

LOCALIZZAZIONE BINAURALE DI SORGENTI SONORE IN AMBIENTI RIVERBERANTI

Raffaele Parisi, Michele Scarpiniti, Aurelio Uncini, Cecilia Zannini

Dipartimento INFOCOM
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

La *localizzazione binaurale* di sorgenti sonore è il processo mediante il quale la posizione di una sorgente audio viene stimata utilizzando solamente due microfoni. Si tratta di un processo che gli esseri umani possono realizzare facilmente, velocemente, in modo accurato e in un esteso insieme di situazioni sperimentali differenti. L'imitazione del sistema uditivo umano mediante un sistema artificiale ha proprio lo scopo di riprodurre la flessibilità e la robustezza rispetto alle caratteristiche della sorgente sonora e dell'ambiente.

In un ambiente riverberante le onde sonore interagiscono con le frontiere dell'ambiente e gli oggetti presenti, generando così il complesso fenomeno del *riverbero*. L'effetto è quello di mascherare la direzione d'arrivo del segnale e di generare ambiguità nella fase di localizzazione.

L'approccio binaurale presenta diversi vantaggi rispetto a sistemi multimicrofonici. Dal punto di vista teorico, il trattamento binaurale non solo è in grado di fornire prestazioni migliori per ciò che riguarda la detezione del segnale, ma può anche ridurre gli effetti negativi del riverbero in termini di intelleggibilità [1]. Dal punto di vista applicativo un sistema basato su una coppia di dispositivi di ascolto troverebbe immediata applicazione in diversi settori (robotica, aiuti per non udenti...).

Recentemente diversi modelli binaurali del sistema uditivo umano sono stati proposti [1]. Il primo modello però risale a Lord Rayleigh che elaborò la cosiddetta teoria *duplex*, concludendo che la localizzazione richiede l'elaborazione di due tipi di informazione: l'*Interaural Level Difference* (ILD) e l'*Interaural Time Difference* (ITD). L'ILD dipende dalla differenza del livello sonoro che raggiunge le due orecchie, mentre l'ITD misura la differenza nei tempi di arrivo del segnale. Queste due funzioni forniscono separatamente un'informazione parziale sulla posizione della sorgente rispetto a quella dell'ascoltatore. Un'elaborazione congiunta di ILD e ITD invece consente la localizzazione della sorgente sonora in ambienti anecoici con buona precisione [3].

In presenza di riverbero le prestazioni di tale sistema degradano rapidamente. Il riverbero è un fenomeno complesso che risulta da riflessione, diffrazione, diffusione e interferenza delle onde sonore. La sua presenza complica notevolmente la localizzazione della sorgente sonora. Diverse soluzioni sono state proposte nel recente passato [4-7] per sistemi basati su schiere di microfoni opportunamente disposti nell'ambiente di ascolto.

E' attualmente in corso di sviluppo una estensione delle tecniche multimicrofoniche al caso di due sensori. Preliminarmente sono state analizzate le prestazioni del metodo presentato in [3] nel caso di presenza di riverbero. I risultati ottenuti dimostrano che la precisione della localizzazione degrada rapidamente all'aumentare del riverbero, mostrando la necessità di una opportuna pre-elaborazione del segnale [8].

BIBLIOGRAFIA

- [1] D. L. Wang and Guy J. Brown, "*Computational Auditory Scene Analysis - Principles, Algorithms and Applications*", IEEE Press, Wiley Interscience, 2006.
- [2] Rayleigh, L. (1907). "On our perception of sound direction," *Phil. Mag.* **13**, 214-232.

- [3] M. Raspaud, H. Viste, and G. Evangelista, "Binaural source localization by joint estimation of ILD and ITD," *IEEE Trans. On Audio, Speech and Language Processing*, vol. 18, no. 1, pp. 68–77, 2010.
- [4] A. Cirillo, R. Parisi, A. Uncini, "Sound mapping in reverberant rooms by a robust direct method", *ICASSP2008*, Las Vegas, USA, 30 Marzo - 4 Aprile 2008.
- [5] A. Cirillo, R. Parisi, A. Uncini, "Prefiltering techniques on consistent peak selection for talker position estimation in reverberant rooms", *HSCMA2008*, Trento, Italia, 6-8 Maggio 2008.
- [6] A. Cirillo, R. Parisi and A. Uncini, "A new consistency measure for localization of sound sources in the presence of reverberation", *2009 16th International Conference on Digital Signal Processing (DSP 2009)*, Santorini (Grecia), 5-7 Luglio 2009.
- [7] C. M. Zannini, A. Cirillo, R. Parisi, A. Uncini, "Improved TDOA disambiguation techniques for sound source localization in reverberant environments", *ISCAS2010*, Parigi, 30 Maggio-2 Giugno 2010.
- [8] C. M. Zannini, R. Parisi, A. Uncini, "Binaural sound source localization in the presence of reverberation," accettato a *2011 17th International Conference on Digital Signal Processing (DSP 2011)*, Corfù (Grecia), 5-7 Luglio 2011.