



# Intelligent Poka Yoke per il montaggio di paraoli e cuscinetti: il caso ##### Motion System

Matteo Martinelli



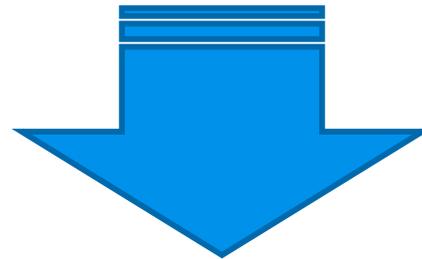
# Kaizen: per non smettere di migliorare

## Progetto SMED

- Per minimizzare il tempo di setup della linea

## Progetto FTQ

- Sistemi intelligenti di assistenza all'operatore
- Sistemi Poka Yoke per prevenire l'errato montaggio dei paraoli



***Intelligent Poka Yoke***

# Intelligent Poka Yoke: il problema e la sfida

- La sede paraolio (A) e la sede cuscinetto



# Intelligent Poka Yoke: il problema e la sfida

- Fase di piantaggio del paraolio

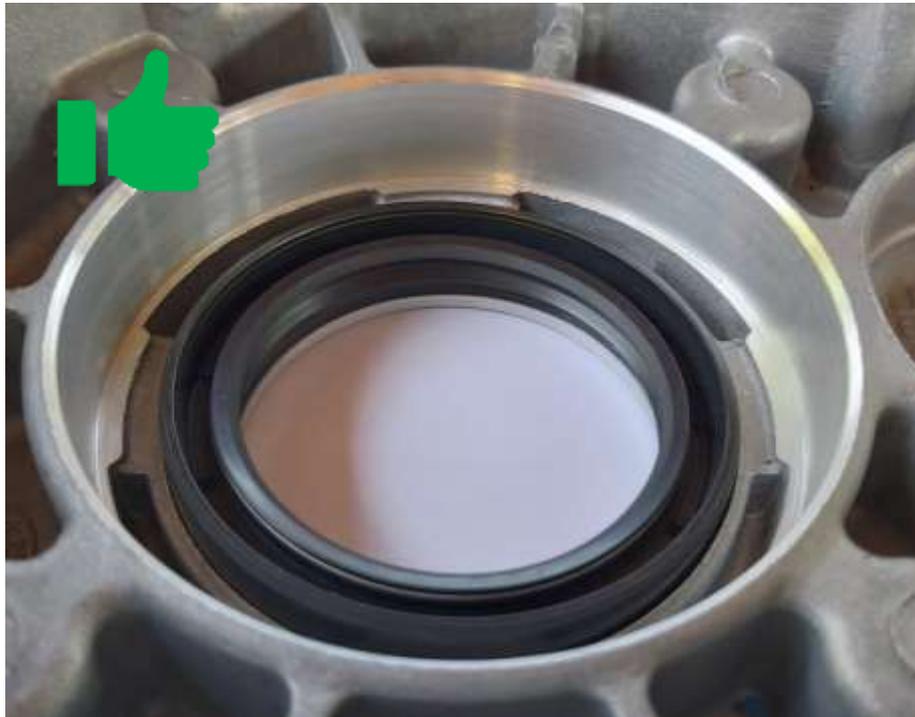


# Intelligent Poka Yoke: il problema e la sfida

- Fase di piantaggio del cuscinetto



# Intelligent Poka Yoke: il problema e la sfida



Difetti dovuti a montaggio errato del paraolio a causa di:

- Difficoltà nel riconoscere il lato del paraolio;
- Fatica dell'operatore a fine turno;
- Difficoltà nell'ispezione visiva del paraolio dopo il suo montaggio;
- Intercettazione del paraolio montato a rovescio non garantita dal test pneumatico.

# La soluzione



## Requisiti del sistema:

- Scalabile;
- Di facile manutenzione;
- Riconoscere il posizionamento del paraolio *al volo*;
- Validazione da eseguire *prima* del posizionamento del cuscinetto;
- Proattivo.

# La soluzione

Il sistema deve riconoscere il paraolio anche in posizione *disassata*.



# La soluzione

Il sistema deve riconoscere il paraolio anche in posizione *disassata*.



