

Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

# GMTP: Distribuição de Mídias Ao Vivo através de uma Rede de Favores Constituída entre Roteadores

Leandro Melo de Sales

Tese de Doutorado submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande - Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Ciências, domínio da Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos

Angelo Perkusich e Hyggo Almeida

(Orientadores)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Leandro Melo de Sales, 03/03/2014

## **Resumo**

TBD

## **Abstract**

TBD

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Análise de Desempenho do GMTP</b>	<b>1</b>
1.1	Metodologia . . . . .	1
1.1.1	Objetivo e hipótese . . . . .	2
1.1.2	Definição da topologia de rede . . . . .	3
1.1.3	Definição das métricas . . . . .	4
1.1.4	Definição das variáveis . . . . .	4
1.1.5	Definição do formato mídia . . . . .	6
1.1.6	Definição da população . . . . .	6
1.1.7	Definição dos tratamentos . . . . .	7
1.2	Resultados e Discussões . . . . .	7
1.3	Sumário do Capítulo . . . . .	7

# Capítulo 1

## Análise de Desempenho do GMTP

Como apresentou-se no Capítulo ??, o objetivo deste trabalho compreende três grandes fases: 1) revisão das técnicas e propostas para distribuição de mídias ao vivo; 2) descrever o protocolo GMTP e suas funcionalidades; 3) a avaliação do referido protocolo para distribuição de mídias ao vivo. Nos Capítulos ?? e ??, apresentou-se a fase 1; no Capítulo ??, apresentou a fase 2 e, neste capítulo, concentram-se as discussões na fase 3.

O restante deste capítulo está organizado da seguinte forma: na Seção 1.1, apresenta-se a metodologia de avaliação. Na Seção 1.2, discutem-se os resultados da avaliação. E, por fim, na Seção 1.3, apresenta-se o sumário deste capítulo.

### 1.1 Metodologia

Nesta seção, apresenta-se a metodologia de experimentos para avaliar o protocolo GMTP frente às propostas Denacast/CoolStreaming e o CCN-TV. Essas escolhas foram feitas com base no levantamento do estado da arte/prática em comparação ao GMTP, considerando-se dois critérios: aproximação arquitetural e os recursos disponíveis para distribuição de um fluxo de dados ao vivo. Tratam-se de duas propostas que cobrem boa parte daquelas existentes no estado da prática e da arte, uma vez que são trabalhos bastantes referenciados na literatura e um já em funcionamento na Internet. Além disso, considera-se que as avaliações são equânimes, uma vez que o Denacast/CoolStreaming estende o funcionamento do CoolStreaming para dar suporte a uma estrutura P2P/CDN, o CCN-TV faz uso mais efetivo do núcleo da rede a fim de otimizar o acesso aos dados quando muito acessados e o GMTP,

que essencialmente segue uma estratégia ligeiramente híbrida entre esses dois concorrentes.

Para realizar tal estudo comparativo, definiu-se a modalidade experimental, considerando um ambiente de simulação de rede que proporcionou a construção de um cenário de rede próximo da realidade, através da definição de variáveis independentes e da medição das variáveis dependentes que, neste estudo, tratam-se das métricas que determinam a experiência do usuário ao utilizar os sistemas de distribuição de mídias ao vivo.

Com relação à instrumentação, utilizou-se OMNet++ [1, 2], um arcabouço para construção de simuladores de rede. Nesse contexto, utilizaram-se dois simuladores: o OverSim [3] e o CCN-Sim [4]. No OverSim, utilizaram-se as implementações do sistema Denacast/ColStreaming [5] e a do GMTP [6], ao passo que no CCN-Sim, utilizou-se a implementação do CCN-TV [7].

Com essa estratégia, possibilitou-se aprofundar o comportamento do GMTP em relação ao estado da arte/prática, estudando-o em diferentes configurações de rede a fim de determinar suas vantagens, limites e os impactos que seus recursos podem gerar tanto sobre os nós quanto sobre a rede.

### 1.1.1 Objetivo e hipótese

O objetivo do experimento foi avaliar o desempenho do GMTP com vistas à hipótese enunciada de que a constituição de uma rede de favores entre roteadores que interceptam, realizam cache temporário e compartilham pacotes de dados tanto em modo *multicast* (em redes locais) quanto em modo *unicast* (entre redes distintas), auxiliados por um algoritmo para controle de congestionamento assistido pela rede, resulta em uma melhor distribuição dos fluxos de mídias ao vivo.

