

Análise de consumo para monitoramento QoE e QoS em redes sem fio utilizando dispositivos móveis

Matias Schimuneck¹, Marcelo Marotta², Samantha Machado¹, Cristiano Both¹

¹Departamento de Informática – Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)
– Santa Cruz do Sul – RS – Brasil

²Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
– Porto Alegre – RS – Brasil

{matiass, samantharosa}@mx2.unisc.br, mmarotta@inf.ufrgs.br, cboth@unisc.br

Abstract. *Quality of Experience is a metric that represents the performance of a service from the point of view of users, emphasizing the personal satisfaction perspective. In computer networks, Quality of Experience reflects user perception of Quality of Service, which is composed with metrics such as bandwidth, packet loss, etc. From bad grades provided by users, evaluations of Quality of Experience may cause the network devices to reconfigure with rules to reduce the Time To Live or enhance the signal strength, depending of the users requirements. Currently, the literature investigate specific services, such as VoIP and Stream, and not a transmission system, such as wireless network. Therefore, in this work we propose the cost analysis of the collection of Quality of Service and Quality of Experience data in wireless networks through mobile devices.*

Resumo. *A Qualidade de Experiência é uma métrica que representa o desempenho de um serviço do ponto de vista dos usuários, enfatizando a perspectiva pessoal de satisfação. Em redes de computadores, a Qualidade de Experiência reflete a percepção do usuário sobre a Qualidade de Serviço, que é composta por métricas como largura de banda, perda de pacotes, etc. Avaliações de Qualidade de Experiência podem fazer com que, a partir de notas ruins providas pelos usuários, os dispositivos da rede possam ser reconfigurados com regras para reduzir o Time To Live ou intensificar a intensidade do sinal, dependendo das necessidades dos usuários. Atualmente, a literatura investiga serviços específicos, como VoIP e Stream, e não um sistema de transmissão, como uma rede sem fio. Portanto, nesse trabalho propõem-se uma análise de consumo de recursos de um sistema de coleta de dados referente a Qualidade de Serviço e Qualidade de Experiência em redes sem fio através de dispositivos móveis.*

1. Introdução

Métricas como atraso, *jitter*, perda de pacotes e largura de banda são normalmente utilizadas para medir a Qualidade de Serviço (QoS) de uma rede. A análise dessas métricas pode indicar se a rede atende aos requisitos desejados pelos usuários, como por exemplo, assistir um filme em alta definição. Entretanto, métricas de QoS não permitem avaliar a experiência dos usuários sobre o desempenho da rede, ou seja, ainda que as métricas de QoS indiquem uma boa qualidade da rede, devido a diferentes necessidades e diferentes perfis de usuários, um sistema de transmissão pode não estar atendendo as expectativas dos seus usuários. Desse modo, para considerar a opinião dos usuários em relação ao

serviço oferecido, outras métricas foram criadas, denominadas Qualidade de Experiência (QoE) dos usuários [Oyman and Singh 2012].

As métricas de QoE referem-se à percepção do usuário, podendo ser expressa em níveis discretos, como por exemplo, ‘excelente’, ‘bom’, ‘satisfatório’, ‘ruim’ e ‘muito ruim’ [Oyman and Singh 2012], definidas pelo *Mean Opinion Score* (MOS). Com a evolução do estudo da QoE diferentes serviços passaram a ser avaliados através da experiência do usuário, destacando-se avaliações de QoE para serviço de vídeo *streaming* [Cerqueira et al. 2012], e avaliações de QoE para o serviço de VoIP [Sanchez-Iborra et al. 2013]. Entretanto, essas avaliações são aplicadas a serviços da rede, neste caso, VoIP e vídeo *streaming* e são realizadas em ambientes controlados, como um laboratório, onde os usuários podem ser influenciados em suas avaliações.

Para a avaliação de um serviço, de forma não controlada, ou seja, fora de laboratórios, YU *et al.* [Yu et al. 2011] mostraram a importância de também considerar parâmetros, como a qualidade do dispositivo utilizado para acessar o serviço. A razão é que diferentes dispositivos podem apresentar diferentes comportamentos em uma mesma aplicação, ou seja, um dispositivo ruim pode influenciar na avaliação do usuários sobre um serviço. Entretanto, os autores não chegaram a implementar esta solução em um cenário real e a validação se deu somente através de simulação. Na prática, avaliações QoE para redes sem fio em ambientes não controlados possuem poucos estudos e os estudos existentes não utilizam dessa avaliação para melhorar a experiência do usuário.

