

# APPLICAZIONE DELLE RETI NEURALI ALLA CLASSIFICAZIONE DEI REGISTRI DELL'ORGANO A CANNE.

R. Bresin, G. De Poli, G. Torelli

C.S.C. - D.E.I.  
Università degli Studi di Padova  
via Gradenigo 6/a, I - 35131 Padova  
E.mail: ADTPOLI@ipduniv.bitnet  
Tel. +39 (0)49 8287631 - Fax +39 (0)49 8287699

## ABSTRACT

In this paper a method for an organ pipe timbre classification is proposed.

This method consists in teaching neural networks (using the back-propagation algorithm) to classify a timbre in input to the net and giving an output representing a phase in a polar diagram, according with the method proposed by Pagdham (Pagdham, 1986).

## INTRODUZIONE

Il problema del riconoscimento del timbro presenta degli aspetti sia oggettivi che soggettivi ed è quindi di difficile soluzione. In questo ambito abbiamo considerato i dati forniti da Pagdham (Pagdham, 1986), il quale ha proposto una classificazione dei registri dell'organo a canne mediante dei gruppi di ascolto. Debiassi e Dal Sasso (Debiassi & Dal Sasso, 1989) hanno cercato di automatizzare la classificazione dei registri con l'uso dell'algoritmo proposto da Pagdham. Noi abbiamo pensato di utilizzare le reti neurali (RN) in quanto hanno un funzionamento non lineare e bene si adattano a problemi di percezione ed organizzazione.

In questo lavoro ci siamo proposti di valutare l'efficacia dell'applicazione di alcuni modelli di RN al problema del riconoscimento ed eventuale classificazione dei registri dell'organo a canne, a partire dalla configurazione spettrale dei suoni.

Il tipo di apprendimento utilizzato per le RN è stato quello mediante back-propagation (Rumelhart & McClelland, 1988) e come rete si è scelta quella con 1 livello di input, 1 livello nascosto e 1 neurone di output.

Per quanto riguarda il criterio di classificazione ci si è riferiti a quello proposto da Pagdham: i timbri dei registri degli organi a canne sono riportati in un grafico polare dove la fase rappresenta il timbro e il modulo la complessità del suono, mentre i 4 assi cartesiani rappresentano le principali famiglie di registri base (flauti, principali, viole e ance).

## ALCUNI ESPERIMENTI ESEGUITI

Si sono seguite varie strade. Nella prima si sono utilizzati come dati quelli riportati nel lavoro di Debiassi e Dal Sasso. La configurazione scelta per la RN è stata la 6+5+1 (6 nodi di input, 5 nodi nel livello intermedio, 1 nodo di output). Si sono adottati 6 neuroni di input poiché i dati a disposizione fornivano i valori della fondamentale e delle successive 5 armoniche (normalizzati rispetto al valore efficace). La scelta dei 5 nodi intermedi è giustificata dal fatto che Dal Sasso ipotizzava che la fondamentale non avesse grande peso nella valutazione del timbro, ma per non escludere questa informazione fin dall'inizio si è scelto di ridurre il numero di nodi a 5 solo nel livello intermedio. Come output la rete dà la fase che identifica il timbro nel diagramma polare secondo il metodo di Pagdham. L'addestramento è stato eseguito con 20 timbri scelti in modo da addestrare la rete con dati che coprissero, compatibilmente con quelli disponibili, tutta la gamma di timbri dell'organo (5 flauti, 3 bordoni, 5 principali, 1 viola, 6 ance) e per il test si sono utilizzati i restanti 19 a disposizione: di essi 14

sono stati riconosciuti correttamente. In tabella 1 sono illustrati i risultati per singola categoria.

<b>FLAUTI:</b>	1 su 3 correttamente classificati 2 classificati come Bordoni
<b>BORDONI:</b>	0 su 1 correttamente classificati 1 classificati come "iperflauti"
<b>PRINCIPALI:</b>	4 su 4 correttamente classificati
<b>VIOLE:</b>	<assenti>
<b>ANCE:</b>	9 su 11 correttamente classificati 1 come Viole 1 come Principali

**Tabella 1**

I risultati sono stati certamente buoni sia per le Ance che per i Principali, per i Bordoni non si possono trarre conclusioni per scarsità di suoni di test, e per i flauti pare che i risultati non siano molto buoni ma anche in questo caso avendo avuto a disposizione più suoni si avrebbe potuto dire qualcosa di più. Nulla si può dire per le Viole, visto che l'unico suono a disposizione è stato impiegato per l'addestramento.

Sempre con gli stessi dati si è addestrata una rete 6+3+1 per cercare di estrarre dall'analisi dei suoi pesi delle regole di carattere generale. Come pattern di test sono stati utilizzati gli stessi 19 del caso precedente di cui 13 sono stati correttamente classificati. Si veda la tabella 2 per i risultati.

<b>FLAUTI:</b>	2 su 3 correttamente classificati 1 classificati come Bordoni
<b>BORDONI:</b>	0 su 1 correttamente classificati 1 classificati come "iperflauti"
<b>PRINCIPALI:</b>	4 su 4 correttamente classificati
<b>VIOLE:</b>	<assenti>
<b>ANCE:</b>	7 su 11 correttamente classificati 3 come Viole 1 come Bordoni

**Tabella 2**

Nella seconda serie di esperimenti abbiamo considerato i dati riportati nell'articolo di Pagdham. Il tipo di rete utilizzato è stato il 5+5+1, poiché si è esclusa la fondamentale e si sono prese come input solamente le prime 5 armoniche successive alla fondamentale. I valori a disposizione erano in dB e normalizzati rispetto alla fondamentale. L'addestramento è stato condotto con 20 pattern ed il test con altri 60, dei quali 46 sono caduti dentro la banda  $[-3\sigma, +3\sigma]$ , dove  $\sigma$  è la deviazione standard. Anche questa volta utilizzando una rete 5+3+1 i risultati sono stati qualitativamente simili: 41 suoni su 60 dentro la banda  $[-3\sigma, +3\sigma]$ .

Infine si confronteranno i risultati ottenuti con quelli ricavati con gli altri approcci e si discuteranno le prospettive dell'impiego delle RN nella classificazione dei timbri.

#### **RIFERIMENTI**

- G.B. Debiasi, M. Dal Sasso "Metodo per la valutazione automatica dei timbri di organi a canne", **Atti VIII CIM**, Cagliari 1989, pp. 17 - 25
- C. Pagdham "The scaling of the timbre of organ pipe", **Acustica**, Vol. 60, No.3, Mai 1986, pp. 189 - 204
- D.E. Rumelhart, J.L. McClelland **Parallel Distributed Processing**, vol. 1, Cambridge: MIT Press, 1988, chapter 8