Para refutar ou não esta hipótese, definiram-se a topologia de rede, as variáveis independentes e dependentes, os fatores, a população, o formato da mídia e os tratamentos. A seguir, descrevem-se todos esses aspectos.

### 1.1.2 Definição da topologia de rede

Com esse norte, primeiramente definiu-se a topologia da rede a ser simulada. Como ilustra-se na Figura 1.1, simulou-se o *backbone* da rede GEANT<sup>1</sup>. Atualmente, a GEANT interconecta 10.000 instituições europeias de pesquisa e educação e 50 milhões de usuários, composta por 41 roteadores conectados por meio de canais de transmissão com capacidades que variam entre 1 *Gbps* e 100 *Gbps*. No caso da simulação, utilizou-se apenas 10 % da capacidade de transmissão original da rede, a fim de gerar pontos de super utilização de acordo com a quantidade de nós clientes interessados em receber um fluxo de dados multimídia. A quantidade de nós clientes é variável de acordo com diferentes tratamentos, discutidos mais adiante.

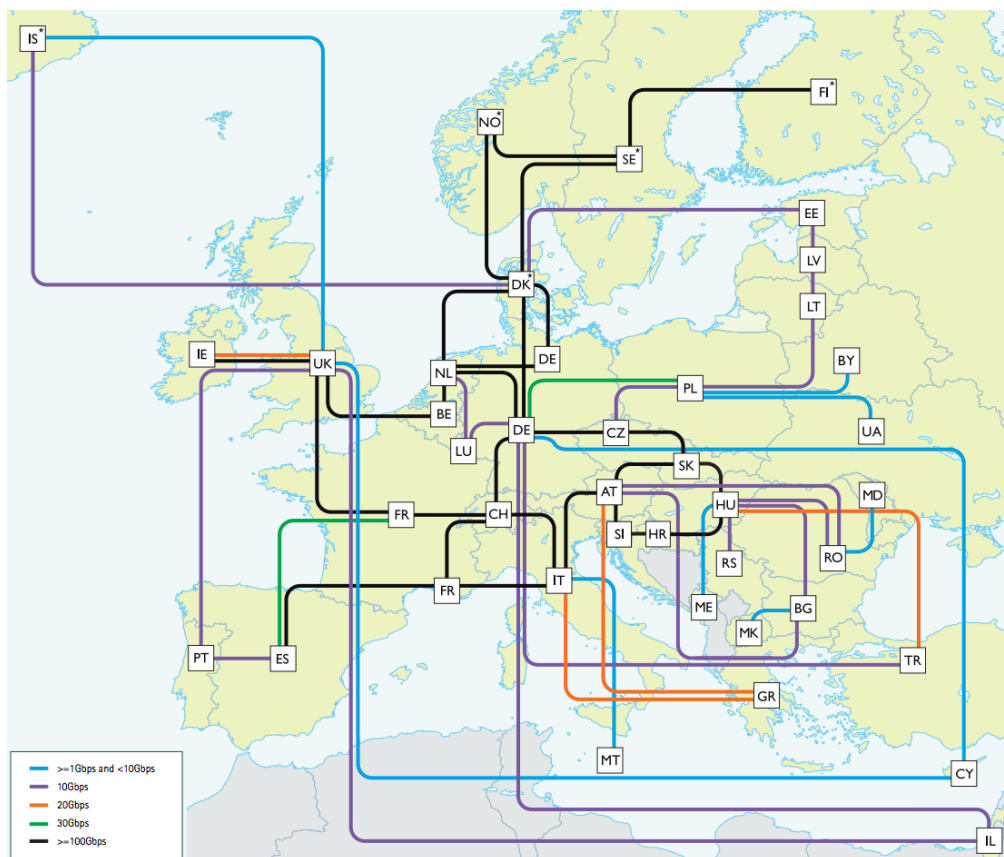


Figura 1.1: *Backbone* da rede GEANT.

Na Tabela 1.1, descrevem-se os parâmetros e valores gerais utilizados nos experimentos, com base na topologia da rede definida.

<sup>1</sup>Rede GEANT: <http://www.geant.net/>.

Tabela 1.1: Tabela dos parâmetros e valores gerais utilizados nos experimentos.

Parâmetros	Valores
Número de nós roteadores ( <i>backbone</i> )	41
Tempo de simulação de cada ensaio	900 s
Nível de confiança	95 %

### 1.1.3 Definição das métricas

Definida a topologia de rede e os parâmetros gerais para executar as simulações, delimitaram-se algumas métricas com base na referência [8], organizadas em três grupos:

1. *Qualidade de serviço à aplicação*: avaliam-se o atraso para iniciar a reprodução de uma mídia ao vivo; o índice de continuidade, determinado pela quantidade de interrupções vezes a duração das interrupções (em segundos); e a qualidade do conteúdo recebido em comparação ao conteúdo original.