Para o presente trabalho estudou-se e projetou-se um protótipo de aplicativo móvel para coleta de informações de QoS e QoE dos usuários em dispositivos móveis para redes *Wireless Fidelity* (WiFi). O protótipo foi desenvolvido para dispositivos com Android 2.3 ou superior. Porém, dispositivos móveis possuem algumas limitações que precisam ser estudadas para que um sistema de coleta e monitoramento de QoE através de dispositivos móveis possa vir a ser desenvolvido. Nesse trabalho são apresentados a arquitetura utilizada para realização da coleta de dados, os dados coletados e, por fim, uma análise do consumo de bateria, tempo de processamento e tráfego de rede. Além disso, discutimos o monitoramento de QoS e QoE através de dispositivos móveis.

O restante desse trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2, são apresentadas as bases para realização desse trabalho. Os trabalhos relacionados são discutidos na Seção 3. Na Seção 4 é apresentada a arquitetura do aplicativo. Na Seção 5 são descritos os testes realizados. Na Seção 6 os resultados obtidos a partir dos experimentos realizados são apresentados. Finalmente, na Seção 7, são apresentadas as considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros.

2. Qualidade de Experiência

Ao se tratar de qualidade de um serviço, o termo mais comum é QoS. A QoS é utilizada por provedores de serviço para medir e suprir a demanda dos usuários enfatizando parâmetros técnicos, como atraso, *jitter* e perda de pacotes em uma rede [Brooks and Hestnes 2010]. Podendo assim prover garantias a quem utiliza o serviço.

A análise realizada sobre os parâmetros de QoS irá indicar o desempenho da rede, em termos de disponibilidade e vazão. Entretanto, usuários podem ter necessidades diferentes, como disponibilidade ou velocidade de navegação. Por exemplo, um usuário que utiliza a rede sem fio para ler e-mails tem necessidades diferentes de um usuário que está consumindo um serviço de vídeo *streaming*. Conclui-se, então, que mesmo as métricas

de QoS indicando uma boa condição do serviço, podem haver usuários contentes e descontentes para uma mesma QoS, pois apenas as métricas de QoS não permitem avaliar a expectativa dos usuários sobre o desempenho de um serviço. Para considerar a opinião dos usuários outras métricas foram criadas e denominadas QoE [Oyman and Singh 2012].

A QoE tem seu contexto centrado no usuário, ou seja, suas avaliações são realizadas por usuários que relatam o nível de qualidade que acreditam ter experimentado na utilização de um serviço. Essas avaliações refletem a percepção subjetiva dos usuários para os parâmetros de desempenho objetivos, como a QoS [Brooks and Hestnes 2010]. Desde seu surgimento, muitas propostas, em diferentes escalas e para outros domínios, são criadas utilizando como referência o MOS [Ribeiro et al. 2011]. O MOS é o resultado da média de pontuação, em um intervalo de 1 a 5, onde os clientes atribuem uma nota referente ao desempenho do sistema de transmissão [ITU 2006].

Através da combinação das avaliações dos usuários, a QoS da rede e o contexto do usuário, como serviços e aplicações utilizadas, é possível determinar os diferentes perfis de usuários. Por exemplo, em uma rede pode existir usuários que estão interessados em jogos, chats, navegação web, etc. A identificação do perfil dos usuários possibilita a administradores reconfigurar sua infra-estrutura, por exemplo, priorizando um menor *Road Trip Time* (RTT), em vez da capacidade do link, afim de melhorar a satisfação dos usuários que utilizam serviços de mensageiros instantâneos.

