

ANÁLISE DE REDES COMPLEXAS POR DETECÇÃO DE AGRUPAMENTOS



Alfredo Henrique Gallinucci Colito – alfredocolito@gmail.com

Orientador: Fernando José Von Zuben



FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO / UNICAMP

LABORATÓRIO DE BIOINFORMÁTICA E COMPUTAÇÃO BIO-INSPIRADA

PIBIC / CNPq

Palavras Chave: Redes Complexas - Redes Livres de Escala - Lei de Potência - Mundo Pequeno - Redes Sociais - Meta-heurísticas de agrupamento

Introdução

As redes complexas representam hoje os modelos mais eficazes para a representação e modelagem de sistemas complexos. Esta é a razão pela qual praticamente todas as áreas do conhecimento têm recorrido a esses modelos, com destaque para economia, física, biologia e ciências sociais.

Uma rede (também chamada de grafo) é um conjunto de itens chamados vértices (ou nós), com conexões entre eles, chamadas arestas.

Em redes sociais, por exemplo, vértices podem representar homens ou mulheres, de diferentes nacionalidades, localidades, idades, entre outros atributos. Arestas podem significar amizade, animosidade, relação profissional ou proximidade geográfica, e possuir pesos associados, bem como ser direcionadas, apontando para apenas uma direção.

Agrupamento em grafos

Agrupar dados consiste em reunir um conjunto de objetos a partir de seus atributos, de forma que os objetos pertencentes a um mesmo grupo (*cluster*) tenham forte semelhança entre si. A detecção de estruturas modulares em redes complexas, como em outros problemas em grafos, é um problema NP-completo. Por isso, recorre-se a meta-heurísticas que não garantem a obtenção da solução ótima, mas tendem a produzir boas soluções para o problema.

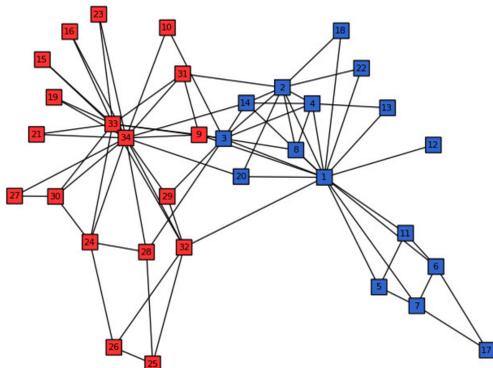


Figura 1: Rede do clube de Caratê de Zachary

Motivação para realizar agrupamento em redes complexas

O agrupamento permite extrair índices que remetem a propriedades topológicas das redes, viabilizando comparações qualitativas e quantitativas entre elas. Permite, também, identificar fenômenos de interação e revelar tendências em processos que são modelados por redes complexas.

Metodologia

Algoritmo de Girvan & Newman - $O(n^3)$

- 1) Calcular os valores de intermediação para todas as arestas existentes na rede.
- 2) Encontrar aquela com o maior valor e removê-la.
- 3) Recalcular o valor de intermediação para todas as arestas restantes.
- 4) Repetir o passo 2 até que todas as arestas tenham sido removidas.

Algoritmo rápido de Newman (modularidade) – $O(n^2)$

- 1) Cada vértice é o único membro de uma das n comunidades.
- 2) Juntam-se comunidades aos pares, escolhendo, a cada passo, a junção que resulta no maior aumento (ou menor decremento) na modularidade.

Para a aplicação dos algoritmos, foi produzido um *toolbox* que contém as rotinas de agrupamento, contando com interfaces de visualização gráfica dos resultados.

