

ALGORITMI INNOVATIVI DI DECORRELAZIONE PER LA CANCELLAZIONE D'ECO STEREOFONICA

*Stefania Cecchi, Laura Romoli, Paolo Peretti, Andrea Primavera, Michele Gasparini,
Francesco Piazza*

DIBET, Università Politecnica delle Marche
Via Brece Bianche 1, 60131, Ancona (AN)

I cancellatori d'eco acustica (AEC) vengono impiegati nei sistemi di teleconferenza per ridurre l'eco indesiderata dovuta all'accoppiamento tra l'altoparlante e il microfono. In presenza di più di un partecipante, devono essere presi in considerazione sistemi multicanale così da consentire la localizzazione del parlatore. Possono essere ottenute prestazioni più realistiche già con sistemi stereofonici, poiché gli ascoltatori hanno a disposizione informazioni spaziali che aiutano ad identificare la posizione del parlatore. Oltre al numero maggiore di filtri adattativi necessari per la stima dei percorsi dell'eco, esiste una relazione lineare tra i due canali del segnale stereo, poiché sono generati dalla stessa sorgente, che può provocare problemi di convergenza. Pertanto, deve essere introdotto un metodo per ridurre tale correlazione, così da migliorare le prestazioni della cancellazione.

In questo scenario, sono state proposte nuove soluzioni per la riduzione della correlazione tra i canali, basate sul fenomeno psicoacustico della missing-fundamental: tali approcci effettuano la stima e la rimozione della frequenza fondamentale da uno dei due canali [1], [2], [3], come mostrato in Figura 1. La qualità dell'audio e la percezione stereofonica non vengono alterate poiché l'orecchio umano è in grado di ricreare la fondamentale mediante le armoniche superiori. A questo scopo, si utilizza un filtro notch, adattato ad ogni nuovo campione del segnale d'ingresso: il suo comportamento è controllato dal coefficiente k_0 che traccia la frequenza fondamentale e dal fattore α che controlla l'ampiezza di banda del filtro. Per migliorare le prestazioni in termini di correttezza della stima e di velocità di convergenza, è stato introdotto un controllo del coefficiente adattativo k_0 basato su una funzione sigmoide modificata. La Figura 2 mostra la frequenza fondamentale stimata per un segnale vocale campionato a 16 kHz. Poiché questa soluzione risulta efficace solo sulla parte dello spettro dove è tipicamente contenuta la frequenza fondamentale di un segnale vocale, i.e., alle basse frequenze, la tecnica è stata estesa nella parte alta dello spettro utilizzando un algoritmo basato sulla modulazione di fase.

Sono state eseguite diverse prove per dimostrare la validità dell'approccio, prendendo in considerazione la riduzione della coerenza fra i canali, in termini di Magnitude-Squared Coherence (MSC), e le prestazioni della cancellazione, in termini di misalignment, ovvero di differenza tra risposta impulsiva stimata e reale. Si suppone che il segnale d'ingresso sia caratterizzato da un'elevata coerenza fra i canali. Poiché l'ampiezza di banda del notch varia con il parametro α , è stata testata la relazione tra α e la riduzione della coerenza, come mostrato dalla Figura 3, che evidenzia come quest'ultima sia diffusa su tutto l'intervallo di frequenze d'interesse e sia maggiore per valori bassi di α , ovvero per ampiezza di banda elevata. Questo risultato è confermato dall'andamento del misalignment mostrato in Figura 4, dove è evidente che l'approccio proposto consente di ottenere un guadagno di circa 4-7 dB rispetto ad altre tecniche proposte in letteratura. Dal momento che la soluzione proposta ha presentato buoni risultati, è stata realizzata anche un'implementazione real-time sul framework Nu-Tech [5], che ha permesso di effettuare una valutazione su PC della

complessità computazionale richiesta [4]. A partire da questa implementazione, sviluppi futuri sono orientati verso il testing dell'applicazione proposta in scenari reali, utilizzando il sistema di comunicazione su rete IP. Inoltre, verrà approfondita la soluzione proposta cercando di estendere il fenomeno della missing-fundamental alle medio-alte frequenze, così da ottenere una soluzione finale totalmente basata su un approccio psicoacustico.

