

ATTA: Um Ambiente Integrado de Testes para Redes em Malha Sem Fio IEEE 802.11s

Dhiego F. Carvalho¹, Marcos C. M. A. Pinheiro¹

¹Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação (PPGSC) – Departamento de Informática e Matemática Aplicada (DIMAp) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

dhiego.fernandes@ifrn.edu.br, marcos@dimap.ufrn.br

Abstract. *The Wireless Mesh Networks (WMN) in the IEEE 802.11s standard can be used in a variety of settings, as regard, for example in topology, channels, frame forwarding protocols, among others. Therefore, the analysis of new protocols for these networks requires tests with a number of different scenarios. These tests need a heavy workload and is not trivial create them. This paper describes a Integrated Environmental Testing for Wireless Mesh Networks IEEE 802.11s (ATTA) which aims to integrate and simplify the tasks of network configuration, traffic generation and monitoring of performance parameters in tests of IEEE 802.11s networks.*

Resumo. *As Redes em Malha Sem Fio no padrão IEEE 802.11s podem ser utilizadas em uma grande variedade de configurações, no que diz respeito, por exemplo, a topologia, canais, protocolos de encaminhamento de quadros, entre outros. Portanto, a análise de novos protocolos para essas redes requer testes com um variado número de cenários. A realização desses testes necessita de uma grande carga de trabalho e não é trivial a sua realização. Este artigo descreve um Ambiente Integrado de Testes para Redes em Malha Sem Fio IEEE 802.11s (ATTA) que visa integrar e simplificar as tarefas de configuração da rede, geração de tráfego e monitoramento de parâmetros de desempenho nos testes de redes IEEE 802.11s.*

1. Introdução

Durante o desenvolvimento e avaliação de novos Protocolos de Descoberta de Caminho para redes IEEE 802.11s, a melhor forma de analisar seus desempenhos é testá-los com diferentes cenários de rede. Porém, para cada cenário a ser testado existe um elevado número de parâmetros a serem configurados. No HWMP (*Hybrid Wireless Mesh Protocol*) [Bahr 2006], que inclusive passou por várias melhorias [Bahr 2008], por exemplo, pode-se definir se haverá ou não um nó raiz, definir se nós intermediários podem responder requisições de rotas, definir *timeouts* para mensagens, entre outras opções. Após essas configurações é necessário gerar tráfego para que se possa analisar como a rede se comporta, bem como definir quais parâmetros de desempenho devem ser monitorados e coletados.

Embora existam ferramentas que procurem simplificar a realização de testes, elas tipicamente enfatizam a realização do gerenciamento contínuo das redes e não a flexibilização de testes para análise do desempenho das redes IEEE 802.11s de acordo com o protocolo de Descoberta de Caminho utilizado. Esse artigo, propõe, desenvolve,

implementa e avalia um Ambiente Integrado de Testes para Redes em Malha Sem Fio IEEE 802.11s (ATTA). O ATTA permite as tarefas de configuração, geração de tráfego e monitoramento (coleta de resultados) sejam realizadas de um modo simples e flexível, viabilizando a realização de análises de redes IEEE 802.11s em um grande número de cenários de acordo com o protocolo de Descoberta de Caminho utilizado.

Este artigo é dividido do seguinte modo: a seção 2, **trabalhos relacionados**, apresenta os trabalhos realizados sobre monitoramento em redes 802.11s que serviram de base para este projeto; a seção 3, **arquitetura**, apresenta a arquitetura do ATTA; a seção 4, **visão geral da implementação do ATTA**, descreve sobre a implementação do ATTA e as tecnologias utilizadas; a seção 5, **avaliação**, mostra os testes realizados com o ATTA; a seção 6, **conclusões**, apresentada as conclusões sobre o trabalho e os novos recursos que podem ser incorporados ao ATTA em versões futuras.

