

Proposta para o Trabalho de Formatura Supervisionado

15 de junho de 2009

Aluno: Cássia Garcia Ferreira

Supervisor: Prof. Dr. Alfredo Goldman vel Lejbman

Tema: *Compromisso entre algoritmos de roteamento em redes tolerantes a atrasos e desconexões*

1 Descrição do Tema

Com o desenvolvimento das redes sem fio, novas estruturas de conexão começaram a surgir. Um possível cenário são as denominadas Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões ou DTNs (Delay-and-Disruption Tolerant Networks)[6]. Uma DTN é uma rede na qual os nós não estão necessariamente conectados o tempo todo, ou seja, uma conexão entre dois nós pode estar ativa ou não em um dado instante. Se o comportamento desta rede for conhecido, ou seja, se soubermos exatamente os períodos em que cada conexão está ativa, é possível modelá-la através de Grafos Evolutivos (Evolving Graphs)[2].

Um grafo evolutivo é um conjunto de vértices e arestas. Cada aresta possui um conjunto de intervalos no qual esta aresta está ativa. Neste cenário, um simples caminho no grafo não é suficiente para conectar dois nós. Para isso, esse caminho no tempo é definido como jornada. Uma jornada é um conjunto de arestas e um conjunto de tempos. Para cada aresta há um instante de tempo na qual esta é atravessada.

Nestes grafos, o problema de encontrar uma jornada ótima entre dois nós é dividido em três subproblemas, pois podemos otimizar três parâmetros:

- Jornada mais curta, *Shortest Journey*, que minimiza o número de arestas utilizadas;
- Jornada mais rápida, *Foremost Journey*, que minimiza o tempo de chegada, isto é, chega no instante mais cedo;
- Jornada de menor tempo em trânsito, *Fastest Journey*, que minimiza o tempo entre a saída e a chegada.

No entanto, muitas vezes essas três jornadas podem possuir valores impraticáveis, por exemplo, uma jornada curta que demora demais ou uma jornada rápida que passa por um número muito grande de nós, e seria de maior interesse utilizar uma jornada intermediária que poderia ser encontrada caso existisse um compromisso entre as jornadas conhecidas.

2 Resumo da monografia

Dada uma Rede Tolerante a Atrasos e Desconexões (DTN) da qual são conhecidos todos os períodos de conexões ativas, podemos guardar essas informações num Grafo Evolutivo.

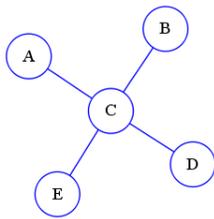
Definição 1

Sejam $G = (V_G, E_G)$ um grafo e $S_G = G_0, G_1, \dots, G_\tau$ ($\tau \in \mathbb{N}$) um conjunto ordenado de subgrafos de G tal que $G = \bigcup_{i=1}^{\tau} G_i$. O sistema $\mathcal{G} = (G, S_G)$ é chamado **Grafo Evolutivo**.

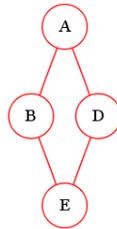
Os vértices do grafo evolutivo \mathcal{G} são correspondentes aos nós da DTN. Assim, podemos dizer que cada subgrafo G_τ é o conjunto dos vértices de \mathcal{G} com arestas que representam as conexões ativas no instante de tempo τ .

O grafo evolutivo pode então ser representado por um grafo em que cada aresta tem uma lista de instantes que ela está ativa, como podemos ver na figura abaixo:

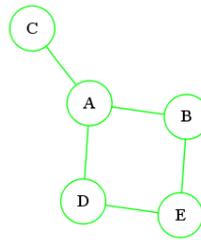
a) Instante 1



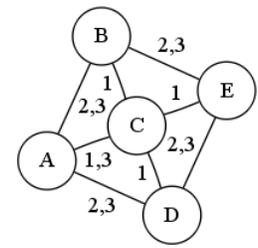
b) Instante 2



c) Instante 3



Grafo Evolutivo



A partir do grafo evolutivo, foram propostos algoritmos para calcular as jornadas ótimas *Foremost*, *Shortest* e *Fastest* [7] de um vértice a outro. Porém, existem outras jornadas que não são encontradas por esses algoritmos que, dependendo do contexto, poderiam ser consideradas melhores.

Como o algoritmo *Fastest Journey* ainda não foi implementado em um contexto prático, apenas proposto de forma teórica, observaremos inicialmente o comportamento do *Foremost Journey* e *Shortest Journey*.

Caso seja possível encontrar jornadas de um vértice s a um vértice t nas quais não é possível diminuir o número de arestas sem aumentar o tempo de chegada nem vice-versa, podemos propor algoritmos intermediários que, como já dito,

seriam mais úteis dependendo do contexto. Essas jornadas são consideradas ótimas e podem ser obtidas através do compromisso entre os dois algoritmos, ou seja, através de uma Curva de Pareto [1].

Definição 2

Curva de Pareto é uma curva formada por pontos ótimos propostos pela Eficiência de Pareto (ou Ótimo de Pareto), onde para qualquer situação, no caso os pontos da curva, não é possível melhorar um parâmetro sem prejudicar o outro.

Para encontrar o nosso compromisso a curva de Pareto terá como coordenadas o número de arestas e o tempo de duração da jornada em questão. A partir de todas as jornadas possíveis, a curva conterá apenas os pontos ótimos como explicados na Definição 2.

