

A Tecnologia Peer-to-Peer como Ferramenta para Comunicação em Redes Ad Hoc Móveis

Felipe Jung Vilanova, Juergen Rochol,
Maria Janilce Bosquiroli Almeida, Lisandro Zambenedetti Granville

Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre, RS – Brasil

{fjvilanova, juergen, janilce, granville}@inf.ufrgs.br

Abstract. *This paper introduces a discussion about the employment of peer-to-peer technology as a tool for communication in mobile ad hoc networks. It describes both technologies and their characteristics, and draw a comparison between them, focusing on the similarities, but introducing some differences too. Some tools that can be used for the integration of that technologies are introduced as well.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma discussão sobre a utilização de tecnologias peer-to-peer como ferramenta de comunicação em redes ad hoc móveis. O artigo descreve as duas tecnologias e suas características, e estabelece uma comparação entre elas, enfatizando suas semelhanças, mas também apresentando algumas diferenças. Também são apresentadas algumas ferramentas que podem ser utilizadas para a integração dessas duas tecnologias.*

1. Introdução

Avanços no desenvolvimento das tecnologias de redes sem fio e de computação móvel tornaram muito comum o uso de dispositivos móveis. As tecnologias de redes sem fio permitem que as pessoas se comuniquem sem a necessidade de uma infra-estrutura de rede pré-existente, e a computação móvel permite que as pessoas com dispositivos móveis acessem recursos e serviços enquanto se deslocam.

Outra tecnologia, que também está se tornando bastante popular, são as redes peer-to-peer (P2P), que apresentam a mesma natureza *ad hoc* das redes móveis sem fio. Por isso, é interessante o estudo da aplicação destas redes para o paradigma da computação móvel.

Redes P2P permitem que os dispositivos móveis utilizem os benefícios da descentralização total e compartilhem recursos eficientemente. Segundo Liu (2002), este tipo de rede é uma boa solução para sistemas de computação móvel trabalhando em um ambiente de rede *ad hoc* sem fio onde são necessários a descoberta de recursos e o roteamento dinâmico de informações através da rede.

Traçar um paralelo entre essas tecnologias pode ser útil na identificação de características comuns a estas redes e talvez até possibilite o intercâmbio de soluções que possam vir a ser aplicáveis em ambos os casos.

Este artigo tem por objetivo discutir a utilização das redes P2P para estabelecer comunicação em redes *ad hoc* móveis (MANETs – *Mobile Ad Hoc Networks*), e apresentar alguns exemplos de aplicações P2P com este propósito. O artigo está

organizado da seguinte maneira. Na seção 2 é apresentado o conceito e as características das MANETs. Na seção 3 são apresentados os conceitos e características das redes P2P. A seção 4 discute a relação entre essas duas tecnologias, e também apresenta as semelhanças e diferenças entre as mesmas. Na seção 5 são apresentadas algumas ferramentas P2P existentes, e que podem ser utilizadas em MANETs.

2. Redes Ad Hoc Móveis (MANET)

Uma rede *ad hoc* móvel (MANET) consiste em um conjunto de dispositivos, equipados com transmissores sem fio, que podem se deslocar arbitrariamente. Corson e Macker (1999) definem esse tipo de rede como um sistema descentralizado, autônomo e sem estrutura alguma pré-existente, onde todos os dispositivos funcionam como roteadores, e cooperam dinamicamente para estabelecer comunicação.

2.1. Características das MANETs

Uma das principais características de uma MANET é a natureza dinâmica da sua topologia. Como os dispositivos são livres para se deslocarem, a topologia pode mudar aleatoriamente, em intervalos de tempos indeterminados. A vantagem desse sistema é a eliminação da necessidade de uma infra-estrutura pré-existente, e de pontos de falha isolados. Porém, a ausência de infra-estrutura torna essas redes mais vulneráveis, menos seguras e confiáveis, e mais difíceis de gerenciar.

Todos os nodos carregam as mesmas responsabilidades e como essas redes não possuem uma estrutura física determinada, os nodos se organizam espontaneamente e têm que lidar freqüentemente com mudanças de localização e topologia, além de operações freqüentes de conexão e desconexão.

