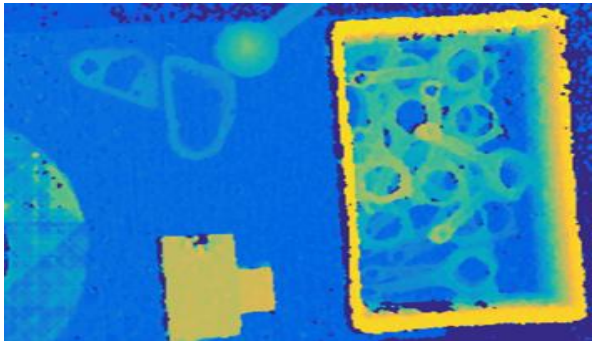
Triangolazione laser con più risoluzione



TOF



Non è semplice questo tipo di confronto perchè il risultato finale dipende non solo dalla tecnologia utilizzata ma anche dalla risoluzione del sensore, dalla potenza della luce utilizzata, ecc

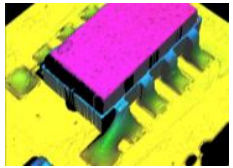


Stereo

Applicazioni tipiche
Triangolazione laser

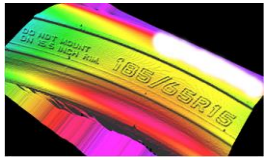
Alta risoluzione

Ispezione di manufatti



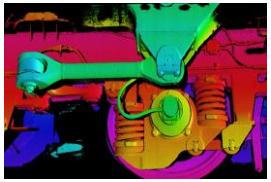
Assemblaggio

3D OCR

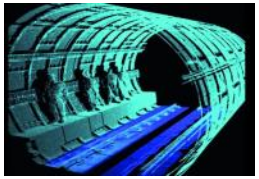


Alta velocità

Manutenzione predittiva



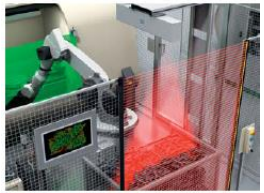
Controllo sagoma



Porzionamento cibo

Assenza di contrasto

Presa da cassone



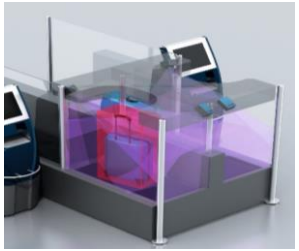
Presa da tappeto

Controllo completezza

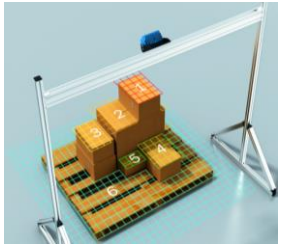
Applicazioni tipiche
Tempo di volo

Grandi campi inquadrati

Dimensionamento oggetti

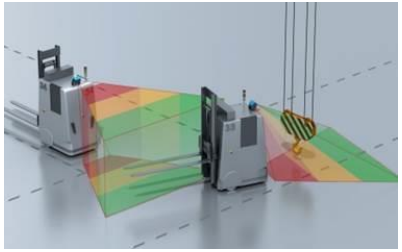


Depallettizzazione

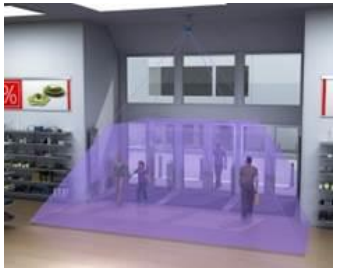


Risoluzioni non eccessivamente elevate

Anticollisione / AGV



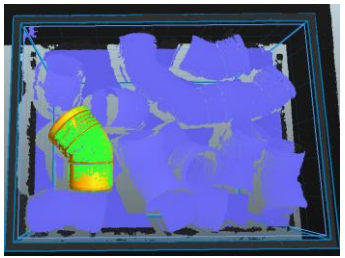
Conteggio accessi



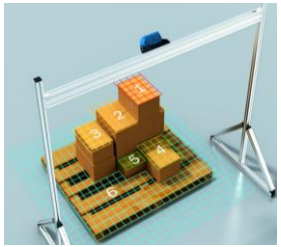
Applicazioni tipiche
Stereoscopia

Buona risoluzione

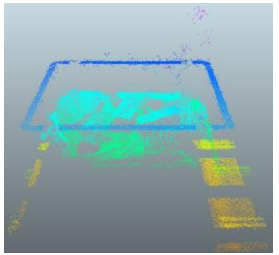
Presa da cassetta



Depallettizzazione



Verifica contenuto



Applicazioni in movimento a media velocità

Anticollisione

Classificazione oggetti

Conclusioni

Ciascuna tecnologia 3D ha punti di forza e limitazioni diverse

