

A Inteligência Computacional no Estudo de Sociedades e Redes Complexas: Modelos e Abordagens

II Workshop de Dissertações

Pós-Graduação em Ciência da Computação - UFU

Carlos H. C. Ribeiro

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

3 de Dezembro de 2008



Introdução

O ITA

O mundo pequeno

Redes Sociais na Sociologia

Preocupações, métodos e problemas

Sociologia + Física

O conflito

As armas

Resolvendo o conflito

Desafios para a IC



Onde estamos

- São José dos Campos: 82km E de São Paulo, 320km W do Rio de Janeiro
- ITA é parte do CTA - Comando-geral de Tecnologia Aeroespacial
- 600.000 habitantes
- Sede da indústria aeroespacial (CTA, INPE), montadoras, eletro-eletrônicos, ...



Figura: São José dos Campos



O ITA: características

- Fundado em 1950
- Principal centro latino-americano de pesquisa e educação na área aeroespacial
- Instrumental no desenvolvimento da indústria aeronáutica nacional (Embraer)
- Escola pequena (600 na grad, 1000 na pg), currículo experimental com ênfase em ciências fundamentais, processo seletivo rigoroso (7200:130).



Figura: Indústria aeronáutica: papel importante do ITA



AIRGroup ITA

- AIRGroup - Artificial Intelligence and Robotics Group at ITA
- Esforço conjunto - Ciência da Computação e Engenharia Eletrônica
- Principais tópicos de pesquisa:
 - Supervisão e controle de formações multi-agente (robôs móveis, redes de comunicações, redes sociais)
 - Aprendizado de máquina
 - Controle adaptativo e modelagem dinâmica de robôs móveis
- Atualmente: 2 professores, 1 pós-doutorando, 6 doutorandos, 3 mestrandos, 3 alunos de IC
- Cooperações: EPUSP, UNICAMP, IST Lisboa, Univ Luxembourg, Receita Federal do Brasil, IBM



Stanley Milgram, 1967

- Conjunto de cartas entregues a pessoas em dois estados americanos
- Cada carta a ser remetida a pessoas em um terceiro estado
- Cada carta identificada por profissão e localização aproximada do destinatário
- Cada pessoa só podia entregar a carta a um conhecido
- Objetivo: alcançar o destinatário com número mínimo de reenvios

Resultado: mediana de 5 reenvios para carta chegar ao destinatário



Kevin Bacon

- Pense em um ator
- Trabalhou em um filme com Kevin Bacon? $NB=1$
- Trabalhou com alguém que trabalhou com Kevin Bacon?
 $NB=2$
- ...

$$NB(\text{Kevin Bacon}) = 0$$



O pequeno mundo dos atores

- $NB(\text{Natalie Portman}) = 1$
- $NB(\text{Robert De Niro}) = 1$
- $NB(\text{Elvis Presley}) = 2$
- $NB(\text{Pelé}) = 2$
- $NB(\text{Zico}) = 2$
- $NB(\text{qualquer ator do mundo}) \leq 8$

Não acredita? Veja em <http://oracleofbacon.org>



Formalização *Small World* (SW): Modelo Watts-Strogatz

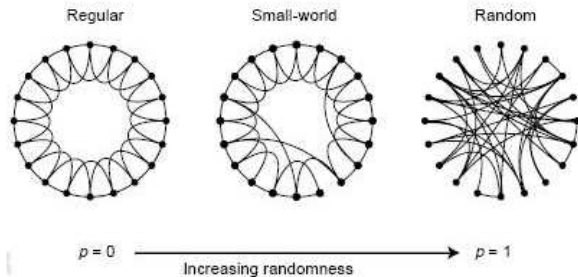


Figura: Construção do fenômeno SW (cf. Watts/Strogatz)



SW = Agrupamento alto + Comprimento curto

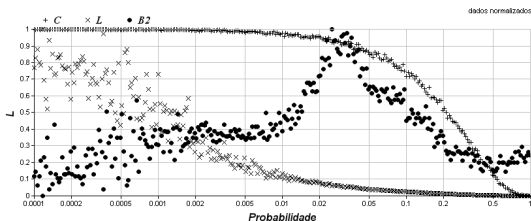


Figura: Variação de C e L (cf. Watts/Strogatz), variação da *betweenness centrality*



Uma instância incomum: Palavras-chave em textos

- Representação do texto: nós = palavras, ligações = co-ocorrências relativas entre palavras (Coeficiente de Jaccard)
- Remoção *a priori* de *stop words*: preposições, artigos, etc.
- Hipótese: palavras-chave em um texto são aquelas com alta centralidade.

Testes confirmaram hipótese para Inglês, Esloveno e Português (este último, com métrica única de *betweneess centrality*).



Sociologia: Fenômenos sociais

- Desde os anos 30!
- Preocupação fundamental: análise
- Sociometria: vários métodos
- Interdisciplinaridade Sociologia + Estatística



Sociologia: Métodos

Sociogramas Diversos modelos para exibir relações sociais (genericamente grafos — arestas com pesos e nós com cores)

Visualização SVD Centrada em nós mais relevantes

Blockmodelling Análise estrutural, identificação de equivalências (classes de equivalência)

Grafos de dependência Análise da influência de relações sobre outras relações

Surveys e questionários Levantamento de estatísticas, obtenção de dados



Sociologia: Problemas

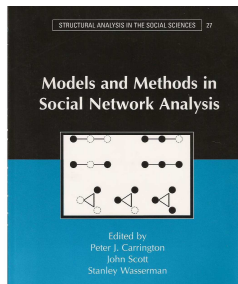
- Confiabilidade de dados
- Determinação de fronteiras de rede
- Análise de propriedades em redes REALMENTE grandes



Conflito: "Invasão do terreno" da Sociologia

- Aumento de interesse nos anos 90, razões obscuras
- Preocupação "maníaca" com *small-world*
- Pesquisa "pouco imaginativa"

Declarações de um livro...



