



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

Matteo Martinelli



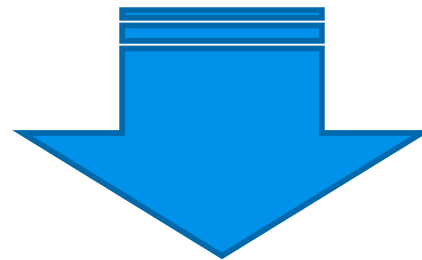
Kaizen: per non smettere di migliorare

Progetto SMED

- Per minimizzare il tempo di setup della linea

Progetto FTQ

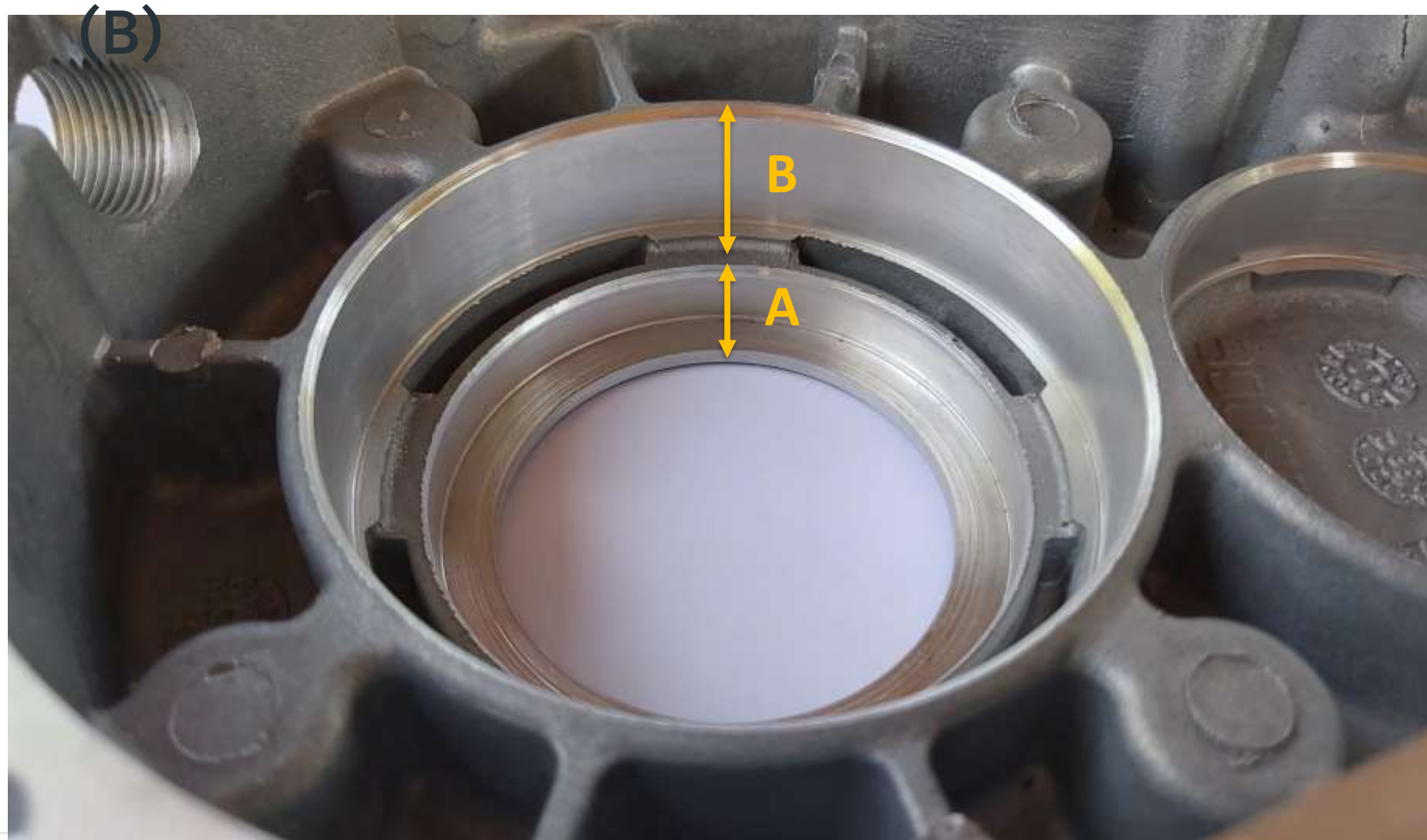
- Sistemi intelligenti di assistenza all'operatore
- Sistemi Poka Yoke per prevenire l'errato montaggio dei paraoli



