



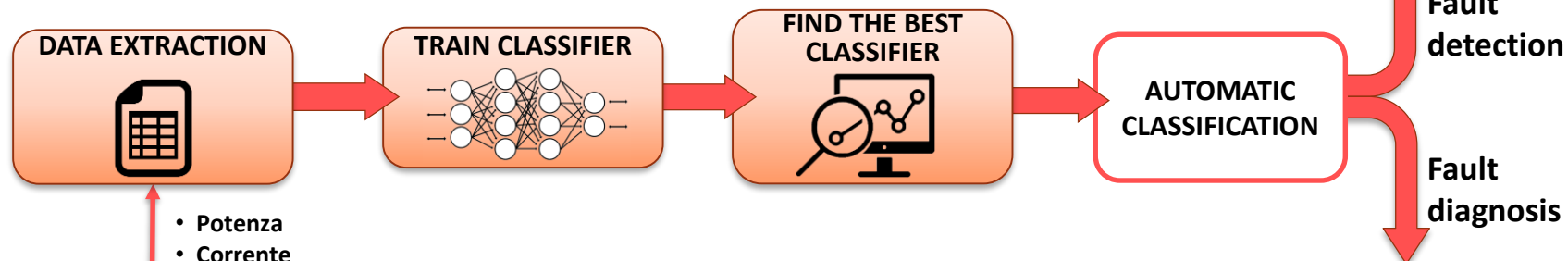
# Machine Learning per la Manutenzione Predittiva

**Francesco Cordoni, Luca Di Persio, Riccardo Muradore**

Department of Computer Science  
University of Verona - Italy

# Machine Learning per la Manutenzione Predittiva

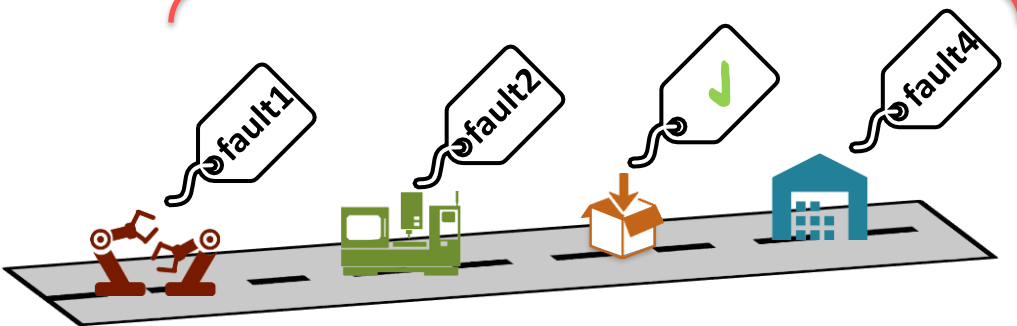
- Macchinario difettoso o funziona correttamente



- Potenza
- Corrente
- Temperatura
- ...

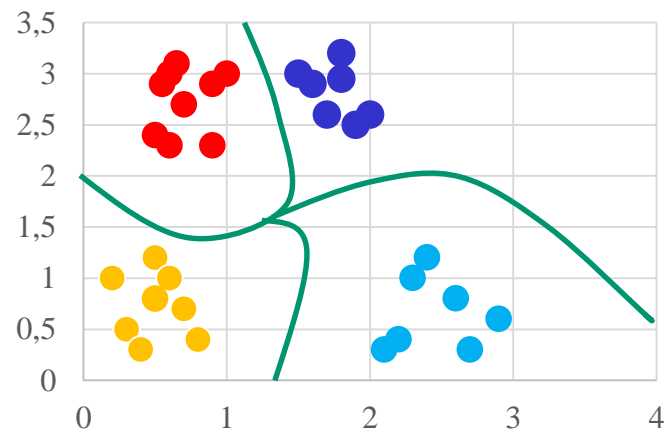
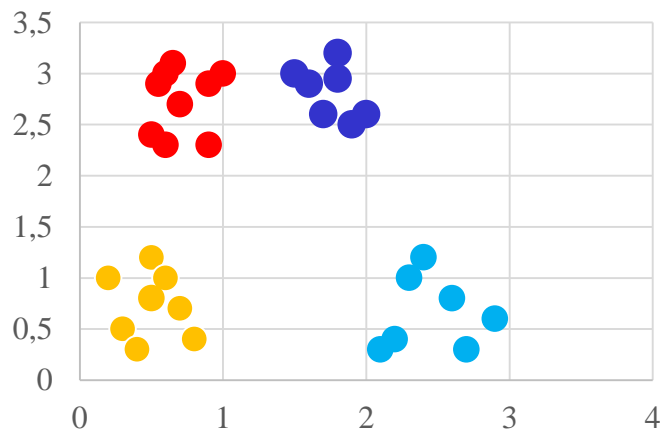
• Valore predetto  $\rightarrow \begin{cases} \{1 \text{ o } 0\} & \text{fault detection} \\ \text{Tipo di fault} & \text{fault diagnosis} \end{cases}$

