



# Tecnologia ottica 3D in contesti Safety

Ing. Marco Sordelli



Prima  
metà  
del 900

Protezioni fisiche  
(coperture, cancelli,  
ecc)



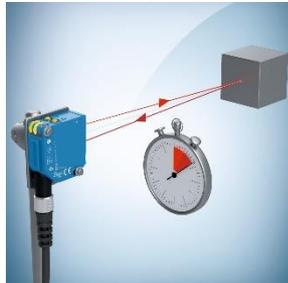
1952

Prima barriera ottica  
per la prevenzione  
degli incidenti



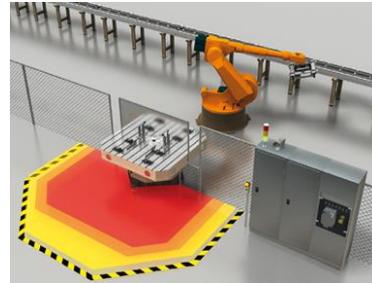
1989

Prima misura della  
distanza basata su  
tempo di volo di luce  
laser



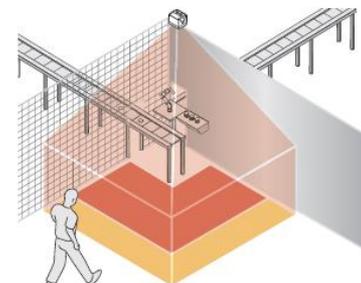
1993

Primo laser scanner di  
sicurezza basato su misura  
tempo di volo



2023

Prima camera 3D di sicurezza  
stand-alone, con risoluzione  
impostabile



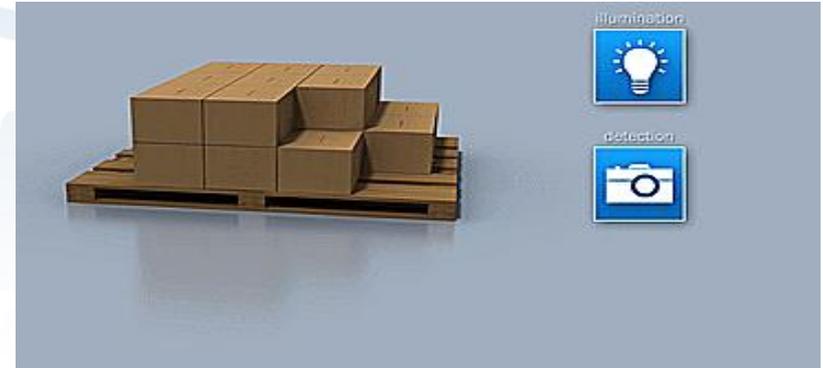
## TECNOLOGIA A TEMPO DI VOLO

### Misura della distanza

Il sensore 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.

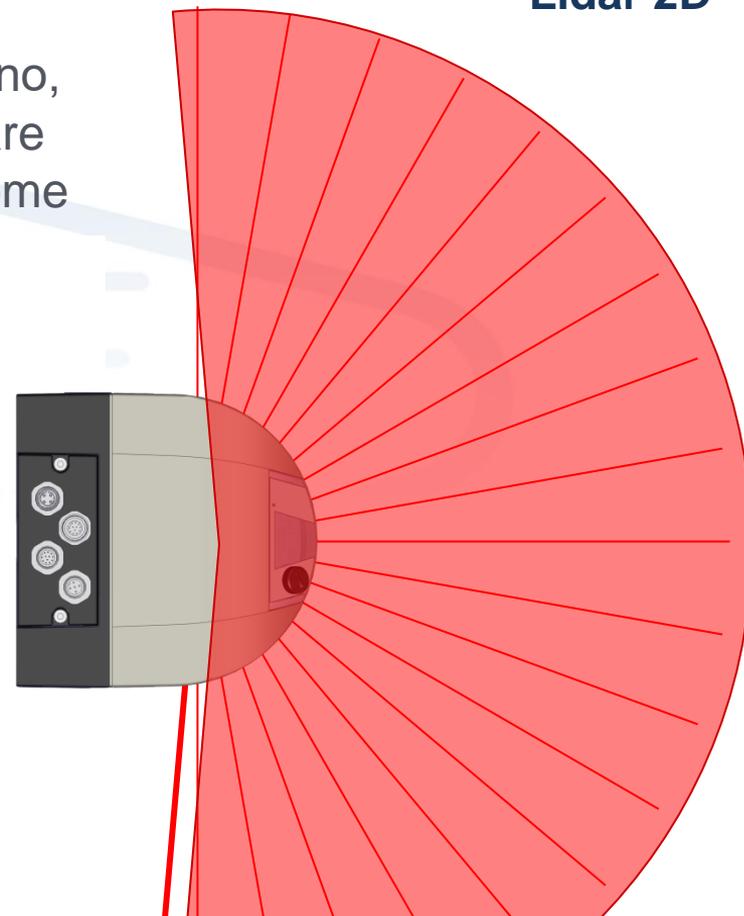
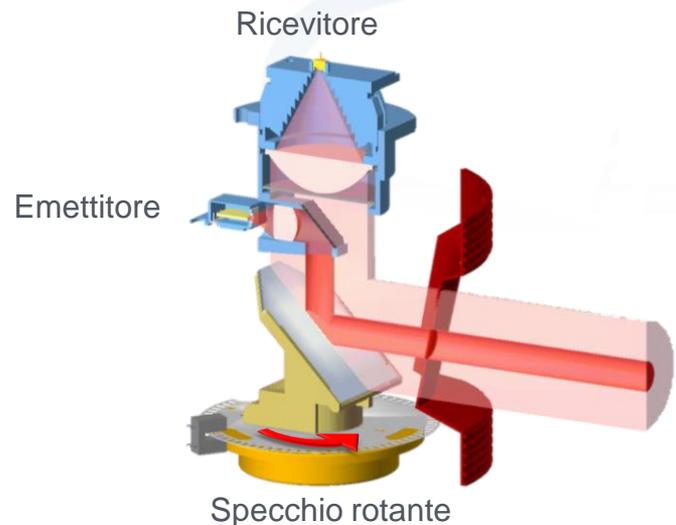
$$d = c \frac{\varphi - \varphi_0}{4\pi f}$$



