

BitTorrent sobre MANETs em Áreas Reduzidas: Mobilidade, Tamanho de Peça e seus Impactos

Nivia Cruz Quental
Centro de Informática - UFPE
Caixa Postal 7.851 – 50.670-901
Recife – PE – Brasil
ncq@cin.ufpe.br

Paulo André da S. Gonçalves
Centro de Informática - UFPE
Caixa Postal 7.851 – 50.670-901
Recife – PE – Brasil
pasg@cin.ufpe.br

ABSTRACT

In this paper we present a performance study of BitTorrent for sharing a large multimedia file. The scenario we consider represents a classroom environment where participant's mobile devices form a MANET. The objective is to evaluate performance impacts caused by variation of BitTorrent's chunk size and nodes mobility. The simulation tool used is ns-2 considering AODV and OLSR routing protocols. Results point out limitations in downloading progress due to mobility increase for both AODV and OLSR. Further, chunk size rise contributes significantly for better performance both for AODV as to OLSR. We also observe that OLSR imposes less routing overhead than AODV.

Categories and Subject Descriptors

C.2 [Computer-Communication Networks]: Miscellaneous; C.4 [Performance of Systems]: Design studies

General Terms

Design, Performance, Experimentation

Keywords

P2P, BitTorrent, Performance, MANET

1. INTRODUÇÃO

As redes *ad hoc* móveis ou MANETs são sistemas autônomos que podem ser empregados em cenários onde há a necessidade de comunicação sem uma infra-estrutura prévia de rede. Exemplos incluem cenários de resgate, operações militares e aplicativos *groupware*. As MANETs possuem uma natureza P2P (*Peer-to-Peer* ou *Par-a-Par*), uma vez que os nós são capazes de atuarem também como roteadores, podendo ser clientes e servidores ao mesmo tempo. As aplicações P2P são as

mais adequadas no ambiente de MANET devido à maior flexibilidade na recuperação de falhas do que aplicações tradicionais cliente-servidor. Entretanto, a adaptação de aplicações P2P em MANETS impõe desafios relacionados à mobilidade, ao múltiplo acesso ao meio sem fio e às limitações de energia e memória dos nós.

Este artigo apresenta um estudo de caso no qual um arquivo multimídia de 100MB é compartilhado utilizando-se o protocolo P2P BitTorrent. Considera-se um ambiente de sala de aula, onde pessoas possuem dispositivos que formam uma MANET. Os experimentos usam os protocolos de roteamento AODV (*Ad-hoc On-Demand Distance Vector*) e OLSR (*Optimized Link State Routing*) permitindo-se observar o desempenho do sistema com um protocolo reativo e pró-ativo, respectivamente. A escolha destes protocolos é devido ao fato deles estarem em desenvolvimento na IETF, podendo vir a se tornarem padrões. O parâmetro de tamanho de peça do BitTorrent e a mobilidade dos nós foram variados em experimentos separados com o objetivo de avaliar o atraso médio fim-a-fim, a fração média obtida do conteúdo, a taxa média de perda e o *overhead* de roteamento.

Este trabalho está estruturado como segue: os trabalhos relacionados são apresentados na Seção 2; os protocolos BitTorrent, AODV e OLSR são destacados na Seção 3; na Seção 4, os experimentos são descritos e os resultados são discutidos. Finalmente, a Seção 5 conclui o trabalho.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

Nos últimos anos, diversas pesquisas têm buscado sinergias entre as aplicações P2P e as MANETs visando melhorar o desempenho dessas aplicações em alguns aspectos específicos. Cramer e Fuhrmann [3] identificaram problemas ao se utilizar o protocolo P2P Chord sobre MANETs devido à dificuldade deste em lidar com mudanças de topologia da rede. Da Hora *et al.* [4] propõem para protocolos P2P não-estruturados, como o Gnutella, um repasse seletivo de mensagens permitindo dobrar o percentual de requisições atendidas. Para protocolos P2P estruturados, como Chord, foram implementadas redundâncias nas mensagens de pesquisa, reduzindo o consumo de energia e o tempo