2. Trabalhos Relacionados

[Pinheiro, de Brito Nascimento, Cerqueira, Abelém and Neto 2010] propõem o **Abaré**, um *framework* de gerência e padronização para Redes Locais em Malha Sem-Fio. Ele tem o objetivo de configurar, manter e gerenciar uma *Wireless Mesh Network* em grande escala. [Riggio and Miorandi 2007] propõem o *framework* **JANUS**, uma ferramenta de monitoramento para redes IEEE 802.11s. [Valle and Muchaluat-Saade 2011] propõem o **MeshAdmin**. O meshAdmin é uma ferramenta de gerência de Redes em Malha Sem Fio utilizando o protocolo SNMP para sua configuração e monitoramento. [Jardosh, Suwannat, Hollerer, Belding and Almeroth 2008] propõem o **SCUBA**, uma ferramenta de monitoramento das Redes em Malha Sem Fio. [Huang, Yang, and He 2007] propõem o **MeshFlow**. Ele é uma estrutura proposta para análise de Redes em Malha Sem Fio, mas não exatamente uma ferramenta pronta para análise. [McKeown et al 2008] propõem o **OpenFlow**, uma forma de novos pesquisadores experimentarem novos protocolos em redes em produção.

Apesar de alguns trabalhos pesquisados na literatura poderem configurar, gerar tráfego e monitorar (como é o caso do MeshAdmin), ou eles não suportam o padrão IEEE 802.11s ou estão focados no gerenciamento contínuo da rede, e não na geração de testes para medir o desempenho dos Protocolos de Descoberta de Caminho do 802.11s, como é o objetivo desse artigo.

3. Arquitetura

A estrutura do ATTA é baseada em quatro entidades principais: **gerente** é o programa responsável pela configuração da rede IEEE 802.11s, configuração do tráfego a ser gerado e monitoramento; **agente** é o programa instalado nos dispositivos de rede que responde as requisições SNMP do gerente para a configuração e obtenção de objetos na MIB. Ele controla todas as mensagens SNMP do *software* gerente que chegam ao equipamento gerenciado; **MIB** é a base de dados que armazena as informações necessárias para a coleta dos objetos que serão acessados e configurados pelo gerente da rede; **software de geração de tráfego** é o programa responsável pela geração de tráfego. A comunicação entre o software de geração de tráfego e o gerente é feita através de um protocolo próprio.

O ATTA é dividido em três módulos que realizam as tarefas necessárias para a realização de um experimento: **configuração**, **geração de tráfego** e **monitoramento**. A junção desses três módulos caracteriza um experimento, ou seja, um cenário de teste.

3.1. Configuração

O primeiro passo para a criação de um cenário de testes é a configuração da rede IEEE 802.11s para que ela possa ser utilizada e testada. As máquinas da rede têm atributos de configuração que podem ser alterados pelo gerente da rede, e eles são divididos nas categorias de Configuração IP (Endereço IP, máscara de Rede, Rota padrão da interface sem fio) e Configuração Wi-Fi (Potência das antenas, Canal da interface sem fio, Parâmetros Mesh – Mesh ID, Pares de Conexão e Algoritmo de Descoberta de Caminho, entre outros). Essa etapa é realizada utilizando apenas o protocolo SNMP. Porém, foi necessário estender a MIB padrão para suportar novos atributos.

3.2. Geração de Tráfego

O segundo passo para a criação do cenário de testes é a geração de tráfego na rede. Esta tarefa tem o papel de gerar os pacotes que serão enviados na rede, para que eles sejam monitorados e contabilizados pelo gerente, bem como influenciem o comportamento da rede, por exemplo, disparando a geração de mensagens de descoberta de rotas (PREQ). Cada máquina da rede IEEE 802.11s terá um programa instalado em seu Sistema Operacional, neste caso o Iperf [Iperf 2013], que gera os pacotes solicitados pelo administrador da rede. As chamadas ao Iperf são controladas pelo módulo de geração de tráfego desenvolvido nesse trabalho e que recebe a especificação do tráfego do gerente. É importante ressaltar que as máquinas suportam a geração simultânea de múltiplos fluxos de tráfego. Por isso, é utilizado o parâmetro “ID do fluxo”, de modo que se possa identificar unicamente cada fluxo de dados enviado por uma dada máquina.

