INTRODUCTION TO SOCIAL NETWORK METHODS

ROBERT A. HANNEMAN
MARK RIDDLE

Tópicos Especiais em Redes Complexas II

Professor: Daniel Ratton Figueiredo

Aluno: Vitor Borges Coutinho da Silva

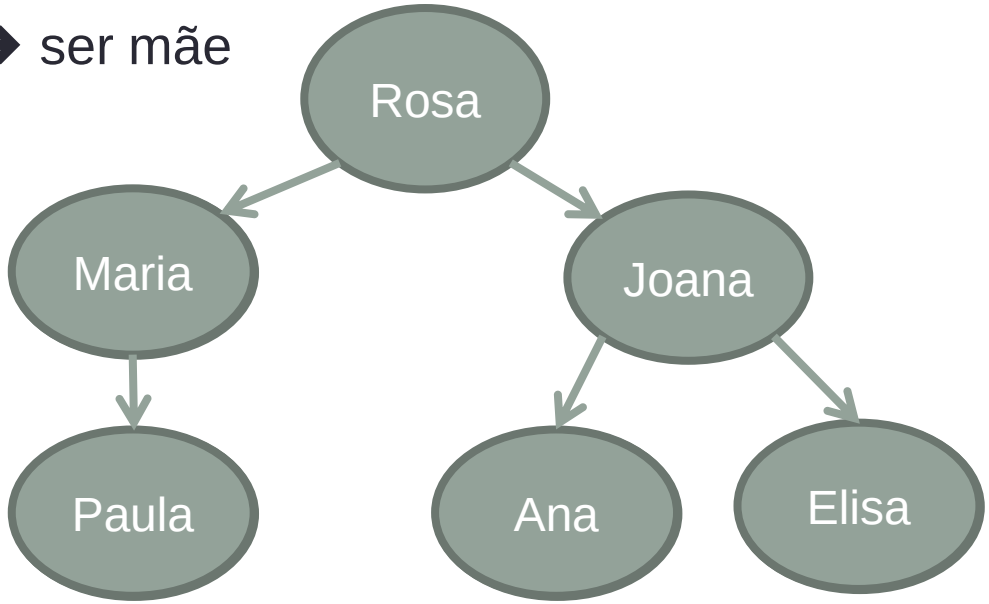
Sumário

- Network positions and social roles: The idea of equivalence
- Measures of similarity and structural equivalence
- Automorphic equivalence
- Regular equivalence

Introdução

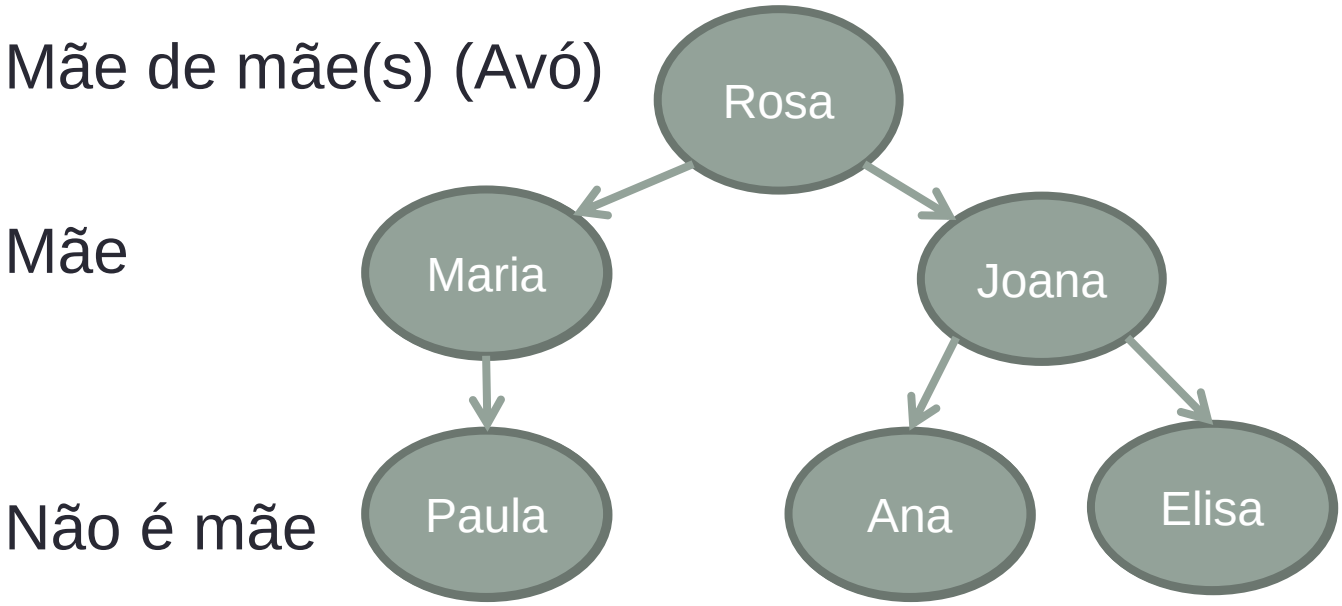
- Redes sociais
  - Pessoas ➔ Vértices
  - Relações ➔ Arestas

