

Correlação cruzada na aprendizagem motora: um estudo com sinais de EEG (Eletroencefalografia) via estatística de sinais

Florêncio M. Oliveira Filho (Doutorado - MCTI), florenciofh@yahoo.com.br;

Gilney F. Zebende (Orientadora - MCTI), gfzebende@hotmail.com;

Juan Alberto L. Cruz (Co-Orientadora - UEFS), juan@uefs.br;

Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: *Série temporal, coeficiente de correlação cruzado, Eletroencefalografia.*

Introdução

Temos na literatura contribuições significativas para abordagem com sinais de eletroencefalografia (EEG). Parte dessas contribuições vem do estudo com variáveis em condições clínicas. Em contrapartida, existem poucas discussões com cognição em condições de aprendizagem. Dois aspectos reforça o objetivo de explorar o EEG. Primeiro, que a utilização de técnicas não invasivas que extraem representações mensuráveis do funcionamento cerebral é uma das mais promissoras abordagens atualmente empregadas no estudo da cognição. Segundo, que o conhecimento da composição de frequência da atividade elétrica é um elemento fundamental, tanto em pesquisa quanto em aplicações clínicas. Para ambas as abordagens, a análise quantitativa é bastante importante, pois o EEG convencional é baseado no exame visual do traçado e comportamento, portanto, um significativo componente de subjetividade. Mesmo com essa robusta técnica, há ainda discussões intensas sobre a atividade neural. Abordagens relacionadas como direção preferencial, perturbação a um hemisfério e variabilidade da atividade neural no córtex cerebral, são perguntas ainda em aberto. Procurar ampliar as contribuições dos efeitos gerados pelos registros de EEG em diversas escalas é um dos objetivos desse estudo.

Métodos e Resultados parciais

Para efeito do estudo e aprendizagem, está sendo usada uma base disponível na página do physionet.org. A base disponibiliza sinais de EEG

com quatro tipos de estímulos: Teste real / imaginário, para movimentos com os punhos e teste real / imaginário para movimentos com os punhos ou pés. Os indivíduos realizaram diferentes tarefas motoras enquanto 64 canais de EEG foram registrados usando o sistema BCI2000. Cada sujeito realizou três corridas de dois minutos:

Protocolo experimental:

(1) Um alvo aparece em ambos os lados esquerdo ou do lado direito da tela. O sujeito abre e fecha o punho correspondente até que o alvo desaparece. Em seguida, o sujeito relaxa. **(2)** Um alvo aparece em ambos os lados esquerdo ou do lado direito da tela. O sujeito imagina abrindo e fechando o punho correspondente até que o alvo desaparece. Em seguida, o sujeito relaxa. **(3)** Um alvo aparece na parte superior ou a parte inferior da tela. O sujeito abre e fecha, quer os dois punhos (se o alvo está no topo) ou ambos os pés (se o destino for na parte inferior) até que o alvo desaparece. Em seguida, o sujeito relaxa. **(4)** O alvo aparece na parte superior ou a parte inferior da tela. O sujeito imagina abrindo e fechando os punhos quer (se o alvo está no topo) ou ambos os pés (se o destino for na parte inferior) até que o alvo desaparece. Em seguida, o sujeito relaxa.

Teste experimental realizado para um indivíduo da base [physionet](http://physionet.org).

Métodos:

Com o objetivo de atender as respostas dos estímulos gerados pela atividade cerebral, foram utilizados os métodos DFA (Detrended Fluctuation Analysis) proposto por Peng em 1994, DCCA

(Detrended Cross-Correlation Analysis) proposto por Podobnik e Stanley em 2008 e o ρ DCCA proposto por Zebende em 2011.

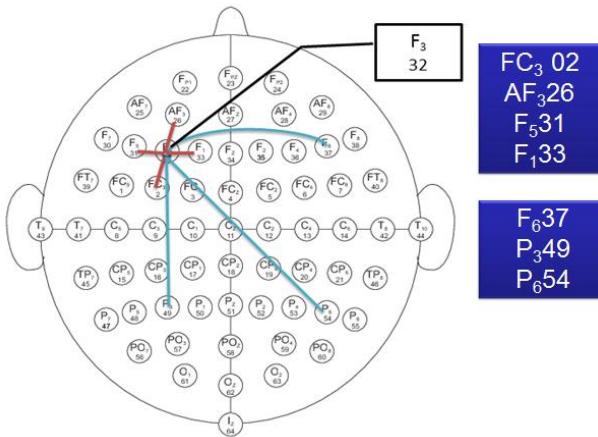


Figura 1. Relação entre vizinhos próximos e vizinhos distantes a F₃32.

