

Comparação de Técnicas de Interpolação para Mapeamento Topográfico Cerebral

José Luiz A. da Silva Júnior, David M. Simpson, e Antônio Fernando C. Infantes

Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/ UFRJ
Caixa Postal: 68510 - CEP: 21945-970 - Rio de Janeiro - E-mail: afci@serv.peb.ufrj.br

Resumo - Utilizando distribuição de potencial simulada, técnicas de interpolação (4-vizinhos, Spline Planar e Spline Esférica) foram usadas na reconstrução de mapas topográficos cerebrais. Os resultados quantitativos indicam que o desempenho destas técnicas depende fortemente da profundidade das fontes cerebrais e de sua localização em relação aos eletrodos.

Abstract - In Brain Electrical Activity Mapping the interpolation techniques usually used are Four Nearest Neighbour, Planar and Spherical Spline. Quantitative comparisons of these techniques using simulated potential distributions indicate that none of these techniques is clearly superior, with relative performance depending on the location of the sources within the head and relative to the electrodes.

Introdução

A técnica de interpolação utilizada no mapeamento topográfico cerebral (MTC) influencia fortemente o resultado da distribuição espacial desejada¹. Neste sentido, torna-se necessário avaliar, quantitativamente, o desempenho das técnicas 4-vizinhos (*NN*), Spline Planar (*PS*) e Spline Esférica (*SS*), usualmente empregadas em MTC.

Metodologia

Distribuições de potencial no escalpo foram simuladas com dipolos radiais no interior de um modelo da cabeça formado por três camadas esféricas concêntricas². As distribuições foram calculadas para uma matriz de 51x51 pontos (S_{51}) e também para um conjunto de 31 "eletrodos", localizados como proposto por Soong et al.³. Topogramas foram, então, construídos utilizando *NN*, *PS*, *SS*, sendo as distribuições interpoladas comparadas à correta (S_{51}).

Os dipolos foram localizados em diferentes profundidades (excentricidade, ρ), numa faixa compatível com a anatomofisiologia, e posição relativa aos eletrodos: *i*) abaixo de um eletrodo (localização A), *ii*) no centro de um quadrilátero formado por quatro eletrodos vizinhos (localização B) ou *iii*) no ponto central de um dos lados do quadrilátero (localização C).

Os parâmetros globais para avaliação das técnicas de interpolação, descritos por Soong et al.³, são: inacurácia, *nrv* (erro médio quadrático normalizado entre os valores interpolados e os de S_{51}); precisão, *cv* (coeficiente de correlação entre os pontos interpolados e os correspondentes na S_{51}); tendência, *rcv* (correlação entre erro de interpolação e S_{51}); e

tolerância, *mse* (erro quadrático máximo normalizado por S_{51}).

Resultados

Visualmente, para um dipolo com $\rho = 0.85$ e localizado em A, a técnica *NN* produz distribuição (Fig. 1d) com morfologia similar à S_{51} (Fig. 1a), diferentemente das técnicas *SS* e *PS*, onde nota-se a presença de falsos vales (Fig. 1b e 1c). Para o mesmo dipolo,

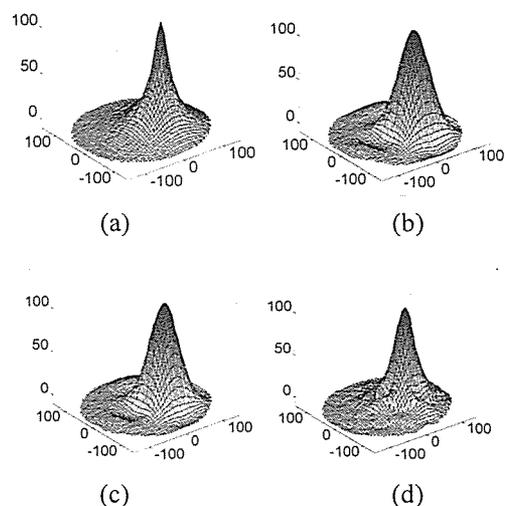


Figura 1 - Distribuições de potencial para um dipolo radial com $\rho = 0.85$, localizado em A. (a) distribuição S_{51} (b) *PS*; (c) *SS*; (d) *NN*.

localizado em B (Fig. 2), nenhuma das três técnicas reproduz adequadamente a distribuição simulada, sendo que *SS* e *PS* localizam melhor o máximo, enquanto que *NN* mostra múltiplos picos. As

observações acima são confirmadas através dos resultados do cálculo dos parâmetros globais (Tabelas I e II).

A Fig. 3a mostra a superioridade da técnica *NN* para dipolos superficiais ($\rho > 0.75$) localizados em A, ocorrendo o contrário com dipolo em B (Fig. 3b). Para dipolos localizados em C, os resultados são equivalentes aos mostrados na Fig. 3b.