Resultados

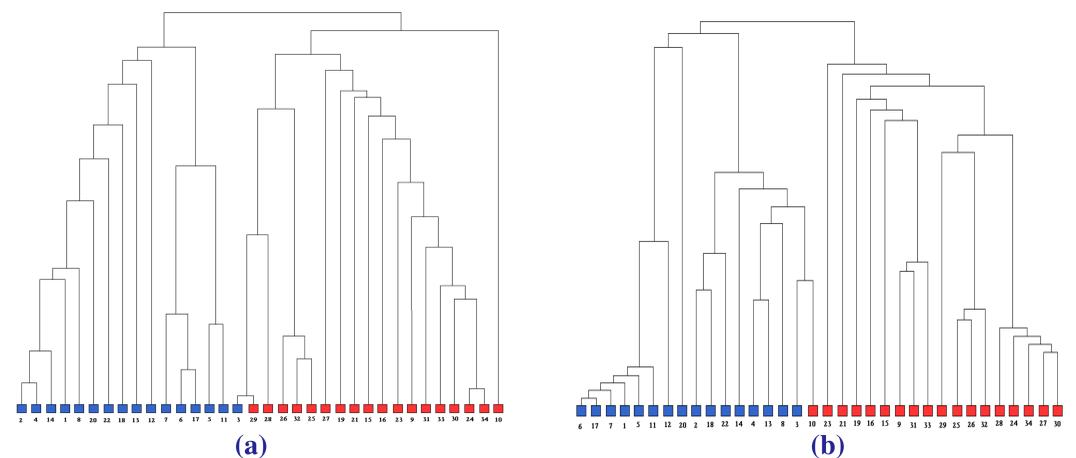


Figura 2: Dendrogramas resultantes referentes à rede do clube de caratê de Zachary.

(a) Algoritmo de Girvan & Newman (b) Algoritmo rápido de Newman

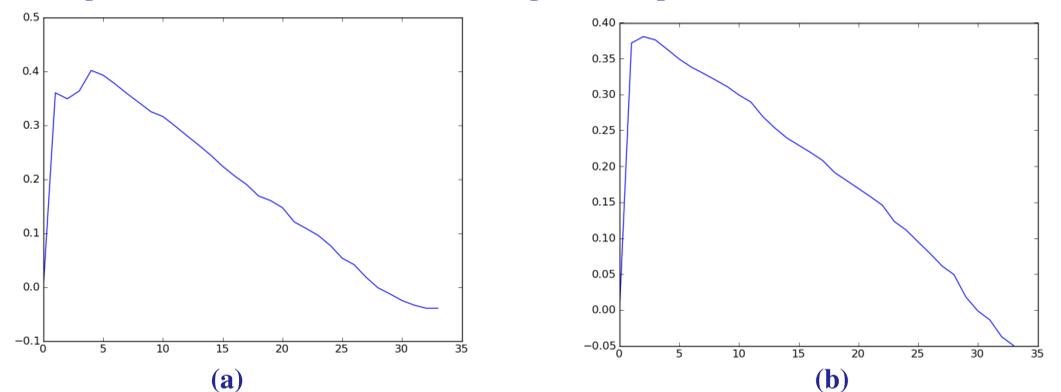


Figura 3: Modularidades referentes à rede do clube de caratê de Zachary.

(a) Algoritmo de Girvan & Newman (b) Algoritmo rápido de Newman

Tabela 1: Resultados obtidos

Rede / Atributo	Vértices	Arestas	Modularidade GN	Modularidade M	Nº de comunidades GN	Nº de comunidades M
Zachary	34	78	0.401	0.381	5	3
Golfinhos	62	159	0.519	0.492	5	4
Les Misérables	77	254	0.538	0.501	11	5
Rede artificial	32	69	0.628	0.628	4	4

Conclusões

O algoritmo de Girvan & Newman produz bons resultados, dada a heurística que utiliza. Porém, tem contra si o fato de ser computacionalmente custoso e inaplicável para redes com muitos nós. O algoritmo baseado em modularidade, de Newman, torna viável a análise dessas grandes redes, embora nem sempre apresente resultados muito bons. A ideia é utilizá-lo para fracionar a rede em comunidades maiores, de forma que elas possam ser refinadas individualmente por algoritmos mais precisos.

Referências Bibliográficas

- NEWMAN, M.E.J., "Fast algorithm for detecting community structure in networks", Physical Review E, vol. 69, 066133, 1-5, 2004.
- NEWMAN, M.E.J. & GIRVAN, M., "Finding and evaluating community structure in networks", Physical Review E, vol. 69, 026113, 1-15, 2004.