

Análise de desempenho do *handoff* no Mobile IP

Andréa Collin Krob¹, Gaspare Giuliano E. Bruno¹

¹ Ciência da Computação - Centro Universitário LaSalle (UNILASALLE)
Av. Victor Barreto, 2288 – 91.501-970 – Canoas – RS – Brasil

deakrob@yahoo.com, gaspare.bruno@gmail.com

Abstract. *Several proposals are being implemented in order to reduce problems related to management of handoff in wireless networks. Mobile IP protocol is the standard applied currently on the Internet, supplying a global solution to mobility problem. In this work, an analysis of performance of the protocol Mobile IP is carried through networks IEEE 802.11, verifying its functioning concerning management of handoff of its devices.*

Resumo. *Diversas propostas estão sendo implementadas para reduzir os problemas do gerenciamento de handoff em redes sem fio. O protocolo Mobile IP é o padrão utilizado atualmente na Internet, fornecendo uma solução global para os problemas da mobilidade. Neste trabalho é realizada uma análise de desempenho do protocolo Mobile IP em redes do padrão 802.11, verificando seu funcionamento com relação ao gerenciamento de handoff de seus dispositivos.*

1. Introdução

Tornar a mobilidade transparente para o usuário e as aplicações é um grande desafio na computação móvel. Fornecer acesso permanente a uma rede, independente da localização física do dispositivo é o seu principal objetivo. Desta forma, é possível acessar informações e utilizar serviços em qualquer hora e de qualquer lugar.

Um dos principais desafios da mobilidade refere-se ao gerenciamento de *handoff* de seus dispositivos. Este procedimento é responsável por manter a comunicação e o fornecimento dos serviços durante a migração de um ponto de acesso para outro.

O gerenciamento do *handoff* é a chave para tratar os problemas de transparência no deslocamento dos dispositivos, pois impacta diretamente na qualidade, confiabilidade e segurança da comunicação. Por este motivo, deve ser realizado de forma suave, ou seja, com baixa latência e mínima perda de dados (FENGPING, 2004).

Durante o processo de *handoff* nas redes do padrão 802.11 infra-estruturadas, os dispositivos ficam incomunicáveis até que a conexão seja completamente estabelecida na nova rede. Enquanto isto, os pacotes continuam sendo encaminhados e perdidos na antiga localização (ALBUQUERQUE, 2005).

As aplicações com requerimentos de QoS exigem que o tempo de interrupção seja o menor possível, considerando que o atraso dos pacotes afeta diretamente as aplicações multimídia como videoconferência e VoIP.

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise de desempenho do protocolo Mobile IP em redes sem fio do padrão 802.11, utilizando um ambiente de macro-mobilidade. Para isto, foram realizadas simulações verificando seu desempenho no gerenciamento do *handoff* de seus dispositivos.

2. Mobile IP (MIP)

No MIP, um nó móvel (NM) é identificado e localizado através de seu endereço IP, conhecido como *home address*. Este endereço é estático e corresponde ao endereço local do dispositivo.

Durante a migração para outras redes, o NM recebe um endereço IP temporário, chamado *Care-of-Address* (CoA) relativo à rede externa que está visitando. Este endereço é dinâmico e muda a cada novo ponto de conexão.

O gerenciamento de *handoff* é executado pelos agentes de mobilidade *home agent* (HA) e *foreign agent* (FA), que cooperam para que os dispositivos móveis tenham uma conectividade constante.

Quando um pacote é enviado ao NM, sempre é roteado para sua rede de origem, independente de sua localização (ABRAS, 2002). O funcionamento do MIP pode ser observado na Figura 1.

Se o NM estiver dentro da sua rede original, recebe os pacotes normalmente e responde como um terminal fixo. Caso esteja distante, o HA captura os pacotes destinados a ele e encaminha para sua nova localização. Para que isto seja possível, o NM precisa efetuar um registro com sua rede original e informar sua localização.

Se o registro for completado com sucesso, o HA saberá a localização exata do NM. Após inseri-lo em sua tabela de rotas, iniciará o encapsulamento de todos os pacotes endereçados a ele e transmitirá através de um túnel sua nova localização (PERKINS, 2002). O FA responsável pelo endereço na rede externa irá receber, desencapsular e encaminhar os pacotes ao NM (ABRAS, 2002).

Enquanto o NM estiver fora da sua rede original, usará o HA para receber os pacotes e o FA para responder diretamente os mesmos.

