



ESTUDO DE ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM REDES MÓVEIS E REDES DE SENSORES SEM FIO

FONSECA, Lucas Dutra^{1,*}; PILLA, Maurício Lima²

¹*Curso de Bacharelado em Ciência da Computação – UFPel*
lucas.fonseca@anahy.org

²*Departamento de Informática – IFM/UFPel*
pilla@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A Computação Pervasiva teve origem em [Weiser 1991] com o nome de Computação Ubíqua. As pesquisas iniciais na área tinham como objetivo o desenvolvimento de *middlewares* para gerenciamento e disponibilização do ambiente monitorado com o objetivo de entender os requisitos e necessidades deste.

Com o aperfeiçoamento da área foram surgindo outras questões a serem discutidas. A base da computação pervasiva é a integração de sensores e dispositivos móveis ao ambiente do usuário. Estes dispositivos apresentam severas restrições de recursos como processamento e energia. Atualmente, uma barreira no desenvolvimento da área é o problema de se encontrar uma maneira de otimizar a utilização destes recursos.

Para o desenvolvimento pleno da computação pervasiva é essencial o amadurecimento dos métodos de redução do consumo de energia nas redes. Neste trabalho, propõe-se um estudo de transmissão de arquivos em redes *peer-to-peer* considerando as restrições de energia de dispositivos móveis e redes de sensores sem fio.

O restante desse artigo se apresenta estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma revisão do estado-da-arte no contexto deste trabalho, na Seção 3 há detalhes da proposta juntamente com a metodologia utilizada neste trabalho e, por fim, a Seção 4 apresenta as conclusões.

2. ESTADO-DA-ARTE

Para o desenvolvimento deste projeto foi pesquisado o estado-da-arte em

redes *peer-to-peer* e redes *ad hoc*, com o intuito de buscar as soluções mais viáveis em termos de energia dissipada pela rede. Para a implementação foram estudadas ferramentas de simulação dessas redes.

2.1 Redes *Peer-to-Peer*

Redes *peer-to-peer* (P2P) são redes de computadores onde todos os computadores, representados por nós da rede, possuem funcionalidades equivalentes sem qualquer forma de hierarquia organizacional. Os nós têm funcionalidades tanto de cliente quanto de servidor ou, até mesmo, de roteador [Franceschini 2004]. As redes P2P podem ser basicamente classificadas em três modelos: (i) **centralizado**, onde existe uma unidade central responsável por gerenciar as conexões da rede; (ii) **descentralizado**, onde há várias unidades responsáveis pelo gerenciamento das conexões; e (iii) **distribuído**, modelo em que não há gerenciamento por nenhum nó pré-definido. As diferenças entre os três modelos podem ser observadas na figura 1.

Em termos de escalabilidade de crescimento do número de nós da rede, o modelo distribuído apresenta as maiores vantagens, embora haja a dificuldade de se definir um protocolo eficiente para a comunicação. Existem diversos protocolos definidos na literatura como, por exemplo, o Gnutella [Ripeanu 2001].

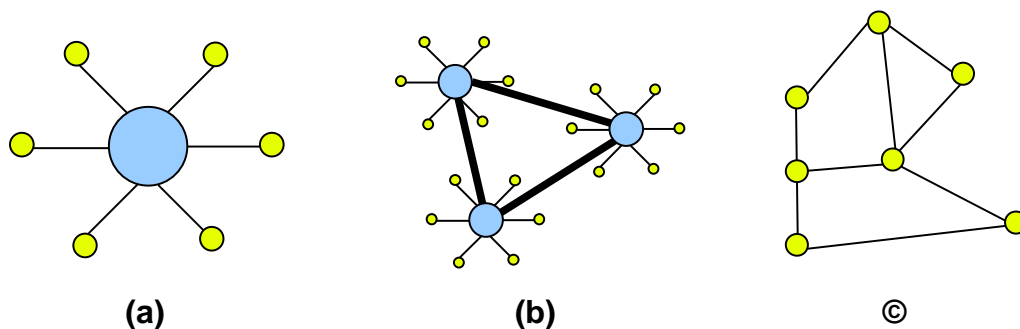


Figura 1 – Modelos de redes P2P: **(a)** Centralizado, **(b)** Descentralizado e **(c)** Distribuído. As bolas azuis representam as unidades de gerenciamento e as bolas amarelas são os nós pertencentes a rede.