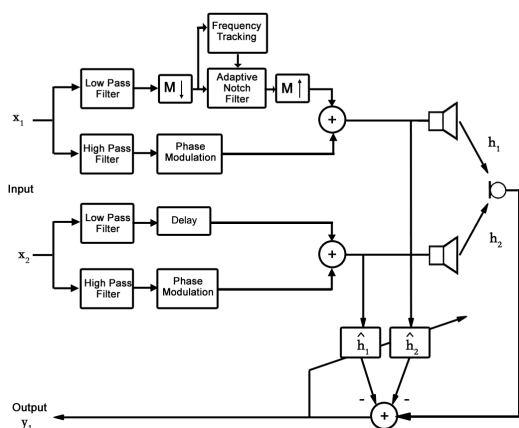


Figura 1: Diagramma a blocchi dell'algorithmo proposto.

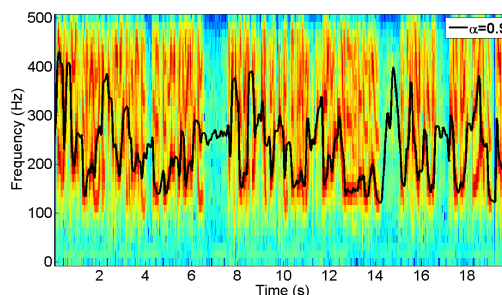


Figura 2: Stima della frequenza fondamentale.

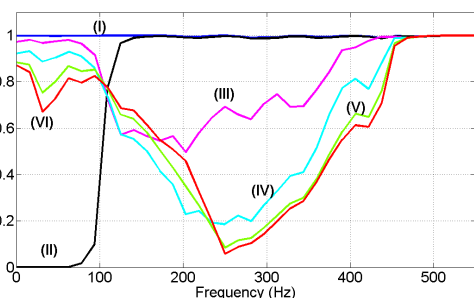


Figura 3: MSC (I) senza decorrelazione e con (II) approccio masse noise e approccio proposto (III) $\alpha=0.9$, (IV) $\alpha=0.6$, (V) $\alpha=0.3$, (VI) $\alpha=0.1$.

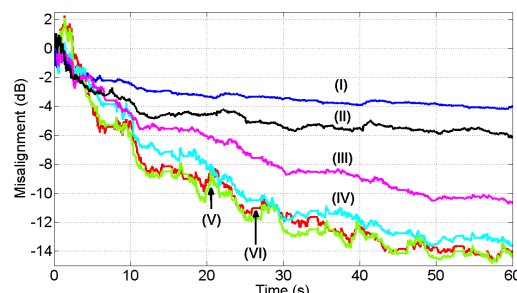


Figura 4: Misalignment (I) senza decorrelazione e con (II) approccio masse noise e approccio proposto (III) $\alpha=0.9$, (IV) $\alpha=0.6$, (V) $\alpha=0.3$, (VI) $\alpha=0.1$.

Referenze

- [1] L. Romoli, S. Cecchi, L. Palestini, P. Peretti, and F. Piazza. *A Novel Approach to Channel Decorrelation for Stereo Acoustic Echo Cancellation based on Missing Fundamental Theory*. Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Dallas, TX, USA, Mar. 2010, pp. 329-332.
- [2] L. Romoli, S. Cecchi, P. Peretti, and F. Piazza. *Improved Approach to Stereophonic Channel Decorrelation based on missing fundamental theory*. Proc. International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control, Tel Aviv, Israel, Sep. 2010.
- [3] S. Cecchi, L. Romoli, P. Peretti and F. Piazza. *A Combined Psychoacoustic Approach for Stereo Acoustic Echo Cancellation*. IEEE Trans. Audio, Speech and Language Processing, 2010, to be published.
- [4] S. Cecchi, L. Romoli, P. Peretti, and F. Piazza. *A Real Time implementation of a Novel Psychoacoustic Approach for Stereo Acoustic Echo Cancellation*. Proc. 129th Audio Engineering Society Convention, San Francisco, CA, USA, Nov. 2010.
- [5] A. Lattanzi, F. Bettarelli, and S. Cecchi. *NU-Tech: The Entry Tool of the hArtes Toolchain for Algorithms Design*. Proc. 124th Audio Engineering Society Convention, Amsterdam, The Netherlands, May 2008.