

# Analisi della correlazione tra segnali EEG ed EMG

Laureando: Umberto Michieli

Relatore: Leonardo Badia

Correlatrice: Giulia Cisotto

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione  
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

18/07/2016

Anno accademico 2015/2016

# Sommario

- 1 Obiettivo
- 2 Acquisizione EEG ed EMG
- 3 EEG ed EMG di partenza
- 4 Correlazione e coerenza
- 5 Risultati
- 6 Conclusioni e sviluppi futuri

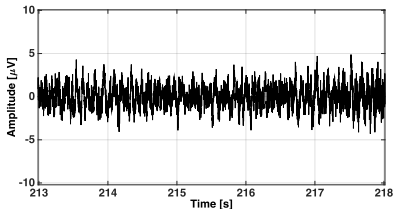
EEG=Elettroencefalogramma

EMG=Elettromiogramma

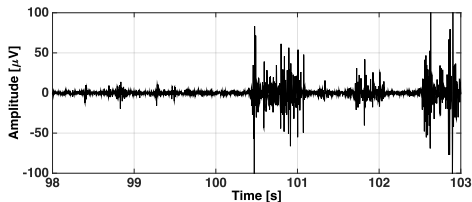
APB=muscolo abduktore breve del pollice

Gli eventi patologici *burst* nell'EMG sono provocati da uno stimolo cerebrale o locale?

⇒ Analisi di correlazione e coerenza tra EEG ed EMG



EMG APB sano, attività di fondo



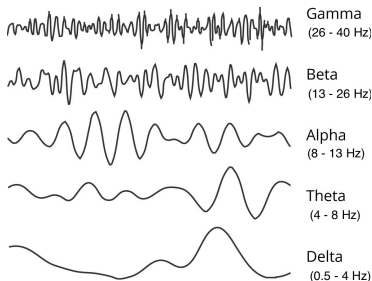
EMG APB con eventi burst

**EEG:** elettrodi sullo scalpo, *ritmi cerebrali* + rumore.

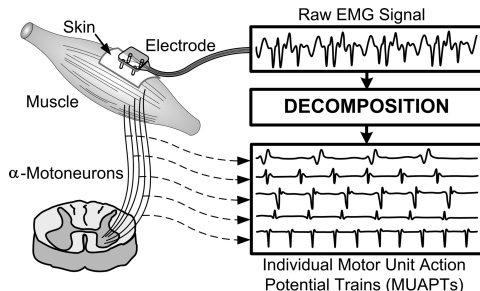
Frequenze di interesse: da 0.5 a 45 Hz;      Ampiezza: entro  $\pm 20 \mu\text{V}$

**EMG:** elettrodi per rilevare attività muscolare: *tracciato di interferenza*.

Frequenze di interesse: da 5 a 200 Hz;      Ampiezza: entro  $\pm 5 \text{ mV}$



Classificazione ritmi cerebrali.

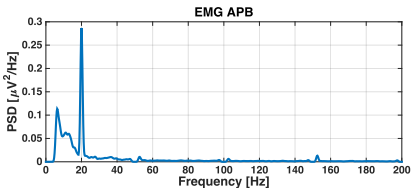
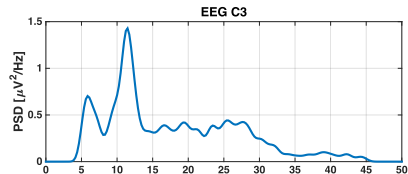


Scomposizione EMG.

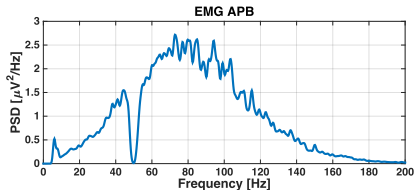
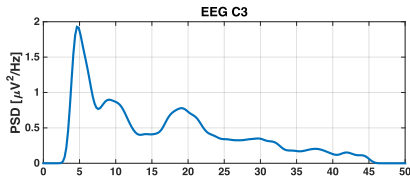
Due soggetti a riposo; EEG ed EMG rilevati agli stessi punti,  $F_s = 1000$  Hz.

- EEG ed EMG sano durata=22 s; ampiezza EMG entro  $\pm 10$   $\mu$ V, spettro EMG compreso entro 5 e 50 Hz.
- EEG ed EMG patologico durata=196.6 s; ampiezza EMG entro  $\pm 200$   $\mu$ V, spettro EMG compreso tra 5 e 200 Hz.