Contribuições da Física e da Matemática

- Erdős/Rényi: Teorias para grafos aleatórios
- Modelos de epidemia e busca
- Teoria do campo médio: efeitos "médios" e análise de consistência
- Técnicas para sintetizar fenômenos
- etc, etc. . .

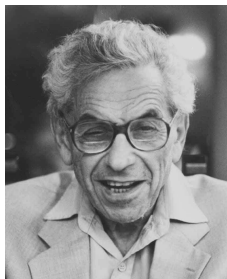


Figura: Paul Erdős: excêntrico e produtivo



Contribuições da Sociologia

- Problemas relevantes: formação de grupos, identificação de relações de amizade, etc.
- Métodos quantitativos de análise de campo: questionários, sociogramas, etc.
- Análise qualitativa e proposição de novos problemas



Contribuições da Computação

- Simulação de processos
- Análise quantitativa empírica
- Visualização
 - Pajek
 - UCInet
 - NetMiner



Redes Sociais Complexas: Abordagem Integrada

- Base consistente e bem formalizada do ponto de vista matemático (Física)
- Métricas realistas e interpretação qualitativa (Sociologia)
- Simulação, análise empírica e visualização (Computação)

Inteligência computacional: trazer conceitos sobre uma base comum formalmente bem estabelecida, mas que admita heurísticas



Exemplo: Redes de comunicação híbridas

Rede híbrida: rede ad-hoc + pontos de injeção (PIs)

Combinando:

- Um algoritmo para definir agrupamentos
- Ligações de longa distância entre pontos de injeção
- Um algoritmo para remoção local de nós ineficientes

obtemos uma rede com características de mundo pequeno (eficiência local e global)



Exemplo: Redes de comunicação híbridas

Grupos locais: KHOPCA

- Grupos de K saltos baseados em informação de um salto
- Prova de convergência (redes estáticas), rápido, assíncrono
- Maiores grupos: diâmetro 2K

KHOPCA + ligações PI + *Reckful Roaming* (KHOPCA+PIs+RR)

- RR: Remoção de ligações em grupos baseada em contribuição para coeficiente de agrupamento
- Rápido e local (2 saltos)
- Evidência empírica: comprimentos de caminho diminuem em taxa mais baixa: manutenção de propriedades SW



Exemplo: Avaliando amizades em redes de relacionamentos

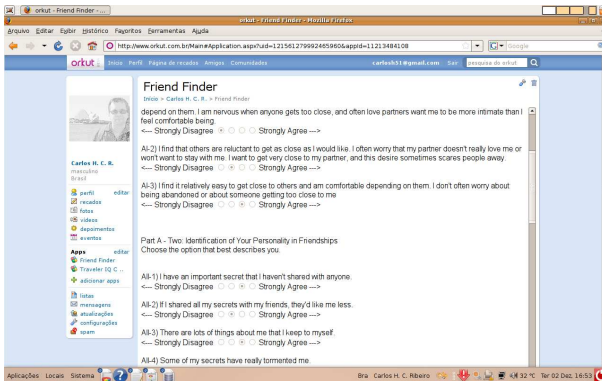


Figura: FriendFinder: combinação de questionários sociométricos



Exemplo: Avaliando amizades em redes de relacionamentos

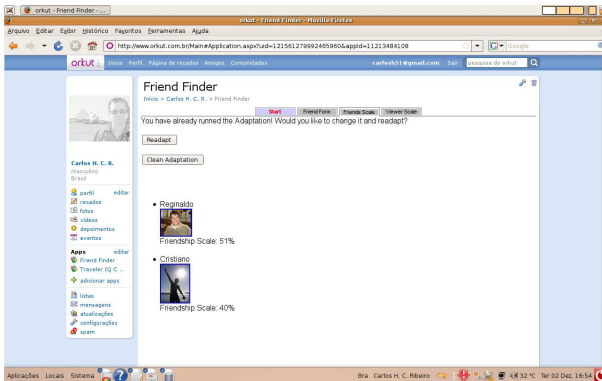


Figura: FriendFinder: adaptação via método de otimização paramétrica



Exemplo: Descobrindo redes de cooperação

Dados:

- Um tema de projeto
- Uma grande rede de participantes

Ache um grupo de N participantes com atividades prévias de colaboração, indicaivos altos e potencial cooperação bem sucedida e expertise suficiente no tema do projeto, considerando que:

- Base de dados é textual e inconsistente
- Medição de cooperação é feita a partir dos dados da base



A base Lattes

Mais de 1.000.000 de CVs, verificação parcial de consistência



Lattes: redes de cooperação

Análise baseada em *text matching* e visualização

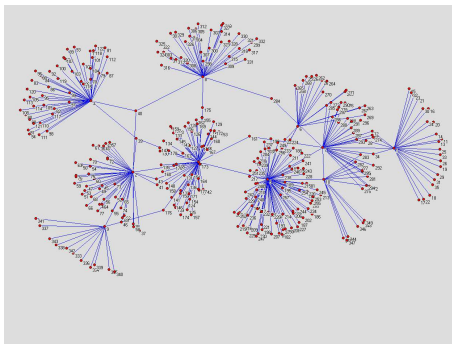


Figura: Visualização de cooperação (Pajek)

Próximos passos: análise multidimensional, integração SIG



Os Desafios

- Métodos de análise: múltiplos níveis de interação
- Interação micro-macro
- Mineração das bases de dados
- Implicações políticas da simulação de modelos de sociedades



Obrigado!

