

Applicazione di Reti Neurali Artificiali (ANN) sulla rilevazione del dolore postoperatorio in ambito ortopedico per l'individuazione di algoritmi di valutazione obbiettiva

Raffaella Folgieri¹, Ludovico Dei Cas², Alessandro Laurini³, Antonello Valerio Caserta³, Lorenzo Panella³

¹Dipartimento di Filosofia, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

²CdL Management Pubblico e della Sanità, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

³A.O. Istituto Ortopedico Gaetano Pini, Milano, Italia

Nel nostro reparto afferiscono circa 700 fratture di femore anno, mentre circa 400 risultano i ricoveri di protesica in elezione. Il trattamento del dolore riveste importanza in quanto condizionante il trattamento riabilitativo e l'outcome, in relazione anche al controllo della risposta alla terapia per i soggetti meno responsivi. Abbiamo pensato di applicare strumenti di AI per individuare una risposta utile alle gestione del sintomo dolore.

In questo contesto, sia gli algoritmi di machine learning (2), sia le reti neurali artificiali (1) possono rappresentare un supporto a: un'efficace intervento precoce; l'identificazione di gruppi a rischio; l'elaborazione della diagnosi (3); l'ottimizzazione temporale ed economica delle azioni proattive e reattive ("Tecnologie cognitive e nuove strategie di realtà virtuale nel paziente anziano: diagnosi, prognosi e recupero funzionale" Folgieri SIMFER2017). A seconda della dimensione e della complessità dei dati, è possibile applicare differenti algoritmi di AI. In particolare, le Reti Neurali Artificiali (ANN) appaiono adatte allo studio per la peculiare capacità di generalizzazione anche a fronte di dati incompleti, in una sorta di "insight", che le rende adatte all'ambito considerato per la capacità delle ANN di apprendere da esempi, in assenza di esplicita descrizione del problema. Dati gli input, le ANN possono determinare (relazione input-output) il peso dei criteri componenti la scala ricercata individuando il minimo sottoinsieme di parametri utili.

Materiali e metodi

Il campione analizzato consta di 65 pazienti di età compresa tra i 45 e i 90 anni, di cui 30 di sesso maschile. Sono stati collezionati 45 parametri tra anamnesi, diagnosi, terapia, abitudini alimentari, stile di vita, stato neuropsicologico.

I dati sono stati analizzati con una rete neurale artificiale (ANN) supervisionata con algoritmo di backpropagation. La rete presenta 44 neuroni di input, un hidden layer composto da cinque neuroni e un neurone di uscita. Il target error è risultato 0.01, mentre l'average training error è stato di 0.0099. Una Rete Neurale è utilizzata per classificare un set di osservazioni composte da n differenti variabili. I neuroni (nodi), che rappresentano l'unità di base per processare i segnali, sono organizzati in strati (layer). Nello strato di input ogni neurone accetta un singolo e genera un valore di output che sarà usato quale input per i neuroni del livello successivo. Per il neurone j strato ricevente, il net_j input è calcolato mediante la formula:

$$net_j = \sum_i W_{ij} I_i \quad (1)$$

I_i è il segnale dal neurone i dello strato che invia il segnale, net_j è il segnale raccolto dal neurone ricevente j , e $w_{i,j}$ è il peso da sommare una volta moltiplicato per il corrispondente segnale ricevuto dal neurone di input. Il neurone ricevente crea l'attivazione in risposta al segnale net_j .

Nel caso della rete neurale sviluppata, l'attivazione avviene mediante la funzione sigmoideale:

$$\frac{1}{1+e^{-net_j}} \quad (2)$$

L'attivazione diviene l'input per lo strato successive. Le equazioni (1) e (2) possono essere usate per processare nuovamente il segnale. I processi di raccolta e attivazione continuano finché i segnali finali

raggiungono lo strato di output. Attraverso l'algoritmo feedforward, la rete calcola i pesi per i nodi di input e per quelli nascosti verso i nodi di output.

I pesi sono determinati tramite algoritmo di addestramento di back propagation (BP), l'algoritmo si ferma quando il valore della funzione errore arriva alla soglia prevista. L'algoritmo di back propagation seleziona i pesi iniziali in modo random e confronta l'output ottenuto con il risultato atteso. La differenza tra questi valori è valutata mediante la mean squared error.

Una volta che tutte le osservazioni sono state presentate alla rete, i pesi vengono modificati in accordo alla delta rule generalizzata, in modo che l'errore totale sia distribuito tra i vari nodi della rete. Un sottoinsieme di dati di training viene utilizzato per ottenere i pesi ottimali iniziali.

Discussione e risultati

Il target error è stato impostato 0.01, e l'average training error è risultato 0.0099.

I risultati ottenuti, sebbene preliminari, sembrano consentire di individuare:

- i parametri significativi per misurazioni obiettive e meno soggettive;
- la graduazione del rischio, in relazione alla manifestazione di stati dolorosi acuti.

Dai 45 parametri inizialmente utilizzati sono state selezionate tra le 9 e le 8 variabili realmente incidenti sull'algoritmo di graduazione.

Conclusioni

A fronte di un ampliamento del campione analizzato, pensiamo di rivalutare il numero dei parametri mentre l'ANN sviluppata potrebbe permettere di individuare:

- parametri significativi per l'individuazione del rischio e l'ottimizzazione della terapia
- graduazione obiettiva del trattamento del dolore

Bibliografia

Baxt, W. G. (1995). Application of artificial neural networks to clinical medicine. *The lancet*, 346(8983), 1135-1138.

Kononenko, I. (2001). Machine learning for medical diagnosis: history, state of the art and perspective. *Artificial Intelligence in medicine*, 23(1), 89-109.

Lucchiari, C., Folgieri, R., & Pravettoni, G. (2014). Fuzzy cognitive maps: a tool to improve diagnostic decisions. *Diagnosis*, 1(4), 289-293.

Rojas R. (1996), *Neural Networks*, Springer-Verlag, Berlin.

Buscema, M. (1998). Back propagation neural networks. *Substance use & misuse*, 33(2), 233-270.

Kantardzic M. (2011), *Data mining: concepts, models, methods, and algorithms*, John Wiley & Sons