O roteamento é o principal problema dessas redes. Como não existe um roteador padrão na rede, cada nodo deve agir como roteador e distribuir as mensagens pela rede. Em redes com muitos nodos, um percentual significativo de banda será ocupada com a disseminação das mensagens de controle. Também deve ser levado em conta o limite da área de transmissão de cada nodo. Se uma conexão que utiliza um nodo intermediário falha durante uma transmissão, as mensagens que estão sendo transmitidas não podem chegar ao destino, e nem o transmissor dessas mensagens será informado que elas não chegaram.

Outra característica é a limitação de banda e a baixa confiabilidade. Os nodos se comunicam por canais sem fio, que comparados aos cabos, têm pouca largura de banda e são facilmente influenciados por fatores do meio ambiente como ruído e barreiras físicas. Os nodos também sofrem com as freqüentes mudanças de propagação das ondas eletromagnéticas e com as limitações dos dispositivos móveis, que têm baixo alcance, menos recursos e menor capacidade de processamento [Liu 2002],[Corson e Macker 1999].

3. Peer-to-Peer

O conceito de redes P2P, popularizado por sistemas de troca de arquivos, não é novo, mas atualmente, fatores como o aumento da quantidade de aplicações que usam a Internet e a necessidade de largura de banda, poder computacional e de armazenamento, impulsionaram o crescimento dessa tecnologia.

Redes P2P são sistemas distribuídos sem qualquer controle centralizado ou organização hierárquica, em que os nodos executam funções equivalentes. Essas redes podem ser caracterizadas em uma classe de sistemas e aplicações que utilizam recursos distribuídos para executar funções críticas de um modo descentralizado. Esses recursos e serviços incluem a troca de informação, de ciclos de processamento e de espaço de armazenamento. Em uma rede P2P, computadores que tradicionalmente têm sido usados somente como clientes comunicam-se diretamente entre si, podendo atuar como clientes e servidores, assumindo o papel que for mais eficiente para a rede. Alguns dos benefícios das redes P2P incluem: aumento da escalabilidade, pela eliminação da dependência de pontos centralizados; eliminação da necessidade de uma infra-estrutura cara, devido à comunicação direta entre nodos; e a possibilidade de agregar recursos.

3.1. Redes P2P puras e híbridas

Uma das idéias da descentralização é que os usuários mantenham e controlem os dados e recursos, mas isto dificulta a implementação de modelos P2P, pois não há um servidor central com uma noção geral de todos os dispositivos da rede e os dados que eles disponibilizam. Essas informações têm que ser conhecidas por todos os nodos, e quando um nodo entra na rede, deve executar mecanismos para descobrir os outros dispositivos, e guardar informações sobre seus endereços. Isso cria problemas de escalabilidade e de gerenciamento.

Por essa razão, muitas redes P2P são implementadas de uma maneira híbrida, como por exemplo o Napster (www.napster.com), onde há um diretório central para os arquivos, mas os nodos fazem o *download* desse arquivos diretamente dos dispositivos a que eles pertencem [Milojicic, Kalogeraki e Lokose 2002].

3.2. Característica das redes P2P

As redes puras são auto-organizáveis e não necessitam de uma entidade central para o gerenciamento. Uma consequência direta dessa descentralização é o alto grau de escalabilidade dessas redes.

De acordo com Milojicic, Kalogeraki e Lokose (2002), o anonimato é uma das características mais desejáveis. Ele permite que as pessoas não se preocupem com as consequências legais e que não seja possível a censura das informações digitais.

A principal vantagem dessas redes é que elas distribuem as responsabilidades de fornecer serviços entre todos os seus nodos. Isso elimina uma alta carga de serviços em um dispositivo, e pontos isolados de falha, e fornece uma solução escalável e de baixo custo para a prestação de serviços. Mas a desvantagem é que redes P2P são difíceis de controlar devido ao alto grau de distribuição e anonimato [Liu 2002].

