



Proposta para Grupo de Trabalho

GT Overlay - Grupo de Trabalho em Redes de
Serviços Sobrepostos

Regina Melo Silveira

São Paulo, 09 de setembro de 2007

1. Título

GT Overlay - Grupo de Trabalho em Redes de Serviços Sobrepostos

2. Coordenador

Regina Melo Silveira
regina@larc.usp.br
LARC - Laboratorio de Arquitetura e Redes de Computadores
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, trav. 3, num. 158, sala C1-46
Cidade Universitaria - CEP: 05508-900
Sao Paulo - SP - Brasil
fone - +55 11 3091-5261
fax - +55 11 3091-5280

3. Resumo

Este projeto propõe a integração de redes de forma a otimizar a transmissão de mídias contínuas com relação ao roteamento dos fluxos e sua distribuição a múltiplos usuários com qualidade de serviço (QoS). Para tanto, é considerada a rede RVD da RNP e a Plataforma de Gerência já elaborada nos GTs GTVD e GTGV e pretende-se aqui integrar esta rede a outras redes permitindo a extensão do controle sobre tais otimizações. Neste escopo será considerado a integração de outras redes sobrepostas, estabelecidas como redes satélites da rede RVD, como redes que utilizam tecnologia móvel, permitindo aos clientes destas redes o acesso otimizado à conteúdos multimídia armazenados em refletores distribuídos pela rede. Durante este projeto prevê-se a integração de esforços a serem realizados em outros GTs, como por exemplo algum grupo que possa fazer uso da transmissão de mídias contínuas através de redes sobreposta para multidifusão.

4. Parcerias

Este projeto contará com a parceria do Grupo do ICMC-USP (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Carlos) de Aplicações com Acesso Ubíquo coordenado pelo Prof. Edson dos Santos Moreira, onde deverão ser realizadas atividades de integração da rede de serviços sobrepostos com a rede de acesso ubíquo. Além disso, se for identificada alguma oportunidade, no escopo das atividades desta proposta, de continuidade das parcerias estabelecidas anteriormente com os grupos de pesquisa dos Profs. Guido Lemos de Souza Filho e José Augusto Suruagy Monteiro, isto será feito.

5. Duração do projeto

O projeto será desenvolvido em 12 meses.

6. Sumário executivo

A grande disseminação das aplicações de mídias contínuas – na prática, aplicações de áudio, vídeo, e dados relacionados – na Internet encontra hoje dois grandes entraves: (i) a escalabilidade e (ii) a heterogeneidade. A escalabilidade está relacionada ao fato destas aplicações envolverem um *serviço de comunicação de grupo*. Este serviço caracteriza-se pela capacidade de envio de informações à vários destinos simultaneamente, seja através de um modelo um-para-muitos ou de um modelo muitos-para-muitos.

Ao contrário da técnica de unidifusão tradicional, a qual configura conexões ponto-a-ponto entre um transmissor e um receptor, a multidifusão envia uma informação de forma simultânea à um grupo de usuários através do uso de conexões multi-ponto. Como a mensagem é entregue para cada enlace da rede apenas uma vez, e cópias desta informação são criadas somente quando o caminho aos destinos se dividem, esta estratégia utiliza os recursos empregados de uma forma mais inteligente, aliviando o tráfego na rede e a utilização do transmissor.

A vantagem deste tipo de serviço, em relação ao serviço de comunicação ponto-a-ponto tradicional, é que o custo (em termos de largura de banda nos elementos de rede e transmissor) deixa de crescer linearmente com o aumento do número de receptores, o que garante a sua escalabilidade. Dessa forma, torna-se possível aumentar a escala de audiência partindo de um pequeno número de usuários para um número muito maior, quando, por exemplo, entra no ar uma transmissão ao vivo de um evento popular em uma aplicação de Internet TV.

A heterogeneidade está presente na diversidade dos dispositivos terminais e de rede, cada qual com sua capacidade de serviço de computação e comunicação, nos diferentes codificadores e exibidores de mídias e na mobilidade dos usuários, o que resulta em diferentes níveis de qualidade de serviço e de interatividade oferecidos por uma mesma aplicação à diferentes usuários, dependendo de seu contexto.

As aplicações de mídias contínuas devem se adequar e se adaptar a todas estas situações. Neste cenário heterogêneo, os diversos dispositivos com diferentes plataformas de operação e tecnologias de comunicação concordam quanto à camada de rede: camada de rede IP padrão.