La tecnologia a tempo di volo è stata dapprima sfruttata nei misuratori di distanza puntiformi (1D)

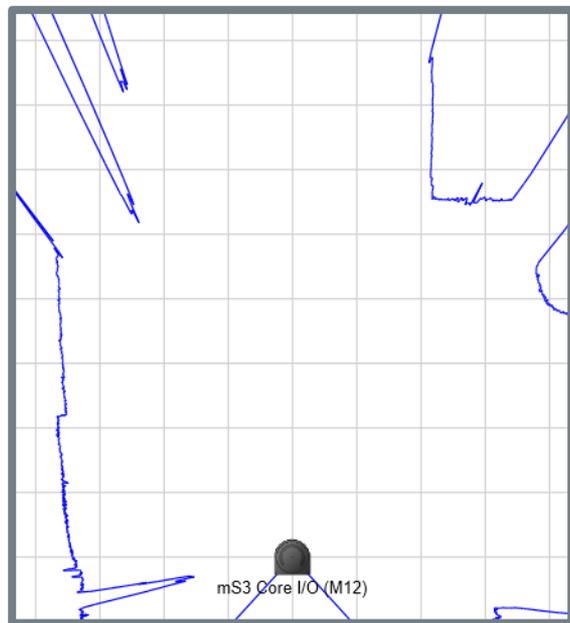


Deviando la direzione dell'impulso laser in un piano, grazie ad uno specchio rotante con passo angolare noto, è possibile effettuare misure in un piano, come avviene nei Lidar (o laser scanner) 2D



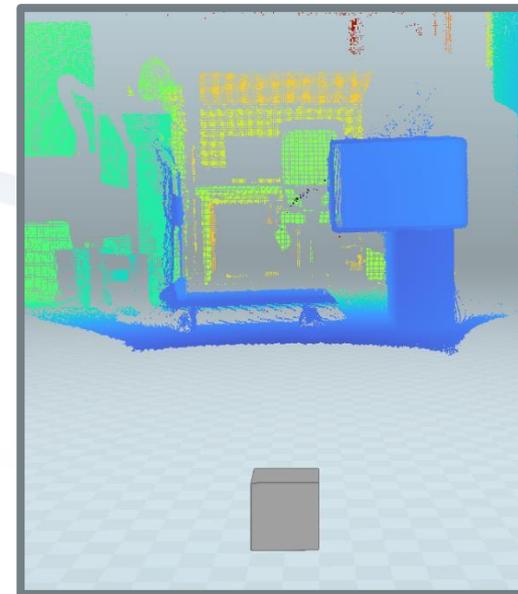
Utilizzando sensori matriciali per emettere  $N$  impulsi di luce è possibile ottenere una immagine tridimensionale della scena inquadrata, come avviene per le camere 3D a tempo di volo

Le camere 3D non hanno parti interne in movimento



**2D** Information

Stesso ambiente  
visto da  
scanner e camera



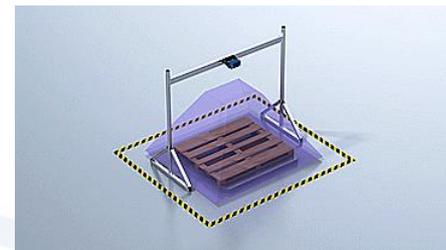
**3D** Information

Le misure 3D possono essere utilizzate per applicazioni di:

- Localizzazione
- Verifica della presenza o misura del volume di oggetti
- Anticollisione (per navigazione)

I dati possono essere elaborati su PC esterno o direttamente a bordo del sensore.