 Computer Vision & Convolutional Neural Network -  
CNN

# Perché una CNN?

- Negli ultimi tempi le reti neurali si sono diffuse su larga scala, anche grazie alle moderne GPU;
- Vantaggio *black box*: non è necessario formalizzare cosa sia un paraolio o cosa sia un carter; si lascia alla rete il compito di «comprendere» ciò che gli viene mostrato;
- Le CNN sono in grado di *astrarre* efficacemente ciò che viene mostrato sotto forma di immagini.

# La raccolta dati

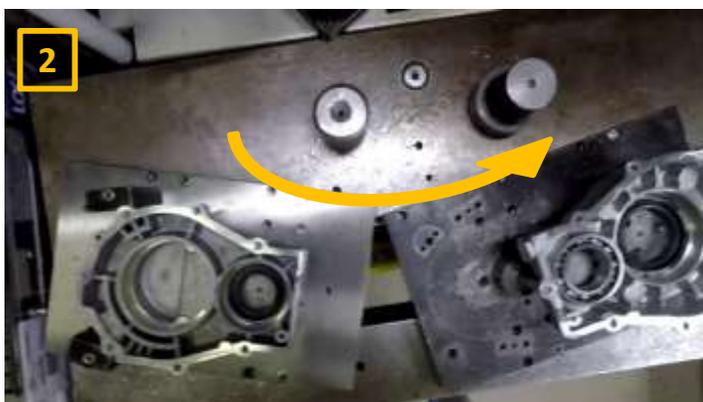
Un video è un flusso di  
*fotogrammi*



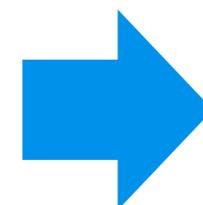
Le *immagini* sono il mattoncino  
fondamentale dei video

# La raccolta dati

## Punto di vista della telecamera

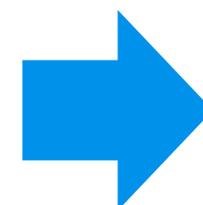


## Raccolta dati

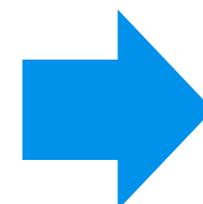


500 immagini, 3 classi:

