



Creazione di un Ambiente Domestico Sicuro

www.progetto-cads.it

Vincenzo Conti

Facoltà di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Enna KORE

Sviluppo di architetture di analisi innovative basate su tecniche di soft-computing e di intelligenza artificiale per la creazione e gestione di un ambiente domestico sicuro



Introduzione all'Intelligenza Artificiale

Ci si riferisce alle intelligenze artificiali come costrutti informatici composti da algoritmi e funzioni matematiche che ricreano in parte o interamente il funzionamento della mente umana e le cui caratteristiche fondamentali sono:

1. **Generalized learning:** Capacità di ottenere informazioni dall'ambiente esterno modificando il proprio comportamento in base a queste
2. **Reasoning:** Capacità di scelta quando ci si trova davanti una o più strade percorribili per giungere ad un dato output
3. **Problem solving:** Capacità di utilizzare i dati in input per generare la soluzione del problema che sta affrontando

Tipologie di Intelligenza Artificiale

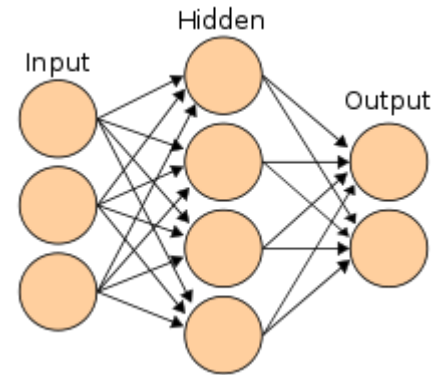
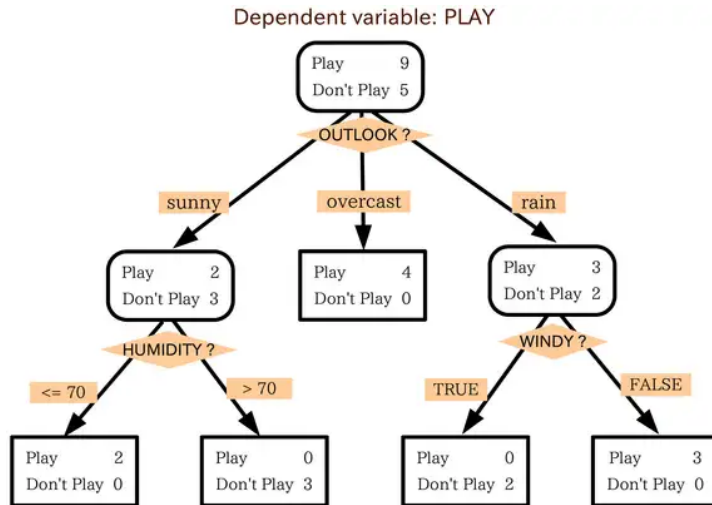
Weak AI: Addestrate ad un solo scopo e che quindi possono svolgere un singolo compito (Riconoscere immagini, elaborare dati di uno specifico tipo)

Strong AI: Hanno la capacità di adattarsi a qualsiasi problema proposto (al momento esistono solo in linea teorica poiché le attuali macchine capaci di risolvere problemi diversi sono solamente cluster di più weak AI ognuna con il proprio compito)

Weak AI: Albero decisionale e modello statistico

Per quanto riguarda le tipologie di weak AI distinguiamo:

- 1) AI basate su un albero delle attività che associano ad un input un solo output (es., Assistente vocale che riconosce il comando specifico dell'utente ed esegue l'azione corrispondente)
- 2) AI basate su machine learning che partendo da un modello predittivo riescono a tracciare l'output di un dato input



Modelli Realizzati/Proposti

Si propongono due sistemi di elaborazione delle informazioni:

non-supervisionato, ovvero un classificatore che utilizza come modello una lettura in regime di funzionamento normale

supervisionato ottenuto mediante l'implementazione di una rete neurale e che utilizza un dataset ad-hoc per distinguere il funzionamento normale dei sensori da una possibile avaria.