3.3. Monitoramento

O terceiro passo para a criação do cenário de testes é definir quais parâmetros serão monitorados e medir o tráfego que passa pela rede. O administrador define os pacotes e quadros que serão monitorados para fazer a análise de tráfego da rede. Desta forma, o gerente terá uma visão geral de como a rede está se comportando sob o tráfego gerado, que foi definido na etapa anterior. Existem dois tipos de parâmetros a serem medidos: **parâmetros de Desempenho de rede** (taxa de transferência, largura de Banda, retardo e erro) e **parâmetros da Rede IEEE 802.11s** (quadros do protocolo de descoberta de caminho).

4. Visão Geral da Implementação do ATTA

A implementação do ATTA foi dividida em três partes que serão detalhadas nas subseções a seguir. São elas: **Protocolo de Geração de Tráfego, extensão da MIB e interface Gráfica.**

4.1. Protocolo de Geração de Tráfego

Foi desenvolvido um protocolo para que o gerente informe as demais máquinas o tráfego que cada uma deve gerar e depois colete os dados monitorados. As mensagens desse protocolo são encapsuladas em pacotes TCP. O protocolo é dividido em três partes: configuração, requisição e resposta. Todas as mensagens possuem como os dois primeiros campos o código que identifica o tipo de mensagem, dentre os três tipos existentes, e o identificador de fluxo.

4.2. Extensão da MIB

Houve a necessidade de expandir a MIB para atender aos novos objetos gerenciados nesse projeto. Eles têm como objetivo monitorar e configurar a rede IEEE 802.11s.

4.3. Interface Gráfica

A interface gráfica do ATTA foi desenvolvida utilizando o QT Designer [QT Project 2014] e a linguagem de programação foi o C++. A Tela da ferramenta é dividida em quatro abas: **i) máquinas, ii) topologia, iii) tráfego e iv) resultados.**

5. Avaliação

Os testes realizados com o ATTA têm o objetivo de mostrar como ele simplifica e automatiza o processo de geração de testes, e não de analisar o desempenho do HWMP. Os testes realizados fizeram uso de (até) doze roteadores, onde todos possuíam a mesma configuração de *hardware* (CPU da Atheros AR7161 680MHz, memória de 128 MB DDR SDRAM, armazenamento 64MB NAND onboard, três portas Ethernet, dois slots MiniPCI, Sistema Operacional OpenWRT Kernel 3.3).

O sistema operacional dos doze roteadores foram carregados pela rede durante sua inicialização, utilizando de um servidor DHCP e TFTP. Demorou-se em média 60 (sessenta) segundos para carregar o sistema operacional no roteadores. Foram utilizadas quatro tipos de topologias lógicas nos testes empregados: três por quatro em grade (3 x 4), três por três (3 x 3) em grade, dois por dois (2 x 2) em grade, e em linha (com cinco roteadores).

Foram gerados cinco fluxos paralelos de pacotes UDP e TCP para cada topologia e modos (pró-ativo e reativo) do HWMP com as seguintes configurações: tempo de duração de 60 (sessenta) segundos, banda de transmissão de 100 (cem) kilobytes/s (pacotes UDP), tamanho do pacote de 8 (oito) kilobytes, janela de transmissão de 1 (um) megabyte (pacotes TCP) e Tamanho Máximo de Segmento (MSS) de 8 (oito) kilobytes (pacotes TCP).

É importante frisar novamente que o objetivo dos testes realizados não foi avaliar o desempenho do protocolo HWMP em diferentes topologias com cada fluxo de tráfego gerado, mas avaliar a facilidade com que os diferentes cenários de testes foram criados e os experimentos realizados. Todas as configurações das máquinas, topologias, tráfegos e resultados foram gravados em arquivos podendo ser reutilizados em testes futuros. A configuração inicial dos cenários e realização dos experimentos no ATTA, levou aproximadamente uma hora. Para repetir esses experimentos em um momento posterior, foi necessário apenas a leitura dos parâmetros previamente salvos, reduzindo o tempo para poucos minutos.