Em redes do padrão 802.11 infra-estruturadas, quando o NM se desloca de uma rede externa para outra, não é possível notificar os agentes de mobilidade com antecedência. Todos os pacotes em trânsito, antes de efetuar o novo registro, serão recebidos na antiga localização e descartados. A perda destes pacotes deve ser assegurada por um protocolo de nível mais alto, como o TCP (ALBANO, 2004).

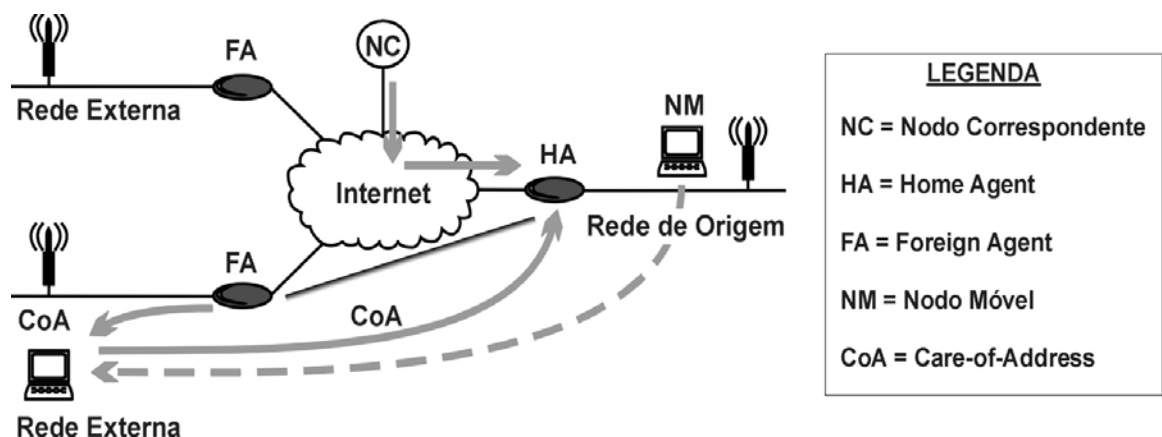


Figura 1. Funcionamento do *Mobile IP* (Nagamuta, 2002).

3. Metodologia

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise de desempenho do protocolo *Mobile IP*, verificando seu funcionamento quanto ao gerenciamento de *handoff* de seus dispositivos.

Para isto, foi utilizada a ferramenta de simulação Network Simulator (NS-2), que é um simulador discreto, voltado a área de pesquisa em redes de computadores. A arquitetura *Mobile IP* foi implementada utilizando o módulo desenvolvido pela Sun *Microsystems*, presente na última versão da ferramenta.

A topologia de rede apresentada na Figura 2 foi utilizada em todas as simulações realizadas neste trabalho. Os parâmetros que diferenciam os ambientes de simulação são as velocidades de movimentação dos nós e os protocolos de transporte utilizados nas comunicações.

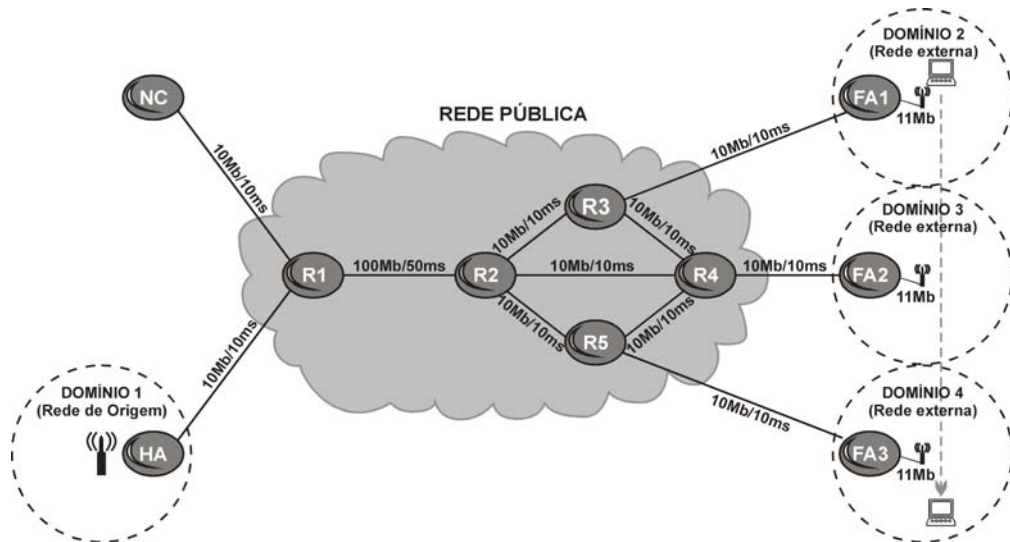


Figura 2. Topologia da rede

A simulação abrange uma área total de 1500 x 800 metros, sendo que cada estação base possui um raio de comunicação de 250 metros. A velocidade de transmissão dos enlaces sem fio foi modificada para 11Mbps, com o propósito de impedir a perda de pacotes devido ao excesso de carga dos *links*.