O Gnutella define uma arquitetura onde cada nó, ao realizar uma pesquisa por um recurso da rede, envia uma mensagem para todos os seus vizinhos. Os vizinhos, por sua vez, também encaminham a mensagem para todos os seus contatos. Essa busca acaba quando o recurso for encontrado ou quando a mensagem passar por um certo número de nós, evitando que a busca fique indefinidamente na rede [Ripeanu 2001]. Esse protocolo requer um grande poder de processamento e largura de banda, além de não garantir a acessibilidade dos recursos. Para resolver estas limitações, surgiram protocolos baseados em tabelas *hash* distribuídas como, por exemplo, o Chord [Stoica 2002] e o CAN [Ratnasamy 2001].

O Chord cria uma topologia virtual em anel em que cada nó possui uma identificação e conhece alguns outros nós da rede, que não são necessariamente seus vizinhos [Stoica 2002]. O CAN, por sua vez, define um espaço virtual onde cada nó será responsável por uma área deste espaço e poderá se comunicar diretamente com os nós de áreas vizinhas a sua [Ratnasamy 2001].

2.2 Redes Ad Hoc

Redes P2P que têm as propriedades de auto-organização e são não estruturadas são chamadas de redes *ad hoc* [Cunha 2003]. Redes sem fio *ad hoc* são formadas por dispositivos que comunicam-se diretamente com outros que estiverem em seu alcance, usando tecnologias de rede sem fio como *Bluetooth* e os protocolos da família IEEE 802.11 [Tanenbaum 2003]. Nesse tipo de rede não há uma infraestrutura de conexão, ou seja, não existem pontos de acesso centralizados responsáveis pela comunicação entre nós e, por isso, os nós dependem uns dos outros para manter a rede conectada. Cada nó pode desempenhar tanto as funções de estação, quanto de roteador [Cunha 2003].

As redes de sensores sem fio (RSSF) são especializações das redes *ad hoc*. Uma RSSF é composta por centenas, ou milhares, de sensores (nós) distribuídos pela área que será monitorada. Essas redes podem ser utilizadas para monitoramento, rastreamento, coordenação e processamento em diferentes contextos [Loureiro 2003]. Os sensores são projetados em tamanho reduzido, limitando a disponibilidade de recursos como processamento, memória e energia.

2.3 Ferramentas de Simulação

Sendo energia um fator crítico nas RSSFs abre-se um amplo espaço para pesquisa nesse sentido. Wang (2006) mostra um estudo sobre formas de medir o consumo real de energia de uma RSSF. Silva (2009) apresenta o protocolo Multi-Geo, cujo principal objetivo da implementação é a redução do consumo de energia da rede.

Para viabilizar a pesquisa nesse contexto foram criadas ferramentas que permitem simular redes, evitando a onerosidade da implementação de uma rede física. O *Network Simulator* (NS-2) é um simulador de eventos discretos criado pela Agência de Pesquisas em Projetos Avançados americana (DARPA) e é direcionado para pesquisa em redes [NS-2 2009]. O NS-2 permite a simulação dos protocolos TCP, de roteamento e *multicast*, tanto em redes cabeadas, quanto sem fio. Há também o conjunto de ferramentas SimGrid [Casanova 2001] que simula aplicações distribuídas em ambientes distribuídos heterogêneos. O SimGrid permite a simulação tanto de redes simples de computadores, quanto de grades computacionais.

3. PROPOSTA

Para o desenvolvimento pleno da área de computação pervasiva é essencial o amadurecimento dos métodos de redução do consumo de energia nas redes P2P móveis e RSSFs. Neste trabalho, propõe-se um estudo de transmissão de arquivos em redes P2P considerando as restrições de energia de dispositivos móveis e RSSFs. A potência dissipada pelos dispositivos envolvidos na comunicação será medida em simulação e, a partir desta informação, serão determinadas formas de minimizá-la.

