

DECORRELAZIONE DEI CANALI APPLICATA A SISTEMI DI IDENTIFICAZIONE MULTICANALE

Laura Romoli, Stefania Cecchi, Paolo Peretti, Francesco Piazza

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DII), Università Politecnica delle Marche,
Via Brecce Bianche 60131, Ancona (AN)

Parole chiave: Decorrelazione, Missing-Fundamental, Identificazione Multicanale

Il principale obiettivo di un sistema di riproduzione multicanale è quello di fornire una buona sensazione acustica all'ascoltatore migliorando l'esperienza d'ascolto e la percezione spaziale della scena virtuale [1]. Le tecniche adottate per il miglioramento digitale del segnale audio, quali, ad esempio, la cancellazione d'eco acustica [2,3,4] e l'equalizzazione audio [5,6] richiedono l'introduzione di sistemi di identificazione multicanale e, quindi, di algoritmi adattativi. Rispetto allo scenario monocanale, la relazione lineare che lega i canali, nota come *problema di non unicità della soluzione*, può generare problemi di convergenza, poiché la matrice di covarianza nell'equazione normale dell'algoritmo adattativo risulta mal condizionata. In letteratura, sono state proposte numerose tecniche di decorrelazione che cercano di ridurre la coerenza tra i canali senza alterare la qualità audio percepita, con particolare riferimento allo scenario stereofonico.

L'applicazione di queste soluzioni a sistemi di riproduzione multicanale non risulta così immediata. Sono state proposte in letteratura alcune soluzioni, quali il metodo basato sulla modulazione di fase, che risulta molto orientato ai sistemi surround [7], e il metodo basato sul rettificatore a semi-onda, che tuttavia altera in maniera significativa il segnale d'ingresso [8]. In questo contesto, è stato discusso in [1] un nuovo approccio di decorrelazione per sistemi di identificazione multicanale, che può essere applicato sia a segnali vocali che musicali. L'approccio è basato sul fenomeno psicoacustico della missing-fundamental, come già derivato per il caso stereofonico [2,3,4], introducendo però nuovi aspetti per gestire più di due canali. La Figura 1 riporta uno schema riassuntivo della tecnica. Nello specifico, ciascun canale in ingresso viene suddiviso in due bande: nella parte bassa dello spettro viene applicata la tecnica basata sul fenomeno della missing-fundamental, mentre nella parte alta dello spettro viene applicato un filtro passa-tutto tempo variante, la cui variazione è legata al parametro adattativo stimato per la frequenza fondamentale. Pertanto, alle basse frequenze la decorrelazione è ottenuta mediante stima e rimozione della frequenza fondamentale da tutti i canali, frequenza di taglio del filtro notch variabile nel tempo che dunque agisce con lo stesso principio di un filtro passa-tutto tempo variante [9], parametri tempo varianti diversi per ciascun canale così da variare la banda e la profondità del notch adattativo utilizzato per la rimozione della fondamentale. Alle alte frequenze, invece, la decorrelazione è ottenuta alterando la fase del segnale d'ingresso senza agire sull'ampiezza.

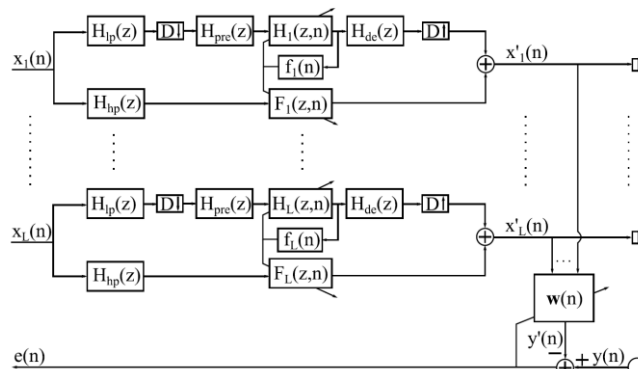


Figura 1: Schema di un sistema di identificazione multicanale con la tecnica di decorrelazione proposta.

