Balanceamento de Tráfego entre Servidores de Vídeo MPEG-DASH em Redes Definidas por Software

Edenilson Jônatas dos Passos[1], **Adriano Fiorese**[1]

[1] Departamento de Ciência da Computação (DCC)
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - Rua Paulo Malschitzki,
200 - Zona Industrial Norte, Joinville - SC, 89219-710

edenilson.passos@yahoo.com, adriano.fiorese@udesc.br

Resumo. *Com a popularização do serviço de streaming de vídeo nos últimos anos, novas tecnologias de distribuição de vídeo foram criadas. Uma das mais promissoras atualmente é a chamada de Moving Picture Expert Group Dynamic Adaptive Streaming over HTTP, ou MPEG-DASH. Contudo, com a limitação da estrutura de rede TCP/IP, a qualidade de experiência do usuário final pode ser afetada. Isso ocorre por diversos fatores incluindo a sobrecarga dos servidores. A proposta deste trabalho é justamente tratar deste último problema utilizando Redes Definidas por Software (SDN) de modo a balancear a carga entre servidores de conteúdo visando maximizar a taxa de transferência de cada servidor.*

1. Introdução

A utilização da Internet na transmissão de vídeo possui papel relevante nos modelos de negócio dos provedores de conteúdo atuais. Uma pesquisa realizada pela empresa *The Nielsen Company* revelou que dentre um total de 30000 participantes de 61 países, 65% afirmam consumir algum tipo de programação de Vídeo Sob Demanda [Nielsen 2016].

Um dos padrões utilizados para transmissão de vídeo é o MPEG-DASH [ISO 2014]. Ele foi projetado de maneira a priorizar a qualidade de experiência do usuário (QoE) através de uma experiência fluída e com a melhor qualidade de vídeo possível.

Uma abordagem utilizada para a distribuição do conteúdo de vídeo, incluindo vídeo MPEG-DASH é através de *Content Distribution Networks*. Uma CDN é responsável pelo conteúdo buscado pelos clientes e especialmente pelo roteamento dessa requisição para um servidor, daquele conteúdo, mais próximo possível daquele cliente. Assim, uma CDN permite o atendimento da demanda crescente dos usuários por conteúdo assumindo as responsabilidades pela manutenção da qualidade do serviço de distribuição dos conteúdos e sua escalabilidade. Entre essas responsabilidades encontra-se o balanceamento de carga.

Uma abordagem atual para o balanceamento de carga em CDNs para distribuição de conteúdo de vídeo é baseada no atendimento das requisições dos diversos clientes por vários servidores distribuídos na CDN. Para tal, a atribuição de qual servidor atenderá qual cliente é feita através da implantação personalizada de servidores de DNS por provedor de CDN. As entradas de DNS então, são adaptadas a todo momento de modo a fornecer o balanceamento de carga entre os servidores. Contudo, fluxos de grande volume e de longa duração, como por exemplo o tráfego de vídeo sob demanda (VoD), dificilmente

são gerenciáveis através dessa abordagem DNS. A introdução de Redes Definidas por Software (SDN[1]) é promissora para resolver este problema, pois instanciações de SDN como o *OpenFlow* permitem o redirecionamento transparente de fluxos na rede.

O presente trabalho, propõem uma abordagem de balanceamento de carga em uma rede de distribuição de vídeo com o auxílio de SDN para poder realizar a manipulação dos fluxos necessários por meio do protocolo *Openflow* e do controlador Ryu. O balanceamento tem como objetivo o alívio da carga de trabalho dos servidores origem do conteúdo e utiliza a vazão de dados (*throughput*) dos servidores como métrica de balanceamento.

O restante do trabalho é organizado da seguinte maneira: A Seção 2 descreve a abordagem proposta, incluindo o funcionamento do balanceador proposto bem como do ambiente de testes vislumbrado para validação. Finalmente, a Seção 3 apresenta as conclusões bem como é apresentada uma possível abordagem para continuação do presente trabalho.

2. Abordagem Proposta

A abordagem proposta para balanceamento de carga baseado na taxa de transferência dos servidores de conteúdo, pressupõe que o conteúdo original está replicado em todos os servidores da rede de distribuição de conteúdo. Ainda, que o controlador SDN conheça os endereços IP de todos os servidores de conteúdo da rede, bem como as portas lógicas em que cada um deles serve via http o conteúdo MPEG-DASH.

