

CIRCUITI E ALGORITMI PER IL TRATTAMENTO DEL SEGNALE AUDIO

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

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

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 [1] è stato dimostrato [2] 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*).

Il problema fondamentale è la valutazione dell’ordine L_A , cioè il numero di poli comuni da stimare. La teoria modale porterebbe ad un numero molto elevato, e quindi scarsamente utilizzabile in contesti applicativi.

L’Unità di Roma ha proposto l’utilizzo di un nuovo criterio per la scelta dell’ordine: esso è basato sul monitoraggio del massimo valore (*worst-case*) tra i parametri di accuratezza μ_i (cioè *l’errore quadratico medio* tra la RTF vera e quella stimata) relativi ai singoli canali [3].

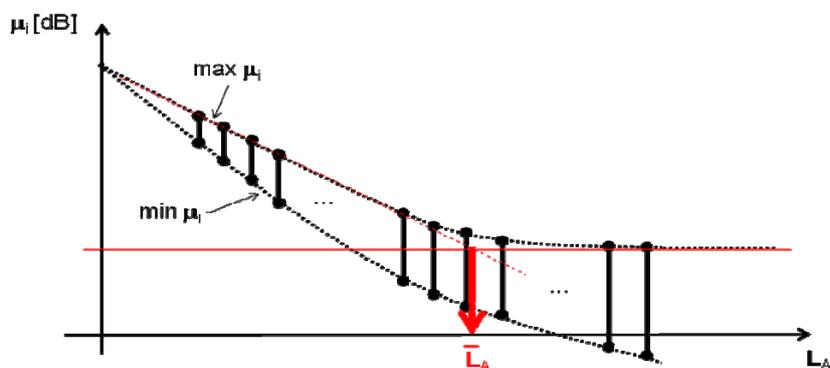


Figura 1 - Massima e minima accuratezza della stima al variare del numero L_A di CAP.

L'analisi condotta ha permesso di mettere in luce un comportamento particolare, come messo in evidenza dalla Figura 1, cioè che la massima accuratezza della stima non varia sensibilmente al di sopra di un certo ordine \bar{L}_A , che quindi viene considerato come l'ordine ottimo della stima. La Figura 2 riporta gli ordini sperimentali ottenuti per una stanza di dimensioni standard per due larghezze di banda differenti. Un confronto tra l'ordine teorico e l'ordine sperimentale ottenuto con la metodologia proposta è illustrato in Figura 3: risulta evidente il guadagno computazionale.

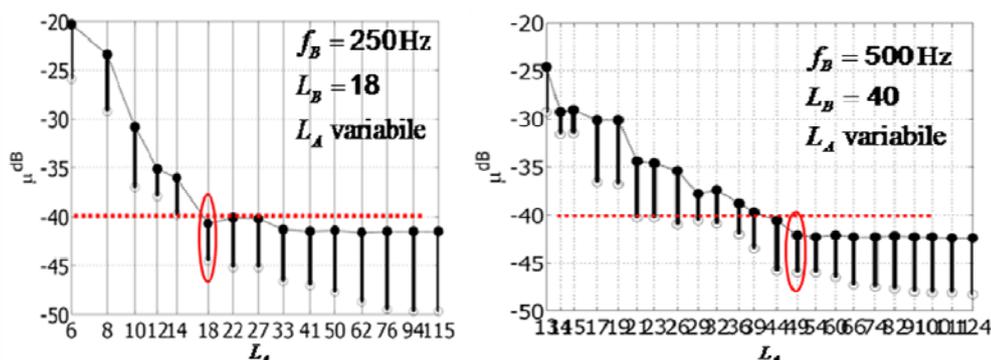


Figura 2 – Ordine stimato sperimentalmente per una stanza di dimensioni standard a 250 Hz e 500 Hz.

Per quanto riguarda i contesti applicativi della modellazione acustica possiamo pensare a varie situazioni come, per esempio, alla cancellazione adattativa d'eco stereofonico: i risultati ottenuti, presentati in [4], dimostrano in particolare che l'introduzione della modellazione ricorsiva comune permetta di ottenere tempi di convergenza molto minori rispetto al sistema basato su filtri esclusivamente convolutivi.

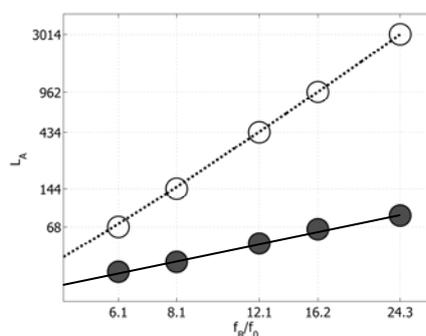


Figura 3 - Confronto tra ordine teorico (cerchi bianchi) ed ordine sperimentalmente (cerchi grigi)

Referenze

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. G. Bunkheila, R. Parisi & A. Uncini, "Model Order Selection for Estimation of Common Acoustical Poles", Proc. of International Symposium of Circuits And Systems (ISCAS2008), pp. 1180-1183, 18-21 May, 2008.
4. G. Bunkheila, M. Scarpiniti, R. Parisi & A. Uncini, "Stereo Acoustical Echo Cancellation Based on Common Poles", Proc. of Digital Signal Processing (DSP2009), pp. 1-6, 5-7 July, 2009.