



Proposta para Grupo de Trabalho

GT-QoSEE – Grupo de Trabalho em Qualidade de Serviço e Experiência para EDUROAM

Juergen Rochol (coordenador geral)
Cristiano Bonato Both (coordenador adjunto)
Lisandro Zambenedetti Granville (colaborador)
09 de setembro de 2013

1. Título

GT-QoSEE - Grupo de Trabalho em Qualidade de Serviço e Experiência para EDUROAM

2. Coordenadores:

Coordenador Geral: Juergen Rochol

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Instituto de Informática (INF)

Av. Bento Gonçalves, 9500 – Bairro Agronomia, Porto Alegre, RS - CEP: 91501-970 Tel:
(51) 3308-6812

E-mail: juergen@inf.ufrgs.br

URL: <http://www.inf.ufrgs.br/~juergen/>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0296622203426132>

Coordenador Adjunto: Cristiano Bonato Both

Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) Departamento de Informática

Av. Independência, 2293 – Bairro Universitário, Santa Cruz do Sul, RS - CEP: 96815-900
Tel: (51) 3717-7300

E-mail: cbboth@unisc.br

URL: <http://www.inf.unisc.br/~cbboth/>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2658002010026792>

3. Resumo

A qualidade de serviços e a experiência dos usuários é de extrema importância para a melhoria de redes sem fio. Por exemplo, serviços oferecidos pela rede sem fio EDUROAM, gerenciada pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), poderiam ser aperfeiçoados através da coleta de informações dos dispositivos e usuários. Entretanto, soluções em prol da melhoria da rede e do serviço prestado para os usuários não são disponibilizadas. Neste documento propõe-se um grupo de trabalho chamado QoSEE que objetiva a criação de um sistema de coleta e monitoramento distribuído para analisar a qualidade de redes sem fio, utilizando os Pontos de Presença da RNP como infraestrutura para o encaminhamento dos dados. O sistema será baseado em quatro técnicas: (i) coleta de dados dos dispositivos e experiência dos usuários, (ii) computação em nuvem dos dados coletados, (iii) armazenamento e análise de grandes volumes de dados e (iv) técnicas de visualização dos dados coletados.

4. Abstract

Quality of service and user experience have extreme importance on the improvement of wireless networks. For example, services offered by the wireless network EDUROAM, managed by Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), could be improved by gathering information from devices and users. However, solutions to improve the network and services provided to users are not available. In this document, we propose a working group called QoSEE that aims to create a collecting and monitoring distributed system to analyze the quality of wireless networks, using the Points of Presence of RNP as infrastructure for forwarding data. The system will be based on four techniques: (i) data collection from devices and user experience, (ii) cloud computing on collected data, (iii) storage and analysis of large volumes of data, and (iv) visualization techniques for collected data.

5. Parcerias

Este projeto será desenvolvido por duas equipes: o grupo de Redes de Computadores do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e o Grupo de Projeto de Sistemas Embarcados e Microeletônica (GPSEM) da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). As equipes são formadas por pesquisadores, alunos de graduação e pós-graduação.

6. Duração do projeto

O projeto terá duração de 12 meses.

7. Sumário executivo

7.1. Motivação e Definição do Problema

Algumas tecnologias sem fio (WiFi, LTE, WiMAX, etc.) têm como principal objetivo prover acesso a diferentes tipos de serviços, tais como acesso a sistemas de educação a distância, videoconferências, telemedicina, entre outros. Um exemplo de uma rede sem fio que provê o acesso a esses serviços é a rede EDUROAM, gerenciada pela RNP. Para garantir o bom desempenho desses serviços, a rede sem fio deve permitir aperfeiçoamento constante, levando em consideração a qualidade do serviço a ser oferecido [1]. Para avaliar a qualidade do serviço de uma rede, normalmente são utilizadas métricas como atraso, *jitter*, perda de pacotes e largura de banda. A análise dessas métricas pode indicar se a rede atende ou não aos requisitos que satisfazem as necessidades dos usuários. Entretanto, métricas de qualidade de serviço não permitem avaliar a experiência de usuários individuais sobre o desempenho da rede. Por exemplo, as métricas de qualidade de serviço podem indicar uma boa avaliação da rede, mas o nível de satisfação de alguns usuários ainda pode ser baixo. Para considerar a opinião dos usuários quanto ao serviço oferecido, outras métricas foram criadas e denominadas como parâmetros de qualidade de experiência [2]. No caso de aplicações para educação a distância, e.g. videoaulas@RNP, e videoconferência, e.g. Mconf, a percepção do usuário é fundamental e as métricas de qualidade de experiência são medidas de desempenho efetivas para inferir o desempenho da rede. Entretanto, a qualidade do serviço e a experiência dos usuários ainda não são utilizadas para aprimorar os serviços oferecidos nas redes sem fio. Além disso, atualmente não existe um sistema que colete, processe e disponibilize as experiências dos usuários sobre a qualidade da rede que estão utilizando. Com base neste cenário, são identificados dois problemas chave para esta proposta de grupo de trabalho (GT):