Acontece que é justamente esse ponto comum — a camada de rede IP — o grande desafio para aplicações avançadas. Na arquitetura da Internet, a camada IP implementa funcionalidades mínimas, denominado serviço de melhor esforço. Neste tipo de serviço não há garantias de entrega, ordenação dos pacotes, e controle de admissão. Fica para os sistemas terminais a incumbência de implementar todas as outras funcionalidades importantes, tais como controle de erro, controle de fluxo e controle de congestionamento. Foi exatamente esta abordagem minimalista da camada IP que impulsionou sua grande utilização, onde a Internet evoluiu de pequenas redes de pesquisa para uma infra-estrutura comercial global, com tecnologias, aplicações, e autoridades administrativas heterogêneas.

A solução para estes dois entraves, escalabilidade e heterogeneidade, exige estratégias para estender o serviço de melhor esforço oferecido pela camada de rede IP. O uso de redes sobrepostas para implantação de serviços de rede avançada tem sido amplamente investigado na última década (National Research Council (US), 2001; PETERSON et al., 2003; NAKAO et al., 2003; ANDERSON et al., 2005; CLARK et al., 2006). Comumente, esta abordagem é utilizada para implantação de serviços que, na prática, não podem ser diretamente embutidos na camada de rede. Esta

estratégia provê à camada de aplicação funcionalidades de alto nível, tais como multidifusão, QoS e segurança. Tais funcionalidades são implementadas na camada de aplicação fazendo uso de Redes de Serviço Sobreposto (RSS, encontrado na literatura em inglês como SON – Service Overlay Network). Exemplos de RSSs incluem multidifusão sobreposta (CHAWATHE et al., 2000; JANNOTTI et al., 2000; CHAWATHE, 2003; HUA et al., ; LAO et al., 2007), QoS sobreposto (DUAN et al., 2002; SUBRAMANIAN et al., 2004), segurança sobreposta (KEROMYTIS et al., 2002), e gerenciamento sobreposto baseado em políticas (AL-OQILY; KARMOUCH, 2007).

Esta proposta de Grupo de Trabalho tem como objetivo principal o projeto e implantação de um Sistema Multimídia Sobreposto (SMS) escalável, eficiente, e eficaz sobre a Rede de Distribuição de Vídeo Digital da RNP (RDV). O sistema SMS irá oferecer suporte de serviços avançados para diferentes aplicações de mídia contínua. A construção de tal sistema exige a adoção de uma arquitetura distribuída que organize as funcionalidades de redes sobrepostas de maneira bem definida. Tal arquitetura deve aderir a dois princípios de alto nível. Primeiro, ela deve considerar as implementações já realizadas nos GTs anteriores (GTVD e GTGV), sendo aderente a adoção de padrões ISMA, MPEG-7, MPEG-21. Segundo, ela precisa ser uma arquitetura em camadas, de forma que Redes de Serviços Sobrepostos (RSSs) especializadas possam ser construídas a partir de um conjunto de serviços básicos.

O sistema SMS deve ser avaliado sob os dois aspectos já discutidos: (i) a escalabilidade; e (ii) a heterogeneidade. Dessa forma, a implantação do sistema SMS na RDV da RNP irá oferecer dois serviços sobrepostos para aplicações multimídia: (1) um serviço de multidifusão sobreposta e (2) um serviço de QoS sobreposto. O serviço de multidifusão sobreposta será capaz de redirecionar fluxos multimídia de forma eficiente, enviando apenas uma cópia dos dados ao longo da rede de distribuição somente para os nós de serviço que possuam terminais de usuários interessados neste conteúdo específico. Este serviço será implantado na RVD utilizando as ferramentas já desenvolvidas pelos GTs de Vídeo Digital e Gerência de Vídeo. O serviço de multidifusão sobreposta será capaz de interligar diferentes Redes de Distribuição de Vídeos, oferecendo um serviço de multidifusão global a partir da composição de visões locais. Este serviço implementará um modelo de multidifusão um-para-muitos, abrangendo várias aplicações de comunicação em grupo, tais como vídeo sob demanda, vídeo ao vivo, vídeo agendado, IPTV, e etc. No entanto, esta proposta tem o compromisso de integrar o sistema SMS com a RVD, que no momento apresenta dois serviços de entrega de mídia: (i) vídeo ao vivo e (ii) vídeo sob demanda, através respectivamente dos softwares DLive e Dvod desenvolvidos pelo LaVid da UFPB. Entretanto novos serviços de entrega de mídia poderão ser facilmente adicionados por outros GTs através da implementação das interfaces definidas pelo sistema SMS.