3. Trabalhos Relacionados

No trabalho de Shaikh *et al.* [Shaikh et al. 2010] foi investigada a relação entre os parâmetros de rede, como vazão e perda de pacotes, com a satisfação dos usuários. O trabalho mostrou a correlação entre a QoS da rede e a QoE percebida pelos usuários. Nesse trabalho, os autores buscaram associar as características de tráfego com a satisfação do usuário durante a navegação entre páginas *web* em seções realizadas em laboratório com diferentes condições de rede. Os autores concluíram que usuários que tem uma boa QoE tendem a ter sessões mais volumosas, ou seja, consomem mais páginas que os usuários que tem uma pior QoE e que a diminuição dos índices de perda de pacotes aumentam o volume de dados trafegados, aumentando a QoE. Em outras palavras, segundo os autores, os usuários satisfeitos tendem a passar mais tempo navegando na Internet.

Diferente do trabalho de Shaikh *et al.*, no estudo de YU *et al.* [Yu et al. 2011], os autores investigaram uma forma genérica para calcular a QoE em redes sem fio utilizando dispositivos móveis. Para este trabalho, métricas para avaliações de QoE em ambientes não controlados foram estudadas. Essas métricas foram divididas em (i) opinião do usuário (MOS), (ii) qualidade do dispositivo do usuário e (iii) qualidade da rede. Entretanto, os autores não implementam sua proposta em um cenário real, *i.e.* a validação desta classificação se deu somente em redes *Universal Mobile Telecommunications System Video-on-Demand* (UMTS VoD), através de simulação.

Já no estudo de Ickin *et al.* [Ickin et al. 2012], um grupo de usuários realizaram avaliações de QoE através de um aplicativo móvel. Neste trabalho, os autores mostraram, entre outros dados, a relação das avaliações dos usuários com o atraso e vazão da rede. Entretanto, neste trabalho os autores não exploram as informações coletadas para melhorar a experiência dos usuários durante a utilização de um serviço. Sendo assim, para que um sistema de gerência, que explore os benefícios da combinação de QoS e QoE, possa vir a ser desenvolvido, neste trabalho avaliaremos o consumo para coleta de dados a partir da arquitetura apresentada na próxima seção.

4. Arquitetura do aplicativo coletor

A arquitetura para a avaliação subjetiva de MOS em um ambiente sem supervisão, para análise de QoE, utilizando dispositivos móveis é apresentada nesta seção. Para a realização dessa análise de QoE, é necessário coletar dados referentes a QoS da rede, a qualidade do dispositivo utilizado e a satisfação dos usuários [Yu et al. 2011]. Para realizar essa coleta, propõem-se a utilização de uma aplicação para dispositivo móvel. A arquitetura da aplicação móvel é representada na Figura 1.

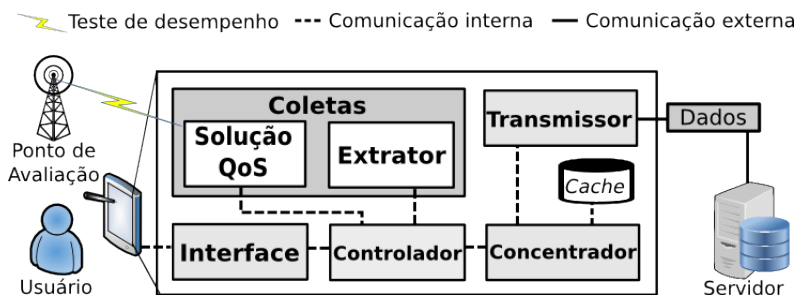


Figura 1. Arquitetura do aplicativo para coleta de dados.

Nessa aplicação de coleta, o primeiro módulo é a Interface. Através desse módulo, o usuário pode avaliar seu nível de satisfação durante a utilização de uma rede sem fio. A avaliação é então encaminhada para o módulo Controlador. O módulo Controlador é responsável por gerenciar as coletas de informações da rede e do dispositivo, que são realizadas em complemento a uma avaliação. Portanto, no Controlador são ativados o módulo Extrator e o módulo Solução QoS, e conforme o processamento desses módulos é finalizado, as informações são encaminhadas ao Concentrador.

O módulo Extrator recupera as informações dos dispositivos, como sistema operacional, capacidade do *hardware*, localização, processos em execução, entre outros dados. Já, o módulo Solução QoS é o responsável pelos testes de QoS da rede que são realizados até um Ponto de Avaliação, atualmente utiliza-se os Pontos de Troca de Tráfego (PTT). No módulo Solução QoS, são coletadas informações de Tempo (*jitter* e RTT) e de Vazão (UDP e TCP, *downlink* e *uplink*) através de técnicas que estressam a rede. Além disso, no módulo Solução QoS, são coletadas informações de gerência do *Access Point* (AP) como IP, MAC, SSID, criptografia, frequência do canal e potência do sinal. Ao fim da execução dos módulos de coleta, as informações coletadas são enviadas ao módulo Concentrador.