Para analisar o gerenciamento do *handoff*, foi calculado o tempo gasto para completar o processo de migração entre as redes externas, bem como a quantidade de pacotes perdidos durante a comunicação.

O tempo de *handoff* será considerado como a diferença entre o tempo em que o último pacote de dados foi recebido em uma rede e o tempo em que o primeiro pacote de dados foi recebido na rede seguinte.

4. Resultados

Devido à topologia de rede utilizada ser um ambiente de macro-mobilidade, foi possível medir o processo de *handoff* na camada de enlace e na camada de rede.

Para analisar o *handoff* na camada de enlace, foi calculado o tempo gasto para o NM mudar de rede e receber o primeiro anúncio na nova localização. Corresponde à troca física das estações base e é independente do protocolo de rede ou de transporte utilizado.

Para analisar o *handoff* na camada de rede, foi calculado o tempo gasto para o NM mudar de rede e receber o primeiro pacote de dados na rede externa. Para isto, foram utilizados os protocolos TCP e UDP durante a migração dos dispositivos.

A Figura 3 apresenta o resultado do *handoff* na camada de enlace. As simulações foram realizadas variando a velocidade de movimentação do NM em 1, 5, 10 e 20 m/s, além do tamanho dos pacotes em 32, 64, 128, 256, 512 e 1000 bytes.

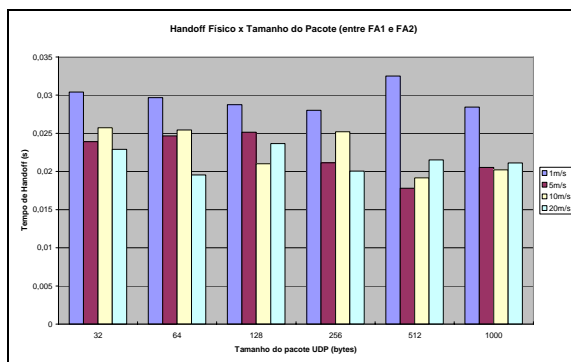


Figura 3. Primeiro *handoff* físico.

Conforme pode ser observado, a alteração na velocidade de movimentação e no tamanho dos pacotes não influenciou significativamente no tempo de *handoff* na camada de enlace, gerando sempre resultados em torno de poucos milissegundos.

Nota-se com isto que a principal responsável pela latência no processo de *handoff* não é a camada de enlace, pois o sinal da nova estação base é recebido pelo NM muito rapidamente, estabelecendo a conectividade do *link* logo após sua entrada na nova rede.

As Figuras 4 e 5 representam o comportamento do protocolo UDP durante o processo de *handoff* na camada de rede. Nesta simulação, o NM realiza seu deslocamento entre as redes com velocidade de 1m/s.

Conforme pode ser observado na Figura 4, o primeiro *handoff* inicia aproximadamente no tempo 401 e se estende até o tempo 409, representando uma interrupção de 8 segundos na transmissão dos dados. Neste período, foram perdidos mais de 1.800 pacotes de dados.

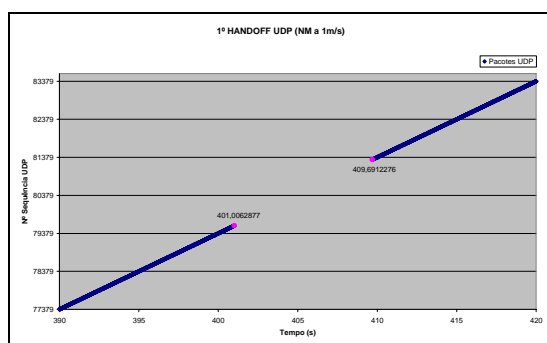


Figura 4. Primeiro *handoff* UDP.