3 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é encontrar um compromisso entre as jornadas citadas para ser possível adaptar um algoritmo de forma a gerar resultados intermediários entre os diversos ótimos possíveis.

O primeiro objetivo seria estabelecer um compromisso entre a jornada mais curta (Shortest) e a jornada mais rápida (Foremost), utilizando, para isso, de observações de relações ótimas entre o tempo de chegada e o número de arestas. Para isso é necessária a implementação dos algoritmos de roteamento *Shortest* e *Foremost*.

Em seguida, utilizarei os resultados obtidos pelos dois algoritmos para construir uma curva de Pareto, que conterá as jornadas que são de nosso interesse (aquelas a partir das quais não é possível obter uma diminuição viável de uma das variáveis sem um aumento da outra). Após encontrar as jornadas ótimas de um vértice a outro, pretendo formular novos algoritmos que, dependendo do cenário da DTN e do objetivo, possam otimizar os resultados obtidos.

Para observação do funcionamento dos algoritmos, será utilizado o simulador de redes ONE (Opportunistic Network Environment simulator) [4]. Ele será a base dos testes pois a partir do simulador é possível obter dados de DTNs, guardar essas informações num grafo evolutivo e, a partir desse grafo, encontrar algoritmos que otimizem parâmetros ou obtenham resultados intermediários.

Caso o algoritmo *Fastest* seja implementado ao longo do ano, pretendo estudar o compromisso entre as três jornadas.

4 Atividades já realizadas

- Estudo do funcionamento em Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões e suas aplicações.
- Estudo da estrutura de dados utilizada num Grafo Evolutivo.

- Estudo de implementações em JAVA dos algoritmos *Shortest* e *Foremost* com Grafos Evolutivos.
- Testes dos algoritmos acima no simulador ONE para verificar o comportamento da rede.
- Uso do programa Graphviz (Graph Visualization Software)[3] para visualização dos subgrafos do Grafo Evolutivo.
- Estudos sobre a Eficiência de Pareto e Curva de Pareto[1].
- Estudos introdutórios de Teoria dos Jogos[1].

5 Cronograma

Atividade Mês	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Análise dos algoritmos Shortest e Foremost para encontrar as jornadas ótimas de um nó a outro	X	X				
Construção das curvas de Pareto para todas as jornadas encontradas		X				
Estudo de como adaptar novos algoritmos a partir dos resultados obtidos		X	X			
Implementação dos novos algoritmos			X	X		
Elaboração do poster e da apresentação					X	X
Elaboração da monografia			X	X	X	X

6 Estrutura esperada da monografia

Pretendo seguir a estrutura proposta para monografia mas com várias subseções explicando detalhadamente cada conceito usado e estudado, assim como descrever os resultados e produtos obtidos.

- Introdução:
A introdução será parecida com a Descrição do Tema desta proposta, com exemplos e/ou figuras para facilitar o entendimento do conteúdo das demais seções da monografia.
- Conceitos e tecnologias estudadas:
Os conceitos estudados serão explicados formalmente, com detalhes, exemplos e figuras se possível.
- Atividades realizadas:
Pretendo descrever os algoritmos implementados e como encontrei as curvas de Pareto.

- Resultados e produtos obtidos:
Novos algoritmos obtidos a partir do compromisso encontrado entre as jornadas e suas respectivas curvas de Pareto.
- Conclusão:
Concluir o trabalho e mostrar que podemos otimizar jornadas dependendo do contexto e do objetivo.
- Parte Subjetiva:
Pretendo relatar minha experiência com o curso, as matérias que me ajudaram a escrever a monografia, ou seja, seguir o roteiro proposto.

7 Observação

A pesquisa sobre Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões está sendo feita em um grupo de cinco alunos. Este grupo consiste nos alunos Adriano Tabarelli, Caio Cestari Silva, Cássia Garcia Ferreira, César Gamboa Machado e Paulo Henrique Floriano. Apesar de termos dividido os assuntos pesquisados para o desenvolvimento das monografias em grupos menores, todos tem uma base em comum.

Referências

- [1] Ross D. Game Theory. In Edward N. Zalta, editor, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 2009.
- [2] A. Ferreira. On models and algorithms for dynamic communication networks: the case for evolving graphs. In *In Proc. ALGOTEL*, 2002.
- [3] S. North J. Ellson. Graphviz-graph visualization software. World Wide Web. <http://www.graphviz.org>.
- [4] A. Keränen, J. Ott, and T. Kärkkäinen. The ONE Simulator for DTN Protocol Evaluation. In *SIMUTools '09: Proceeding of the 2nd International Conference on Simulation Tools and Techniques*, New York, NY, USA, 2009. ICST.
- [5] J. Monteiro, A. Goldman, and A. Ferreira. Using Evolving Graphs Foremost Journey to Evaluate Ad-Hoc Routing Protocols. In *In Proceedings of 25th Brazilian Symposium on Computer Networks (SBRC'07)*, Blem, Brazil, 2007.
- [6] C.T. Oliveira, M.D.D. Moreira, M.G. Rubinstein, L. Costa, and O. Duarte. Redes tolerantes a atrasos e desconexoes. In *Minicursos do Simposio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2007)*, 2007.

- [7] B. Xuan, A. Ferreira, and A. Jarry. Computing shortest, fastest, and foremost journeys in dynamic networks. 2002.