L'efficacia dell'algoritmo è stata testata mediante opportune prove, assumendo come scenario di riferimento l'identificazione di un sistema senza applicazione di alcuna tecnica di decorrelazione e confrontando la soluzione proposta con il metodo basato sul rettificatore a semi-onda [8]. I risultati sono stati valutati in termini di distanza spettrale (SD), tra i percorsi acustici reali e stimati, e magnitude squared coherence (MSC). La Figura 2 e la Figura 3 mostrano che l'approccio proposto migliora sia la precisione che la velocità di convergenza rispetto ai due casi utilizzati come confronto, considerando sia il segnale vocale che il segnale musicale. Inoltre, la tecnica mostra una buona risposta anche in presenza di un cambiamento brusco, realizzato mediante la variazione della posizione dei microfoni.

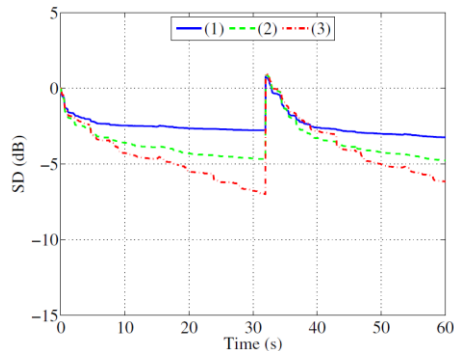


Figura 2: SD per un segnale vocale (1) senza decorrelazione, (2) con l'approccio basato su rettificatore a semi-onda e (3) con l'approccio proposto.

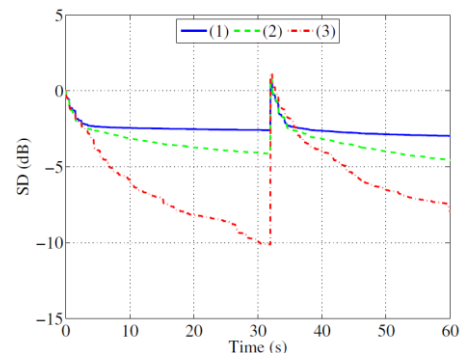


Figura 3: SD per un segnale musicale (1) senza decorrelazione, (2) con l'approccio basato su rettificatore a semi-onda e (3) con l'approccio proposto.

A partire da questa soluzione, gli sviluppi futuri saranno orientati all'introduzione del metodo in sistemi di riproduzione audio multicanale reali, dedicati ad applicazioni quali cancellazione d'eco acustica ed equalizzazione audio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Romoli, S. Cecchi, F. Piazza. A Novel Decorrelation Approach for Multichannel System Identification. Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Firenze, Italy, May, 2014.
- [2] 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, vol. 19, no. 6, pp. 1530-1539, Aug. 2011.
- [3] L. Romoli, S. Cecchi, P. Peretti, and F. Piazza, "A Mixed Decorrelation Approach for Stereo Acoustic Echo Cancellation based on the estimation of the fundamental frequency," IEEE Trans. Audio, Speech and Language Processing, vol. 20, no. 2, pp. 690-698, Feb. 2012.
- [4] L. Romoli, S. Cecchi, and F. Piazza, "A Combined Approach for Channel Decorrelation in Stereo Acoustic Echo Cancellation Exploiting Time-Varying Frequency Shifting," IEEE Signal Process. Lett., vol. 20, no. 7, pp. 717-720, Jul. 2013.
- [5] S. Cecchi, L. Romoli, F. Piazza, and A. Carini, "A Multichannel and Multiple Position Adaptive Room Response Equalizer in Warped Domain," in Proc. 8th Int'l Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, Trieste, Italy, Sep. 2013.
- [6] S. Cecchi, L. Romoli, A. Carini, and F. Piazza. A Multichannel and Multiple Position Adaptive Room Response Equalizer in Warped Domain: Real-time Implementation and Performance Evaluation. J. Applied Acoustics, Vol. 82, pp. 28-37, Aug. 2014.
- [7] J. Herre, H. Buchner, and W. Kellermann, "Acoustic Echo Cancellation for Surround Sound using Perceptually Motivated Convergence Enhancement," in Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, vol. 1, Honolulu, HI, USA, Apr. 2007, pp. 17-20.
- [8] J. Benesty, D. R. Morgan, and M. M. Sondhi, "A Better Understanding and an Improved Solution to the Specific Problems of Stereophonic Acoustic Echo Cancellation," IEEE Trans. Speech Audio Process., vol. 6, no. 2, pp. 156-165, Mar. 1998.
- [9] M. Ali, "Stereophonic Acoustic Echo Cancellation System Using Time-Varying All-pass Filtering for Signal Decorrelation," in Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, vol. 6, Seattle, WA, USA, May 1998, pp. 3689-3692.