O módulo Concentrador é o responsável por agrupar as informações da avaliação e dos módulos de coleta. A utilização do módulo Concentrador faz-se necessária devido a diferentes tempos de execução entre os módulos Extrator e Solução QoS. O Concentrador reuni as informações em uma única mensagem e passa para o módulo Transmissor. O Transmissor então fará o envio dos Dados coletados a um Servidor remoto que fará o armazenamento dessas informações e possibilitará a análise posterior dos dados coletados. O módulo Concentrador também é responsável por manter uma *Cache* que mantém as informações armazenadas, até que haja a confirmação de que a mensagem de Dados enviada pelo Transmissor tenha chegado ao Servidor.

5. Metodologia de avaliação

Para testar o desempenho e consumo do coletor, neste trabalho será realizada a análise de custo para processamento e transmissão dos dados coletados através do dispositivo móvel.

Para essa análise, foram consideradas três métricas: consumo de bateria, tráfego de dados na rede e tempo de processamento para cada medição. Essas métricas foram escolhidas porque impactam diretamente na experiência e satisfação dos usuários de dispositivos móveis, onde existe limitações de bateria e rede.

Foram avaliados os custos para coleta da combinação dos dados de QoS e QoE. Para comparação, foi realizada uma análise considerando somente os dados mínimos necessários, como usuário, dispositivo, localização e informações de identificação da rede utilizada. A partir dessas informações mínimas, que chamamos de *baseline*, foram agrupados dados QoS e QoE, que formaram quatro casos de teste: *baseline*, *baseline* + QoE, *baseline* + QoS e completo, que consiste na união do *baseline*, QoE e QoS. Para cada uma dos quatro casos de testes citados, 30 experimentos de coleta de dados foram realizados.

6. Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos após uma série de experimentos. As análises realizadas refletem o consumo de bateria, tempo de resposta e tráfego de rede para a realização da coleta de dados. Todos os experimentos foram realizados utilizando o mesmo aparelho Samsung Galaxy S4 Mini (GT-I9192) conectado a rede WiFi disponibilizada pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Os resultados obtidos são exibidos na Figura 2.

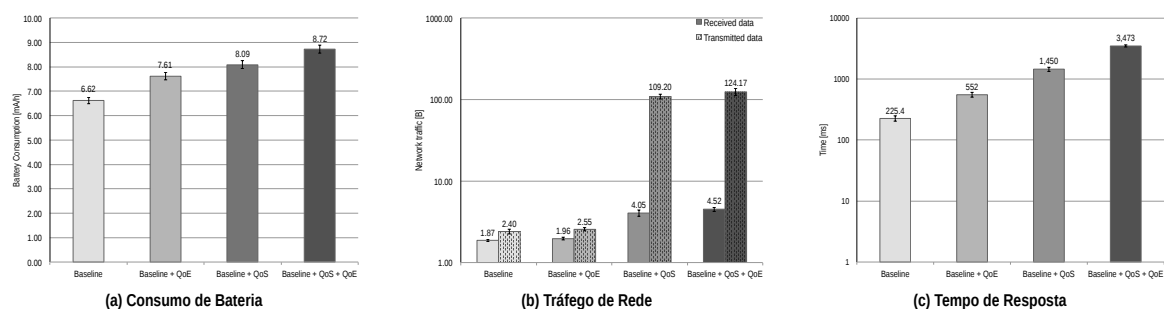


Figura 2. Análise de consumo para coleta de dados.

Os resultados apresentados são exibidos para (a) consumo de bateria em mili-ampères por hora [mA/h], (b) tráfego de rede em bytes e (c) tempo de resposta em milissegundos [ms]. Os resultados mostram que as medições de QoS são as mais custosas. Do ponto de vista da rede, a coleta de dados referente ao QoS custam 42% a mais que do que as medições de QoE. Considerando o consumo de bateria, coletar a QoS da rede custa 6% mais que as coletas de QoE. Por fim, considerando o tempo de resposta, mensagens de QoS consomem 252% a mais do que a QoE. Esses resultados estão diretamente relacionados a técnica de estresse da rede para coleta de QoS. Realizar testes de estresse de rede é muito mais custoso do que a simples coleta do MOS.

