



## Estudos e propostas de aplicações de "kernels" para estimativa de codificação e decodificação de sinais neurais motores

Felipe Makoto Imanishi<sup>1</sup>, Wagner Endo<sup>2</sup>, Paulo Rogério Scalassara<sup>3</sup>, Vinícius Suterio<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Brasil

<sup>1</sup>*felipemimanishi@gmail.com*

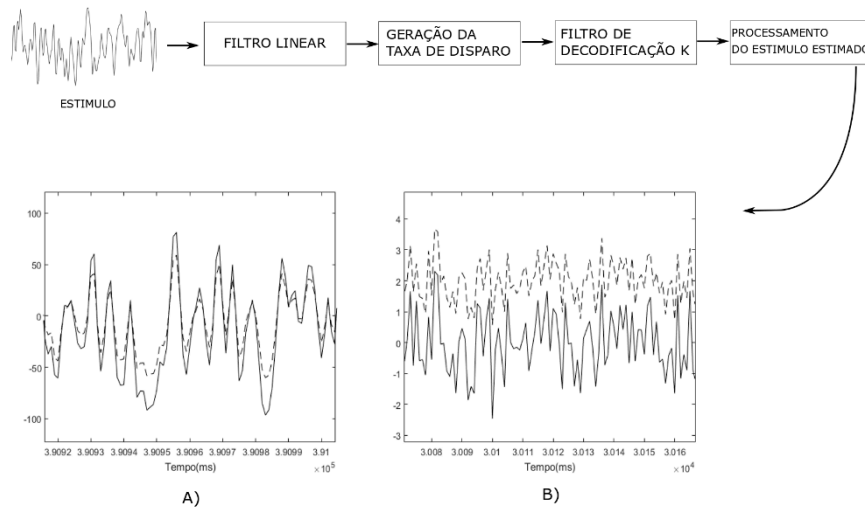
**Contexto, Motivação e Objetivo.** A codificação neural a estímulos e a reação proveniente da interpretação neural é um condicionamento natural e óbvio, porém, ao ser analisado, é visto a complexidade de reproduzir os complexos processamentos do nosso sistema neural e os interpretar matematicamente. Entretanto, devido a infinidade de interpretações de cada neurônio, a categorização do comportamento neural se torna uma tarefa impossível. Assim, torna-se necessário que os estudos sejam abordados de forma probabilísticas e estatísticas, afim de definir padrões em relação a aleatoriedade neural. Por conseguinte, com o auxílio de ferramentas computacionais, os sinais provenientes de estímulos podem ser estudados, de forma que, possam reproduzir os mesmos procedimentos aos quais nossa complexa rede neural se comporta. Para tanto, são processados e interpretados os sinais de forma a diminuir ao máximo os erros, e representá-los com a maior precisão possível. No contexto atual, onde o progresso tecnológico de próteses avança cada vez mais, tais técnicas permitem um maior conhecimento e controle do comportamento de membros, como também dos órgãos sensoriais. O domínio dessas técnicas permite a produção de ferramentas mais precisas e com menos impacto ao portador, permitindo uma melhor experiência. Este artigo tem como objetivo introduzir um procedimento para o estudo de codificação e decodificação de sinais neurais, interpretando as características dos estímulos neurais, e determinando suas relações às respostas provenientes do sistema neural. Neste procedimento são utilizadas técnicas de processamento de dados, fundamentações baseadas em conceito da biológicos e, para simulações e análise dos sinais, foi empregado a ferramenta computacional Matlab®.

**Métodos.** Devido a aleatoriedade dos sinais neurais, determinar padrões e características se torna uma tarefa impossível, assim estes são lidados de forma probabilística e estatística. Baseando-se no procedimento realizado por Dayan e Abbott (2000), a partir do estímulo e da taxa de disparos é gerado um filtro ótimo de decodificação K, específica para esses dados. Este permite a reconstrução do estímulo, gerando um estímulo estimado, ao realizar a filtragem da taxa de disparos, ilustrando-se este o procedimento na figura 1. Neste procedimento é, inicialmente, gerado a função de taxa de disparos, na qual pode ser caracterizada por uma função de expansão de Volterra, realizando o processamento do estímulo por meio de um filtro D, caracterizado por uma função de Garbor, por representar uma aproximação matemática do campo espacial receptivo de uma célula simples. Em seguida, a partir do estímulo e da taxa de disparos, são estudados seus espectros e espectros cruzados. Obtendo o filtro ótimo de decodificação K, por meio dos valores reais do espectro e reconstruindo o sinal para o domínio do tempo. Por fim, baseando-se no estímulo e da ordem da FFT (Transformada Rápida de Fourier) são obtidos os índices do estímulo estimado que se aproximam do estímulo original.

**Resultados.** Para verificar a aplicação do método foi utilizado um banco de dados sintético, gerado a partir de um ruído branco com períodos de 10 ms com duração de 500s, e dados coletados por Rob de Ruyster van Steveninck de um neurônio H1 de mosca, estimulado por uma aproximação de ruído branco, este banco foi coletado a uma taxa de amostragem de 500 Hz. Assim, foram feitos os

processamentos destes como ilustrado no esquemático apresentado na figura 1, obtendo filtros K respectivos, os índices do estímulo estimado que se aproximam do estímulo original, e o estímulo estimado. Apresentando erros de **13,12%** e **16,11%** em relação ao estímulo original e o estímulo estimado dos sinais sintéticos e do sinal do neurônio H1 da mosca, respectivamente.

**Figura 1.** Procedimento para codificação e decodificação do estímulo. Comparativos do estímulo (linha sólida) e do estímulo estimado (linha tracejada): A) Neurônio H1 da mosca; B) Sinal sintético.



**Discussão e conclusões.** Visto os resultados obtidos a partir dos dados do neurônio de mosca H1, foi visualizado uma aproximação razoável para o sinal biológico. Sendo concluído que o método empregado por Dayan e Abbott (2000) é aplicável para dados não especificamente desenvolvidos por sua literatura, pois, sua aplicação em um banco de dados real foi bem sucedido. Entretanto, foi visto um erro considerável na reconstrução do estímulo. Nestes casos é necessário uma análise do processamento da taxa de disparos, sendo possível a melhora da aproximação com ordens maiores da função de Volterra. Para melhor entendimento das limitações do método é considerado desenvolvimento de um controle para definir a mínima ordem expansão de Volterra para obter uma aproximação satisfatória da taxa de disparos, proporcionando resultados mais precisos na reconstrução do estímulo de sinais neurais motores.

**Agradecimentos.** Os autores deste trabalho agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento de parte deste trabalho (Processo no. 406907/2016-1).

**Palavras-chave.** Processamento; Sinais neurais; Matlab; Codificação; Decodificação; Filtro.

**Referências**