O serviço de multidifusão sobreposta estenderá o serviço de entrega por unidifusão da rede Ipê da RNP, porém ainda será um serviço de melhor esforço. Dessa forma, o objetivo do serviço de QoS sobreposto oferecido pelo sistema SMS é ampliar em algum sentido este serviço de entrega. Algumas garantias de QoS podem ser alcançadas escolhendo-se cuidadosamente a rota que cada fluxo deverá tomar, fazendo com que os pacotes percorram o melhor caminho partindo o servidor de mídia até os sistemas terminais dos usuários.

6.1. Detalhamento do Projeto

A seguir são apresentados o detalhamento do projeto e as atividades propostas para serem desenvolvidas durante o período.

6.1.1 Redes de Serviços Sobrepostos

Neste GT é proposto a implementação e uso de redes sobrepostas a fim de resolver os problemas de escalabilidade e heterogeneidade na transmissão de aplicações avançadas de transmissão de mídias contínuas. A idéia é estender o serviço de entrega por unidifusão sem garantias da rede IP para um serviço de rede avançada com suporte à multidifusão consciente de QoS, com possibilidade de segurança e confiabilidade, sem mudanças na infra-estrutura de rede. Este objetivo é alcançado através do uso de *nós de serviço*, ou seja, sistemas terminais dedicados (representantes ou *proxies*) estrategicamente distribuídos ao longo da rede. Em cada nó de serviço implantamos agentes específicos, cada qual responsável por melhorar o serviço de melhor esforço. Estes agentes compõem um *núcleo virtual*, capaz prover serviços avançados sobre os ambientes da Internet atual, nos quais não existe tal suporte por parte dos roteadores, conforme mostrado pela Figura 1.

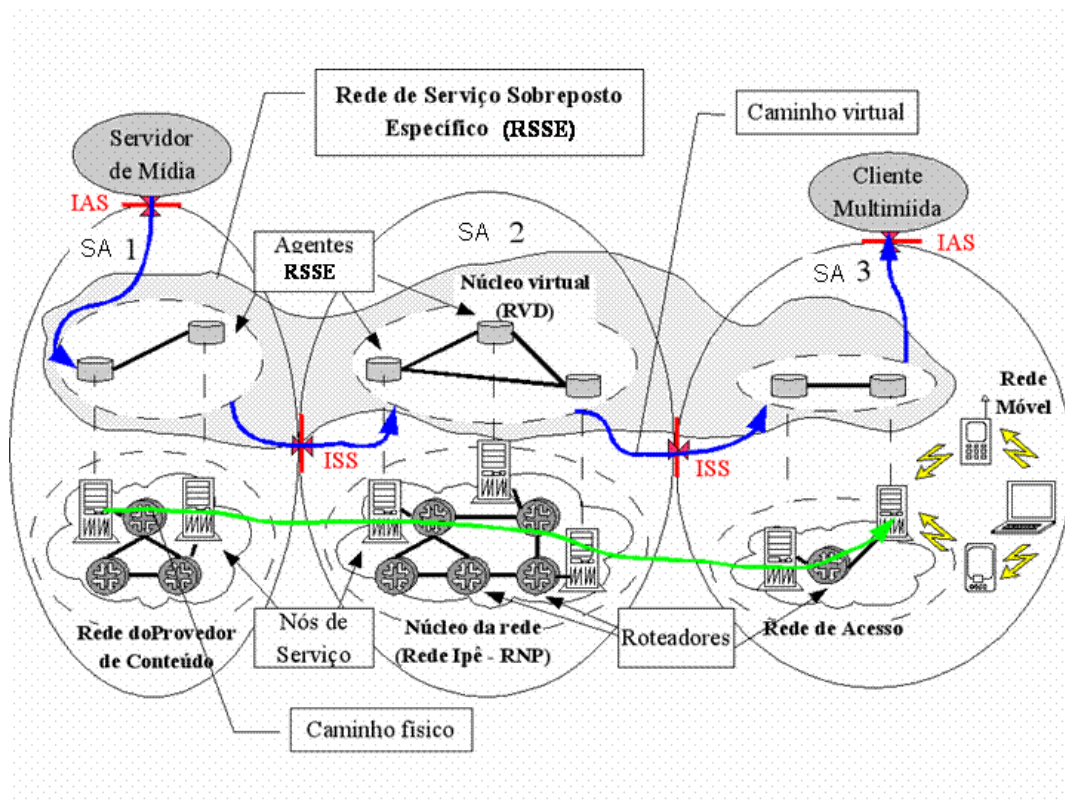


Figura 1 – Cenário de distribuição de dados multimídia pelo sistema SMS na rede da RNP.