EXPLICAR MELHOR CADA COISA DESSA

2. *Escalabilidade do sistema*: avalia-se a quantidade de nós simultâneos que foram capazes de receber o fluxo de dados da mídia transmitida com um nível máximo de distorção. Nesse caso, mediu-se também o nível de contribuição das redes CDN e P2P separadamente, que corresponde à quantidade de fluxos transmitidos pelos servidores da CDN e pelos nós da rede P2P.

EXPLICAR MELHOR CADA COISA DESSA

3. *Sobrecarga de controle*: avalia-se a quantidade de pacotes de controle transmitidos por um protocolo durante o tempo de simulação (contagem dos pacotes que não transportam dados da mídia), mas considera-se 0,5 cada pacote de *piggyback*.

### 1.1.4 Definição das variáveis

- EXPLICAR A GERAÇÃO DE TRÁFEGO BACKGROUND

Com base nas métricas definidas, determinaram-se as variáveis independentes (Tabela 1.2), as variáveis dependentes (Tabela 1.3) e os fatores (Tabela 1.4).

Índice do Continuidade = quantidade de interrupções \* tempo

Distorção:



Tabela 1.2: Tabela das variáveis independentes utilizadas nos experimentos.

Variáveis independentes	Valores
Largura de banda das LANs	100 Mbps
Atraso das LANs	$\leq 1 ms$
Largura de banda da WAN <sup>1</sup>	10 % da capacidade total do canal
Número de nós roteadores	41
Tamanho do buffer do roteador	8 s (por mídia)
Tamanho máximo do datagrama	1500 Bytes (OverSim) e 4096 Bytes (CCNSim)

<sup>1</sup> Por exemplo, nos canais ilustrados na cor preta da Figura 1.1, utilizou-se 10 Gbps em vez de 100 Gbps.

Tabela 1.3: Tabela das variáveis dependentes utilizadas nos experimentos.

Variáveis dependentes	Valores
Atraso de inicialização do fluxo	
Índice de Continuidade (%)	
Distorção do vídeo (%)	
Número de conexões no servidor	
Número de clientes que receberam acima de 90%, 80% e 70% da mídia total de nós na rede	
Qualidade das parcerias	

Vídeo original: ===== 100%

Vídeo recebido: ===== 70%

Tabela 1.4: Tabela dos fatores considerados nos experimentos.

Fatores	Níveis
Taxa de upload dos nós	512 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps
Distribuição da Taxa de upload	Homogênea ou Heterogênea <sup>1</sup>
Número de nós clientes	500; 1500; 15.000; 30.000; 60.000
Número de nós servidores	1 – 3
Dinâmica da rede ( <i>churn</i> ) <sup>2</sup>	Sem churn, RandomChurn

<sup>1</sup> Para valores heterogêneos, alocaram-se valores aleatórios em distribuição uniforme.

<sup>2</sup> *Sem churn*: um nó é adicionado até atingir um número máximo definido por tratamento e, após adicionado, o nó permanece até o final da ensaio. *RandomChurn*: um nó é adicionado ou removido com uma probabilidade  $p$  a cada ensaio. O valor de  $p$  é definido por tratamento.

### 1.1.5 Definição do formato mídia

Na Tabela 1.5, apresentam-se as propriedades da mídia utilizada no experimento. PEGAR A REFERÊNCIA, DETALHES DA SINTETIZAÇÃO.

Tabela 1.5: Tabela das propriedades da mídia transmitida.

Propriedades	Valores
Tipo	MPEG4 Part I
Mídia sintetizada	Star Wars IV
Número de quadros	25 <i>fps</i>
Número de quadros em GoP	12
Média VBR	512 <i>Kbps</i>

### 1.1.6 Definição da população

A população é constituída por dados de duas variáveis dependentes do protocolo DCCP, previamente escolhidas, coletados da rede de computadores real e do simulador NS-3 através do módulo. Cada ensaio tem 300s, para cada segundo uma amostra era coletada, totalizando 300 amostras para cada variável dependente em um determinado tratamento. Detalhes sobre a natureza destas variáveis bem como informações mais aprofundadas de como foi feito o experimento pode-se ver nas seções seguintes.