- Exemplo
  - Relação ➔ ser mãe



Introdução

- Encontrar relações sociais equivalentes usando apenas estrutura das redes



Objetivo

- Definir categorias de nós através de similaridades no padrão de relações entre os nós da rede

- Exemplo
  - Um vértice “mãe” aponta para um ou mais vértices da categoria “não é mãe”
  - Um vértice “não é mãe” não aponta para nenhum vértice
  - Um vértice “avó” aponta para um vértice mãe

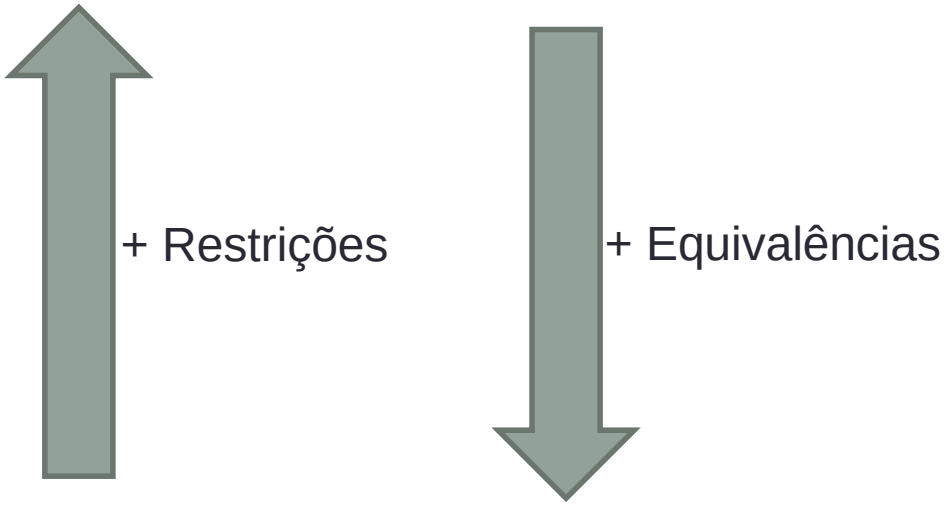
Categorias sociais

- Nós de categorias diferentes ➔ papéis diferentes na sociedade
- Nós da mesma categoria ➔ mesmo papel na sociedade
  - **Nós de certa forma equivalentes**

- Categorias mãe e avó dependem de relacionamentos com outras categorias para serem definidas
  - Papéis e posições sociais ➔ relativos
    - Pobre e rico
    - Empregado e empregador

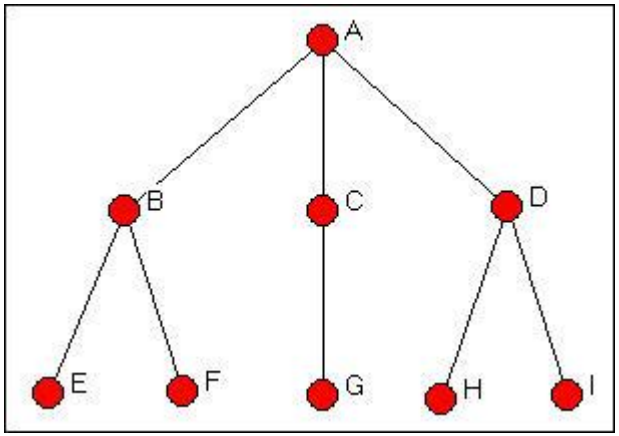
Tipos de equivalência

- Estrutural
- Automórfica
- Regular



Equivalência estrutural

- Dois nós são estruturalmente equivalentes se possuem as mesmas relações com todos os outros nós da rede



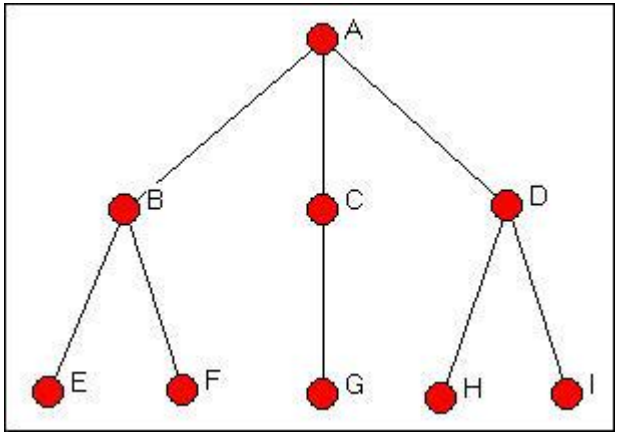
- Grupos estruturalmente equivalentes
  - (A), (B), (C), (D), (E,F), (G) e (H,I)