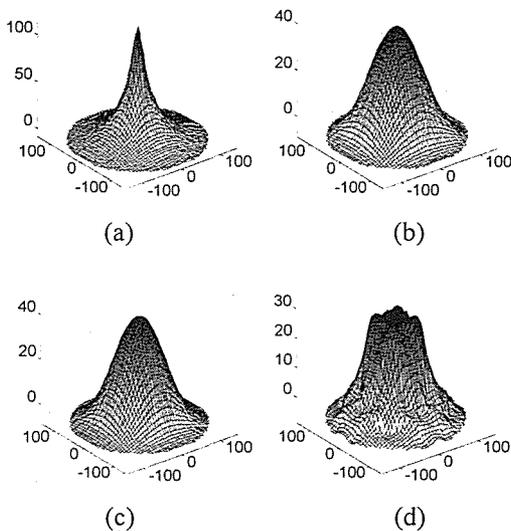


Figura 2 - Distribuições de potencial para um dipolo radial com $\rho = 0.85$, localizado em B. (a) distribuição S_{51} ; (b) *PS*; (c) *SS*; (d) *NN*.

Tabela I - Desempenho das técnicas de interpolação para um dipolo radial com $\rho = 0.85$ localizado em A.

Técnica	<i>nrv</i>	<i>cv</i>	<i>rcv</i>	<i>mse</i>
<i>NN</i>	0.078	0.989	0.756	1.71
<i>PS</i>	0.355	0.961	0.726	4.86
<i>SS</i>	0.295	0.970	0.759	4.72

Tabela II - Desempenho das técnicas de interpolação para um dipolo radial com $\rho = 0.85$ localizado em C.

Técnica	<i>nrv</i>	<i>cv</i>	<i>rcv</i>	<i>mse</i>
<i>NN</i>	0.108	0.949	-0.566	13.2
<i>PS</i>	0.088	0.957	-0.111	8.49
<i>SS</i>	0.073	0.963	-0.155	8.38

Discussão e Conclusões

As distribuições simuladas indicam que o desempenho das técnicas de interpolação depende fortemente da posição relativa entre os eletrodos e o dipolo. Embora Soong et al.³ afirmem ter a técnica *NN* o pior desempenho para EEG focal, para dipolos localizados abaixo de um eletrodo e próximos ao escalpo, esta técnica apresenta o melhor desempenho.

Assim, os resultados obtidos por este autor devem-se, provavelmente, às diferentes posições relativas entre focos de EEG e eletrodos de captação. Para o sistema 10-20, nenhuma das técnicas de interpolação se mostrou adequada. Na aplicação clínica, torna-se necessário o conhecimento da técnica de interpolação empregada e de seu desempenho em diferentes situações por quem interpreta os mapas.

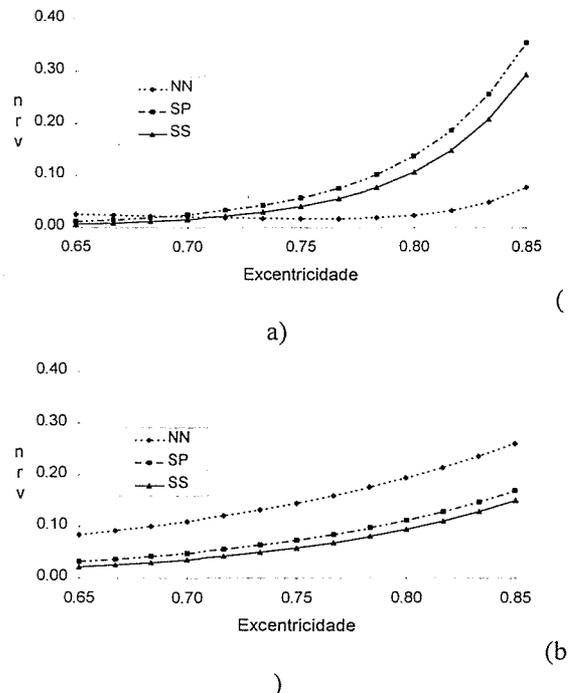


Figura 3 - Parâmetro *nrv* como função de ρ em: (a) localização A; e (b) localização B.

Referências

- TIERRA-CRIOLLO, C. J. *Derivação da Fonte com Modelo Esférico da Cabeça: Aplicação no Mapeamento Topográfico Cerebral*. Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 145 p., abr., 1993.
- ARY, J. P., KLEIN, S. A. and FENDER, D. H. "Location of Sources of Evoked Scalp Potentials: Corrections for Skull and Scalp Thicknesses". *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, v. BME-28, p. 447-452, 1981.
- SOONG, A. C. K., LIND, J. C., SHAW, G. R. and KOLES, Z. J. "Systematic comparisons of interpolation techniques in topographic brain mapping", *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, v. 87, p. 185-195, 1993.

Agradecimentos

Ao CNPQ pelo apoio financeiro.