de resposta. Em [1] o objetivo é melhorar a descoberta de serviços com o acréscimo do protocolo GSD (*Group-based Service Discovery Protocol*) ao BitTorrent. Em [8] deseja-se aumentar a tolerância a falhas, integrando o BitTorrent à camada de roteamento. Klemm *et al.* [5] apresentam um trabalho semelhante, porém, com um protocolo similar ao Gnutella. Da mesma forma, Puchaet *al.* [7] propõem o protocolo P2P Pastry integrado à camada de roteamento. O trabalho de Oliveira *et al.* [6] foca na comparação do desempenho entre protocolos de roteamento mediante uma aplicação P2P Gnutella. Os resultados mostram que o desempenho dos protocolos é diferente do que é observado em outros tipos de aplicação unicast. Desta forma, compreende-se que não há um consenso sobre qual o melhor protocolo de roteamento a ser adotado juntamente a aplicações P2P. Nota-se que nestes trabalhos não há uma preocupação com a métrica de tempo de *download*, excetuando-se o trabalho em [9] que propõe melhorar através do uso de *multicast* o tempo de *download* no BitTorrent sobre MANETs em um cenário de resgate, porém sem tratar mobilidade. O trabalho apresentado neste artigo se diferencia dos trabalhos da literatura pelo fato de identificar novos pontos específicos a serem explorados para a melhoria do desempenho do BitTorrent sobre MANETs.

3. BITTORRENT E MANETS

Atualmente o BitTorrent [2] é um dos protocolos mais difundidos graças à sua capacidade de distribuição de conteúdos extensos e garantia de justiça no gerenciamento das conexões. Os pares desta rede podem tomar conhecimento de quais são os pares que podem contribuir para o seu *download* por meio de requisições HTTP a uma entidade centralizada denominada *Tracker*. Após o início do *download*, o *Tracker* não é mais necessário. Com o BitTorrent, é possível realizar o *download* do arquivo a partir de diversas fontes, graças a sua característica de decompor o arquivo em peças de tamanho fixo, cujo valor varia com a implementação. Mesmo um par que não tenha finalizado seu *download* pode distribuir o conteúdo obtido parcialmente. Esta abordagem oferece condições adequadas para a adoção deste protocolo em MANETs. Se o arquivo não fosse dividido em peças e não houvesse disponibilidade de múltiplas fontes, a finalização do *download* em caso de particionamento na rede seria severamente prejudicada.

Uma MANET pode também contar com diversos protocolos de roteamento capazes de lidar com a mobilidade e escalabilidade da rede. Estes protocolos podem ser classificados em pró-ativos, reativos e híbridos. Nos protocolos pró-ativos as tabelas de roteamento são atualizadas por meio de distribuições periódicas de informações de rotas através da rede. O protocolo OLSR é um exemplo. Ele se utiliza do recurso de eleição de um conjunto de *Multipoint relays* (MPRs) para limitar o *overhead* na rede. Os protocolos reativos encontram rotas sob demanda, inundando a rede com requisições.

O protocolo AODV é um exemplo de protocolo reativo. Os protocolos híbridos procuram combinar as vantagens dos protocolos pró-ativos e reativos.

4. SIMULAÇÕES E RESULTADOS

Neste estudo de caso é considerada uma aula onde o professor possui um arquivo multimídia de 100MB e pretende distribuí-lo a seus 24 alunos, cada qual com seu dispositivo móvel participando em uma MANET e executando uma única aplicação BitTorrent. Os participantes estão inicialmente dispostos em forma de grade, distribuídos uniformemente à distância de 1 m entre vizinhos de uma mesma fileira. Assim, dois cenários são estudados:

Cenário 1 - Neste cenário os alunos deixam a sala 10 segundos depois que o arquivo é disponibilizado. Os alunos se deslocam para fora em direções aleatórias em uma área de 300m x 300m. O tamanho da peça adotado para o BitTorrent foi de 512 KB. As simulações consideraram velocidades de 0,5 m/s, 1,0 m/s e 1,5 m/s;

Cenário 2 - Neste cenário todos os alunos permanecem na sala de aula até o fim do *download*. O parâmetro de tamanho de peça foi variado na simulação com os valores de 256, 512 e 1024 KB.