La scelta della tecnologia più adatta dipende dalle caratteristiche dell'applicazione:

- Risoluzione necessaria
- Acquisizione da fermo o in movimento
- Velocità
- Dimensione del campo inquadrato
- Caratteristiche fisiche degli oggetti da vedere (colore, lucentezza, trasparenza, ecc)
- Costo del sistema

SMART VISION FORUM

messe frankfurt

Grazie per l’attenzione.

SICK
Sensor Intelligence.

Riferimenti relatore

Serena Monti

National Product Manager Vision
SICK S.p.A. | Via Cadorna, 66 | 20090 Vimodrone (Milano) | Italy
Phone +39 02 27434-223 | Mobile +39 335 5452571 | Fax +39 02 -27409087 |
Serena.Monti@sick.it

Sensor Intelligence.

SMART VISION FORUM

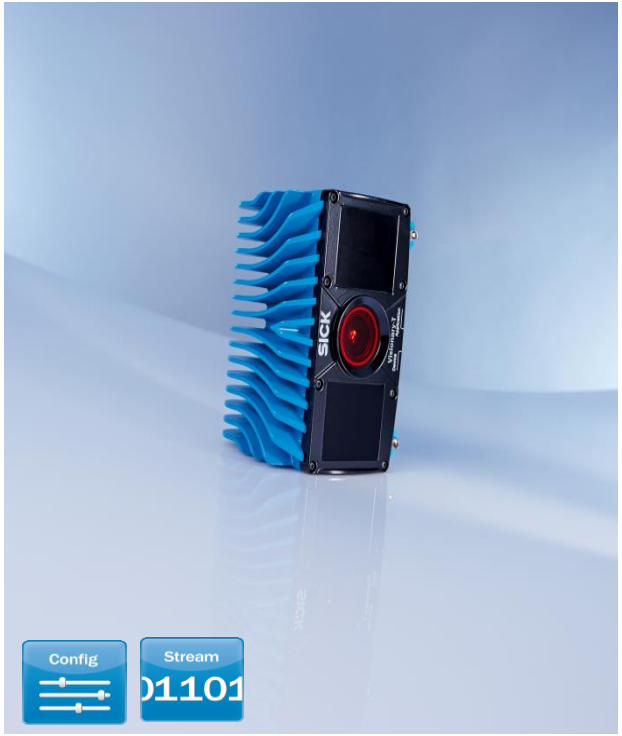
SICK Sensor Intelligence.

Prodotti per la visione 3D

messe frankfurt

TRIANGOLAZIONE LASER

TEMPO DI VOLO



STEREO: SIM4000 + PICOCAM

Riferimenti

Puoi trovare maggiori dettagli sui prodotti SICK per la visione 3D sul nostro sito:

https://www.sick.com/it/it

In particolare ti segnaliamo le seguenti pagine di prodotto:

- TriSpectorP1000 (triangolazione laser, programmabile):
  https://www.sick.com/it/it/visione/visione-3d/trispectorp1000/c/g453252

- Ranger3 (triangolazione laser, streaming):
  https://www.sick.com/it/it/visione/visione-3d/ranger3/c/g448354

- Visionary-T (tempo di volo)
  https://www.sick.com/it/it/visione/visione-3d/visionary-t/c/g358152

- SIM4000 (controller per sistemi stereo-camera)
  https://www.sick.com/it/it/applicazioni/collegamento-e-integrazione/collegamento-e-integrazione/sensor-integration-machine/sim4x00/c/g386452