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

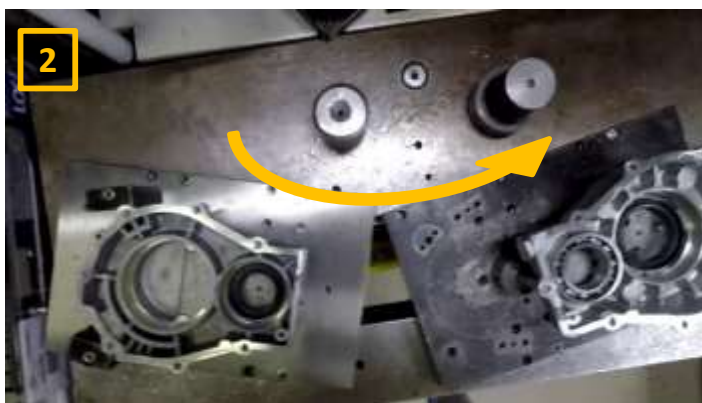
Un video è un flusso di
fotogrammi



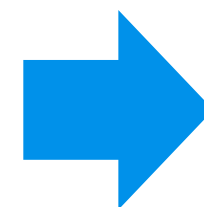
Le *immagini* sono il mattoncino
fondamentale dei video

La raccolta dati

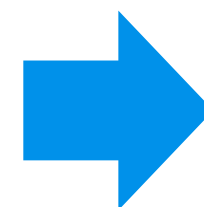
Punto di vista della telecamera



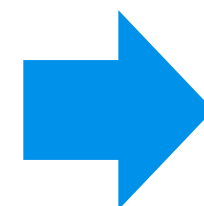
Raccolta dati



500 immagini, 3 classi:
1. Carter con paraolio dritto;

