

CIRCUITI E ALGORITMI PER IL TRATTAMENTO DEL SEGNALE AUDIO

Gabriele Bunkheila, Michele Scarpiniti, Raffaele Parisi, Aurelio Uncini

Unità di Roma

Dipartimento INFOCOM - Università di Roma “La Sapienza”

La ricerca dell’Unità di Roma “La Sapienza” in questo settore, già attiva da qualche tempo, riguarda i seguenti argomenti: 1) sistemi per il miglioramento della qualità del segnale audio; 2) circuiti non lineari per la generazione del segnale acustico; 3) sintesi di circuiti per la modellazione dell’ambiente di ascolto; 4) linearizzazione di trasduttori elettrodinamici; 5) restauro/ricostruzione del segnale musicale;

Avendo già discusso vari punti di questa ricerca negli scorsi anni si vuole in questa sede discutere brevemente del punto 3) nel contesto dei metodi circuitali per la modellazione dei fenomeni fisici complessi [Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.-Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.].

Algoritmi adattivi per la modellazione dell’ambiente acustico attraverso i poli comuni

La modellazione acustica degli ambienti rappresenta un tema di estrema attualità sia dal punto di vista metodologico sia da quello applicativo. La caratterizzazione acustica dell’ambiente, infatti, rappresenta un problema di elevata complessità. Si pensi, per esempio, che per modellare la *room transfert function* (RTF) punto-punto di una stanza, per frequenze di campionamento usuali nel settore audio, si arriva normalmente a dover stimare più di 10^4 parametri circuitali e che nel caso multi-punto tale problematica diventa di *complessità intrattabile*.

Capita spesso che occorra stimare adattativamente RTF per accoppiamenti sorgente/microfono sempre diversi, ma relativi al medesimo ambiente confinato. Nonostante tali RTF condividano una considerevole quantità di informazione (essendo relative allo stesso ambiente confinato), l’elevato numero di parametri da calcolare non permette la stima della RTF.

A partire dalla teoria modale per ambienti confinati **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è stato dimostrato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** che se nel modello di funzione di trasferimento è integrata anche una parte *ricorsiva* è possibile isolare un numero L_A di parametri che dipendono solo ed esclusivamente dall’ambiente confinato in sé. In tale quadro assume una particolare rilevanza la possibilità di stimare preventivamente, “una tantum”, questi coefficienti $\{a_j\}$ ($j=0, \dots, L_A$): ciò permette infatti di abbattere considerevolmente, a parità di accuratezza descrittiva, il numero dei parametri da stimare in tempo reale per rendere completamente nota la RTF considerata. Per ragioni evidenti, alle L_A radici del polinomio individuato dai coefficienti $\{a_j\}$ si dà il nome di “Poli Acustici Comuni” (Common Acoustical Poles – CAP).

Per quanto riguarda i contesti applicativi della modellazione acustica possiamo pensare a varie situazioni come, per esempio, alla cancellazione adattativa d’eco stereofonico [3]. Infatti, la cancellazione d’eco stereofonica, nella sua formulazione più semplice, richiede di stimare le due RTF di accoppiamento rispettivo tra una coppia di altoparlanti e un microfono. Un esempio è illustrato in Figura 1.

Alcuni risultati preliminari della ricerca in corso, sono stati presentati in [4] dove, in particolare, si è posto l’interesse sul confronto tra le prestazioni di due classi di sistemi

adattativi per la stima di RTF, usati nelle medesime condizioni: una basata sulla modellazione puramente convolutiva (tipo filtro FIR), e l'altra basata sulla modellazione CAP.

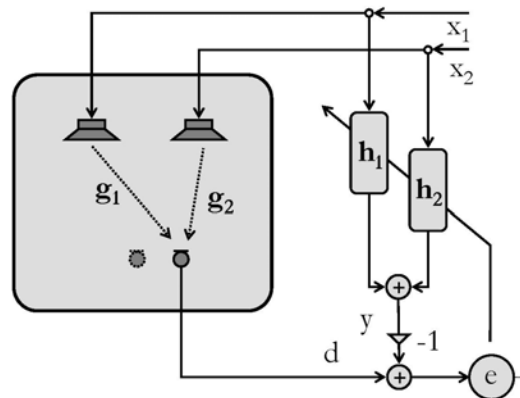


Figura 1 La cancellazione d'eco stereofonica adattativa: diagramma a blocchi sintetico.

Come si può notare, l'aver introdotto la modellazione ambientale fissa basata su CAP induce un notevolissimo risparmio di coefficienti, con conseguenti grandi vantaggi in termini di carico computazionale e risorse di memoria. Dalla Figura 2 si può evincere come l'introduzione della modellazione ricorsiva comune permetta di ottenere tempi di convergenza da 3 fino a 25 volte minori del sistema basato su filtri esclusivamente convolutivi.

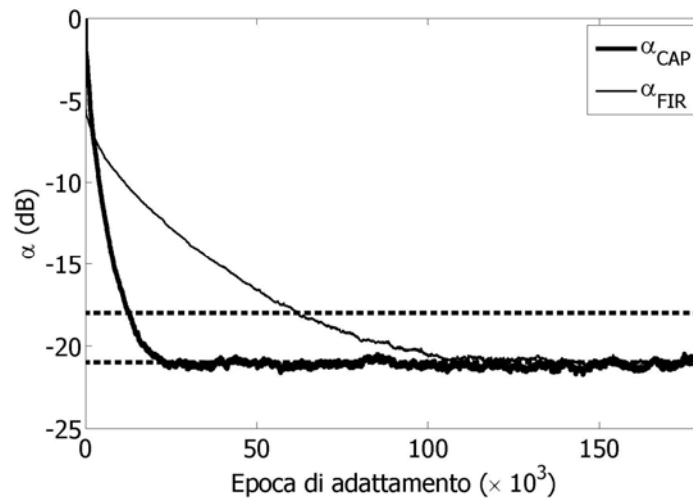


Figura 2 Confronto tra i due modelli considerati, nel caso $f_{MAX} = 500$ Hz

BIBLIOGRAFIA

1. H. Kuttruff, "Room Acoustics", Taylor & Francis, 2000.
2. Y. Haneda, S. Makino & Y. Kaneda, "Common acoustical pole and zero modeling of room transfer functions", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 1994, 2, 320 - 328
3. Benesty J., Morgan D. & Sondhi M., "A better understanding and an improved solution to the specific problems of stereophonic acoustic echo cancellation", Speech and Audio Processing, IEEE Transactions on, 1998, 6, 156-165. U. Horbach, A. Karamustafaoglu, R. Rabenstein, G. Runze and P. Steffen, "Numerical Simulation of Wave Fields Created by Loudspeaker Arrays Audio", Engineering Society, 107th Convention, New York, Sept. 1999.
4. G. Bunkheila, R. Parisi & A. Uncini, "Model Order Selection for Estimation of Common Acoustical Poles", Proc. of ISCAS 2008, pp. , 2008.