Para ganharem acesso a este núcleo virtual, os sistemas terminais dos usuários formam aglomerados em torno de cada nó de serviço para usufruírem destes serviços. Dessa forma, a topologia física da rede implícita é abstraída na forma de um grafo virtual no qual redes de serviços sobrepostos (RSSs) constroem uma estrutura de entrega de dados.

Através do uso desta infra-estrutura intermediária é possível reduzir a complexidade de gerenciamento e a sobrecarga de controle, já que um número menor e fixo de nós deve ser gerenciado.

Cenário de Redes de Serviços Sobrepostos na RNP

A Figura 1 mostra o cenário considerado nesta proposta. Neste cenário, o sistema SMS é composto de três sistemas autônomos (SAs): o SA 1, SA 2 e SA 3. A infraestrutura de rede destes SAs é composta pela camada de rede IP de melhor esforço, onde são mostrados os roteadores e os seus enlaces. No contexto da RNP, o SA 2 representa o núcleo da rede Ipê, com roteadores em cada ponto de presença de rede (PoP). O cenário ilustra um cliente multimídia, móvel ou não, no SA 3 desejando acessar um conteúdo específico que se encontra em um servidor de mídia no SA 1. O SA 3 e o SA 1 são sistemas autônomos fora do núcleo de rede da RNP.

Para oferecer suporte de rede avançada para aplicações multimídia sem implicar em mudanças na infra-estrutura de rede, distribuímos servidores dedicados ao longo da rede. Estes servidores são denominados *nós de serviços*. Conforme ilustrado na figura, estes nós de serviço hospedam agentes da Rede de Serviço Sobreposto Específico (RSSE). Dessa forma, em cada sistema autônomo temos um *domínio de serviço sobreposto*. Cada domínio é controlado por uma entidade centralizada denominada Plataforma de Gerência de Mídias. Portanto, no contexto da RNP, temos uma instância da Plataforma GTGV em cada sistema autônomo. As Plataformas de Gerência não foram ilustradas na figura por questões de simplicidade.

As Plataformas de Gerência coordenam os agentes RSSE em seu domínio para que o sistema SMS seja capaz de oferecer serviços avançados às aplicações multimídia. O conjunto de agentes RSSE e Plataformas de Gerência dos vários domínios compõem o que chamamos de Rede de Serviço Sobreposto Específico (RSSE), conforme ilustrado pela área sombreada da Figura 1. Nesta proposta, estamos considerando que o sistema SMS será capaz de oferecer dois serviços de rede avançada: (i) um serviço de multidifusão sobreposta; e (ii) um serviço de QoS sobreposto.

Observando a Figura 1, o cliente de uma aplicação multimídia no SA 3 ganha acesso ao sistema SMS através de uma Interface Aplicação-Serviço (IAS), a qual pode ser personalizada para cada domínio. Através dessa interface este cliente pode receber informações de conteúdos publicados por Provedores de Conteúdos dentro e fora de seu domínio.

Ao solicitar um conteúdo específico, o cliente multimídia gera uma requisição de participação em sessão de transmissão e a transmite para a Plataforma de Gerência de seu domínio através da interface IAS. Esta Plataforma coordena os agentes RSSE para atenderem esta requisição, estabelecendo os fluxos correspondentes ao conteúdo desejado de forma eficiente e com alguma garantia de QoS. Se o conteúdo estiver localizado no mesmo domínio de seu requisitor, os agentes RSSE neste domínio irão cooperar com a Plataforma de Gerência de forma a atender esta requisição da melhor maneira possível. No contexto da RNP, este procedimento é bastante similar ao que ocorre na Rede de Vídeo Digital (RVD) atual.

No entanto, se o conteúdo estiver localizado em algum outro sistema autônomo, os domínios sobrepostos irão cooperar através da Interface Serviço-Serviço (ISS) de forma a atender esta requisição. Este é exatamente o cenário mostrado na Figura 1.

Neste sentido, é como se tivéssemos várias redes RVDs, cada qual com o seu Coordenador, sendo que o sistema SMS provê a interligação entre estas redes de forma transparente para as aplicações.

