

Algoritmos Distribuídos para Roteamento em Redes *Ad Hoc*

Tiago Rodrigues Chaves, Ricardo Augusto Rabelo Oliveira
PPGCC - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
email: tiagochaves@gmail.com, rrabelo@gmail.com

Resumo—Computação móvel é uma das mais novas áreas de pesquisa, dentro da Ciência da Computação, inclusive considerada por alguns, como o novo grande paradigma da computação. Este novo campo apresenta grandes desafios, principalmente relacionados aos algoritmos distribuídos que podem ser extremamente complexos. Este trabalho tratará de algoritmos distribuídos de roteamento para redes *ad hoc*, com ênfase na redução da complexidade de envio de mensagens entre os canais de comunicação da rede.

Keywords—Algoritmos Distribuídos, Roteamento, Redes *Ad Hoc*, Auto-Estabilização.

I. INTRODUÇÃO

Algoritmos distribuídos estão presentes em diferentes áreas da Ciência da Computação, com diversos problemas em aberto que agregam conhecimento de diversas áreas, incluindo sistemas distribuídos, tolerância a falhas, teoria dos grafos e algoritmos probabilísticos. Protocolos de comunicação usados na Internet, acesso a bancos de dados e transações eletrônicas são alguns dos exemplos da aplicação de algoritmos distribuídos na prática.

Os algoritmos distribuídos são um paradigma no qual o sistema computacional consiste de sistemas de memória distribuída, interligados por um canal de comunicação.

Os sistemas de memória distribuída consistem numa coleção de processadores interconectados por algum canal que permita comunicação ponto a ponto. Os processadores não compartilham fisicamente qualquer memória, de forma que a troca de mensagens é necessária.

Um sistema de memória distribuída pode ser modelado por um grafo não dirigido $G_p = (N_p, E_p)$, onde N_p representa o conjunto de processadores (nós) e E_p o conjunto de enlaces de comunicação *full-duplex* (arestas). A mensagem recebida em um nó pode ser definida pelo par (q, Msg) . O roteamento da mensagem (q, Msg) é feito por um processador r usando a função $next_r(q)$, que significa que a mensagem Msg pode ser enviada para do processador r para o processador q [1].

Considerando que G_p é um grafo completo, com n vértices, e o grau de cada vértice é $(n - 1)$, no momento em que todos os vértices enviarem uma mensagem para seus vizinhos, serão geradas na rede $n * (n - 1)$ mensagens. Cada

ciclo de envio de mensagens é definido como um pulso. Seja $x(0) = [x_1(0), \dots, x_n(0)]^T$ os valores iniciais dos nós, e $x_{ave} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ a média. O objetivo torna-se calcular x_{ave} em um ambiente distribuído, grande e robusto.

Para o modelo de redes sem fio, normalmente utiliza-se dos grafos geométricos aleatórios $G(n, r(n))$, onde os nós n são uniforme e independentemente distribuídos em um quadrado unitário, e $r(n)$ é a faixa de transmissão comum de todos nós. Sabe-se que a escolha do $r(n) \geq \sqrt{\frac{2 \log n}{n}}$ é necessária para garantir que o grafo esteja com alta probabilidade de estar conectado [2].

Com o avanço das tecnologias e redução dos preços dos equipamentos digitais, cada vez mais usuários estão comprando computadores portáteis e dispositivos móveis.

Uma vez que não exista uma infraestrutura fixa, uma rede *ad hoc* pode ser montada rapidamente com estes dispositivos. Isso torna essas redes adequadas a situações onde não há outra infraestrutura de comunicação presente ou onde tal infraestrutura não possa ser usada por razões de segurança ou custo.

As redes móveis sem infraestrutura, conhecidas como redes *ad hoc* são aquelas, que não possuem qualquer tipo de infraestrutura centralizada [3]. Para que os nós integrantes dessa rede possam se comunicar, é necessário que todos eles possuam a capacidade de rotear pacotes de outros, ou eles ficariam restritos a se comunicar somente com os nós dentro do alcance de transmissão. Um dos problemas fundamentais nesta rede é determinar e manter as rotas, já que a topologia da rede é altamente mutável [4].

Um algoritmo auto-estabilizável é construído de tal forma que um determinado processo irá executar as mesmas operações em estados falhos ou não, visando atingir um estado correto em um número finito de passos. Tal algoritmo também não requer uma inicialização correta, pode se recuperar de qualquer falha transiente a qualquer momento o que torna a auto-estabilização uma solução interessante para um grande número de aplicações como em grafos, comunicação de protocolos e exclusão mútua [5].

Muito já a foi estudado, e vários protocolos de roteamento foram propostos para redes *ad hoc* [6]. Entretanto o foco

deste trabalho consiste em propor um algoritmo distribuído auto-estabilizável para roteamento de redes *ad hoc* que apresente número de mensagens enviadas pela rede menor do que os algoritmos estudados.

