

- **Descrivere brevemente come viene utilizzato il principio della *ridondanza analitica* per la diagnosi dei guasti di sistemi dinamici**
 - Utilizzando ingressi e uscite del processo sotto diagnosi, viene generata una grandezza che confrontata con una misura consistente dal processo stesso mi consente di rilevare un guasto
 - Tale grandezza viene creata in maniera opportuna processando ingressi ed uscite dall'impianto mediante un programma software
 - Tale grandezza simulata viene confrontata con la stessa grandezza misurata dal processo, che risulti consistente quindi con la misura selezionata
 - Come viene generata: simulatore di processo, osservatore d'uscita e rete neurali sono utilizzati per la generazione analitica di grandezze ridondanti, che vengono confrontate con le misure fisiche del processo dinamico sotto diagnosi
 - Soluzione più "economica" rispetto alla ridondanza fisica; attenzione però che dipende dal contesto dell'applicazione!
 - Equivalente a realizzare un sensore "virtuale"

- **Il principio della *ridondanza fisica* nella diagnosi dei guasti si basa sostanzialmente su:**

- Sensori/attuatori duplicati o triplicati**
- Osservatori dello stato
- Simulatore del processo
- Rete neurale

- **Descrivere brevemente il principio di funzionamento dell'algoritmo dei minimi quadrati ricorsivi (RLS) con fattore d'oblio**

- Estensione dei minimi quadrati classici (offline o batch)
- La soluzione dei minimi quadrati classici viene modificata in maniera da stimare i parametri di un modello dinamico in maniera online o ricorsiva
- Implementazione efficiente dell'algoritmo dei minimi quadrati classici (evito l'inversione di una matrice che può avere dimensioni importanti)
- Impiegando una soluzione ricorsiva, il parametro stimato viene aggiornato rispetto al suo valore precedente mediante una correzione che dipende da due fattori
- Questi fattori sono funzione dell'errore tra realtà e modello (differenza tra uscita misurata e prevista) e un guadagno
- Tale guadagno dipende dall'accuratezza delle misure (rumore), dall'errore della stima stessa, e dall'energia degli ingressi: sostanzialmente dipende dal rapporto segnale/rumore
- Il fattore d'oblio entra come fattore nel guadagno del filtro: valori vicini ad 1 del fattore d'oblio rendono la stima più accurata (stabile) ma più "lenta"; valori più vicini allo 0 forniscono stime più veloci (velocità di inseguimento più elevata) ma anche più sensibili al rumore e ai disturbi;
- Il fattore d'oblio può essere scelto (nel range 0.95 – 0.99) in maniera da non esaltare il rumore (accuratezza della stima) e da ottenere una stima sufficientemente veloce
- Il fattore d'oblio permette di "dimenticare" le misure meno recenti e fare in modo che l'algoritmo utilizzi maggiormente le misure più nuove

- **La stima di un parametro tempo variante (ad esempio a seguito di un guasto) può essere fornita da:**

- una rete neurale dinamica
- i minimi quadrati classici offline o batch
- un simulatore del processo
- i minimi quadrati ricorsivi con fattore d'oblio

- **Illustrare brevemente la struttura di un neurone lineare (perceptrone) e la caratteristiche che lo rendono adatto all'utilizzo per l'apprendimento automatico**
 - Unità che elabora ingressi pesati in maniera opportuna secondo parametri (pesi) che vengono sommati e processati da una funzione non lineare (funzione di attivazione)
 - Esistono diversi tipi di funzioni di attivazione (lineare, gradino, sigmoideale binaria o bipolare)
 - Il perceptrone può avere più ingressi che dipendono dal numero delle feature dei pattern
 - L'attivazione della funzione del perceptrone dipende dai pesi
 - Un algoritmo di apprendimento va a modificare in maniera opportuna i pesi del perceptrone affinché questo riesca a distinguere esempi linearmente separabili
 - Se gli esempi forniti al perceptrone sono linearmente separabili, l'apprendimento termina
 - Il perceptrone può funzionare ed è efficace solo con esempi linearmente separabili
 - Il perceptrone rappresenta l'unità di base per la creazione delle reti neurali artificiali

- **Un perceptrone lineare mediante l'apprendimento è in grado di distinguere correttamente:**
 - pattern non linearmente separabili
 - pattern linearmente separabili
 - qualsiasi tipo di pattern
 - nessun tipo di pattern

- **Spiegare brevemente le principali differenze tra rete neurale multistrato ad alimentazione in avanti con propagazione all'indietro, e rete neurale a base radiale**

- **MLP**

- Più strati (almeno due)
- Struttura feedforward
- Numero diverso di neuroni per strato
- Numero di neuroni nello strato di uscita coincide col numero di uscite
- I neuroni sono collegati solo tra strati adiacenti
- Il numero di neuroni è decisamente inferiore rispetto ai dati da elaborare
- Sono strutture statiche
- Le funzioni di attivazione dei neuroni dipendono dalla somma delle uscite pesate dei neuroni precedenti (“credit or blame assignment problem”)
- Le superfici decisionali sono iperpiani in un iperspazio, in generale
- I pesi vengono determinati attraverso un algoritmo di back-propagation
- L'apprendimento è ricondotto alla minimizzazione di una funzione costo che rappresenta l'errore quadratico medio tra target (uscita desiderata) e uscita fornita dalla rete (nello strato di uscita)
- Un algoritmo di ottimizzazione numerico determina i valori “ottimali” dei pesi
- Sono in grado di approssimare una qualsiasi funzione non lineare con grado di accuratezza arbitrario: *approssimatori universali*
-

- **RBF**

- Un solo strato
- Le funzioni di attivazione dipendono dalla distanza da un centro o prototipo
- Il numero di neuroni può essere uguale al numero degli esempi da elaborare
- Hanno più ingressi
- L'uscita dipende dalle funzioni di attivazione pesate da opportuni parametri (pesi)
- Le superfici decisionali dipendono dalle funzioni di attivazione (cluster)
- I parametri ottimali della rete vengono determinati in maniera chiusa mediante la risoluzione di un sistema di equazioni lineari
- Sono le uniche strutture in grado di fornire una interpolazione esatta

- **Il processo di apprendimento di una rete neurale è favorito da:**

più insiemi di dati

- dati costanti o stazionari
- un solo insieme di dati
- un numero ridotto di dati