Equivalência estrutural

- Nós estruturalmente equivalentes ➔ posições idênticas da rede
- Muito restritivo ➔ equivalência estrutural exata é raríssima
  - Quanto maior a rede mais rara
- Mães com filhos diferentes não serão equivalentes
- Nós podem ser substituídos
  - Redundância

Equivalência automórfica

- Nós são equivalentes se estão inseridos em estruturas locais com o mesmo padrão de arestas



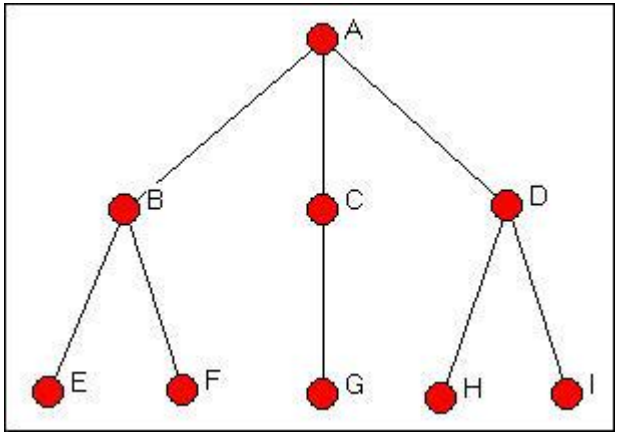
- Subgrafo (B,E,F) pode ser substituído por subgrafo (D,H,I)
- Grupos equivalentes
  - (A), (B,D), (C), (E,F,H,I) e (G)

Equivalência automórfica

- Nós equivalentes ➔ Replicação estrutural
- Faces diferentes mas estrutura idêntica
- Mães com número de filhos diferentes não serão equivalentes
- Subgrafos podem ser substituídos
- Troca de nós por equivalentes não altera distâncias entre nós da rede

Equivalência regular

- Dois nós são regularmente equivalentes se tem o mesmo padrão de arestas com outros grupos regularmente equivalentes



- Grupos regularmente equivalentes
  - (A), (B,C,D) e (E,F,G,H,I)

Equivalência regular

- Nós equivalentes ➔ papéis sociais semelhantes
- Mães serão equivalentes
- Importante para sociologia
- Papéis sociais são relativos
  - Uma mãe é mãe pois tem filhos, filho é filho pois tem mãe

Similaridade

- Usada para identificar os nós equivalentes
- Objetivo ➔ criar matriz de similaridade entre pares de nós
- Grafos pesados
- Grafos binários

Similaridade em grafos pesados

- Correlação de Pearson
  - -1 ➔ nós com comportamentos totalmente opostos
  - 0 ➔ nós descorrelacionados
  - +1➔ nós com exatamente o mesmo comportamento

- Distância entre padrões de arestas de pares de nós
  - Padrão de arestas ➔ vetor com linha e coluna da matriz de adjacência do nó concatenadas

Similaridade em grafos binários

- Percentual de vezes que os nós de um par acertam a relação (existência ou ausência de aresta) com outros nós
  - Problema ➔ em redes esparsas apresenta pouca variação
  - Solução ➔ não contar casos em que ambos não possuam arestas
    - Ideia ➔ das arestas que existem, quantas tem em comum

- Distância de Hamming de um par de nós ➔ número de entradas no padrão de arestas de um dos nó que devem ser modificadas para tornar os padrões do par iguais

Clusterização hierárquica

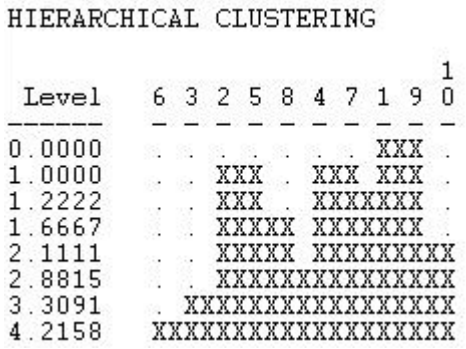
- Agrupa os nós de acordo com similaridade(Ex: distância)

- Inicialmente ➔ cada nó em grupo individual
- Passo 1 ➔ calcula similaridades dos grupos
- Passo 2 ➔ agrupa grupos mais similares
- Retorna ao Passo 1 até que haja apenas 1 grupo

- Métodos para cálculo da similaridade dos grupos
  - Average ➔ média das similaridades dos nós do grupo
  - Nearest neighbor ➔ nó do grupo mais similar aos nós externos
  - Farthest neighbor ➔ nó do grupo menos similar aos nós externos

Clusterização hierárquica

- Qual o melhor agrupamento?