4. Utilização da tecnologia P2P em MANETs

Tanto as MANETs como redes P2P têm como característica básica a ausência de uma infra-estrutura fixa, e o fato de os próprios nodos dessas redes serem responsáveis pelo seu gerenciamento. Devido a essa natureza comum, torna-se atrativo o emprego de redes P2P para estabelecer e gerenciar a comunicação entre os dispositivos de uma MANET. Para Lindemann, Klemm e Waldhorst (2003), o modelo de uma rede P2P encaixa-se perfeitamente em uma ambiente *ad hoc* sem fio onde é necessário descobrir recursos, fazer o roteamento dinâmico, disseminar as informações através da rede, e compartilhar os recursos.

Existem muitas similaridades entre as duas tecnologias, principalmente no que diz respeito ao problema básico: como estabelecer a comunicação entre os dispositivos, mas também existem algumas diferenças, devido aos diferentes níveis aos quais estão relacionadas e às diferentes motivações pelas quais foram criadas.

4.1. Similaridades entre MANETs e P2P

A base de ambos é o conceito de auto-organização. Na maioria dos casos, exceto em redes P2P híbridas, não há entidades centrais para gerenciar e coordenar a rede nem uma estrutura de rede pré-definida. A rede é estabelecida assim que os participantes decidem estabelecer conexões entre si.

A troca freqüente da topologia, resultante das permanentes mudanças das conexões é outra semelhança dessas tecnologias. Mesmo que os nodos permaneçam os mesmos, as conexões entre eles são permanentemente alteradas. Em redes sem fio isto é causado pela mobilidade dos nodos, que podem sair da área de transmissão do nodo ao qual estava conectado e estabelecer novas conexões com outros nodos. Em redes P2P, uma situação que pode ser comparada à mobilidade geográfica dos dispositivos sem fio é a freqüente variação dos grupos de nodos que estabelecem conexão em determinados momentos. Isso dificulta um diagnóstico da situação corrente da rede, é quase impossível manter um conjunto de informações atualizadas sobre toda a rede.

Em ambas as redes não há uma hierarquia padrão. Hierarquias só podem ser introduzidas virtualmente, com a utilização de protocolos, ou utilizando dispositivos para gerenciar os outros nodos. Mas como a topologia dessas redes muda com freqüência, as tabelas de roteamento de uma arquitetura hierárquica logo ficariam desatualizadas, e manter essas informações atualizadas seria difícil e oneroso.

Uma outra característica, ou problema, comum a essas redes é como um novo participante pode conectar-se a uma rede P2P ou a uma MANET já existente. Como geralmente não há uma entidade de gerenciamento central, é necessário que o novo nodo encontre os membros ativos nessas redes.

Devido às características de auto-organização e independência de cada nodo, é difícil para essas redes oferecer funcionalidades de gerenciamento, como autorização, autenticação, e, até mesmo, qualidade de serviço [Schollmeier, Gruber e Finkenzeller 2002].

4.2. Diferenças entre MANETs e P2P

Em uma MANET, a descoberta de rota e o estabelecimento das conexões precisam da ajuda de nodos intermediários: as conexões são indiretas, enquanto em redes P2P as conexões são diretas. O enlace direto de uma conexão P2P é muito mais fácil de manter que um enlace indireto, com múltiplos intermediários, de uma MANET. Devido à mobilidade dos nodos intermediários, o número de re-estabelecimentos de rota aumenta.

A tecnologia P2P baseia-se na infra-estrutura de roteamento IP das redes a cabo para implementar o roteamento entre os nodos, e essa infra-estrutura não existe nas MANETs. Hu, Das e Pucha (2002) apontam isso como o maior desafio para a aplicação de redes P2P sobre as MANETs.

Outra diferença é a estrutura da rede. Uma rede P2P é uma camada virtual criada para conectar os dispositivos. Ela é separada e completamente diferente da camada física. Os usuários de uma rede P2P podem estar distribuídos através de todo o mundo, tornando impossível a determinação da localização física de cada nodo, e da própria rede. Já a estrutura física de uma MANET pode ser diretamente mapeada para a

estrutura lógica. Apesar de a posição física de um único dispositivo de uma MANET não poder ser determinada, devido a sua mobilidade, é possível saber a localização aproximada de toda a rede [Schollmeier, Gruber e Finkenzeller 2002].