Visando este objetivo foi escolhido o Chord como protocolo de comunicação por minimizar a troca de pacotes entre os nós da rede, tanto para o roteamento de mensagens quanto para a manutenção da rede. Baseando-se em Wang (2006), propõe-se modificações no protocolo Chord a fim de criar as áreas virtuais com base na localização geográfica dos nós com o intuito de maximizar a economia de energia.

Para a implementação e validação do projeto foi escolhido o SimGrid por ser uma ferramenta que atende os requisitos necessários para o desenvolvimento deste.

O SimGrid apresenta a vantagem de ter uma interface de programação para a linguagem C, sendo significativamente mais simples que outros simuladores como NS-2. A especificação da rede simulada em que será executada a aplicação é desenvolvida de forma trivial na linguagem de marcação XML (*eXtensible Markup Language*).

Atualmente encontra-se em desenvolvimento uma ferramenta de *benchmark* que colherá dados relativos ao número de pacotes trocados na rede com o propósito de determinar a carga de trabalho desta. Com base nesses dados será possível calcular a energia dissipada pela rede. Essa ferramenta está sendo desenvolvida para ser usada em conjunto com o simulador SimGrid.

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi apresentada a revisão bibliográfica que embasará o projeto de um novo protocolo de comunicação para redes P2P móveis e RSSFs com foco na otimização do consumo de energia. Foram mostradas também as ferramentas que serão utilizadas na implementação deste.

Futuramente pretende-se implementar uma versão modificada do protocolo Chord onde as áreas virtuais serão criadas em função da localização geográfica dos nós, buscando-se otimizar a estratégia de roteamento *multi-hop* inerente ao Chord. Essa implementação será validada com base no *benchmark* desenvolvido.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASANOVA, H. Simgrid: A Toolkit for the Simulation of Application Scheduling, Proceedings of the First IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2001), Brisbane, Australia, IEEE Computer Society Press, USA. 2001.
- CUNHA, D. de O., Costa, L. H. M. K. and Duarte, O. C. M. B. Um Mecanismo de Roteamento para o Consumo Balanceado de Energia em Redes Móveis Ad Hoc. XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2003), Natal, RN, 2003.
- FRANCESQUINI, Emílio de Camargo. Um Estudo sobre Sistemas P2P. Junho, 2004.
- LOUREIRO, A. A. F., Nogueira, J. M. S., Ruiz, L. B., de Freitas Mini, R. A., Nakamura, E. F., e Figueiredo, C. M. S. Redes de sensores sem fio. In XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, p 179 – 226, Natal, RN, 2003.
- NS-2. The network simulator - ns-2. Disponível em: <<http://www.isi.edu/nsnam/ns/>>. Acessado em: Agosto de 2009.
- RATNASAMY, S. Francis, P. Handley, M. Karp, R. e Shenker, S. A scalable content-addressable network. In : Proceedings of ACM Sigcomm. 2001.
- RIPEANU, M. Peer-to-peer architecture case study: Gnutella network. Anais do: First International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2P 2001), p 99–100, Linköping, Sweden, Aug. 2001.
- SILVA, Ariana P. e Goulart, Carlos C. Multi-Geo: um protocolo de roteamento hierárquico para redes de sensores sem fio. 35ª Conferência Latino-Americana de Informática, Pelotas, RS. 2009.
- STOICA, I., Morris, R. Liben-Nowell, D. Karger, D. Kaashoek, M. F. Dabek, F. e Balakrishnan, H. Chord: A scalable peer-to-peer lookup protocol for internet applications. In: *IEEE/ACM Trans. on Networking*, 2002.
- TANENBAUM, Andrew S. Redes de Computadores, Campus, 3ª Edição, 1997. 2003.

WANG, Q., Hempstead, M., e Yang, W. 2006. A Realistic Power Consumption Model for Wireless Sensor Network Devices. In Third IEEE International Conference on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks (SECON'06). Reston, VA, USA. 2006.

WEISER, M. The Computer of the 21st Century. Scientific American, New York, v.265, n.9. 1991.