- Ajuda ➔ medidas de adequação de clusterização
  - Indíce E-I ➔ razão de arestas dentro dos grupos e entre os grupos

Multi-dimensional scaling

- Similaridade pode ser função de mais de um parâmetro
- MDS mapeia os padrões de similaridade em mais de uma dimensão
  - Verificar que aspectos nos padrões de aresta tornam nós mais similares ou diferentes
- Para entender o significado das dimensões é interessante comparar casos extremos das dimensões
  - Geralmente a primeira dimensão é o grau dos nós

Grupos estruturalmente equivalentes

- Analisar clusterização para identificar quantidade de grupos na rede e seus componentes

- CONCOR
  - Entrada ➔ número de grupos existentes
  - Passo 1 ➔ grupo inicial com todos os elementos
  - Passo 2 ➔ calcule para cada par de nós do grupo a correlação entre eles (matriz)
  - Passo 3 ➔ calcule a correlação entre as linhas da matriz iterativamente
    - Valores convergem para +1 ou -1
  - Passo 4 ➔ divide grupo em dois
  - Passo 5 ➔ volta ao Passo 2 para cada grupo se número de grupos menor que especificado

Grupos estruturalmente equivalentes

- Tabu search ➔ busca a organização de grupos de nós que minimiza a soma das variâncias intragrupo nos padrões de aresta
  - Entrada ➔ número de grupos existentes
  - Início ➔ aloca nós aleatoriamente em grupos
  - Calcula soma dos quadrados para cada linha e coluna dentro de cada grupo
  - Calcula variância da operação acima para cada grupo
  - Fit ➔ Soma das variâncias dos grupos
  - Objetivo minimizar fit.

- Agrupa nós com quantidades parecidas de variação intragrupo ➔ padrão de arestas semelhantes
- Pode alcançar mínimo local

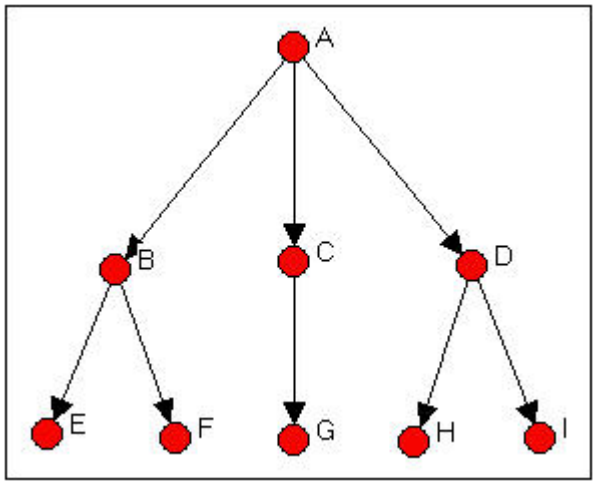
Grupos de equivalência automórfica

- Força bruta
  - Realizar todas as permutações do grafo possíveis
  - Viável apenas para redes muito pequenas
- Tabu search
- Equivalência de distâncias
  - Entrada matriz de distâncias das arestas
  - Lista de distâncias de cada nó em ordem crescente
  - Calcula distância euclidiana entre listas de distâncias dos pares de nós
  - Clusterização hierárquica usando matriz acima
  - Pares com distâncias mais parecidas ➔ maior equivalência

Grupos de equivalência regular

- Grafos binários
  - Direcionados
    - Caracterize os nós como “source”, “repeater”, “sink” ou “isolate”
    - Grupos (A), (B,C,D) e (E,F,G,H,I)
    - Imagem da matriz da rede

	A	B,C,D	E,F,G,H,I
A	---	1	0
B,C,D	0	---	1
E,F,G,H,I	0	0	---



    - Bloco 0 ➔ todas as entradas são 0
    - Bloco 1 ➔ Se cada nó de um grupo possui aresta para qualquer nó do outro grupo
      - Mais abrangente, “C” é equivalente a “B” e “D” mesmo com apenas um nó filho

Grupos de equivalência regular

- Grafos binários
  - Não direcionados
    - Caracterize os nós qualitativamente ➔ matriz de distâncias
      - Nós mais equivalentes se possuem nós do mesmo tipo na vizinhança
      - Distâncias curtas ➔ casos muito similares ➔ difícil separar em grupos
    - Caracterize os nós quantitativamente ➔ matriz de distâncias
      - Nós mais equivalentes se possuem nós com distâncias similares na vizinhança
    - Tabu search

Conclusão

- Tipos de equivalência
  - Estrutural
  - Automórfica
  - Regular



- Cálculo de similaridade
  - Coeficiente de Pearson
  - Distâncias

- Abordagens para descoberta de grupos equivalentes