- Como deve ser realizada a coleta de informações de qualidade de serviço e de experiência dos usuários da rede sem fio EDUROAM utilizando dispositivos móveis com restrição de consumo de energia e processamento?
- Como essas informações devem ser apresentadas para os usuários, permitindo que os mesmos contribuam com novas experiências?

7.2. Objetivo e Escopo

O GT-QoSEE tem como objetivo principal desenvolver um sistema de coleta, monitoramento e análise distribuído para avaliar a qualidade da rede sem fio EDUROAM e a experiência dos seus usuários. O projeto possuirá quatro módulos. O primeiro módulo, chamado de **Coletor**, deverá ser responsável pela obtenção de informações sobre a qualidade do serviço e da experiência dos usuários. Os coletores poderão ser instalados em dispositivos móveis, tais como *laptops*, *tablets* e *smartphones*, os quais acessam os serviços da rede sem fio EDUROAM. Dessa forma, o baixo consumo de energia é um requisito importante que deve ser considerado no projeto do coletor. O segundo módulo, chamado de **Gateway**, será responsável pelo recebimento e encaminhamento das informações coletadas para o módulo de armazenamento e processamento das informações. Os *Gateways* serão instalados nos Pontos de Presença

da RNP, isto é, próximo dos usuários finais da rede. O terceiro módulo refere-se ao **Big Data**, que deverá manipular a grande quantidade de informações geradas pelos dispositivos móveis dos usuários. Por fim, o quarto módulo, chamado de **Visualizador**, será encarregado da função de receber e apresentar novas experiências para auxiliar no aperfeiçoamento dos serviços da rede sem fio EDUROAM.

7.3. Relevância

A principal relevância do GT-QoSEE é permitir uma visualização e análise avançada e interativa sobre a qualidade dos serviços e a experiência dos usuários da rede sem fio EDUROAM. Atualmente, os sistemas de monitoração de redes não consideram em suas análises a experiência do usuário em relação ao serviço prestado pela rede. Por exemplo, em uma videoconferência utilizando o Serviço de Conferência Web da RNP (<http://www.rnp.br/conferenciaweb>) é possível obter métricas de qualidade de serviço, como por exemplo atraso, *jitter* e perda de pacotes. Normalmente, os valores atuais dessas métricas são observados sem a preocupação de uma análise histórica sobre o comportamento do serviço prestado. Além disso, somente com essas informações, não é possível inferir sobre a experiência que os usuários tiveram ao utilizar os serviços da rede [3]. Dessa forma, outro ponto relevante neste grupo de trabalho é o armazenamento de um grande volume de informações de forma temporal sobre a qualidade do serviço e a experiência dos usuários, para permitir a identificação de tendências ou comportamentos anômalos nos serviços prestados. Essa identificação de tendências pode ser utilizada para auxiliar no aperfeiçoamento dos serviços da própria rede de forma autônoma.

7.4. Metodologia

O GT-QoSEE visa a implementação de um sistema de coleta e monitoramento distribuído de informações a respeito da qualidade de serviço e da experiência dos usuários da rede sem fio EDUROAM. O sistema será formado por quatro módulos com funções distintas: coletor, *gateway*, *Big Data* e visualizador, como pode ser observado na Figura 1. A seguir, descreve-se a metodologia que será utilizada para o desenvolvimento de cada um dos módulos.



Figura 1 – Sistema QoSEE

O módulo coletor deverá ser capaz de extrair dois tipos de informações dos dispositivos móveis que acessam a rede EDUROAM: (i) dados referentes a qualidade de serviço da rede, incluindo características como atraso, *jitter*, perda de pacotes, etc. e (ii) dados referentes à experiência do usuário na utilização dos serviços da rede sem fio. Dessa forma, o projeto do módulo coletor deverá obter informações relevantes a respeito da caracterização da qualidade de serviço e da experiência dos usuários, considerando as restrições de consumo de energia e taxas de transmissão. Este módulo poderá ser instalado nos dispositivos móveis no momento do cadastro do usuário na rede. A relação entre a quantidade de informação a ser coletada e o consumo de energia e processamento dos dispositivos móveis deverá ser investigada ao longo do projeto.