- Macchinario difettoso o funziona correttamente
- Tipo di errore riscontrato



# Classificazione

Date  $m$  classi  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$  si trovi la funzione  $f: \mathbb{R}^d \rightarrow C$  che massimizza la separazione tra le classi nello spazio delle features.



# Classificazione: PROs & CONs

## 1 **Modelli Supervised:** ← *training set labellato*

**PRO:** *Robusti con risultati (in genere) più accurati rispetto ai metodi Unsupervised;*

**CONTRO:** Necessitano di informazioni non sempre facili da ottenere, e.g. lo stato reale del sistema e dataset potenzialmente numerosi;

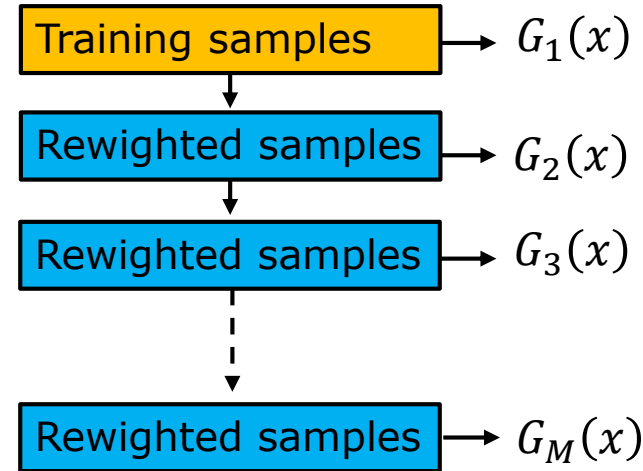
## 2 **Modelli Unsupervised:** ← *training set non labellato*

**PRO:** *Difficili da trattare con risultati (in genere) meno accurati rispetto ai metodi Unsupervised;*

**CONTRO:** Non necessitano di molte informazioni per ottenere buoni risultati;

# Metodi Supervised Gradient Boosting

- ❖ Combina classificatori (e.g. decision trees) per produrre un classificatore finale in maniera sequenziale, ogni classificatore nuovo corregge gli errori fatti ai passi precedenti.
- ❖ Permettono di pesare le classi per trattare dataset fortemente sbilanciati, e.g. molti esempi di campioni funzionanti e pochi (<1%) esempi di campioni difettosi.