A proposta está organizada da seguinte forma. A Seção II apresenta as justificativas para realização deste trabalho. Os objetivos são apresentados na Seção III. Seguidos por metodologia e resultados esperados, respectivamente nas Seções IV e V.

II. JUSTIFICATIVAS

Em uma rede *ad hoc* não há topologia predeterminada, nem controle centralizado, dessa forma é nos algoritmos distribuídos que se encontram todo o segredo para a otimização dessa rede, tornando assim, a chave para o sucesso ou fracasso.

Sabe-se que a troca de mensagens entre os nós computacionais é considerada crítica. Mensagens são perdidas, duplicadas, corrompida ou entregues fora de ordem. Dessa forma estudar e propor melhorias para o problema da troca de mensagens em algoritmos distribuídos, pode apresentar grandes contribuições para área.

III. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar uma visão global do mundo real dos sistemas distribuídos, mostrar características que estes compartilham e propor um algoritmo distribuído de roteamento, que apresente melhorias na complexidade da troca de mensagens em redes *ad hoc*.

IV. METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido será dividido em quatro etapas:

Análise: Os algoritmos de roteamento tradicionais, cujo foco principal são as redes estruturadas, são ineficientes quando utilizados em redes móveis. Existem algoritmos específicos para redes *ad hoc*, na fase de análise serão estudados estes algoritmos, com ênfase para dois algoritmos que apresentam diferentes abordagens.

Um deles é algoritmo *Ad hoc On-demand Distance Vector* (AODV). O AODV é um dos algoritmos clássicos desenvolvidos para ser utilizado por nós móveis em uma rede *ad hoc*. O protocolo propõe ser capaz de apresentar uma rápida adaptação as condições dinâmicas dos enlaces, baixo processamento e reduzida taxa de utilização da rede, e determina rotas para destinos dentro de uma rede *ad hoc* [7].

Outro algoritmo que será visto com maior ênfase será o (*ugmented Tree-based Routing* (ATR). Este algoritmo de roteamento é apresentado por [8] propondo escalabilidade e resistência contra falha dos nós, congestionamento e instabilidade do canal de comunicação.

Implementação: Após análise dos algoritmos existentes na literatura, será proposto e implementado um algoritmo que tente reduzir a complexidade de envio de mensagens em redes *ad hoc*.

Simulação: Na etapa de simulação o algoritmo de roteamento implementado será testado em um simulador de algoritmos distribuídos. Existem vários simuladores que podem ser utilizados para a realização do experimento. Dentre eles podemos citar o *daj* (*Distributed Algorithms in Java*) e o *MobiCS* (*Mobile Computing Simulator*) este em sua versão *MobiCS2* específico para redes móveis *ad hoc*.

V. RESULTADOS ESPERADOS

Com a realização dessa pesquisa pretende-se apresentar um algoritmo distribuído de roteamento que apresente um número menor de mensagens trocadas reduzindo o grande impacto que estas mensagens causam em uma rede *ad hoc*.

REFERÊNCIAS

- [1] V. C. Barbosa, *An introduction to distributed algorithms*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1996.
- [2] P. Gupta and P. Kumar, "The capacity of wireless networks," *Information Theory, IEEE Transactions on*, vol. 46, no. 2, pp. 388–404, mar 2000.
- [3] B. V. Fernandes, "Protocolos de roteamento em redes *ad hoc*," *UNICAMP: Programa de Pós-Graduação em Ciencia da Computação, Campinas, SP*, 2003. [Online]. Available: <http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000342497> - Acessado em 01 de Jun de 2011
- [4] G. F. Amorim, M. C. M. Santos, A. L. A. Sobral, and P. R. L. Godin, "Roteamento em redes de comunicação sem fio *ad hoc*," 3º Simpósio de Pesquisa Operacional e 4º Simpósio de Logística da Marinha, 1999. [Online]. Available: http://www.gta.ufrj.br/~lauco/Spolm99_RoteamentoRedesComunicacaoSemFioAdHoc.htm - Acessado em 01 de Jul de 2011
- [5] M. Schneider, "Self-stabilization," *ACM Comput. Surv.*, vol. 25, pp. 45–67, March 1993. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/151254.151256>
- [6] E. Royer and C.-K. Toh, "A review of current routing protocols for *ad hoc* mobile wireless networks," *Personal Communications, IEEE*, vol. 6, no. 2, pp. 46–55, apr 1999.
- [7] C. E. Perkins, E. M. Belding-Royer, and S. R. Das, "Ad hoc on-demand distance vector routing," The Internet Engineering Task Force (IETF), Tech. Rep., 2003.
- [8] M. Caleffi, G. Ferraiuolo, and L. Paura, "Augmented tree-based routing protocol for scalable *ad hoc* networks," in *Mobile Adhoc and Sensor Systems, 2007. MASS 2007. IEEE International Conference on*, oct. 2007, pp. 1–6.