6. Conclusões

Este trabalho apresentou um ambiente chamado ATTA, que simplifica o processo de análise das redes em malha sem fio em *testbeds*. Ao longo desse artigo foi mostrado como o ATTA consegue integrar a configuração da rede, definição e geração de tráfego, monitoramento e coleta de informações referentes a desempenho. Tal integração fornece um ambiente que possibilita a criação e execução de um elevado número de cenários de testes para as redes em malha sem fio, de modo simplificado. Também foi explicitado que o foco do ATTA é permitir a análise das redes IEEE 802.11s, mais

especificamente dos protocolos de Descoberta de Caminho.

Por tudo o que foi exposto neste trabalho conclui-se que o ATTA será bastante útil para a análise das redes em malha sem fio IEEE 802.11s, principalmente para a análise dos protocolos de Descoberta de Caminho. Sua utilização facilita e automatiza, por exemplo, a comparação do HWMP com outros protocolos existentes, indicando em quais cenários cada um deles é mais adequado.

Entre os novos recursos que podem ser incorporados ao ATTA, pode-se citar: criar novas formas de exibição das informações de desempenho coletadas, como por exemplo, utilizando gráficos; utilizar o SNMPv3 (SNMP versão três) para melhorar o nível de segurança; aprimorar a interface gráfica do usuário, e reestruturar o código para permitir que módulos de monitoramento para outros protocolos de Descoberta de Caminho sejam mais facilmente incorporados ao ATTA.

7. Referências

- Bahr, M. (2006). *Proposed Routing for IEEE 802.11s WLAN Mesh Networks*. In 2nd annual *internacional wireless internet conference (WICON)*, Boston, MA, USA.
- Bahr, M. (2008). *Update on the Hybrid Wireless Mesh Protocol of IEEE 802.11s*.
- Pinheiro, B., de Brito Nascimento, V., Cerqueira, E., Abelém, A., and Neto, A. (2010). *Abaré: Um Framework para Implantação, Monitoramento e Gerenciamento Coordenado e Autônomo para Redes em Malha sem Fio*. In XV Workshop de Gerência e Operação de Redes e Serviços, Gramado, RS, Brasil.
- Riggio, R. and Miorandi, D. (2007). *Janus: a framework for distributed management of wireless mesh networks*. In TridentCom 2007. 3rd International Conference.
- Valle, R. and Muchaluat-Saade, D. (2011). *MeshAdmin: Plataforma Integrada de Gerência para Redes em Malha sem Fio*. In XVI Workshop de Gerência e Operação de Redes e Serviços, Campo Grande, MS, Brasil.
- Jardosh A., Suwannat P., Hollerer T., Belding E. and Almeroth K. (2008). *SCUBA: Focus and Context for Real-time Mesh Network Health Diagnosis*. Lecture Notes in Computer Science, 4979:162.
- Huang, F., Yang, Y., and He, L. (2007). *A Flow-Based Network Monitoring Framework for Wireless Mesh Networks*. IEEE Wireless Communications, 14(5).
- Bicket, J., Biswas S. and Aguayo, D. (2003). *Architecture and Evaluation of the MIT Roofnet Mesh Network (DRAFT)*. M.I.T. Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory.
- McKeown N., Anderson T., Balakrishnan H., Parulkar G., Peterson L., Rexford J., Shenker S., e Turner J. (2008). *OpenFlow: Enabling innovation in campus networks*. SIGCOMM Comput. Commun. Rev., 38(2):69–74, 2008.
- OpenWRT (2013). *Openwrt wireless freedom*. www.openwrt.org. Acessado em Novembro de 2013.
- Iperf (2013). *Iperf Tool*. iperf.fr. Acessado em Julho de 2013.
- QT Project (2014). <http://qt-project.org/>. Acessado em Abril de 2014.