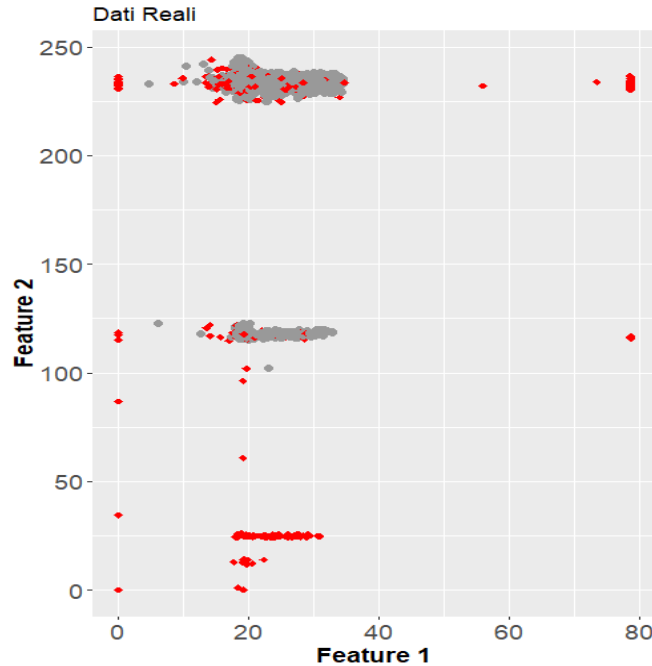


$$G(x) = \left[ \sum_{m=1}^M a_m G_m(x) \right]$$

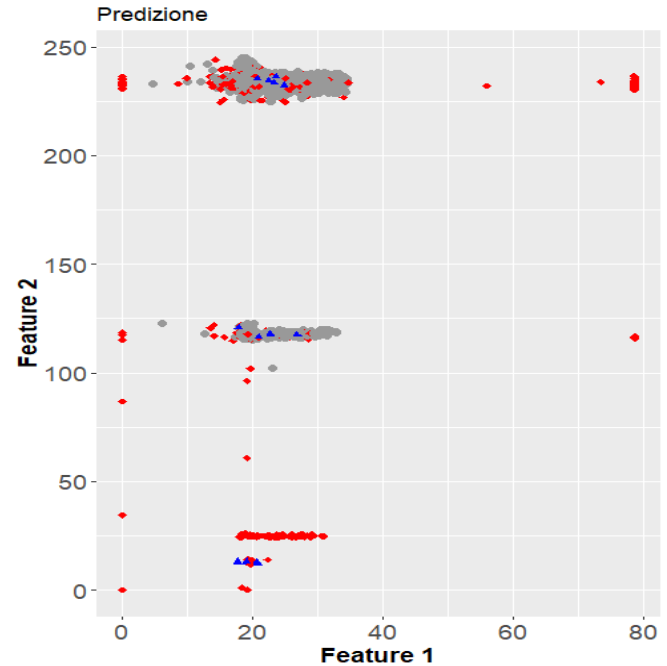
# Metodi Supervised

## Un caso reale

Dati di temperatura, potenza e corrente provenienti da una testing line per apparecchiature per uso domestico.



ClasseReale ◆ Fault ● No Fault

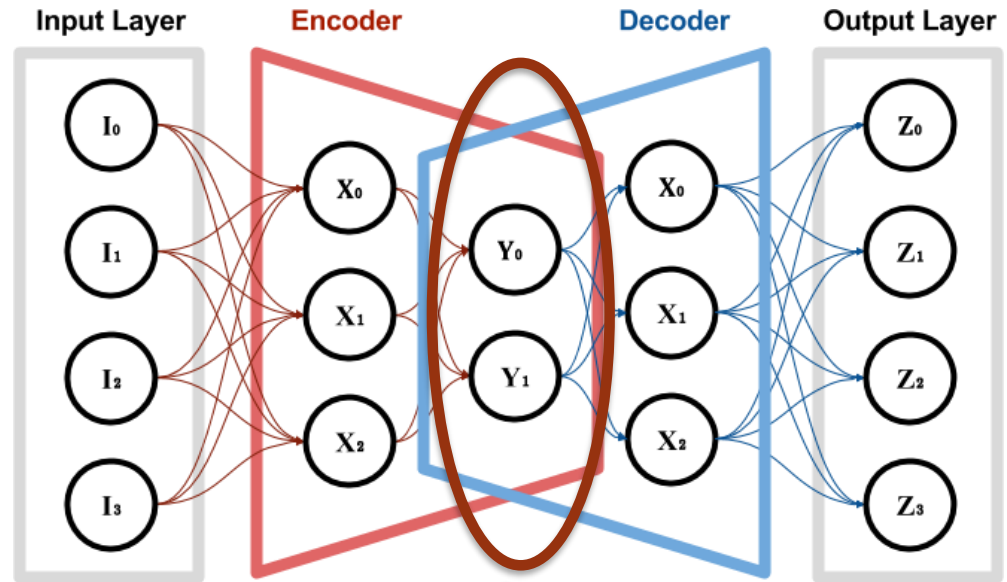


ClassePredetta ◆ Fault ● No Fault ▲ PredizioneSbagliata

# Metodi Unsupervised

## Autoencoder Neural Network

- Rimuove il rumore dai dati
- Impara una nuova rappresentazione dei dati, solitamente per ridurre la dimensionalità:  
→ versione nonlineare della PCA



nuova rappresentazione dei dati ←

# Metodi Unsupervised

## Un caso reale

Dati di temperatura, potenza e corrente provenienti da una testing line per apparecchiature per uso domestico.

Rappresentazione Autoencoder