O simulador de redes ns-2 foi adotado com o acréscimo de módulos para OLSR e BitTorrent. Nas simulações, o *Tracker* é abstraído como um objeto visível a todos dado que o interesse deste trabalho é avaliar o desempenho da rede durante o *download* e não no processo de localização de pares. Ao finalizar um *download*, o par permanece na rede para continuar contribuindo com o *download* dos demais. Se um par deixa de receber mensagens por mais de 60 segundos, o mesmo deixa a aplicação BitTorrent. Assim o nó passa a ser somente um roteador para a MANET. Objetivou-se com isso evitar que os pares esperassem indefinidamente por estarem fora do alcance de outros pares da rede. Isto significa que, neste experimento, nem todos os pares conseguem finalizar o *download*. A simulação é encerrada quando todos os pares deixarem a aplicação ou finalizarem o *download*. Para a camada MAC, foram adotados os parâmetros padrões do IEEE 802.11g. Porém, o alcance de comunicação foi limitado a 50 m. O modelo de propagação adotado foi o *Two Ray Ground*. As métricas avaliadas foram: atraso médio fim-a-fim, tido como tempo decorrido entre o envio e chegada de pacotes no nível de aplicação; taxa média de perdas de pacotes da aplicação; o tempo médio para se concluir o *download*, caso seja possível; o *overhead* de roteamento, que representa o número total de pacotes de roteamento transmitidos durante a simulação, incluindo-se transmissões entre saltos; e a fração do total do arquivo baixado durante a simulação. Todos os valores médios foram calculados a partir de 20 execuções com um intervalo de confiança de 99% representado por barras de erro nos gráficos.

As Figuras 1 a 4 apresentam os resultados espe-

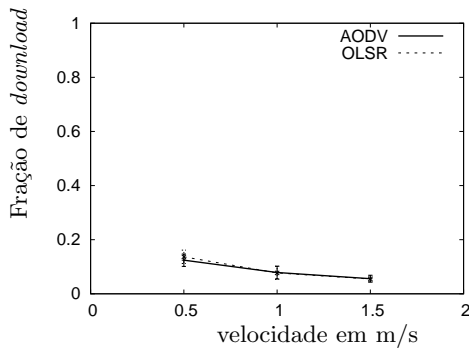


Figura 1: Fração de *download* concluído *versus* velocidade

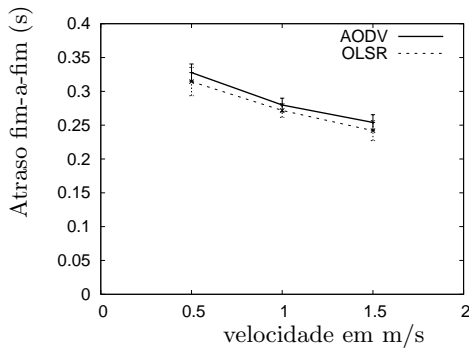


Figura 2: Atraso fim-a-fim *versus* velocidade

cíficos para o cenário 1. Neste cenário, nenhum par conseguiu concluir o *download*. A Figura 1 mostra que a fração baixada do arquivo decresce à medida que a velocidade aumenta. Isto é devido à formação mais rápida de partições na rede com o aumento da velocidade. Para ambos os protocolos de roteamento, o comportamento é idêntico. Em média, os pares baixaram menos de 20% do arquivo. Isto demonstra que a mobilidade, mesmo que baixa, afeta significativamente o desempenho do *download* neste cenário, onde inicialmente há apenas um par com o arquivo completo. A Figura 2 mostra o atraso médio fim-a-fim em função da velocidade. Nota-se uma redução do atraso com o aumento da velocidade. Isto ocorre pois há menos troca de mensagens na rede em consequência do surgimento mais rápido de partições.

