RIMOZIONE DI ARTEFATTI IMPULSIVI DA EEG MEDIANTE TRASFORMATA WAVELET STAZIONARIA

Giuseppina Inuso, Domenico Labate, Fabio La Foresta,
Nadia Mammone, Francesco Carlo Morabito

Università "Mediterranea" di Reggio Calabria, DIMET
Via Graziella Feo di Vito, 89100, Reggio Calabria (RC)

L'attività di ricerca svolta nel corso dell'ultimo anno dall'Unità di Reggio Calabria è stata indirizzata sia all'implementazione di algoritmi avanzati basati sull'analisi multidimensionale e multirisoluzione per la rimozione di artefatti da segnali elettroencefalografici (EEG), sia alla definizione di modelli matematici per descrivere le dinamiche del cervello epilettico al fine di prevedere l'evento crisi epilettica e di comprendere i processi di epilettogenesi [1-4]. In particolare la ricerca è stata incentrata sullo studio delle alterazioni di tracciati EEG riconducibili ad artefatti di carattere impulsivo, come *eye blink* e *spike*. I primi, noti anche come ammiccamenti, sono riconducibili all'apertura e chiusura volontaria degli occhi e generalmente alterano le registrazioni degli elettrodi frontali. Gli artefatti di tipo *spike* sono invece alterazioni riconducibili a fenomeni transitori impulsivi che possono intaccare il tracciato EEG nella sua interezza. Recenti studi presenti in letteratura [5] mostrano che tali artefatti possono essere identificati e rimossi mediante tecniche avanzate basate sull'utilizzo della Trasformata Wavelet Discreta (DWT). Maggiori approfondimenti hanno evidenziato che, nel caso di artefatti di natura impulsiva, i processi di decimazione della DWT possono compromettere la corretta identificazione degli artefatti. Tale limitazione può essere superata mediante l'utilizzo della Trasformata Wavelet Stazionaria (SWT) che gode della ben nota proprietà di invarianza traslazionale.

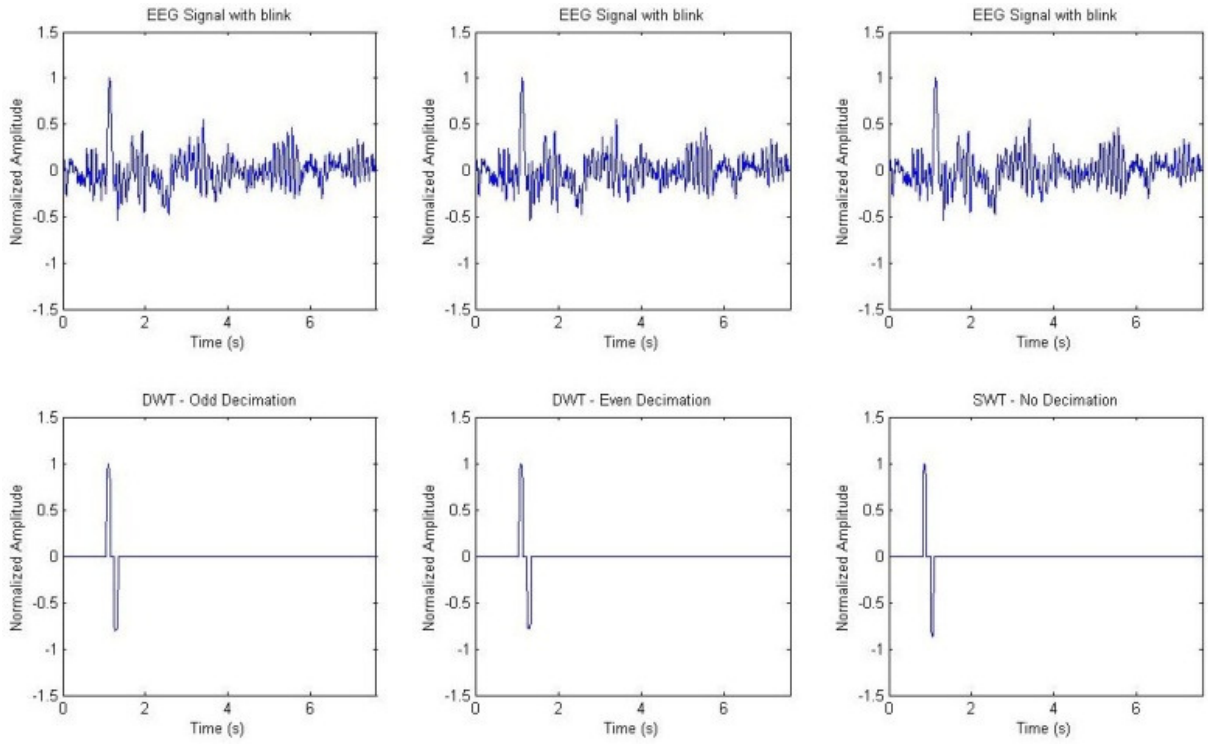

Fig. 1- (In alto) Il segnale EEG con artefatto di tipo *eye blink* centrato a t= 1s. (In basso da destra verso sinistra) DWT con *odd decimation*, DWT con *even decimation*, SWT. Non si apprezzano significative differenze nel processo di identificazione.

