

Resumo

PAULA, P. H. L. **Competição de Partículas Paralela para Identificação de Comunidades Desbalanceadas com aplicação em Redes Cerebrais Funcionais.** 2021. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Computação Aplicada) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP, 2022.

Dividido regiões estruturais e funcionais interconectadas, o cérebro humano é um rede complexa. A conectividade funcional tem sido usada para modelar regiões do cérebro que pode estar fisicamente (ou anatomicamente) separadas, através de dependência temporal dos padrões de ativação neural. Uma tarefa importante na aprendizagem não supervisionada é a detecção de comunidades em redes. Embora muitas técnicas de detecção de comunidade tenham sido propostas, ainda existem alguns problemas de desafio, como detecção de comunidade desequilibrada e baixa eficiência. Encontrar estruturas comunitárias em redes é uma área que vem despertando interesse de diversas áreas de estudo. A neurociência inclui um interesse neste estudo, em que comunidades em redes cerebrais apresentam fatores consideráveis no desenvolvimento e funcionalidade do cérebro, sendo favorável a realização de análises de estruturas de comunidades em várias escalas. A teoria das redes complexas tem sido um mecanismo útil para o estudo do cérebro, devido à sua possibilidade de lidar com sistemas nos quais possuem propriedades de alta complexidade. Neste contexto, a teoria de redes complexas junto as técnicas de Imagem por Ressonância Magnética Funcional (do inglês fMRI - Functional Magnetic Resonance Imaging) são utilizadas para criar e mapear a rede cerebral. Foi analisado os padrões de conectividade da rede cerebral por meio de detecção de comunidades. Especificamente, propomos uma técnica de detecção de comunidade que é inspirada na propagação sequencial de sinais do modelo de competição de partículas e a propagação paralela inspirada nos Mapas Auto-Organizáveis (do inglês *Self-Organizing Map - SOM*). O modelo apresenta duas características salientes: 1) Ele pode detectar comunidades desequilibradas. 2) É muito mais eficiente do que o modelo original de competição de partículas devido à introdução da propagação paralela. Nossos resultados demonstram uma alta precisão de detecção dos módulos em redes, além disso é útil para encontrar comunidades desbalanceadas. Também se mostrou um método eficaz na caracterização de comunidades em redes cerebrais.

Palavras-chave: Detecção de Comunidades. Redes Cerebrais. Aprendizado não-supervisionado.

Abstract

PAULA, P. H. L. **Parallel Particle Competition for the Identification of Unbalanced Communities with Application in Functional Brain Networks.** 2021. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Computação Aplicada) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP, 2022.

Divided into interconnected structural and functional regions, the human brain is a complex network. Functional connectivity has been used to model brain regions that may be physically (or anatomically) separated, through temporal dependence on neural activation patterns. An important task in unsupervised learning is the detection of communities in networks. Although many community detection techniques have been proposed, there are still some challenging issues such as unbalanced community detection and low efficiency. Finding community structures in networks is an area that has been attracting interest from several areas of study. Neuroscience includes an interest in this study, in which communities in brain networks have considerable factors in brain development and functionality, making it favorable to carry out analyzes of community structures at various scales. The theory of complex networks has been a useful mechanism for the study of the brain, due to its possibility to deal with systems in which they have properties of high complexity. In this context, the theory of complex networks together with the techniques of Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) are used to create and map the brain network. The connectivity patterns of the brain network were analyzed through community detection. Specifically, we proposed a community detection technique that is inspired by the sequential propagation of signals from the particle competition model and by the parallel propagation inspired by the Self-Organizing Maps (SOM). The model has two salient features: 1) It can detect unbalanced communities. 2) It is much more efficient than the original particle competition model due to the introduction of parallel propagation. Our results demonstrate a high detection precision of modules in networks, in addition it is useful to find unbalanced communities. It has also been shown to be an effective method for characterizing communities in brain networks.

Keywords: Community Detection. Brain Networks. Unsupervised Learning.