Como mostra a Figura 3, a taxa de perda não é significativamente alta e nem apresenta grande variação com o aumento da velocidade. Porém, observa-se que sob o protocolo OLSR, as taxas são ligeiramente inferiores. Isto se deve ao seu menor *overhead* de roteamento (Figura 4) que se traduz em uma menor quantidade de pacotes de roteamento circulando na rede competindo com pacotes da aplicação por recursos da rede. O *overhead* de roteamento para ambos os protocolos é apresentado na Figura 4. Em ambos os casos, o *overhead*, sendo um valor absoluto, diminui à medida que a velocidade cresce. Isto ocorre devido ao fato de haver menos pacotes de roteamento transmitidos ao

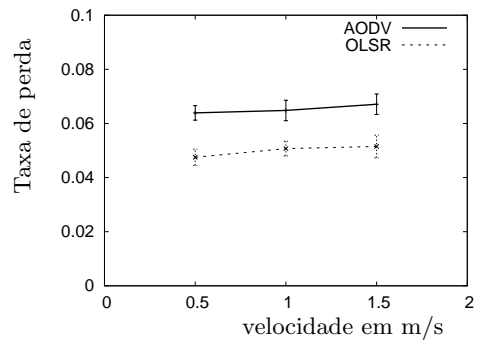


Figura 3: Taxa de perda *versus* velocidade

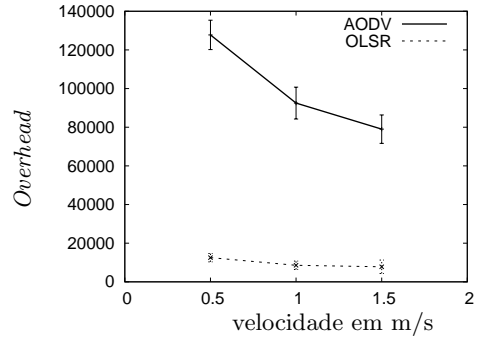


Figura 4: *Overhead* de roteamento *versus* velocidade

longo da simulação, cuja duração é reduzida pela saída cada vez mais prematura de pares da rede. Os resultados para o AODV reforçam o seu alto *overhead*, sendo quatro a seis vezes maior que o do OLSR.

As Figuras 5 a 8 apresentam os resultados específicos para o cenário 2. Neste cenário, todos os nós concluíram o *download*. A Figura 5 mostra que o tempo de *download* reduz suavemente com o aumento do tamanho da peça. Isto ocorre em razão de serem necessárias menos conexões para se finalizar o *download*. A mesma razão explica o comportamento do atraso médio fim-a-fim mostrado na Figura 6. A Figura 7 mostra que o tamanho da peça teve pouca influência na taxa média de perdas. O OLSR mostrou-se superior ao AODV neste sentido pelo seu menor *overhead* de roteamento como discutido anteriormente para o cenário 1. Essa diferença é mostrada na Figura 8. O *overhead* do OLSR chega a ser oito vezes menor que o do AODV. A geração de tráfego do OLSR é menor devido à otimização garantida pelo uso de MPRs. Percebe-se que neste cenário, a redução de conexões na rede é mais importante para o desempenho do que manter uma menor carga nas transferências.

5. CONCLUSÕES

Este artigo avaliou o desempenho do protocolo BitTorrent sobre MANETs em áreas reduzidas. Considerou-se o protocolo pró-ativo OLSR e o protocolo reativo AODV. Observou-se que o OLSR se benefi-

