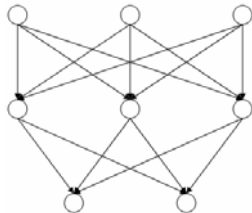
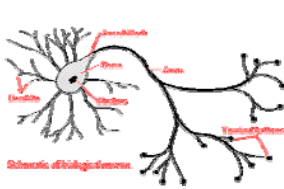


Introduzione

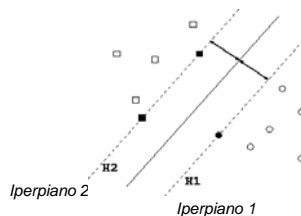
L'elaborazione dei risultati ottenuti in seguito ad un allenamento sensoriale è definita nelle norme internazionali ISO 8586-1. Mediante un'analisi sequenziale si determina una classificazione dei giudici in tre gruppi: giudici accettati, giudici rifiutati e giudici per cui la decisione di accettazione spetta al Panel Leader. Questo rappresenta un forte aspetto soggettivo nelle decisioni sensoriali con conseguente possibilità elevata di errore.

Le reti neurali artificiali sono un sistema innovativo e molto potente di calcolo che differisce sostanzialmente dal sistema convenzionale (macchine di von Neumann). Basate su una analogia con i sistemi neurali biologici, esso ha come obiettivo modellare la struttura e riprodurre le capacità del cervello umano. Introdotta nel 1943 da W. S. McCulloch e W. Pitts, le reti neurali hanno ricevuto negli ultimi anni crescente attenzione come strumento estremamente efficiente per la classificazione e l'approssimazione.

Una rete neurale artificiale è un modello matematico che simula il comportamento di un sistema fisico dotato di elevate connettività e consente di approssimare in uno specifico contesto la corrispondenza esistente tra un ingresso e un'uscita. Così come la capacità elaborativa del cervello non è nella potenza del singolo neurone ma nel numero enorme di questi e nelle connessioni esistenti, allo stesso modo le operazioni che ciascun neurone artificiale è in grado di svolgere sono estremamente semplici ma la rete nel sua globalità è in grado di svolgere dei compiti anche estremamente complessi.



Le Support Vector Machines (SVM) costituiscono una classe di "macchine di apprendimento" che traggono origine dai concetti riguardanti la teoria statistica dell'apprendimento. Nel caso di insiemi linearmente separabili l'idea alla base delle SVM è di costruire un iperpiano di separazione (iperpiano ottimo) che massimizzi il margine di separazione dagli elementi delle due classi; l'iperpiano ottimo definisce una superficie di separazione che fornisce l'errore di training nullo. Di conseguenza le SVM presentano buone proprietà di generalizzazione in problemi di classificazione.



L'obiettivo è quello di introdurre un sistema efficace di supporto alle decisioni in ambito sensoriale, applicando reti neurali e SVM in aiuto al Panel Leader nelle decisioni riguardanti l'allenamento dei giudici limitando così le possibilità di errore.

Materiali e Metodi

Le fasi necessarie alla realizzazione della sperimentazione sono:

- definizione degli insiemi "training set" e "testing set";
- scelta della tipologia di rete neurale;
- scelta della tipologia delle SVM;
- generazione e addestramento della rete neurale;
- esecuzione della rete neurale;
- esecuzione delle SVM.

Training set e testing set: il training set è costituito dai giudici che sono stati già classificati, assegnando il vettore (1,0) a coloro che sono stati accettati e (0,1) a coloro che sono stati rifiutati per un totale di 50 patterns; questo insieme viene diviso in due sottoinsiemi: uno è composto dai primi 38 giudici mentre l'altro dai restanti 12 giudici ed è utilizzato per verificare che la rete abbia appreso correttamente; il testing set è costituito dai giudici che non si è riusciti a classificare e a questi si assegna il vettore (0,0) per un totale di 31 patterns.

Tipologia della Rete: si decide di utilizzare le Reti Multistrato, ovvero reti neurali costituite da più strati di neuroni connessi in cascata; oltre allo strato di input e di output una Rete Multistrato presenta uno o più strati intermedi con un numero di neuroni variabile. In questa sperimentazione i neuroni dello strato di input sono 11 in quanto corrispondono al numero dei test dell'allenamento; i neuroni dello strato di output sono 2 in corrispondenza dei vettori assegnati ai giudici; infine, i neuroni nell'unico strato intermedio sono 5.

Tipologia delle SVM: vengono utilizzate SVM lineari con differenti valori del parametro di regolarizzazione C (C = 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2, 10) e SVM nonlineari con un kernel gaussiano.