No módulo *gateway* deve-se definir a tecnologia que será utilizada para o recebimento das informações coletadas. O módulo deverá ser desenvolvido utilizando tecnologias como *Web Services*, *REST (REpresentational State Transfer)*, entre outras. O módulo *gateway* será instalado em uma máquina virtual em cada Ponto de Presença da RNP, isto é, próximo aos pontos de acesso da rede EDUROAM. Após o recebimento dos dados coletados, o módulo *gateway* terá a função de reencaminhar esses dados para o módulo *Big Data*.

O módulo *Big Data* será projetado para receber e processar uma grande quantidade de dados, como por exemplo informações periódicas sobre a qualidade de serviço e de experiência de todos os usuários que utilizam a rede EDUROAM. Atualmente, essas informações estão sendo chamadas de *Networking Big Data* e têm recebido cada vez mais atenção da comunidade científica da área de redes de computadores [4]. Neste módulo deverão ser projetadas soluções para o armazenamento de grande quantidade de dados e alta velocidade de acesso a estes dados.

Com base nas informações processadas pelo módulo *Big Data*, será possível visualizar o comportamento da rede EDUROAM. O módulo visualizador será responsável pela exibição das informações integradas de qualidade e experiência obtidas pelo Sistema QoSEE. A tecnologia de *mashups* deverá ser utilizada para a visualização das informações da rede sem fio. Estas visualizações serão acessadas por meio de uma interface Web ou pela aplicação instalada no dispositivo móvel. Utilizando *mashups*, é possível agrupar diferentes tipos de informações em uma única visualização de forma avançada e interativa. Por exemplo, pode-se utilizar a geolocalização de usuários em conjunto com a qualidade dos sinais do dispositivo móvel para compor uma visualização destes sinais em um mapa de relevo geográfico, utilizando um modelo de relevo disponibilizado gratuitamente pela NASA [5].

Atualmente, as informações de qualidade e experiência da rede não são coletadas e nem analisadas com o objetivo de melhorar os serviços prestados pela rede sem fio. O sistema QoSEE, através dos seus quatro módulos funcionais, permite a implementação de soluções autônomicas em prol da melhoria da rede sem fio. Por exemplo, com base na qualidade do serviço e experiência do usuário, os administradores da rede EDUROAM poderão otimizar as configurações da rede.

7.5. Qualificação da Equipe e Justificativa sobre os coordenadores

A equipe deste projeto possui vasta experiência na área de redes sem fio, inclusive no desenvolvimento de softwares embarcados e visualização de dados. A equipe é composta por 3 professores pesquisadores, Juergen Rochol, Cristiano Bonato Both e Lisandro Zambenedetti Granville, além da participação de diversos alunos de pós-graduação e graduação.

Juergen Rochol - O coordenador geral deste projeto trabalha na área de comunicação de dados há mais de 30 anos. Autor de vários livros na área, como por exemplo "Redes de Computadores" e "Comunicação

de Dados" da editora Bookman. Além disso, possui uma excelente relação com a indústria brasileira de telecomunicação, sendo um dos fundadores das empresas Digitel e Datacom. Neste projeto, o professor Juergen contribuirá na definição das informações que deverão ser coletadas, bem como na interpretação e manipulação dessas informações. Sua experiência na especificação e aplicação de testes em equipamentos de comunicação de dados será fundamental na etapa de validação do módulo coletor. Juergen é professor emérito do Instituto de Informática da UFRGS. Ele recebeu o título de mestre em Física e doutorado em Ciência da Computação pela UFRGS, em 1972 e 2001, respectivamente.

Cristiano Bonato Both – O coordenador adjunto deste projeto atua na área de redes sem fio desde 2006, com dezenas de artigos publicados nesta área de pesquisa. Ele recebeu o título de mestre em Ciência da Computação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul em 2003 e o título de doutor em Ciência da Computação pela UFRGS em 2011. Atualmente, é professor da Universidade de Santa Cruz do Sul nos cursos de Ciência e Engenharia da Computação e pós-doutorando do Instituto de Informática da UFRGS. Desta forma, o relacionamento entre os grupos de pesquisa da UNISC e da UFRGS é muito próximo e será fundamental para a execução desse projeto. A principal atividade do professor Cristiano será como gerente de projeto, pois possui experiência nacional e internacional nesta função. Exemplos de projetos gerenciados por ele são: "Desenvolvimento de Tecnologia para Redes Metropolitanas Sem Fio voltada para Serviços de Cidades Inteligentes" em uma parceria entre a Secretaria da Ciência, Inovação e Desenvolvimento Tecnológico do Estado do Rio Grande do Sul e a UNISC, "Metodologia e projeto de equipamento para testes de switches e roteadores - Fase I e II" em uma parceria entre a empresa Datacom e UNISC, "*CHANGELEDGE: Model-based Change Management in IT Systems*" e "*GEMS: Model-based Change Management in IT Systems*" em uma parceria entre a empresa *Hewlett-Packard* (HP) e UFRGS.