Caso sano:



Caso patologico:



# Per segnali $x[m]$ ed $y[m]$ discreti

Definizioni utilizzate per verificare la somiglianza nel tempo e nella frequenza dei segnali di partenza opportunamente filtrati.

- **Correlazione:**  $r_{xy}[n] \triangleq \sum_{m=-\infty}^{+\infty} x^*[m]y[n+m]$

Massimo normalizzato:  $r_{max} = \frac{\max(r_{xy}[n])}{\sqrt{E_x E_y}}$

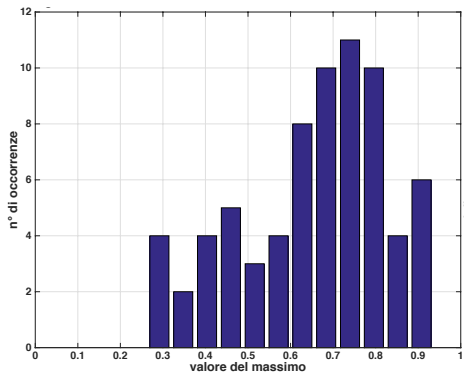
Ritardo del massimo:  $lag = \operatorname{argmax}(r_{max})$

- **Coerenza:**  $Coh_{xy}(f) \triangleq \frac{\mathcal{P}_{xy}(f)}{\sqrt{|\mathcal{P}_x(f)|} \cdot \sqrt{|\mathcal{P}_y(f)|}}$

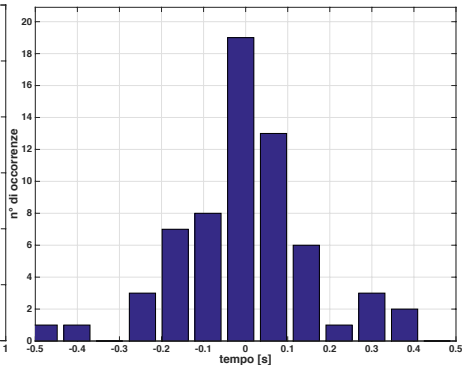
Livello di confidenza:  $CL = 1 - (1 - \alpha)^{\frac{1}{N-1}}$

# Risultati dell'analisi di correlazione

71 coppie di spezzoni EEG-EMG (durata  $696 \pm 656$  ms)



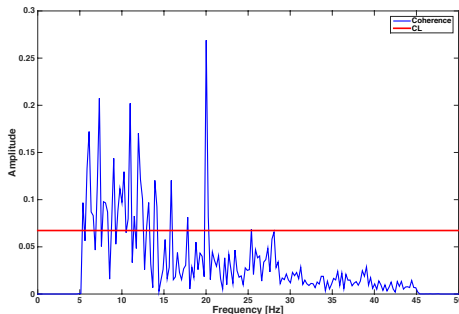
Massimo della correlazione  
(normalizzata).



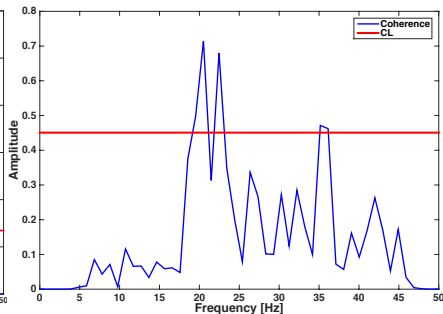
Lag del massimo della  
correlazione.

# Risultati dell'analisi di coerenza

$F_s = 1000$  Hz,  $nfft = 1024$ ,  $overlap = 50\%$ , finestra di Hanning di 1024 campioni,  $\alpha = 0.95$ .



Coerenza caso sano  
( $CL = 0.067$ ).



Coerenza con EMG burst  
( $CL = 0.451$ ).



## Conclusioni

- massimo di correlazione con EEG in anticipo in media di 10 ms su EMG, confermando la fisiologia umana
- coerenza caso sano: picchi di coerenza a 20 Hz e a frequenze inferiori
- coerenza caso patologico: picchi di coerenza significativa a 20 e attorno a 35-40 Hz

## Sviluppi futuri

- allargare lo studio per rendere le stime più robuste
- verificare se gli eventi *burst* sono volontari oppure no