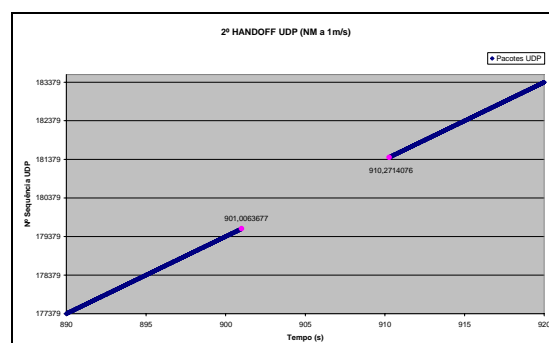


Figura 5. Segundo *handoff* UDP.

Este tempo de interrupção na comunicação não é desejado e pode causar sérios problemas para as aplicações, principalmente as multimídia ou de tempo real, pois pode degradar ou até mesmo inviabilizar as mesmas.

Um resultado semelhante pode ser visualizado na Figura 5, durante o segundo *handoff* na camada de rede. O processo inicia aproximadamente no tempo 901 e termina no tempo 910, totalizando 9 segundos de interrupção.

Uma das principais causas que contribuem para a latência do *handoff* na camada de rede é o algoritmo de detecção de movimentação utilizado pelo dispositivo móvel.

Os algoritmos sugeridos na especificação atual do *Mobile IP* se baseiam nos anúncios recebidos dos agentes de mobilidade para determinar a localização do dispositivo.

Levando em consideração que a maioria dos algoritmos esperam a ausência de três anúncios seguidos para iniciar o processo de registro, o intervalo de envio dos mesmos não deve ser longo.

Para as Figuras 6 e 7 valem as mesmas considerações feitas para as anteriores, com a diferença que o protocolo utilizado durante a comunicação foi o TCP.

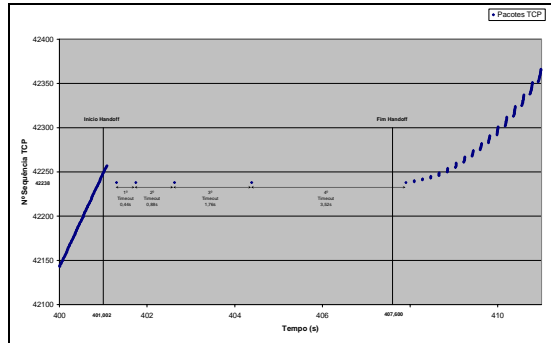


Figura 6. Primeiro handoff TCP.

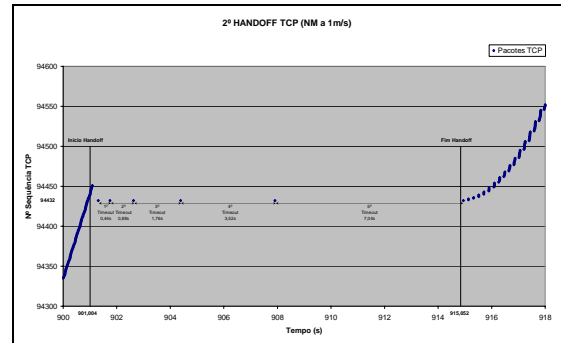


Figura 7. Segundo handoff TCP.

Na primeira migração (Figura 6), o MIP demorou aproximadamente 5 segundos para completar o *handoff* na camada de rede, enquanto na segunda (Figura 7) foram necessários 14 segundos para realizar todo o processo.

Uma das possíveis causas para esta diferença de tempo no processo de *handoff* é o mecanismo de *timeout* utilizado pelo protocolo TCP. Devido ao mecanismo de *timeout*, a cada tentativa de retransmissão feita durante o período de *handoff* o tempo de espera dobra antes do pacote ser enviado novamente.

Outro mecanismo que pode prejudicar o desempenho do protocolo TCP é o HA Tunnel MTU (*Maximum Transmission Unit*). O objetivo deste mecanismo é impedir que os pacotes tunelados pelo HA até o NM comecem fragmentados dentro do túnel. Neste caso, a comunicação pode ficar interrompida por um período maior ainda, degradando ainda mais a aplicação.

As Figuras 8 e 9 apresentam o resultado dos pacotes de dados perdidos. As simulações foram realizadas variando a velocidade de movimentação do NM em 1, 5, 10 e 20 m/s.

