

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Análise de Séries Temporais Fisiológicas através de Redes Complexas

Gustavo H. Tomanik¹

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

Andriana S. L. O. Campanharo²

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

1 Introdução

A caracterização da dinâmica de um sistema a partir de séries temporais experimentais e sintéticas é um problema de interesse contínuo em uma grande variedade de campos de investigação científica [4]. A análise de séries temporais é usada, por exemplo, na classificação e identificação de condições patológicas de pacientes com base em dados de encefalograma, respiração, batimento cardíaco, entre outros, o que permite inúmeras possibilidades de procedimentos terapêuticos não invasivos e o aumento da capacidade de diagnóstico [1, 2].

Estudos recentes mostram que é possível estudar a dinâmica de séries temporais a partir de conceitos provenientes da teoria de redes complexas. Uma rede complexa é descrita por um conjunto de vértices (nós) e arestas (conexões) e algum tipo de interação entre os mesmos. O estudo de redes complexas utiliza conceitos da *Teoria de Grafos*, da Mecânica Estatística, da Física Não-Linear e de Sistemas Complexos [4].

2 Mapeamento de uma série temporal em uma rede complexa

Nesse trabalho, as séries temporais em estudo foram mapeadas em redes complexas através do procedimento descrito a seguir. Dada uma série temporal X , seus Q quantis são identificados, e então, cada quantil q_i é associado a um vértice $i \in \mathcal{N}$ na rede correspondente. Dois vértices i e j estarão conectados na rede com um arco $(i, j, w_{ij}^k) \in \mathcal{L}$ onde o peso w_{ij}^k de cada arco é dado pelo número de vezes que um dado ponto x_t no quantil q_i é seguido por um ponto x_{t+k} no quantil q_j , com $t = 1, 2, \dots, T$ e a diferença temporal $k = 1, \dots, k_{max} < T$ [4].

¹gutomanik@gmail.com

²andriana@ibb.unesp.br

3 Base de Dados

Com o objetivo de investigar se o mapeamento em estudo é capaz de distinguir as diferenças observadas em EEG's extracranianos e intracranianos de pacientes sadios e doentes foram utilizados dados fornecidos gratuitamente pelo Programa de Epilepsia da Universidade de Bonn [3]. Mais especificamente, tal base de dados disponibiliza dados de EEG medidos na superfície do couro cabeludo de indivíduos (a) sadios com olhos fechados e (b) sadios com olhos abertos. Estão disponíveis ainda EEG's intracranianos de pacientes epiléticos (c) dentro e (d) fora da área geradora da convulsão bem como (e) de pacientes epiléticos com ataques de convulsão. Esta base de dados disponibiliza dados de 100 pacientes, amostrados a 256 Hz. Cada série de EEG contém 4096 pontos e não há especificações de qual canal foi utilizado na construção de tais séries.

Conclusão

O presente trabalho tem como objetivo a investigação e comparação da dinâmica de séries temporais fisiológicas de pacientes sadios e doentes com o auxílio da teoria de redes complexas. Neste sentido, deseja-se utilizar os conjuntos de séries temporais de EEG fornecidos gratuitamente pelo Programa de Epilepsia da Universidade de Bonn. Como tal base é constituída por 5 conjuntos de indivíduos em diferentes condições, deseja-se aplicar o mapeamento em estudo e obter diferentes representações de redes para cada um dos conjuntos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo: 15/22293-5.

Referências

- [1] L. A. N. Amaral, P. C. Ivanov, N. Aoyagi, I. Hidaka, S. Tomono, A. L. Goldberger, H. E. Stanley, and Y. Yamamoto. *Behavioral-independent features of complex heartbeat dynamics*. Phys. Rev. Lett. 86:6026-6029, 2001.
- [2] L. A. N. Amaral, D. J. B. Soares, L. R. Da Silva, L. S. Lucena, M. Saito, H. Kumano, N. Aoyagi, and Y. Yamamoto. *Power law temporal auto-correlations in day-long records of human physical activity and their alteration with disease*. Europhys. Lett. 66:448-454, 2004.
- [3] University of boon epilepsy program: Eeg time series donwload page. <<http://epileptologieboon.de/cms/>>.
- [4] A. S. L. O. Campanharo, M. I. Sirer, R. D. Malmgren, F. M. Ramos, and L. A. N. Amaral. *Duality between times series and networks*. PloS ONE, 6(8), 08 2011.