

SINTESI DI CIRCUITI PER L'INVERSIONE DI SISTEMI DIAFONICI: ANALISI DELLE COMPONENTI INDIPENDENTI

Danilo Comminiello, Raffaele Parisi, Michele Scarpiniti, Aurelio Uncini, Cecilia Zannini

Dipartimento INFO-COM - Università di Roma "La Sapienza"
Via Eudossiana 18, 00184 Roma

Un settore applicativo che ha suscitato un elevato interesse in una vasta area della comunità scientifica nell'ultimo decennio è il problema della separazione e della deconvoluzione di sorgenti tra loro indipendenti o *Blind Source Separation and Deconvolution*. Il termine blind è usato quando la legge di determinazione dei parametri del circuito non prevede segnali di riferimento; ovvero, in altri termini, come indicato nella teoria dell'apprendimento, quando tale legge non implica una "supervisione" esterna [1].

Il precedente problema si risolve adoperando la tecnica per la determinazione delle componenti indipendenti (ICA). Tale tecnica è basata sull'utilizzo delle reti neurali artificiali (RNA) che sembra essere una delle metodologie più promettenti ed in grado di dare ottimi risultati sia dal punto di vista teorico che in quello applicativo. In particolare alcune tecniche di apprendimento non-supervisionato delle RNA, basate sul criterio della massimizzazione dell'informazione (INFOMAX), sono ampiamente utilizzate in questo contesto [1].

Tale metodologia emergente ha assunto un ruolo di primaria importanza alla luce dei molteplici settori applicativi quali, per esempio: le comunicazioni digitali, il miglioramento della qualità dei segnali (immagini, video, audio, ecc), equalizzazione/ricostruzione di segnali, la diagnosi medica come EEG e ECG, sistemi multi sensore, ecc; l'analisi di segnali geofisici, ambientali, serie economiche, ecc. [1].

La ricerca dell'Unità di Roma è rivolta prevalentemente verso gli aspetti metodologici legati alla sintesi di circuiti per la separazione di sorgenti reali e complesse. In questa tematica la ricerca ha prodotto una fusione tra le conoscenze già consolidate nelle reti neurali supervisionate, come quelle sviluppate in passato presso le nostre Unità, con metodologie di sintesi basate sulle osservazioni delle sole uscite delle rete stessa (trattamento *blind* del segnale).

In particolare l'interesse, in questi ultimi periodi, riguarda il problema della scelta ottima della funzione (complessa) non lineare coinvolta nell'apprendimento della rete neurale, definita *funzione di attivazione*. Il principale problema è la dicotomia tra analiticità e limitatezza della funzione di attivazione. Inoltre per garantire la convergenza della rete, tale funzione complessa dovrebbe essere una stima della funzione di distribuzione di probabilità della sorgente, che ovviamente non è conosciuta. Per risolvere questi problemi è stato proposto l'utilizzo di una coppia di funzioni flessibili bi-dimensionali, che rappresentano la funzione parte reale e parte immaginaria della non linearità rispettivamente, in modo da poter imporre la limitatezza di entrambe e di poterne modificare la forma, adattandola all'andamento della funzione di distribuzione di probabilità sconosciuta [2-4]. Tale funzione adattativa è implementata utilizzando funzioni spline bi-dimensionali, cioè funzioni la cui forma è controllata da un numero limitato di parametri. Un esempio di funzione flessibile bi-dimensionale è riportato in Figura 1. L'implementazione circuitale dell'intera non linearità, denominato *neurone spline generalizzato*, è raffigurata in Figura 2.

Inoltre sono stati studiati diversi e recenti criteri di ottimizzazione per l'algoritmo INFOMAX, basati su *metriche Riemmaniane* [5]. Il risultato è stato molto incoraggiante ed ha spinto l'Unità a continuare le proprie ricerche in tale direzione.

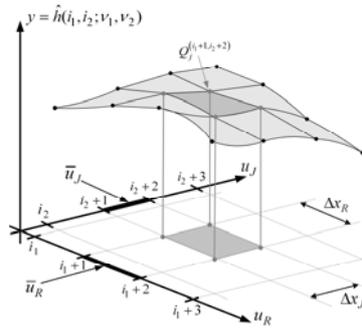


Figura 1 – Esempio di funzione flessibile bi-dimensionale che utilizza spline 2D.

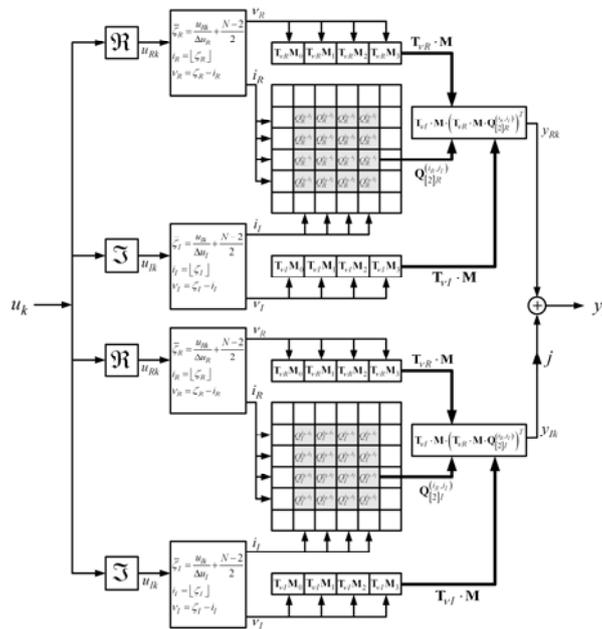


Figura 2 – Modello implementativo del neurone spline generalizzato.

Referenze

1. A. Cichocki, and S. Amari, *Adaptive Blind Signal and Image Processing*, Wiley, 2002.
2. M. Scarpiniti, D. Vigliano, R. Parisi, and A. Uncini, (2008), “Generalized Splitting Functions for Blind Separation of Complex Signals”, *Neurocomputing* **71**(10-12), 2245-2270, 2008.
3. M. Scarpiniti, D. Vigliano, R. Parisi and A. Uncini, “Generalized Flexible Splitting Function Outperforms Classical Approaches in Blind Signal Separation of Complex Environment”, Proc. of International Conference on Digital Signal Processing (DSP 2007), Cardiff, UK, pp. 215 – 218, July 1 – 4, 2007.
4. M. Scarpiniti, D. Vigliano, R. Parisi, and A. Uncini, (2009), “Flexible Blind Signal Separation in the Complex Domain”, in T. Nitta (Ed.), *Complex-Valued Neural Networks: Utilizing High-Dimensional Parameters*, IGI Global, pp. 284—323, 2009.
5. M. Scarpiniti, D. Vigliano, R. Parisi, and A. Uncini, “A Flexible Natural Gradient Approach to Blind Separation of Complex Signals”, in *New Directions in Neural Networks*, IOS Pres, pp. 89—98, 2009.