**1. Carter con paraolio dritto;**

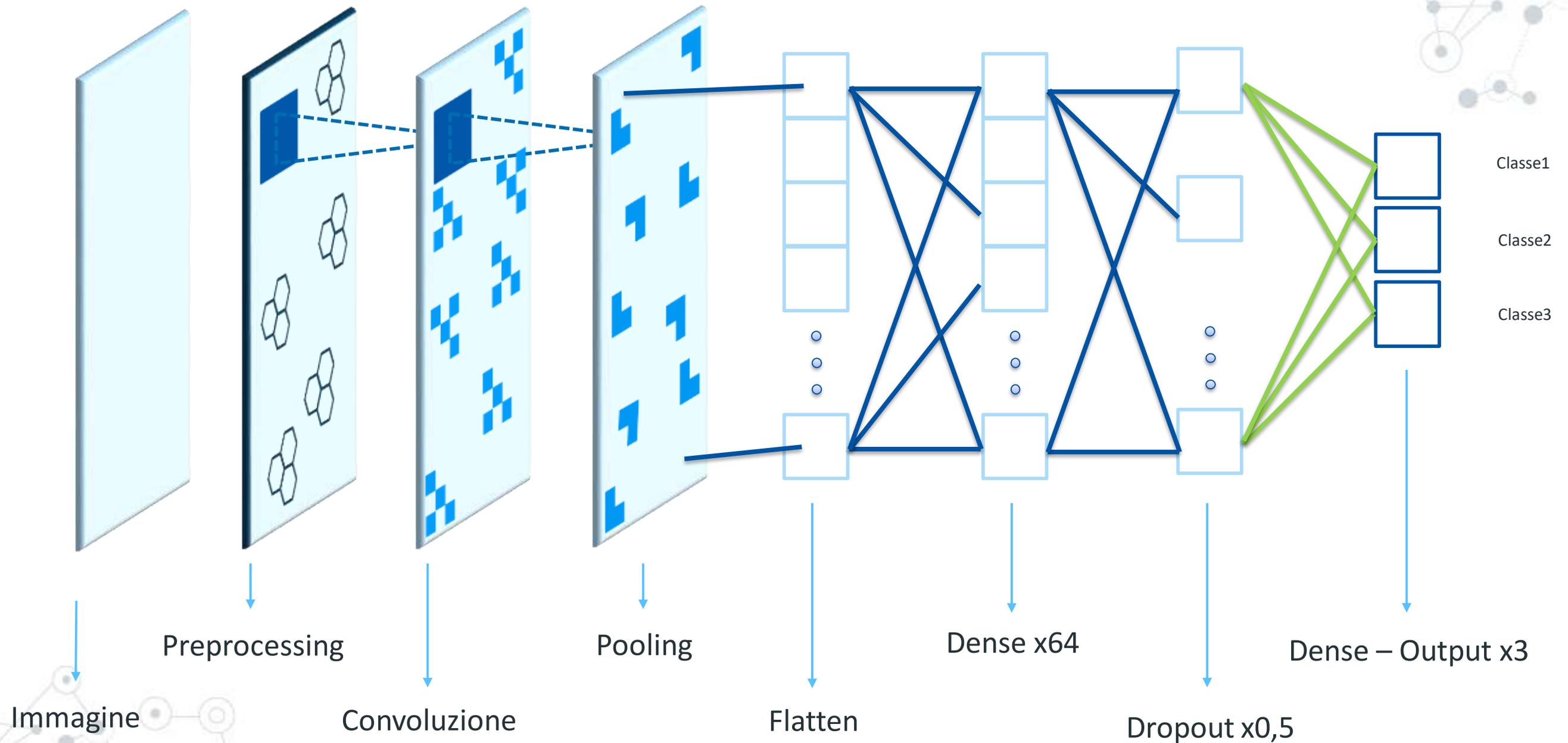


**2. Carter con paraolio a rovescio;**



**3. Carter senza paraolio.**

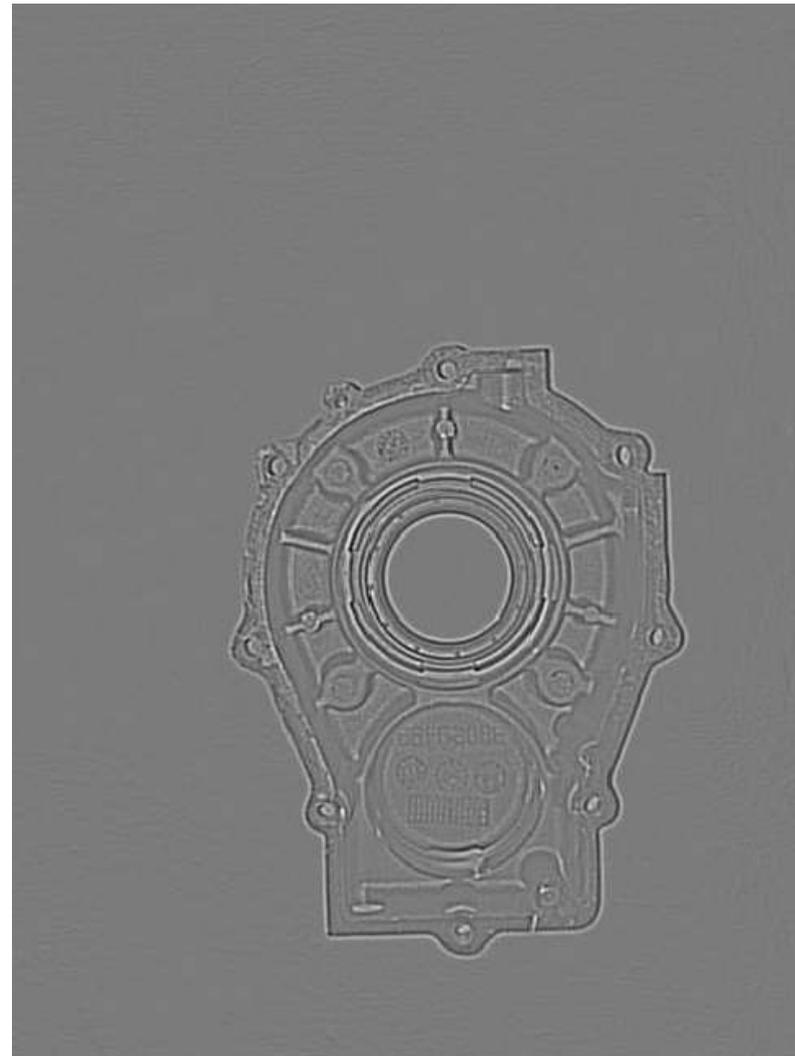
# Preprocessing e rete



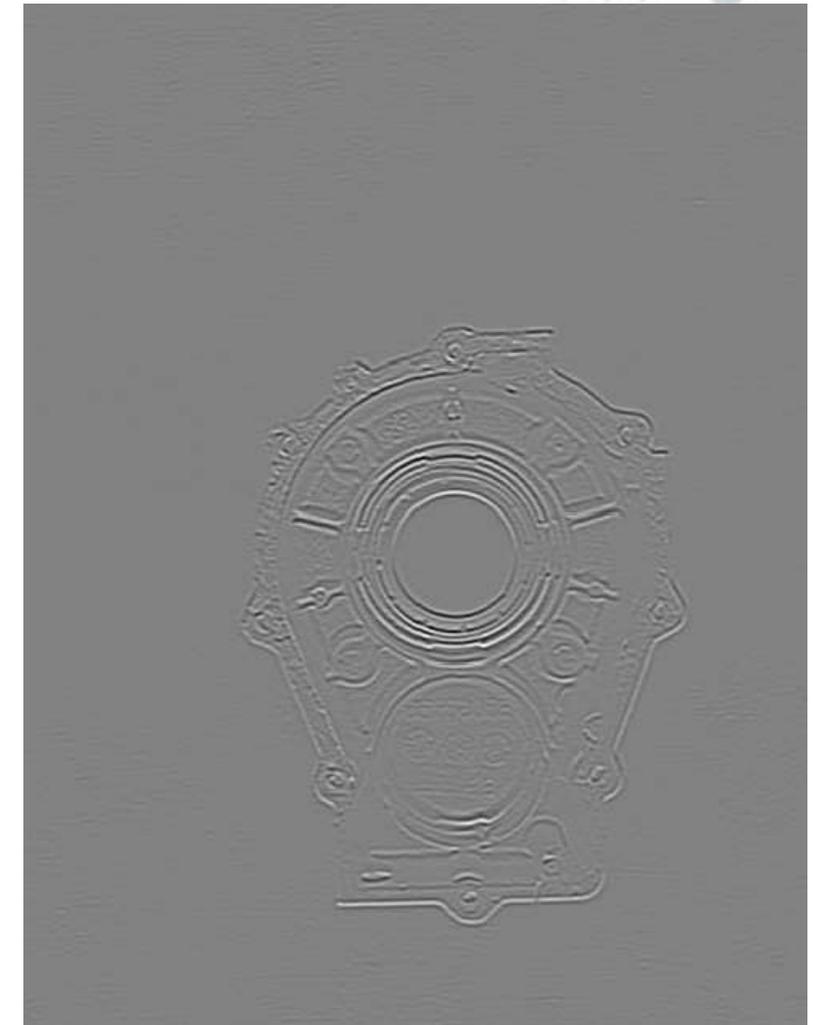
# Preprocessing e rete



**Immagine di input**



**Dopo preprocessing e  
filtro passa alto**



**Dopo filtro convoluzionale  
orizzontale**

# Risultati

- Validazione del modello eseguita con 5-Fold Validation;
- Validazione iterata 10 volte;
- Metrica di riferimento: Accuratezza.



**Prestazioni medie: 90% delle immagini riconosciute con successo**

## Matrice di Confusione

		Classe Effettiva		
		A	B	C
Classe Predetta	A	TP A	FP A FN B	FP A FN C
	B	FP B FN A	TP B	FP B FN C
	C	FP C FN A	FP C FN B	TP C

$$Accuracy = \frac{\sum_i TP_i}{\sum_i TP_i + FN_i} = \frac{\sum_i TP_i}{\sum_i TP_i + FP_i}$$

# Roadmap

Definita la fattibilità tecnica del progetto, gli step di implementazione sono i seguenti:



# Conclusioni

---



**Prova di fattibilità tecnologica per l'Intelligent  
Poka Yoke superata con successo**

# Conclusioni



***Grazie per l'attenzione!***