Sistema non-supervisionato

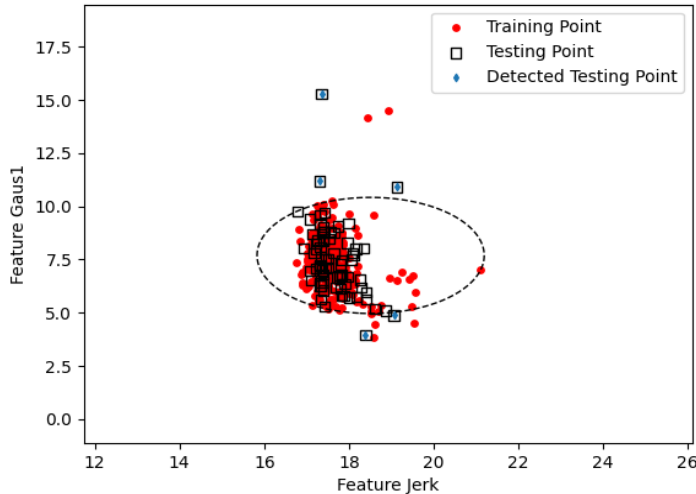
Il classificatore utilizzato per l'analisi è un *One-Class Support Vector Machine* (OC-SVM) che permette di generare un modello basato su due feature estratte. Il sistema genera un cluster a partire da “training point” ovvero punti appartenenti al modello. I “testing point”, ovvero punti che appartengono al dataset che vogliamo testare, vengono quindi confrontati con il modello calcolando la percentuale di punti che appartengono al cluster. Per ovviare alle differenze che possono sorgere durante l'analisi di campioni prelevati in condizioni differenti viene eseguita una normalizzazione (vedi formula)

$$s(t) = \frac{\bar{s}(t) - m}{d}$$

$\bar{s}(t)$ segnale grezzo

m la media

d lo scarto quadratico medio del segnale $\bar{s}(t)$.



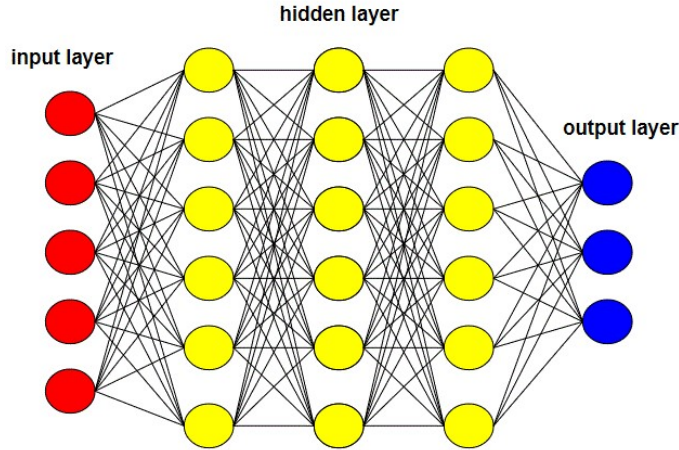
Sistema supervisionato

La rete proposta è costituita da tre layer nascosti:

- due operanti da funzione di attivazione lineare ReLU (che restituisce zero se l'input è negativo e l'input stesso quando è positivo). La funzione Reluactivation aiuta le reti neurali a formare modelli di apprendimento profondo
- uno da funzione sigmoidea.

Il funzionamento della rete è dettato dall'accuratezza del dataset.

Nel caso specifico il dataset utilizzato non deriva dal segnale grezzo ma dalle stesse feature estratte per l'implementazione non-supervisionata.



Primo Test: IASC-ASCE SHM dataset

Il dataset utilizzato comprende solo i dati della parte ottenuta sottoponendo la struttura al solo rumore ambientale. Su tale struttura sono state eseguite 9 letture distinte introducendo un danno differente per ogni lettura.

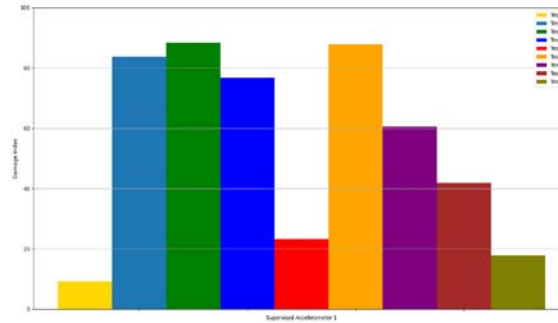


Configuration	Description
1	Fully Braced Configuration
2	Missing all East Side Braces
3	Removed Braces on all floors in one bay on SE corner
4	Removed Braces on 1st and 4th floors in one bay on SE corner
5	Removed Braces on 1st floor in one bay on SE corner
6	Removed Braces on all floors on East face, and 2nd floor braces on North face
7	All braced removed on all faces
8	Configuration 7, plus loosen bolts on all floors - both ends of beams on east face, north side
9	Configuration 7, plus loosed bolts on floors 1 and 2 - both ends of beams on east face, north side