6.1.2 Integração com redes móveis

Na tentativa de maior proximidade com o usuário final, esta proposta também prevê mecanismos de acesso de clientes em redes móveis ao sistema SMS. Com isso, será possível o acesso por parte destes usuários aos conteúdos já providos através da Rede de Vídeo Digital (RVD) da RNP, com a vantagem da possibilidade de integração de várias RVDs.

Resumidamente, o trabalho de integração consiste no suporte ao acesso de clientes em redes móveis, provendo um tratamento adequado às condições e requisitos dos usuários destes tipos de redes, de forma a oferecer um nível de serviço adequado. No entanto, o trabalho de adaptação para redes móveis seria realizado por algum outro GT com foco em gerenciamento de mobilidade e computação ubíqua. Esta proposta prevê a integração das soluções desenvolvidas pelos dois grupos de trabalho, cujo resultado seria um acesso mais amplo aos conteúdos disponibilizados pelas RVDs através do sistema SMS.

Neste sentido, diversos desafios precisam ser tratados de forma a disponibilizar uma solução que realmente proveja qualidade de experiência ao usuário final destas rede. Isto é necessário uma vez que redes móveis apresentam características de heterogeneidade que acabam refletindo em um ambiente complexo para a provisão de um nível de serviço adequado para distribuição de mídias contínuas. Existe a necessidade de mecanismos de compatibilização dos conteúdos para os usuários destas redes.

Para possibilitar esta integração entre os dois GTs em questão, o trabalho consiste entre outras coisas, em levantar os requisitos e restrições a serem tratadas pelo sistema de gerência do sistema SMS, e definir claramente as interfaces de interação (protocolos e informações a serem trocadas) com os elementos das redes móveis (clientes móveis e eventualmente outros elementos de comunicação, como elementos de adaptação de conteúdo) a serem desenvolvidos. Uma vez realizada esta análise, o parceiro se encarrega de fazer as implementações necessárias para suportar os requisitos levantados.

Atividades Previstas

Para atingir os objetivos propostos serão realizadas as seguintes atividades:

- Especificação detalhada da arquitetura da RSSE proposta;
- Implementação das funcionalidades de sobreposição na Plataforma de Gerência de Vídeo, criando assim uma nova instância da Plataforma;
- Testes das funcionalidades de sobreposição no PlanetLab para testes de seu desempenho com relação a multidifusão e QoS;

- Implementação desta nova versão da Plataforma na rede de teste da RNP de forma a testar sua interação com outros sistemas autônomos, como por exemplo, a rede de vídeo da USP;
- Especificação detalhada das necessidades para a integração da RSSE com rede de dispositivos móveis (ubíquos);
- Desenvolvimento de funcionalidades específicas de adaptabilidade;
- Testes de interoperabilidade da RSSE com a rede de dispositivos móveis.

7. Ambiente para testes do protótipo

Para avaliação da solução desenvolvida, seja para sua validação, seja com o objetivo de analisar sua escalabilidade, está sendo considerado o uso da infra-estrutura do Planet Lab. O principal motivador pela escolha do Planet Lab, é a grande flexibilidade provida para a configuração de diferentes e amplos cenários de testes.

O principal produto do trabalho é prover uma solução que possibilite a integração de múltiplas redes sobrepostas de serviços de distribuição de vídeo, de forma a possibilitar o uso integrado e otimizado dos recursos de rede.

Neste contexto, o Planet Lab representa uma infra-estrutura importante para validação da solução proposta uma vez que o mesmo permite emular facilmente o complexo e amplo (por exemplo, acesso envolvendo múltiplas redes de distribuição de vídeo) ambiente necessário para a avaliação do trabalho.

Com relação ao processo de avaliação do protótipo, nem todos os testes demandariam o uso da infra-estrutura do Planet Lab. Para testes pontuais, a rede de teste da RNP e as máquinas de serviço da RNP, ou mesmo as máquinas de desenvolvimento podem ser utilizados.

8. Referências

National Research Council (US). Looking Over the Fence at Networks: A Neighbor's View of Networking Research. [S.I.]: National Academy Press, 2001.

PETERSON, L. et al. A blueprint for introducing disruptive technology into the Internet. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, ACM Press New York, NY, USA, v. 33, n. 1, p. 59–64, 2003.

NAKAO, A.; PETERSON, L.; BAVIER, A. A routing underlay for overlay networks. In: Proc. Special Interest Group on Data Communications (SIGCOMM'03). Karlsruhe, Germany: [s.n.], 2003. p. 11–18.