Le camere stand-alone possono avere software configurabili oppure programmabili a piacimento



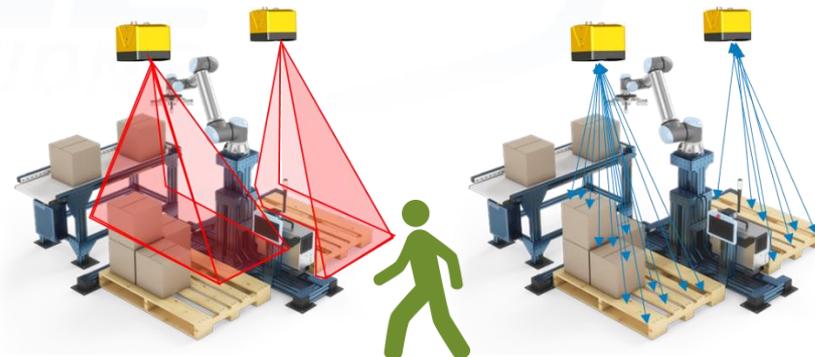
## Applicazioni tipiche di sicurezza

Tipicamente è necessario garantire la sicurezza degli operatori in presenza di:

- Veicoli mobili
- Robot tradizionali (per es. aree di depallettizzazione)
- Robot collaborativi

In questi casi è utile coniugare in un unico dispositivo le funzionalità di:

- sicurezza
- acquisizione dei dati di misura 3D



## Differenza fra camere di sicurezza e di misura

### Nelle camere di sicurezza:

Le funzioni di sicurezza sono svolte da un software dedicato che si esegue a bordo della camera e ha tempi di risposta deterministici.

La risoluzione degli oggetti viene descritta in termini di «protezione di parti del corpo»

Si possono definire campi sicuri e campi di preallarme

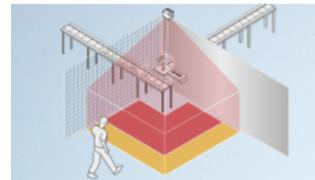
Si utilizzano 2 uscite digitali OSSD (output signal switching device) ridondanti

#### Monitoring settings

*Monitoring settings for the device*

Application type ?

Stationary  Mobile



Resulting response time

OSSD 1 259 ms  
OSSD 2 259 ms

Resulting scanning range

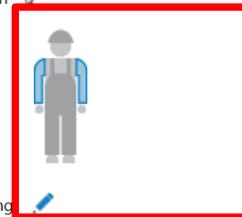
Protective field 1,6 m  
Warning field 7,37 m  
Contour detection field 1,6 m  
Region of interest 4 m

Reference for increased scanning range ?

Increased scanning range

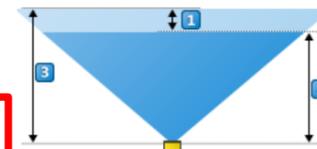
Object resolution ?

Hand  
 Arm  
 Leg  
 Body



Multiple sampling

7 x ?



Calculation of the available sensing range

- 1 Reduction via object resolution
- 2 Protective field range
- 3 Maximum protective field range

## Differenza fra camere di sicurezza e di misura

Il campo di vista utile per funzione di sicurezza è più piccolo rispetto al campo di misura

### Field of View (FoV)

horizontal x vertical

Campo protetto: 68°x42°

Campo preallarme: 68°x58°

Misure: 68°x58°

### Portata

Campo protetto: 2 m, 4 m\*

Campo preallarme: 7,3 m

Misure: 16 m

\*increased scanning range, body detection

### Performance Level c

ISO 13849-1 | Type 2 IEC 61496 | SIL 1 IEC 62061

Object resolutions	Range - Stationary	Range - Mobile
Hand	1 m	-
Arm	1.6 m	1.6 m
Leg	2 m	2 m
Body	2 m	2 m
Body, with increased scanning range*	4 m	4 m**
Non-safe (174 mm min object size)	7.3 m	7.3 m

\* 4m: can be used if the detection zone is limited by a visible background object, e.g., a wall or the floor

\*\* In mobile applications can affect the availability of the device, is not recommended

**Grazie per l'attenzione**

Tecnologia ottica 3D in contesti Safety  
Ing. Marco Sordelli