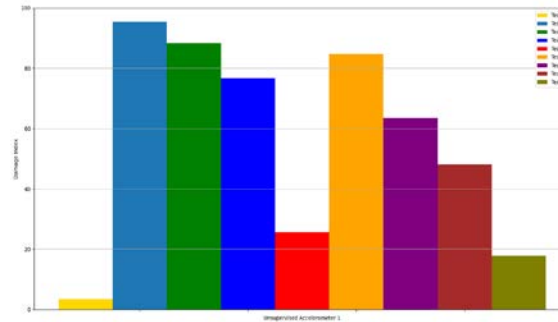
Risultati ottenuti

Vengono portati in esempio i risultati del sensore 1. Ogni colonna dell'istogramma rappresenta uno dei nove test a cui è stata sottoposta la struttura. È possibile notare come entrambi i sistemi rispondano in maniera quasi identica all'analisi effettuata tramite i due modelli dimostrando di riuscire a distinguere una situazione anomala ed identificare la posizione e l'entità del danno.

Modello supervisionato

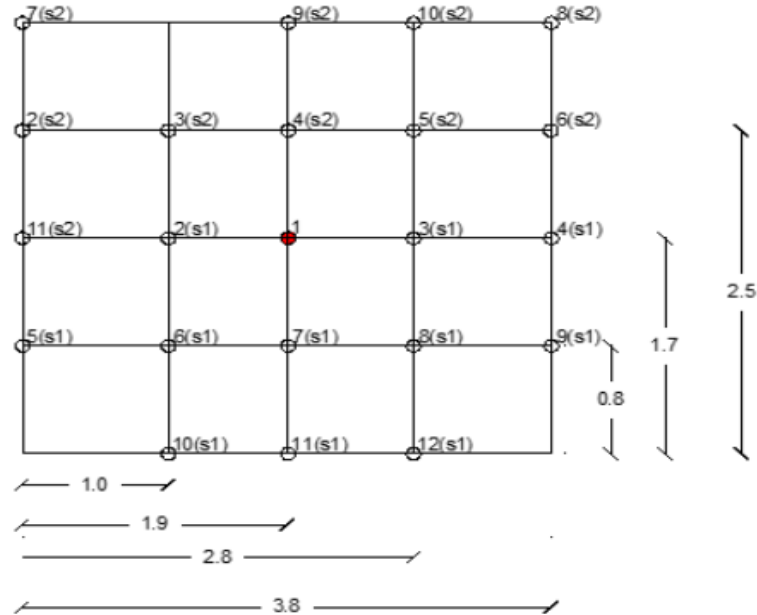


Modello non-supervisionato



Secondo Test: tramezzo

Per la prova sperimentale proposta sono state realizzate due misurazioni con 12 e 11 sensori di un tramezzo in mattoni forati su cui agisce il solo rumore ambientale secondo la configurazione a 22 punti. I dati ottenuti dipendono dal rumore ambientale a cui viene sottoposto il sensore e la sua posizione sul tramezzo.

