

# ANALISI ENTROPICA NEL DOMINIO WAVELET PER LA CARATTERIZZAZIONE DI ARTEFATTI CEREBRALI

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

Dipartimento di Informatica Matematica Elettronica e Trasporti (DIMET),  
Università "Mediterranea" degli Studi di Reggio Calabria

L'attività di ricerca svolta nel corso dell'ultimo anno dall'Unità di Reggio Calabria è stata ancora indirizzata all'implementazione di algoritmi avanzati basati sull'analisi multirisoluzione tempo-frequenza per l'elaborazione di segnali elettroencefalografici (EEG). In particolare la ricerca è stata indirizzata all'implementazione di algoritmi per l'estrazione dai ritmi cerebrali di artefatti [1] che si sovrappongono al segnale EEG stesso. Gli artefatti sono segnali di origine non cerebrale che sovrappoendosi al tracciato rendono difficoltosa la sua lettura. Essi possono essere interni (ammiccamenti, spike, artefatto muscolare) o esterni (artefatto da 50 Hz, mal posizionamento degli elettrodi sullo scalpo) al soggetto sottoposto alla registrazione.

L'obiettivo principale è stato testare il metodo basato sull'entropia wavelet secondo Shannon, Renyi e Tsallis per identificare gli artefatti cerebrali di segnali EEG reali precedentemente scomposti nei ritmi alfa, beta, delta e teta con la wavelet discreta. Una volta fatta la decomposizione wavelet nei ritmi, il nostro fine è conoscere il range frequenziale d'azione di ciascun tipo di artefatto sfruttando l'entropia [2].

L'entropia è la misura del grado di ordine/disordine del segnale EEG e può fornire informazioni utili sul sottostante processo dinamico associato al segnale analizzato. In caso di un segnale molto random la probabilità verrà distribuita uniformemente e l'entropia sarà alta; in caso di un segnale non random la maggior parte dei valori avranno alta probabilità e altri valori avranno bassa probabilità: il contributo complessivo sarà bassa entropia.

Proponiamo il metodo Wavelet Entropy [3], che è così definita:

$$WE = - \sum_j^N p_j \log(p_j) \quad (1)$$

In (1)  $j$  corrisponde a ciascun ritmo cerebrale estratto ( $j=1,\dots,N$ ) e  $p_j$  è la distribuzione di probabilità dell'energia wavelet normalizzata al livello  $j$  [3]. L'energia wavelet al livello  $j$  è data dall'energia del segnale dettaglio ottenuto dalla decomposizione wavelet discreta. Per la natura di EEG si è usata la famiglia Daubechies di ordine 4 per ricavare l'albero di decomposizione.

Dalla  $p_j$  seguono le formule di entropia secondo Shannon, Renyi e Tsallis [4], rispettivamente.

$$S_{WE} = - \sum_j^N p_j \log(p_j) \quad (2)$$

$$R_{WE} = \frac{1}{1-\alpha} \log \sum_{j=1}^N (p_j)^\alpha \quad (3)$$

$$T_{WE} = \frac{1}{q-1} \left( \sum_{j=1}^N (p_j)^q \right) \quad (4)$$

In figura 1 si riportano 23 finestre temporali del primo canale del segnale EEG per le quali è stata calcolata l'energia per ogni ritmo cerebrale, ottenuto con la decomposizione wavelet, e poi la

relativa entropia wavelet. In figura 2 si nota come R\_WE e T\_WE hanno mostrato un risultato migliore rispetto a S\_WE.

