

CIRCUITI E ALGORITMI PER IL TRATTAMENTO DEL SEGNALE AUDIO

Danilo Comminiello, Raffaele Parisi, Michele Scarpiniti, Aurelio Uncini

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 [1]. Fenomeno molto complicato e sempre presente nella modellazione acustica è la presenza dell'eco, ovvero quel fenomeno che insorge ogni qualvolta una versione ritardata ed eventualmente distorta di un segnale originario viene riflessa verso la propria sorgente [2,3]. Nei sistemi di telecomunicazione l'eco può provocare errori di trasmissione e degradazione della qualità dei segnali e si verifica, ad esempio, quando una parte del segnale vocale emesso da un interlocutore viene catturata dal microfono e trasmessa indietro.

Diventa quindi essenziale l'utilizzo di particolari architetture circuitali che possano cancellare il contributo peggiorativo dovuto all'eco acustica. Tale dispositivo viene chiamato *Cancellatore di Eco Acustica* o *Acoustical Echo Canceler* (AEC). Particolare attenzione è stata posta alle architetture AEC di tipo adattativo per la loro semplicità implementativa e buone prestazioni ottenibili [3].

L'AEC è quindi una parte essenziale dei sistemi di comunicazione "hands-free" e che elimina l'eco rilevato dai microfoni e riduce l'accoppiamento acustico tra altoparlante e microfono stimando la risposta all'impulso del sistema altoparlante-microfono-ambiente [4]. Per via di cambiamenti ambientali, come il movimento del parlante, il rumore di fondo o la variabilità della temperatura, la risposta all'impulso del sistema è tempo-variante. Se ipotizziamo che la voce dall'altro lato della comunicazione sia riprodotta da numerosi altoparlanti, e che esista un rumore di fondo consistente, possiamo apprezzare che la cancellazione d'eco può risultare molto difficile. Inoltre, durante la comunicazione contemporanea, il filtro adattativo AEC non riesce a mantenere la stabilità e l'eco potrebbe risultare non soppresso a sufficienza.

In aggiunta, anche se le riflessioni di un segnale acustico in un ambiente vengono distorte in maniera pressoché lineare, l'altoparlante utilizzato introduce una forte non linearità, che aggrava il problema della cancellazione d'eco, riducendo fortemente le prestazioni degli algoritmi che funzionano in dominio lineare. Per compensare la distorsione non lineare introdotta dai sensori, è fondamentale una pre-elaborazione dei segnali acquisiti. In alcuni lavori, la compensazione di questa non linearità è effettuata da uno sviluppo in serie di Volterra, che però è molto complesso dal punto di vista computazionale [5]. La nostra Unità preferisce lavorare, anche in questo caso, con un filtro adattativo che rende più semplice l'intero algoritmo.

In particolare, al fine di rendere l'adattamento di questi sistemi più veloci ed ottimali, si vuole sviluppare un nuovo concetto di filtraggio adattativo, noto come filtraggio adattativo collaborativo. In particolare la struttura del sistema è costituito da più filtri di natura diversa (lineari, non lineari) che possono essere adattati con parametri e metriche diverse. Ogni sotto-sistema contribuisce alla qualità del risultato finale [6]. Tali sotto-sistemi possono essere combinati sia in serie che in parallelo (Fig. 1).

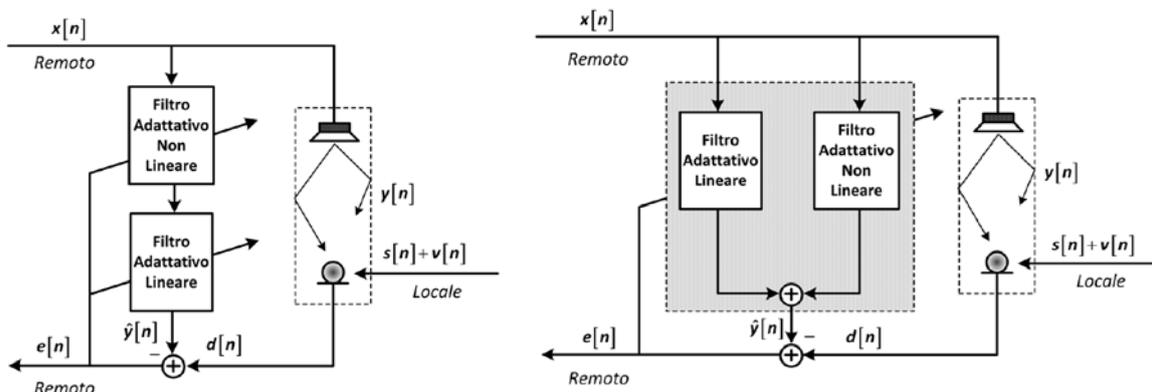


Figura 1 Architetture adattative di tipo serie e parallelo

I risultati ottenuti da queste architetture, in termini di *Echo Return Loss Enhancement* (ERLE) in dB, sono superiori a quello ottenuti da altre tecniche (Fig. 2) e rappresentano un ottimo risultato rispetto agli scenari di simulazione utilizzati [3].

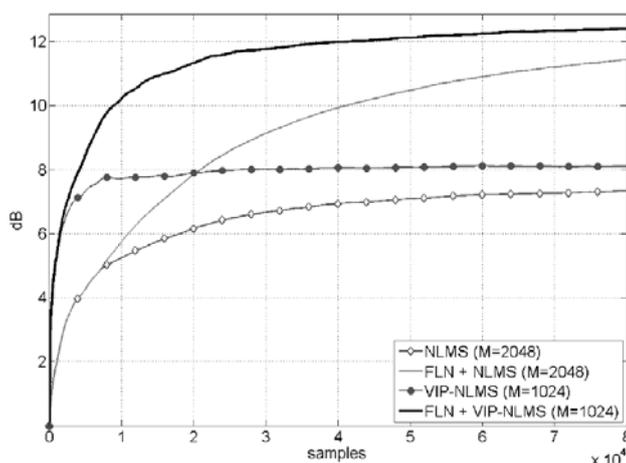


Figura 2 Confronti tra diverse architetture di cancellatori d'eco acustica

Referenze

1. H. Kuttruff, "Room Acoustics", Taylor & Francis, 2000.
2. E. Hansler, G. Schmidt, "Acoustic Echo and Noise Control - A Practical Approach", Wiley, 2004.
3. Y. Huang, J. Benesty, J. Chen, "Acoustic MIMO Signal Processing", Springer, 2006.
4. D. Communiello, M. Scarpiniti, R. Parisi and A. Uncini, "A Novel Affine Projection Algorithm for Superdirective Microphone Array Beamforming", in *Proc. of IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2010)*, Paris, France, pp. 2127-2130, May 30 - June 2, 2010.
5. A. Guerin, G. Faucon, and R. Le Bouquin-Jeannes, "Nonlinear acoustic echo cancellation based on volterra filters," in *IEEE Transaction on Speech and Audio Processing*, vol. 11, no. 6, pp. 672-683, November 2003.
6. D. Communiello, M. Scarpiniti, R. Parisi and A. Uncini, "A Functional Link Based Nonlinear Echo Canceller Exploiting Sparsity", in *Proc. of International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control (IWAENC2010)*, Tel Aviv, Israel, August 30 - September 2, 2010.