A partir dos resultados obtidos é possível identificar o elevado consumo para coleta de dados de QoS, quando comparados aos dados de QoE. Porém, a QoE não substitui o monitoramento da QoS, tendo em vista que, para administradores, as medições de QoS são a melhor maneira de detectar problemas específicos de infra-estrutura. Sendo assim, em um cenário ideal, dados de QoE e QoS devem ser combinados para obtenção de um melhor monitoramento e análise de qualidade da rede. Entretanto, baseado nos estudos realizados e nos resultados obtidos, é possível afirmar que, em determinadas situações,

como quando a capacidade da rede é baixa, a utilização de medições de QoE podem ser preferenciais às medições de QoS.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

A QoE é uma métrica que visa a satisfação dos usuários e permite que através dela serviços sejam adaptados ou reconfigurados para atender as necessidades dos seus usuários. Neste trabalho foi proposto que a QoE dos usuários de rede sem fio seja coletada através de dispositivos móveis. Após o estudo, realizou-se uma análise de consumo de bateria, tempo de processamento e tráfego de rede, para coleta de QoE e QoS a partir de dispositivos móveis. Os resultados mostraram o elevado consumo para a coleta de dados de QoS quando comparado a QoE. Idealmente, administradores de rede devem considerar ambos os dados, QoS e QoE; porém, em situações de recursos limitados, a QoE pode ser utilizada de modo a diminuir a quantidade de recursos gastos em medições de QoS para monitoramento de qualidade da rede.

Como trabalho futuro, devido a grande demanda por recursos de redes sem fio oriunda do grande volume de serviços e aplicações que utilizam a rede, estuda-se a construção de um sistema de gerência a partir da coleta e análise de QoE. Neste sistema, a interação entre provedores de sinal sem fio e usuários pode auxiliar na melhoria da rede em estabelecimentos, como em universidades, aeroportos, shoppings, entre outros, através da identificação de perfis e satisfação dos usuários. Por exemplo, a partir das avaliações dos usuários, da qualidade da rede, da identificação dos principais serviços utilizados por usuários de um estabelecimento, pode-se adaptar a infraestrutura de rede oferecida para adequar-se as necessidades dos usuários deste estabelecimento.

Referências

- Brooks, P. and Hestnes, B. (2010). User measures of quality of experience: Why being objective and quantitative is important. *Network. Mag. of Global Internetwkg.*, 24(2).
- Cerqueira, E., Neto, A., Curado, M., Riker, A., Immich, and Barros, H. (2012). A parametric qoe video quality estimator for wireless networks. *Globecom Workshops (GC Wkshps)*.
- Ickin, S., Wac, K., Fiedler, M., Janowski, L., Hong, J.-H., and Dey, A. K. (2012). Factors influencing quality of experience of commonly used mobile applications. *IEEE Communications Magazine*, 50(4):48–56.
- ITU, P. (2006). ITU-T Recommendation P.800.1: Mean Opinion Score (MOS) terminology. Technical report.
- Oyman, O. and Singh, S. (2012). Quality of experience for HTTP adaptive streaming services. *IEEE Communications Magazine*, 50(4):20–27.
- Ribeiro, F. P., Florêncio, D. A. F., Zhang, C., and Seltzer, M. L. (2011). Crowdmoss: An approach for crowdsourcing mean opinion score studies. pages 2416–2419.
- Sanchez-Iborra, R., Cano, M.-D., and Garcia-Haro, J. (2013). On the effect of the physical layer on voip quality of user experience in wireless networks. *Communications Workshops (ICC) on IEEE International Conference*.
- Shaikh, J., Fiedler, M., and Collange, D. (2010). Quality of experience from user and network perspectives. *Annales des Télécommunications*, 65(1-2):47–57.
- Yu, P., Zeng, H., Rui, L., Li, W., and Qiu, X. (2011). A novel qoe assessment method for wireless networks. *Advanced Intelligence and Awareness Internet*.