Lisandro Zambenedetti Granville – Como um dos pilares do projeto é a visualização da qualidade de serviço e da experiência dos usuários na rede EDUROAM, o projeto contará com a colaboração de um especialista na área. O professor Lisandro atua no gerenciamento de redes de computadores há mais de 10 anos e contribuirá no projeto definindo técnicas de visualização das informações da rede sem fio. Adicionalmente, por também trabalhar na área de gerenciamento autônomo, outra contribuição será relacionada ao planejamento e implantação de técnicas dinâmicas e automáticas para o aperfeiçoamento da rede. Lisandro é professor associado do Instituto de Informática da UFRGS. Ele recebeu os títulos de mestre e doutor em Ciência da Computação pela UFRGS em 1998 e 2001, respectivamente. Atualmente, ele é membro do Comitê Gestor da Internet no Brasil e membro de vários comitês de programas de congressos internacionais, tais como IEEE IM, IEEE NOMS, IEEE ICC, entre outros.

7.6. Resultados Esperados

Os principais resultados esperados para o GT-QoSEE são: (i) visualizar a qualidade de serviço e a experiência dos usuários na rede sem fio EDUROAM; (ii) obter a experiência dos usuários na utilização dos serviços oferecidos pela rede; (iii) observar ao longo do tempo o comportamento da rede para identificar tendências ou comportamentos anômalos, os quais podem ser utilizados para o aperfeiçoamento da prestação dos serviços da rede; (iv) formação de mão-de-obra especializada na área de desenvolvimento de serviços de redes de computadores; e (v) relatórios técnicos e publicação de artigos em veículos nacionais e internacionais de ampla divulgação.

7.7. Cronograma

O projeto QoSEE realizará 17 atividades chamadas de macro-tarefas. A distribuição dessas tarefas nos 12 meses do projeto pode ser observada na tabela a seguir. As descrições de cada tarefa do projeto são:

Tarefa 01: Estudo sobre as métricas de qualidade de serviço e experiência do usuário que serão

coletadas nos dispositivos móveis da rede sem fio EDUROAM. Esse estudo deverá levar em consideração as restrições de consumo de energia e processamento dos dispositivos;

Tarefa 02: Projeto do módulo coletor baseado nos estudos realizados na tarefa 01;

Tarefa 03: Desenvolvimento da primeira versão do módulo coletor. A plataforma de desenvolvimento escolhida deverá ser portátil e flexível para que o módulo coletor possa ser instalado em diferentes dispositivos móveis;

Tarefa 04: Testes e validação da primeira versão do módulo coletor;

Tarefa 05: Estudo e definição do formato de troca de mensagens entre os módulos coletor e *gateway*;

Tarefa 06: Desenvolvimento da troca de mensagens entre coletor e *gateway* contendo as informações de qualidade de serviço e experiência dos dispositivos móveis;

Tarefa 07: Especificação do módulo *gateway*. Este módulo deverá agir como um encaminhador, isto é, enviar as informações recebidas pelos dispositivos móveis que acessam a rede sem fio EDUROAM para o módulo *big data*;

Tarefa 08: Implementação da primeira versão do módulo *gateway*;

Tarefa 09: Testes e validação do módulo *gateway*;

Tarefa 10: Projetar o módulo *big data*, incluindo o recebimento, armazenamento e processamento das informações dos dispositivos móveis de toda a rede sem fio EDUROAM;

Tarefa 11: Desenvolver as funcionalidades do módulo *big data*;

Tarefa 12: Testar e validar o módulo *big data*;

Tarefa 13: Projetar e definir as formas de visualização das informações da qualidade de serviço e experiência dos usuários no sistema QoSEE;

Tarefa 14: Implementar o módulo de visualização do sistema;

Tarefa 15: Testar e validar a visualização dos dados armazenados no módulo *big data*;

Tarefa 16: Avaliação de desempenho com a versão final do sistema QoSEE; **Tarefa**

17: Escrita de relatórios técnicos para a RNP e artigos científicos.