5. Algumas redes P2P utilizadas em MANETs

As redes P2P encontradas que podem ser aplicadas em MANETs são :

Bluetooth (<http://www.bluetooth.com>): um conjunto de protocolos P2P para estabelecer conexão entre dispositivos móveis. Uma rede bluetooth (conhecida como Piconet) permite a interconexão de até oito dispositivos em um raio de 10 metros. Há um dispositivo central que armazena o número de identificação de cada nodo.

DPSR (Dynamic P2P Source Routing Protocol) : proposto por Hu, Das e Pucha (2002), é um protocolo para roteamento em MANETs. Integra funções dos protocolos de roteamento P2P que operam com identificadores para os nodos e funções dos protocolos de roteamento em MANETs, que operam com endereços IP. A idéia é adaptar o protocolo de roteamento P2P à camada de rede da MANET fazendo um mapeamento entre o endereço IP e o identificador de cada nodo

MeshNetworks (<http://www.meshnetworks.com>): ferramenta P2P para roteamento em redes móveis. Fornece mecanismos para conectar dispositivos móveis em uma rede auto-organizável e auto-gerenciável.

Optimezed Routing Independent Overlay Network, ORION [Lindemann, Klemm e Waldhorst 2003] : é um conjunto de protocolos para construção e manutenção de uma plataforma que permite o roteamento de todos os tipos de mensagens necessárias para uma rede P2P de troca de arquivos.

Passive Distributed Indexing (PDI): apresentado por Lindemann e Waldhorst (2002) um serviço de busca distribuída pra troca de arquivos em aplicações móveis baseado na tecnologia pee-to-peer. PDI define um conjunto de mensagens para a transmissão de consultas e respostas.

Proem [Kortuem 2001] é uma plataforma que fornece uma solução completa para e o desenvolvimento e emprego de redes pee-to-peer em MANETs. Tem como objetivo facilitar o desenvolvimento de aplicações para comunicação e troca de arquivos em redes móveis e garantir privacidade e integridade dos dados transmitidos.

6. Conclusão

Ambas tecnologias mostram similaridades, possuem características de descentralização e auto organização, não possuem uma infra-estrutura pré-existente, e necessitam resolver o mesmo problema: estabelecer conexão em um ambiente descentralizado, dinâmico e freqüentemente variável. Mas apesar de existirem similaridades entre essas redes, elas se baseiam em estruturas físicas completamente diferentes.

As similaridades existem, e, mesmo com a diferença entre as estruturas, o emprego de redes P2P em MANETs continua atrativo. Problemas enfrentados pelas redes móveis, como descoberta de nodos, roteamento, disseminação de dados e segurança, podem ser resolvidos por ferramentas P2P.

Referências bibliográficas

- Corson, S. e Macker, J. (1999) “Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations”, RFC 2501, Internet Engineering Task Force, Network Working Group.
- Hu, I., Das, S. e Puch, H. (2002) “Exploiting the Synergy between Peer-to-Peer and Mobile Ad Hoc Networks”, School of Electrical and Computer Engineering, Purdue University, West Lafayette.
- Klemm, A., Lindemann, C. e Waldhorst, O. (2003) “A Special-Purpose Peer-to-Peer File Sharing System for Mobile Ad Hoc Networks”.
- Kortuem, G. (2001) “Proem: A Peer-to-Peer Computing Platform for Mobile Ad-hoc Networks”, Wearable Computing Laboratory, Department of Computer Science, University of Oregon.
- Lindemann, C. e Waldhorst, O. (2002) “A Distributed Search Service for Peer-to-Peer File Sharing in Mobile Applications”, *2nd IEEE Conference on Peer-to-Peer Computing(P2P 2002)*, Linköping, Sweden, p. 71-83 .
- Liu, H. (2002) “Peer-to-Peer Applications in Ad Hoc Wireless Networks”, Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Univesidade de Dublin
- Milojicic, D. S., Kalogeraki, V. e Lukose, R. (2002) “*Peer-to-peer Computing*”, HP Laboratories Palo Alto.
- Schollmeier, R., Gruber, I. e Finkenzeller, M. (2002) “Routing in Mobile Ad Hoc and Peer-to-Peer Networks. A Comparison”, International Workshop on Peer-to-Peer Computing, Pisa, Italy, May.