====

A população é constituída por dados provenientes da variável dependente vazão obtidos a partir da execução dos algoritmos de controle de congestionamento CCID-2 e CCID-3 do DCCP. Os dados foram coletados a partir de simulações realizadas pelo NS-3, onde cada ensaio foi executado durante o tempo de 100 segundos. Uma amostra da vazão foi coletada a cada segundo, totalizando 100 amostras.

====

A população é constituída por dados provenientes da variável dependente vazão obtidos a partir da execução do algoritmo de controle de congestionamento Cubic em confronto com o CCID-2 e o CCID-3, tomados independentemente. Cada ensaio foi executado com 200 segundos de duração, sendo coletada uma amostra por segundo referente a média da vazão obtida pelo receptor, totalizando 200 amostras.

### 1.1.7 Definição dos tratamentos

Unidades experimentais: GMTP, Denacast/CoolStreaming e CCN-TV

## 1.2 Resultados e Discussões

GMTP vs. CoolStreaming

- Denacast com GMTP, DCCP e UDP - Com e sem o RCP - Com RCP sem sub-fluxo - Com RCP com sub-fluxo - CoolStreaming com GMTP não faz sentido porque transformaria-se o GMTP em uma aplicação igual a que será utilizada para os confrontos

- Lembrar de enfatizar a interoperabilidade em cenários reais que o GMTP proporciona. "Arquiteturalmente, o GMTP resolve o problema de permitir a interoperabilidade dos sistemas e otimiza o uso de recursos de rede ..."

- Colocar uma curva que mostra a capacidade da rede e o quanto o GMTP consegue usar?

- Pensar em colocar diversas aplicações em execução no mesmo instante. Isso poderia como um "at a glance" na seção de problemática.

PENSAR NAS VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES

TEM QUE DIZER QUE USEI O BRITE

REPENSAR SE AVALIA TAMBÉM O CCN-TV OU NÃO! SE NÃO FOR FAZER ISSO, REVER AS INFORMAÇÕES NA CAP DE TR SOBRE DETALHAR A COMPARAÇÃO, CASO CONTRÁRIO, PENSAR SE DEIXA ESSE ITEM OU TIRA MANTER O PPSP/Swift? Se sim, rever o que o nazareno colocou sobre isso...

CCN-TV 6550523

Olhar os gráficos desse artigo

cite 6607500 cite 6386696

## 1.3 Sumário do Capítulo

A interoperabilidade é uma medição arquitetural, explicar isso. Como medir a quantidade de aplicações de distribuição de mídias ao vivo diferentes e a quantidade de eventos iguais sendo transmitidos

# Bibliografia

- [1] He Xu, Suo ping Wang, Ru chuan Wang, and Ping Tan. A Survey of Peer-to-Peer Simulators and Simulation Technology. *Journal of Convergence Information Technology*, 6(5):260–272, 5 2011.
- [2] Andras Varga. OMNeT++: Extensible, Modular, Component-based C++ Simulation Library and Framework for Building Network Simulators, 3 2014. <http://www.omnetpp.org/>. Último acesso: 19 de Março de 2014.
- [3] Stephan Krause Ingmar Baumgart, Bernhard Heep. OverSim: the Overlay Simulation Framework, 3 2014. <http://www.oversim.org/>. Último acesso: 19 de Março de 2014.
- [4] Giuseppe Rossini, Raffele Chiocchetti, Andrea Araldo, and Dario Rossi. CCN-Sim: Scalable Chunk-level Simulator of Content Centric Networks (CCN), 3 2014. <http://perso.telecom-paristech.fr/~drossi/index.php?n=Software.CcnSim>. Último acesso: 19 de Março de 2014.
- [5] S. M Y Seyyedi and B. Akbari. Denacast: A P2P/CDN Video Streaming System in OverSim, 3 2014. <http://www.denacast.org/>. Último acesso: 19 de Março de 2014.
- [6] Leandro Melo de Sales. Global Media Transmission Protocol (GMTP), 3 2014. <http://www.gmtp-protocol.org/>. Último acesso: 19 de Março de 2014.
- [7] Vincenzo Ciancaglini, Giuseppe Piro, Riccardo Loti, Luigi Alfredo Grieco, and Luigi Liquori. CCN-TV: Data-Centric Approach to Real-Time Video Services, 3 2014. <http://telematics.poliba.it/index.php/en/ccn-tv>. Último acesso: 19 de Março de 2014.

- 
- [8] Z. Chen, H. Yin, C. Lin, Y. Chen, and M. Feng. Towards a Universal Friendly Peer-to-Peer Media Streaming: Metrics, Analysis and Explorations. *Communications, IET*, 3(12):1919–1933, 12 2009.