Fases/ Meses	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Tarefa 01	X	X										
Tarefa 02	X	X										
Tarefa 03		X	X	X								
Tarefa 04				X	X							
Tarefa 05					X							
Tarefa 06					X	X						
Tarefa 07					X	X						
Tarefa 08						X	X	X				
Tarefa 09								X				
Tarefa 10							X	X				

Tarefa 11								X	X	X		
Tarefa 12									X	X		
Tarefa 13									X	X		
Tarefa 14										X	X	
Tarefa 15											X	X
Tarefa 16											X	X
Tarefa 17		X	X		X	X		X	X		X	X

8. Recursos financeiros

8.1. Equipamentos e *software*

Descrição	Quantidade
Desktop (R\$ 3.000,00) – P/ desenvolvimento do sistema	4
Total estimado	R\$ 12.000,00

9. Ambiente para testes do sistema

O desenvolvimento do GT-QoSEE será realizado nos laboratórios do Grupo de Redes de Computadores do Instituto de Informática da UFRGS - <http://networks.inf.ufrgs.br> - e do Grupo de Projeto de Sistemas Embarcados e Microeletônica (GPSEM) da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) - <http://inf.unisc.br/gpsem>. O grupo de redes da UFRGS será responsável pela execução e gerenciamento do projeto. Além disso, este grupo irá liderar as implementações dos módulos de *big data* e visualização, devido a sua vasta experiência nestas áreas de pesquisa e desenvolvimento [6] [7]. Já o Grupo GPSEM ficará responsável pelos módulos coletor e receptor, pois possui experiência na área de sistema embarcados [8] [9] e poderá projetar a obtenção das informações de qualidade de serviço e experiência, considerando as restrições de consumo de energia e processamento. É importante ressaltar que ambas as equipes irão trabalhar integradas no desenvolvimento do sistema QoSEE, objetivando explorar ao máximo as experiências dos dois grupos.

Os testes para avaliação do sistema QoSEE serão realizados de forma exaustiva, utilizando conceitos de engenharia de software e testes em redes de computadores. Os testes serão realizados em dois níveis. No primeiro nível, os testes serão executados nas máquinas de desenvolvimento para verificar a funcionalidade do sistema, bem como detectar problemas de implementação. O segundo nível de testes terá como objetivo verificar o desempenho, escalabilidade e confiabilidade do sistema QoSEE. Para isso serão utilizadas as máquinas de serviço disponíveis nos Pontos de Presença da RNP.

10. Referências

- [1] Xiaohui C.; Wei Y.; Wenqing C.; Wei L.; Henry L. "Access Point Selection under QoS Requirements in Variable Channel-Width WLANs", IEEE Wireless Communications Letters, vol. 2, no. 1, Feb. 2013.
- [2] Ozgur O.; Sarabjot S. "Quality of Experience for HTTP Adaptive Streaming Services", IEEE Communications Magazine, vol. 50, no. 4, Apr. 2012.
- [3] Toon P.; Katrien M.; Wout J.; Lieven M.; Luc M. "Quantifying the Influence of Rebuffering Interruptions on the User's Quality of Experience During Mobile Video Watching", IEEE Transactions on Broadcasting, vol. 59, no. 1, Mar. 2013.
- [4] Demar J.; Dykstra, D.; Garzoglio G.; Mhashilkar P.; Rajendran A.; Wu W. Big Data Networking at Fermilab. High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, SCC 2012, pp. 1400, 10-16 Nov. 2012, USA.
- [5] Land-Cover and Land-Use Change (LCLUC) Program, Disponível em: <http://lcluc.umd.edu>, Acessado em 7/08/2013.
- [6] Barbosa P.; Granville L. "Interactive SNMP Traffic Analysis Through Information Visualization." IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS), pp. 73-79, 19-23 Apr. 2010, Japan.
- [8] Salvador E.; Almeida J.; Nogueira J.; Barbosa P.; Granville L. "A Characterization Study of SNMP Usage Patterns". 12th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM 2011), pp. 700-703, 23-27 May 2011, Ireland.
- [9] Both C.; Battisti, C.; Kuentzer F.; Santos T.; Santos R. "FPGA Implementation and Performance Evaluation of an RFC 2544 Compliant Ethernet TestSet". International Journal of High Performance Systems Architecture (IJHPSA), vol. 2, no 2, Nov. 2009, pp. 107-115.
- [10] Faganello L.; Kunst R.; Both C.; Granville L.; Rochol J. "Improving reinforcement learning algorithms for dynamic spectrum allocation in cognitive sensor networks". IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Shanghai. 2013 pp. 35-40.