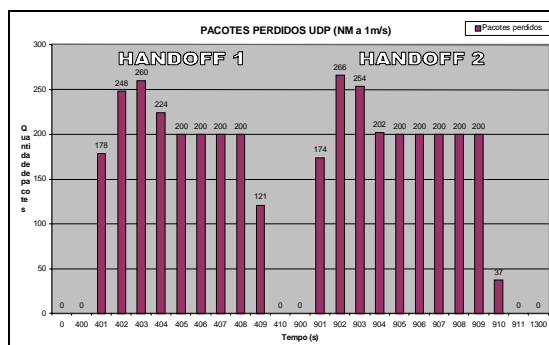


Figura 8. Pacotes Perdidos a 1m/s.

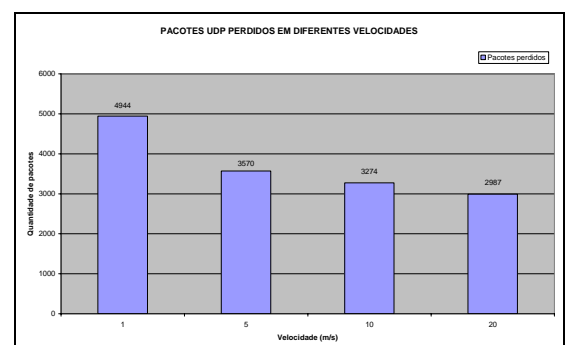


Figura 9. Perdidos variando a velocidade.

Conforme pode ser observado na Figura 8, a perda de pacotes de dados ocorre somente durante o período de *handoff*. Nesta simulação, foram perdidos 1.831 pacotes no

primeiro *handoff* e 1.933 pacotes no segundo, totalizando quase 4.000 pacotes de dados perdidos durante toda a simulação.

A Figura 9 apresenta o resultado de várias simulações, onde o NM se movimenta com velocidades de 1, 5, 10 e 20 m/s entre as redes externas. Pode-se observar que a maior quantidade de pacotes de dados perdidos ocorre nas velocidades mais baixas.

5. Conclusão

Por trabalhar na camada de rede, o *Mobile IP* resolve o problema da mobilidade na Internet de forma simples, sem precisar alterar as entidades já existentes nas redes IP.

Contudo, não realiza o gerenciamento de *handoff* de seus dispositivos de forma transparente, apresentando resultados sempre na ordem de segundos. Verificou-se que o *handoff* na camada de enlace tem pouca interferência no processo total, pois os resultados demonstram que a conectividade é detectada e estabelecida em poucos milissegundos.

O *handoff* na camada de rede é o principal responsável pela interrupção dos serviços. Isto ocorre devido a forma como o protocolo implementa os mecanismos de mobilidade. Uma das formas de melhorar o processo de *handoff* é otimizar o algoritmo de detecção de movimentação utilizado pelos dispositivos móveis.

O protocolo TCP é o mais prejudicado quando a mobilidade é introduzida, podendo sofrer um período de interrupção além do *handoff* devido aos mecanismos de *timeout* e MTU.

Apesar do *Mobile IP* perder pacotes apenas durante as migrações entre áreas de macro-mobilidade, a quantidade de pacotes perdidos pode ocasionar sérios problemas para as aplicações ou até mesmo inviabilizá-las. Percebe-se com isto que a migração de um dispositivo móvel em áreas de macro-mobilidade através de uma rede sem fio do padrão 802.11 ainda está longe de ser um processo totalmente transparente para o usuário.

Referencias

- ABRAS, Gustavo E. e SANCHES, Jayme C. G. **Wireless Lan**. 2002. 67 f. Monografia (Bacharelado) - Curso de Redes e Sistemas Distribuídos, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2002.
- ALBANO, Wellington Araújo. **Um elemento de rede para registro de localização de dispositivos móveis entre redes Cellular IP**. 2004. 112 f. Tese (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- ALBUQUERQUE, Luciano Renovato de. **Um mecanismo de suporte a conectividade durante transições de estações móveis em redes 802.11**. 2005. 108 f. Tese (Mestrado) - Curso de Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- FENGPING, Li Helsinki. A Study of mobility in WLAN. In: Seminar on Internetworking, 9., 2004, Finland. **Peer-to-peer technologies, networks and systems**. Espoo: Helsinki University of Technology, 2004. p. 1 – 6
- PERKINS, C. **Mobility Support for IPv4**. IETF RFC 3220 (2002). Disponível em: <<http://www.faqs.org/rfcs/rfc3220.html>>
- NAGAMUTA, Vera, Endler, M. (2002). **General Approaches for Implementing Seamless handover**, POMC 2002, Toulouse, October 2002.