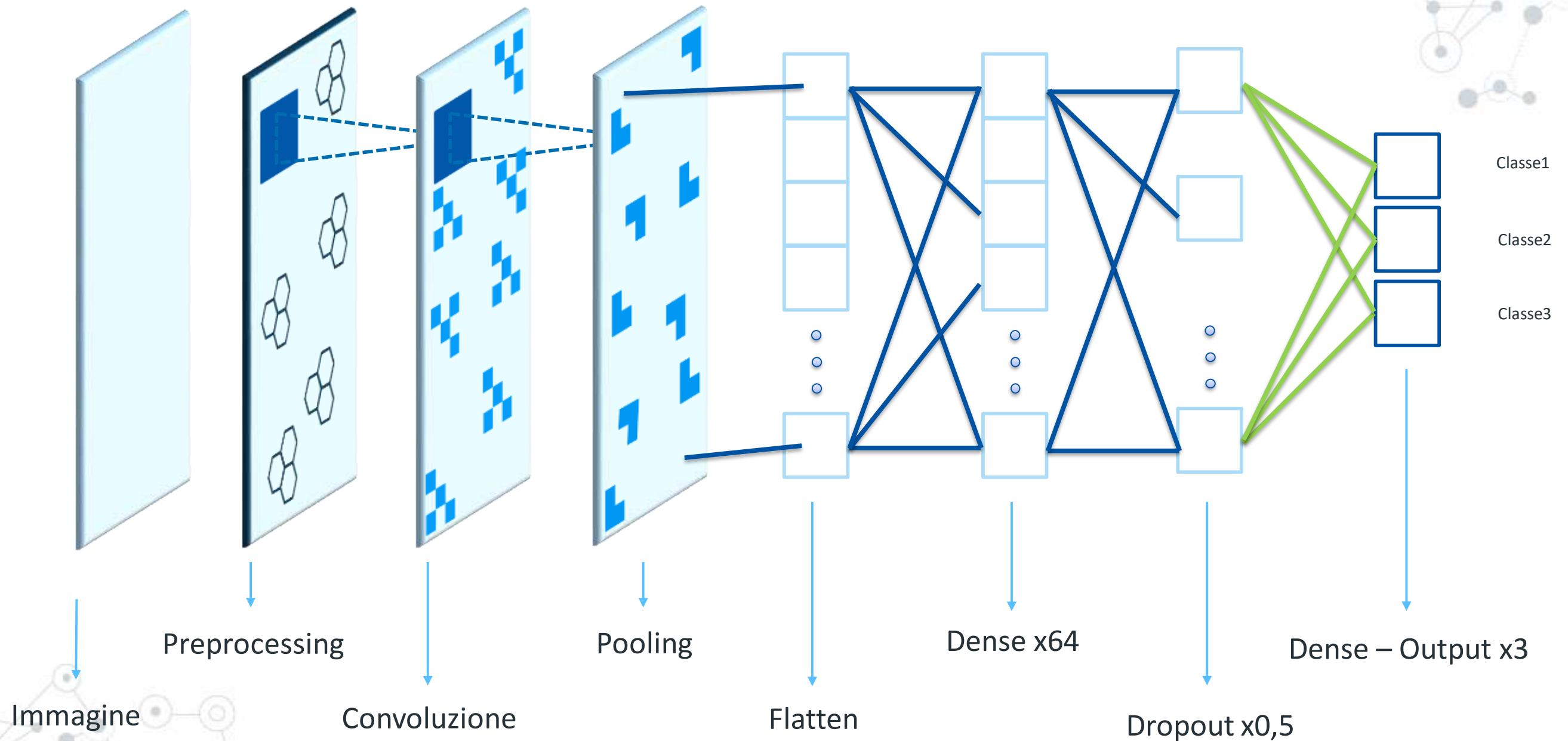


2. Carter con paraolio a rovescio;



3. Carter senza paraolio.

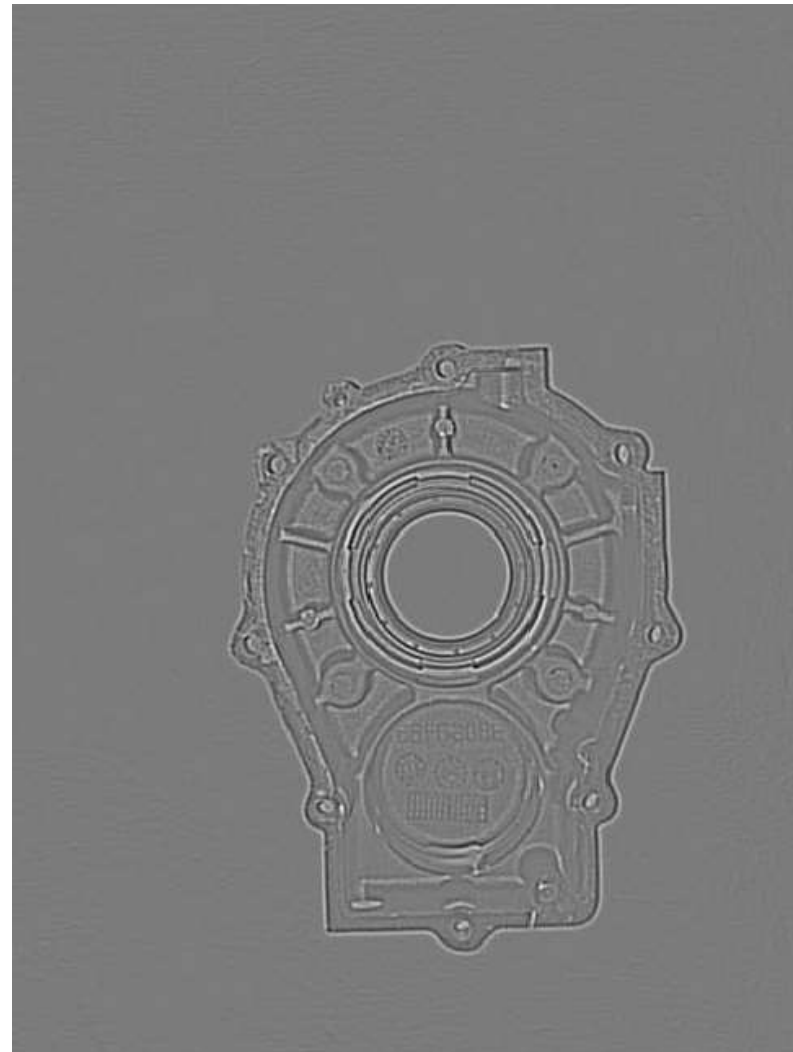
Preprocessing e rete



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!