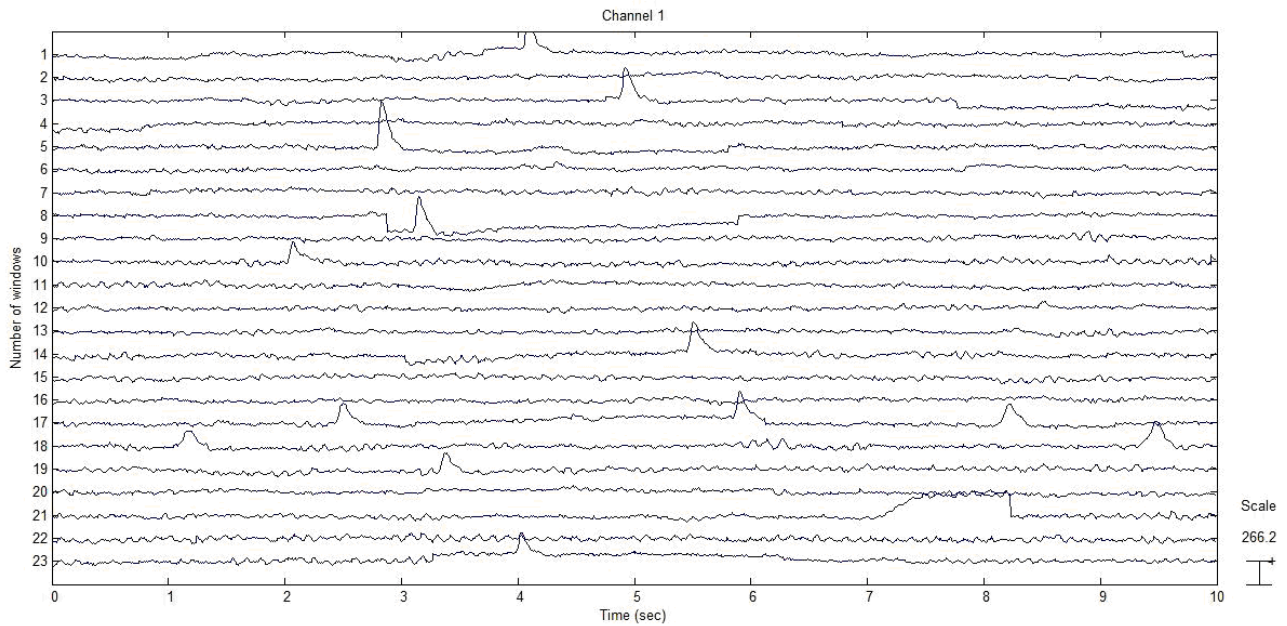


Fig. 1- Primo canale del segnale EEG diviso in 23 finestre temporali della durata di 10 secondi.

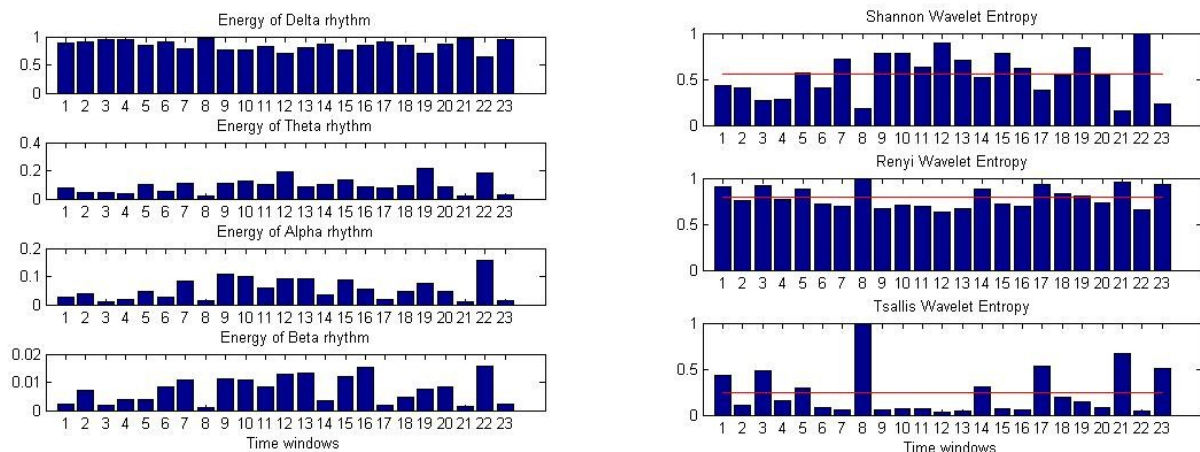


Fig. 2- Energia ed Entropie wavelet per ogni finestra temporale.

## Bibliografia

- [1] 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*, in Proceedings of the International Conference on Information Acquisition (ICIA 2007), p. 195-200, 2007.
- [2] N. Mammone, F. La Foresta and F. C. Morabito, *Automatic Artifact Rejection from Multichannel Scalp EEG by Wavelet ICA*, IEEE Sensors Journal, Joint Conference, (in press) 2011.
- [3] O. A. Rosso, S. Blanco, J. Yordanova, V.I Kolev, A. Figliola, M. Schürmann, E. Basar, *Wavelet entropy: a new tool for analysis of short duration brain electrical signals*, Journal of Neuroscience Methods 105 (2001) 65-75.
- [4] J. Yordanova, V. Kolev, O. A. Rosso, M. Schürmann, O. W. Sakowitz, M. Özgören, E. Basar, *Wavelet entropy analysis of event related potentials indicates modality-independent theta dominance*, Journal of Neuroscience Methods 117 (2002) 99-109.