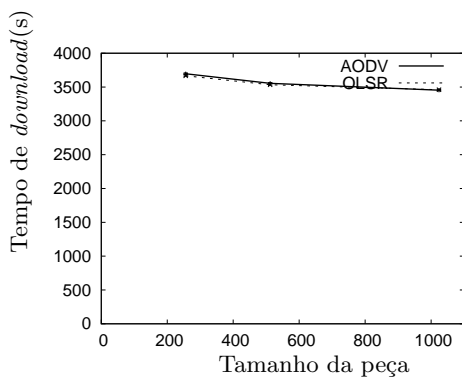


Figura 5: Tempo de *download* versus tamanho da peça

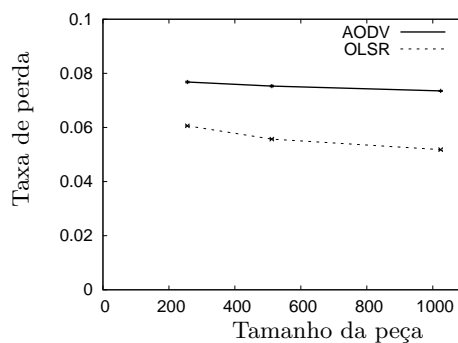


Figura 7: Taxa de perda versus tamanho da peça

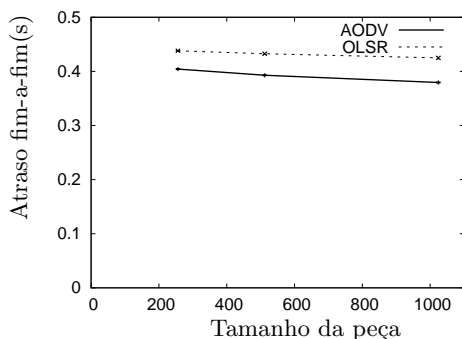


Figura 6: Atraso fim-a-fim versus tamanho da peça

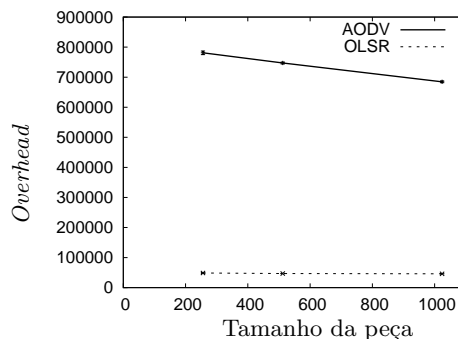


Figura 8: *Overhead* de roteamento versus tamanho da peça

ciou do recurso de MPRs e apresentou *overhead* de roteamento muito inferior ao AODV. Observou-se que a mobilidade, mesmo que baixa, afeta significativamente o desempenho do *download* quando há apenas uma fonte completa do arquivo no início da simulação. Percebeu-se também que no cenário estudado, a redução de conexões na rede é mais importante para o desempenho do que manter uma menor carga nas transferências. Otimizações para o BitTorrent sobre MANETs devem buscar, portanto, uma redução no número de conexões. Para trabalhos futuros, pretende-se implementar uma integração *cross-layer* eficiente entre BitTorrent e MANETs. Assim, devem ser estudados métodos de comunicação direta entre protocolos como AODV e OLSR e a aplicação BitTorrent a fim de se obter reações mais imediatas perante situações de mobilidade.

6. REFERÊNCIAS

- [1] G. Balazsfalvi and J. Sztrik. BitTorrent File Sharing in Mobile ad hoc Networks. Technical report, University of Debrecen, Hungary, 2006.
- [2] B. Cohen. BitTorrent Specification. Technical report, BitTorrent.org, 2006.
- [3] C. Cramer and T. Fuhrmann. Performance Evaluation of Chord in Mobile ad hoc Networks. In *Proceedings of the First MobiShare*, pages 48–53, New York, NY, USA, 2006.

- [4] D. N. da Hora, D. F. Macedo, J. M. Nogueira, and G. Pujolle. Otimizando Requisições de Conteúdo em Redes Par-a-Par sobre Redes ad hoc. In *Anais do 24º SBRC*, 2007.
- [5] A. Klemm, C. Lindemann, and O. Waldhorst. A Special-Purpose Peer-to-Peer File Sharing System for Mobile Ad Hoc Networks. In *Proceedings of IEEE VTC*, pages 2758–2763, Orlando, FL, USA, Oct. 2003.
- [6] L. B. Oliveira, I. G. Siqueira, and A. A. F. Loureiro. Evaluation of ad hoc Routing Protocols Under a Peer-to-Peer Application. In *Proceedings of the IEEE WCNC*, pages 1143–1148, New Orleans, USA, March 2003.
- [7] H. Pucha, S. M. Das, and Y. C. Hu. Ekta: An Efficient DHT Substrate for Distributed Applications in Mobile ad hoc Networks. In *Proceedings of 6th IEEE WMCSA*, pages 163–173, Washington, DC, USA, 2004.
- [8] S. Rajagopalan and C.-C. Shen. A Cross-layer Decentralized BitTorrent for Mobile ad hoc networks. In *Proceedings of the Third MobiQuitous*, pages 1–10, 2006.
- [9] C. Souza and J. M. Nogueira. Um Estudo do BitTorrent em Redes ad hoc sem Fio Críticas com Localidade Espaço-temporal. In *Anais do 25º SBRC*, 2008.