Generazione e addestramento: il software utilizzato è SNNS; una volta generata, la rete viene allenata con il training set costituito da 38 patterns attraverso tre algoritmi di addestramento: Backpropagation, BackMomentum e RProp. A questo punto si verifica l'esatto apprendimento della Rete Multistrato utilizzando il training set costituito da 12 patterns, accertandosi che la rete classifichi in maniera corretta i 12 input. Sono state utilizzate differenti topologie di rete sia variando il numero di neuroni nello strato intermedio sia variando il numero di strati intermedi. I migliori risultati sono stati ottenuti con 5 neuroni nell'unico strato intermedio.

Fase finale rete neurale: si manda in esecuzione la Rete Multistrato utilizzando il testing set; quello che si ottiene è una classificazione dei giudici sui quali l'analisi sequenziale non aveva preso una decisione.

Fase finale SVM: si esegue la sperimentazione e si ottengono una serie di classificazioni dei giudici, una per ogni valore assegnato al parametro C.

Risultati

La Rete Multistrato riconosce il 100% dei patterns del training set e il 100% di quelli del testing set con 12 patterns con un errore pari a 0; questo significa che l'apprendimento è stato effettuato in maniera corretta e che quindi si possono inserire come dati di testing set quelli di cui non si conosce l'output. Dalla Rete Multistrato addestrata utilizzando la funzione Backpropagation si ottengono i seguenti risultati:

- il giudice numero 8 e il giudice numero 64 andrebbero riallenati mentre l'esperto di analisi sensoriale decide di non riallenarli;
- i giudici numero 10, 34, 43 e 65 non andrebbero riallenati mentre l'esperto di analisi sensoriale decide di riallenarli.

Utilizzando la funzione Back-Momentum i risultati sono gli stessi.

I risultati ottenuti utilizzando invece la funzione RProp sono i seguenti:

- il giudice numero 8 e il giudice numero 64 andrebbero riallenati mentre l'esperto di analisi sensoriale decide di non riallenarli;
- i giudici numero 10, 12, 43, 58 e 65 non andrebbero riallenati mentre l'esperto di analisi sensoriale decide di riallenarli.

I risultati delle SVM sono in tutti i casi accettabili, ma il caso migliore si ottiene per diverse scelte del parametro C (C = 0.5, 0.4, 0.3, 0.2) e per g = 0.1.

Nella figura seguente si mettono a confronto i risultati della rete addestrata attraverso la Backpropagation, i risultati delle SVM con C = 0.5 e g = 0.1 e le decisioni dell'esperto.

	Backpropagation	Esperto	SVM
GIUDICE 1	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 2	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 6	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 8	RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 10	NON RIALLENATO	RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 11	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 12	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 15	RIALLENATO	SITUAZIONE LIMITE	NON RIALLENATO
GIUDICE 19	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 23	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 25	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 26	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 27	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 28	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 30	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 32	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 34	NON RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 36	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 38	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 41	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 43	NON RIALLENATO	RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 49	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 50	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 52	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 53	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 55	RIALLENATO	SITUAZIONE LIMITE	RIALLENATO
GIUDICE 56	NON RIALLENATO	SITUAZIONE LIMITE	NON RIALLENATO
GIUDICE 58	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 62	RIALLENATO	RIALLENATO	RIALLENATO
GIUDICE 64	RIALLENATO	NON RIALLENATO	NON RIALLENATO
GIUDICE 65	NON RIALLENATO	RIALLENATO	NON RIALLENATO

Conclusioni

L'applicazione delle reti neurali all'analisi sensoriale ha fornito risultati sperimentali accettabili, proponendo scelte relative al riallenamento dei giudici che appaiono sostanzialmente in linea con quelle del panel leader. Per alcuni dei giudici vi è disaccordo tra l'output proposto dalla rete neurale e la scelta dell'esperto. L'uso di SVM ha prodotto risultati anche migliori in termini di differenze (solo 3 casi) con la scelta di un esperto.

Benché questi risultati preliminari appaiano estremamente confortanti, è necessaria una sperimentazione su un numero più ampio di dati (un maggior numero di giudici) in maniera da avere un miglior training sia della rete neurale che delle SVM.

Riferimenti bibliografici:

- [1] J. Hertz, A. Krogh and R. G. Palmer. *Introduction to the theory of neural computation* Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
 - [2] SNNS, *User Manual, Version 4.2* University of Stuttgart and University of Tübingen, 2004.
 - [3] ISO 8586-1. *Sensory Analysis - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors-Part 1: Selected*, 1993.
 - [4] L. Grippo e M. Sciandrone. *Metodi di ottimizzazione per le Reti Neurali. Algoritmi per l'Ottimizzazione di Sistemi Complessi*, in Atti della Scuola CIRO 2002 a cura di
 - [5] A. Agnetis e G. Di Pillo Pitagora Editrice, 2003.
- E. Pagliarini. *Valutazione sensoriale: aspetti teorici, pratici e metodologici*. Hoepli, 2002