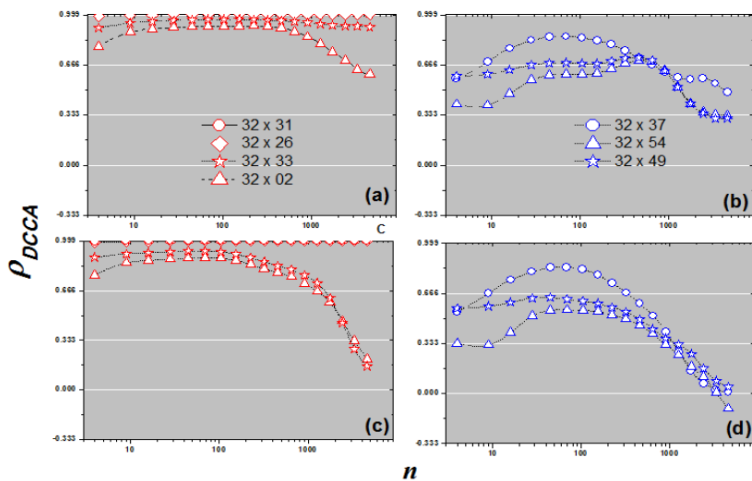


Figura 2. Teste real. Em (a) e (b), temos as respostas relativas aos itens 1 e 2. Já em (c) e (d) as respostas são para os itens 3 e 4. Ambos relacionados ao protocolo experimental.

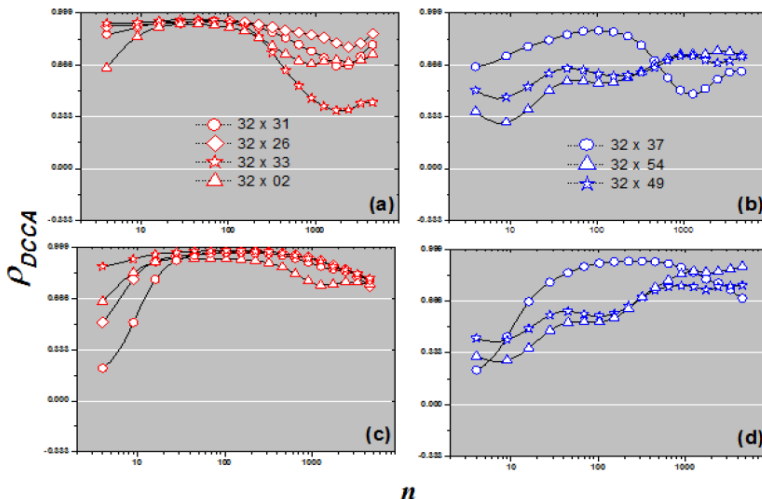


Figura 3. Teste Imaginário. Em (a) e (b), temos as respostas relativas aos itens 1 e 2. Já em (c) e (d) as respostas são para os itens 3 e 4. Ambos relacionados ao protocolo experimental.

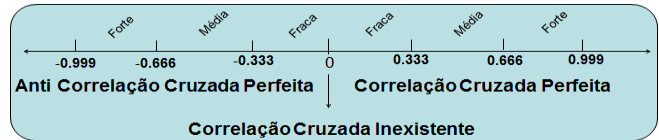


Figura 4. Escala em níveis fraco, médio e forte para o coeficiente ρ DCCA.

Conclusões

Os resultados apresentados neste estudo revelaram correlação cruzada das séries temporais geradas por estímulos motores. A modelagem empregada com o ρ DCCA, indica que além da combinação dos sinais produzidos pelos canais de EEG, as indicações dos padrões temporais para diversas escalas (n) são importantes para quantificar a correlação entre os canais. O estudo revelou também mais investigações com pontos em áreas específicas do cérebro para outros tipos de atividades.

Referências

<http://physionet.org/physiobank/database/>

Boris Podobnik, H. Eugene Stanley. Detrended Cross-Correlation Analysis: A New Method for Analyzing Two Nonstationary Time Series. Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 084102.

Duncan A, J. Blythe, V. Nikulin, Klaus-Robert Müller. Robust Statistical Detection of Power-Law Cross-Correlation, Scientific Reports, 2016.

PENG, C. K. et. al. (1994). On the mosaic organization of DNA sequences. Physical Review E, n. 49, p. 1685-1689.

R. E. Kettner, J. K. Marcario, M. C. Clark-Phelps, Exp. Brain Res. Z. F. Mainen, T. J. Sejnowski. Controlo f remembered reaching sequences in monkey. Science 268 (5216), 1503-1506 (1995).

Schalk, G. et. al. A General-Purpose Brain-Computer Interface (BCI) System. IEEE Transactions on Biomedical Engineering 51(6): 1034-1043, 2004.

Goldberger AL. et. al. PhysioBank, PhysioToolkit e Physionet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals, 101(23): 215-220, 2000.

Zebende, G. F. DCCA cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation. Physica A, n.4, p. 614-618, 2011.