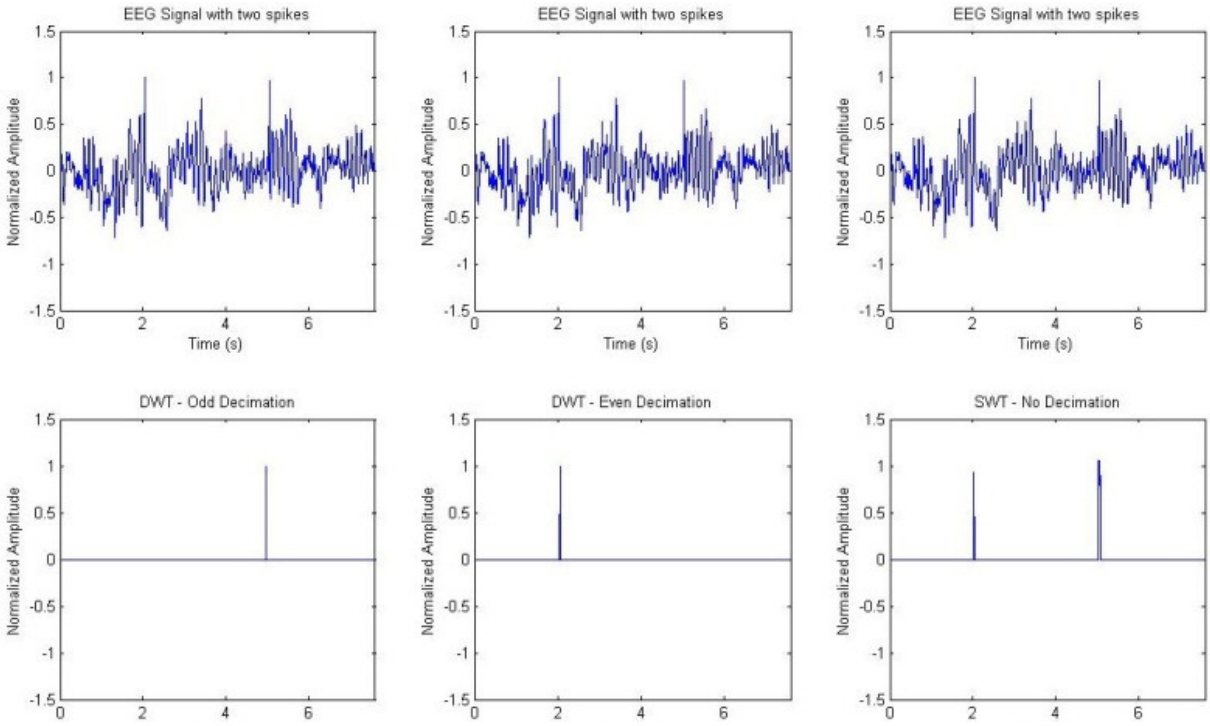

Fig. 2- (In alto) Il segnale EEG con artefatto di tipo *spike* a t=2s e t=5s. (In basso da destra verso sinistra) DWT con *odd decimation*, DWT con *even decimation*, SWT. Si apprezzano evidenti differenze di *performance* dell'algoritmo SWT capace di identificare entrambe le alterazioni impulsive del tracciato.

Di seguito sono sintetizzati i risultati salienti ottenuti con tecniche basate sull'utilizzo della DWT con decimazione pari (*even decimation*) e dispari (*odd decimation*) e con la SWT. I metodi non mostrano significative differenze nell'identificazione di artefatti di tipo *eye blink*, (Fig.1); la Fig. 2 mostra, invece, che esistono differenze di *performance* nell'identificazione di artefatti di tipo impulsivo (*spike*). Tale apprezzabile differenza è legata alla proprietà intrinseca di invarianza alle traslazioni della SWT garantita dall'assenza del processo di sottocampionamento ad ogni livello di decomposizione, proprio invece nella DWT. Le simulazioni sono state condotte su tracciati EEG reali cui si sono sovrapposti artefatti sintetici come descritto nelle figure. Le migliori *performance* sono state ottenute con accettabili peggioramenti dei tempi di calcolo; infatti gli algoritmi di decomposizione hanno complessità $O(2^L)$ per DWT e $O(L \cdot 2^L)$ per SWT con L livello di decomposizione [4].

Referenze

[1] D. Labate, F. La Foresta, G. Inuso, and F.C. Morabito, *Remarks about Wavelet Analysis in the EEG Artifacts Detection*, Proceedings of The 20th Workshop on Neural Networks, May 27-29, 2010, Vietri S.M. (SA), Italy.

[2] N. Mammone, G. Inuso, F. La Foresta, M. Versaci, and F.C. Morabito, *Clustering of Entropy in Epileptic Elettroencephalography*, Proceedings of The 11th International Conference on Engineering Applications of Neural Networks, Springer Berlin Heidelberg, Engineering Applications of Neural Networks, Vol 43, pp.453-462, 2009.

[3] G. Inuso, F. La Foresta, N. Mammone, and F.C. Morabito, *Brain Activity Investigation by EEG Processing: Wavelet Analysis, Kurtosis and Renyi's Entropy for Artifact Detection*, Proceedings of The International Conference on Information Acquisition, pp. 195-200, 2007.

[4] G. Inuso, F. La Foresta, N. Mammone, and F. C. Morabito, *Wavelet-ICA methodology for efficient artifact removal from Electroencephalographic recordings,* Proceedings of The 2007 International Joint Conference on Neural Networks, pp. 1524-1529, 2007.

[4] R. J. Brychta, S. Tuntrakool, M. Appalsamy, N. R. Keller, D. Robertson, R. G. Shiavi and A. Diedrich, *Wavelet Methods for Spike Detection in Mouse Renal Sympathetic Nerve Activity,* IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. 54 (1), pp. 82-93, 2007.

[6] *It's Time for Wavelets,* IEEE Engineering in Medicine and Biology, vol. 28, no. 5.