ANDERSON, T. E. et al. Overcoming the internet impasse through virtualization. IEEE Computer, v. 38, n. 4, p. 34–41, 2005.

CLARK, D. et al. Overlay Networks and Future of the Internet. Journal of Communications and Strategies, v. 3, n. 63, p. 1–21, 2006.

CHAWATHE, Y.; MCCANNE, S.; BREWER, E. A. RMX: Reliable multicast for heterogeneous networks. In: IEEE. IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM'00). Tel Aviv, Israel, 2000. p. 795–804.

JANNOTTI, J. et al. Overcast: Reliable multicasting with an overlay network. In: Proc. 4th USENIX Symp. Operating Systems Design and Implementation (OSDI). [S.l.: s.n.], 2000. p. 197–212.

CHAWATHE, Y. Scattercast: an adaptable broadcast distribution framework. IEEE Multimedia Systems, Springer, v. 9, n. 1, p. 104–118, 2003.

HUA, K.; TRAN, D. A.; VILLAFANE, R. Overlay multicast for video on demand on the internet. ACM Symposium on Applied Computing, v. 784.

LAO, L. et al. A scalable overlay multicast architecture for large-scale applications. IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst., v. 18, n. 4, 2007.

DUAN, Z.; ZHANG, Z.-L.; HOU, Y. T. Service overlay networks: Slas, qos and bandwidth provisioning. In: ICNP. [S.l.: s.n.], 2002. p. 334–343.

SUBRAMANIAN, L. et al. OverQoS: An overlay based architecture for enhancing internet qos. Proceedings of NSDI, 2004.

KEROMYTIS, A.; MISRA, V.; RUBENSTEIN, D. SOS: secure overlay services. Proceedings of the 2002 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications, ACM Press New York, NY, USA, p. 61–72, 2002.

AL-OQILY, I.; KARMOUCH, A. Automating overlay networks management. In: Advanced Networking and Applications (AINA'07). [S.l.: s.n.], 2007. p. 386–393.

International Telecommunication Union (ITU) - International Organization for Standardization (ISO/IEC). Information technology - Relayed Multicast Control Protocol: Framework. [S.l.]: ITU-ISO/IEC, 2004.

SALTZER, J. H.; REED, D. P.; CLARK, D. D. End-to-end arguments in system design. ACM Transactions on Computer Systems, v. 2, n. 4, p. 277–288, nov. 1984.

CHU, Y.-H.; RAO, S. G.; ZHANG, H. A case for end system multicast. In: ACM. ACM SIGMETRICS 2000. Santa Clara, CA, 2000. p. 1–12.

FRANCIS, P. Yoid: Extending the Multicast Internet Architecture. 2007. Disponível em: <<http://www.aciri.org/yoid/>>.

PENDARAKIS, D. et al. ALMI: An application level multicast infrastructure. In: Proceedings of the 3rd USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems (USITS). [S.l.: s.n.], 2001. p. 49–60.

CASTRO, M. et al. Scribe: a large-scale and decentralized application-level multicast infrastructure. Selected Areas in Communications, IEEE Journal on, v. 20, n. 8, p.1489–1499, 2002.

UCHOA, D. C. ; KULESZA, R. ; MATUSHIMA, R. ; KOPP, S. ; BRESSAN, G. ; SILVEIRA, R. M. . A Management Platform for Multimedia Distribution in Country-wide

Networks. In: 5th Latin American Network Operations and Management Symposium (LANOMS 2007), 2007, Petrópolis. (to appear), 2007.

KULESZA, R. ; MATUSHIMA, R. ; UCHOA, D. C. ; KOPP, S. ; KLAVA, B. ; SILVEIRA, R. M. . Uma Ferramenta para Gerência de Distribuição de Mídias. In: Salão de Ferramentas. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2007), 2007, Belém. Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC 2006), 2007. p. 1131-1138.

KULESZA, R. ; MATUSHIMA, R. ; UCHOA, D. C. ; KOPP, S. ; SILVEIRA, R. M.; Plataforma de Gerência de Distribuição de Mídias. In: XII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web, 2006, Natal. 2006.

KULESZA, R. ; KULESZA, U. ; BRESSAN, G. . Implementando uma Camada de Adaptação para Transmissão de Mídias usando Programação Orientada a Aspectos. In: XII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMedia 2006), 2006, Natal. ACM International Conference Proceeding Series. Proceedings of the 12th Brazilian symposium on Multimedia and the web. New York, NY, USA : ACM Press, 2006. v. 192. p. 293-302.