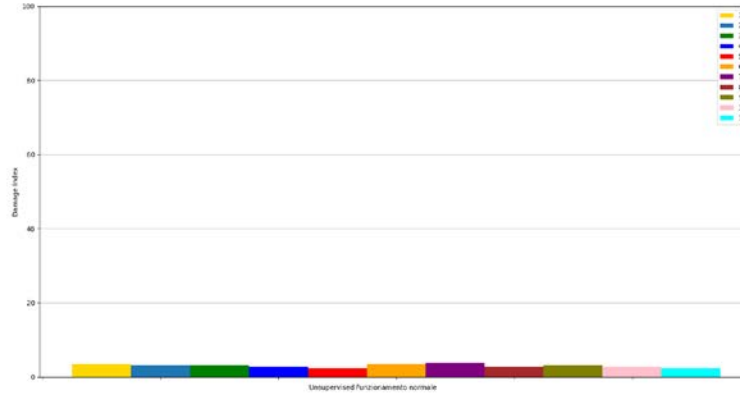


Risultati ottenuti

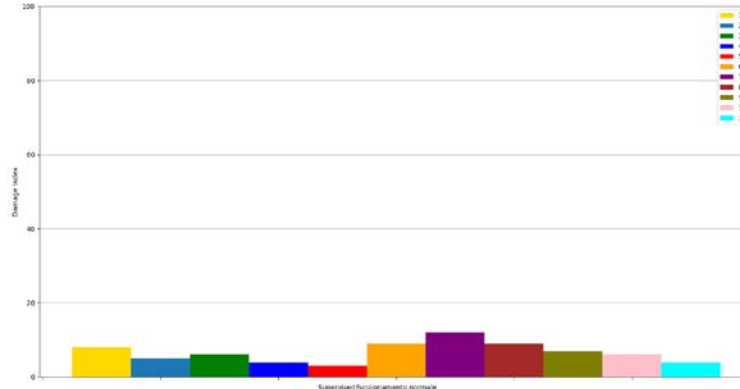
In questo esempio le colonne rappresentano i diversi sensori utilizzati durante i test.

Viene riportato il comportamento nominale della struttura.

Anche in questo caso entrambi i sistemi rispondono in maniera quasi analoga.



Modello non-supervisionato

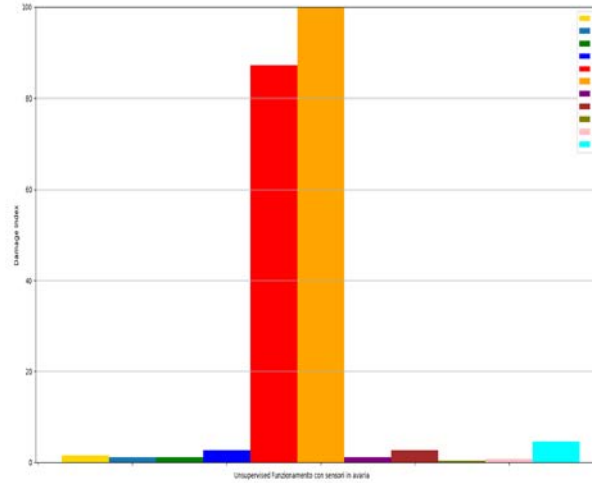


Modello supervisionato

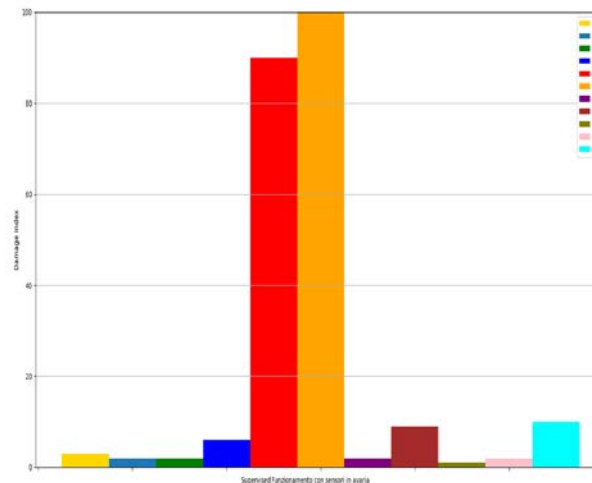
Risultati ottenuti

È posta in esame una rilevazione che presenta l'avaria di più sensori

In questo caso entrambi i sistemi rilevano danni localizzati al sensore 5 e 6



Modello non-supervisionato



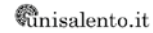
Modello supervisionato

Conclusioni

Da tutti i test si evince che

- entrambi i sistemi oltre a rilevare il danno alla struttura rispondano in modo simile
- le principali differenze riscontrate riguardano i tempi richiesti dall'addestramento e dalla preparazione dei dataset per poter effettuare le analisi
 - nel caso della rete neurale deve essere preparato un dataset che distingua situazione normale e situazione anomala
 - nel caso del classificatore partendo da un dataset che contiene solo rilevazioni nominali si può ottenere un modello accurato
- l'addestramento eseguito con la stessa quantità di dati ha richiesto circa l'80% del tempo in più utilizzando il modello con rete neurale
- entrambi i sistemi hanno bisogno di un nuovo modello per ogni struttura analizzata non richiedendo però di essere ricalibrati nel caso in cui i sensori dovessero essere rimossi ed applicati qualora la loro posizione rimanga relativamente simile.

Partner



Creazione di un Ambiente Domestico Sicuro
www.progetto-cads.it