2.1. Funcionamento da abordagem proposta

A elaboração do algoritmo balanceador de carga proposto foi realizada com base na aplicação de *switch* camada 2 da biblioteca disponível pelo controlador Ryu. A partir dessa aplicação, foram feitas algumas modificações de tal modo que quando uma requisição é recebida no *switch*, todos os pacotes TCP enviados para o IP do servidor de conteúdo destinatário que pretendem iniciar uma conexão TCP, não vão ser de fato entregues diretamente ao servidor, mas redirecionados para o controlador para processamento. O controlador então requisita os dados de taxa de transferência dos servidores através de requisições HTTP GET. Após receber a resposta com as métricas, a partir delas, poderá decidir qual servidor real é o mais adequado para entregar o serviço. Em seguida, modifica o plano de dados instalando regras de fluxo cuja ação deve reescrever o endereço IP, MAC e a porta de destino de todos os pacotes futuros do cliente para o endereço IP, MAC e porta do servidor escolhido. O mesmo deve ser realizado no sentido contrário, isto é, do servidor para o cliente. Isso deve ocorrer para que o cliente não perceba que o endereço IP do servidor foi redirecionado. Portanto, é esperado que o usuário não perceba qualquer tipo de mudança na reprodução do conteúdo. Caso o cliente (*player*) MPEG-DASH executando no navegador Google Chrome utilize, por exemplo, o endereço 10.0.0.1 para acessar o servidor de conteúdo, mas o controlador decidir que o servidor 10.0.0.2 é mais adequado, o redirecionamento será executado automaticamente e o usuário/cliente não saberá que essa troca foi feita.

2.2. Ambiente de Teste

Todos os testes foram realizados em máquinas virtuais com o auxílio da ferramenta VirtualBox. O primeiro dispositivo utilizado para executar a máquina virtual é um computador

[1]do inglês *Software-Defined Networking*

de mesa. Esse tem como papel hospedar a rede Mininet, contendo os *hosts*, o *switch* OpenFlow (OpenVSwitch), o controlador e o servidor de conteúdo. O sistema operacional utilizado foi o Ubuntu com 3 GB de RAM, processador de 4 núcleos a 3.5 GHz. O segundo dispositivo utilizado, é um notebook. As especificações da máquina virtual são semelhantes às anteriores. Porém, por dispor de um processador inferior executando a apenas 3.2 GHz, foi elencado somente como servidor de conteúdo.

O *player* MPEG-DASH utilizado é o *dash.js* pois este é de código aberto, logo, é possível realizar modificações conforme necessário.

Para criar a rede no Mininet criam-se inicialmente os *hosts* que executarão os navegadores e por conseguinte o cliente MPEG-DASH. Cria-se em seguida o *switch* virtual com o open vswitch e conectam-se cada um desses *hosts* às portas do *switch*. Após as devidas configurações, o cliente (navegador executando no *host* do Mininet) está pronto para acessar o conteúdo disponibilizado na página do servidor Apache.

2.3. Testes

Todos os testes idealizados tem como principal objetivo observar o comportamento da reprodução do vídeo no computador do usuário final para certificação de que não houve percepção do redirecionamento. Desse modo, todas as métricas para as quais os testes foram elaborados, tem relação direta ou indireta com a qualidade de experiência do usuário final.

O *dash.js* foi modificado de tal forma que é impresso no *console* do navegador o tempo para aparição do primeiro quadro de vídeo no reprodutor que envolve o tempo de carregamento da página. Além disso, uma função para monitoramento do *bitrate* a cada segundo de reprodução do vídeo foi elaborada. Para comparação, outras abordagens foram desenvolvidas. Entre elas, a abordagem sem SDN, a abordagem *Round Robin* (ou de DNS, como citado na introdução) e a abordagem aleatória.

Para os resultados a seguir apresentados, foram realizadas 10 execuções para cada abordagem utilizada. Além disso, a cada nova execução o *cache* do navegador era limpado.

Conforme a Tabela 1, a abordagem proposta apresenta o segundo melhor resultado quanto ao tempo de espera para aparição do primeiro quadro do vídeo. Uma possível explicação para tal se deve ao fato de que na abordagem sem SDN, não existe a instalação de regras no *switch* e portanto, tende a ser mais ágil. Porém, é válido ressaltar que o redirecionamento nesse caso, não causou nenhum tipo de atraso à reprodução do conteúdo.

	Sem SDN	Randômico	Round Robin	C/ SDN - Throughput
Primeiro frame (ms)	1078 σ = 55,81	1371,80 σ = 402,50	1486,20 σ = 278,96	1141 σ = 410,58

Tabela 1. Tempo para primeiro frame

A Figura 1 ilustra a média de *bitrate* do vídeo recebido pelo cliente em cada segundo da visualização. Conforme é ilustrado, a abordagem proposta se mostrou adequada,

e é inclusive, a que a apresentou o melhor resultado pois possui menos quedas na média e se estabilizou na maior qualidade do conteúdo pouco após o início da reprodução.

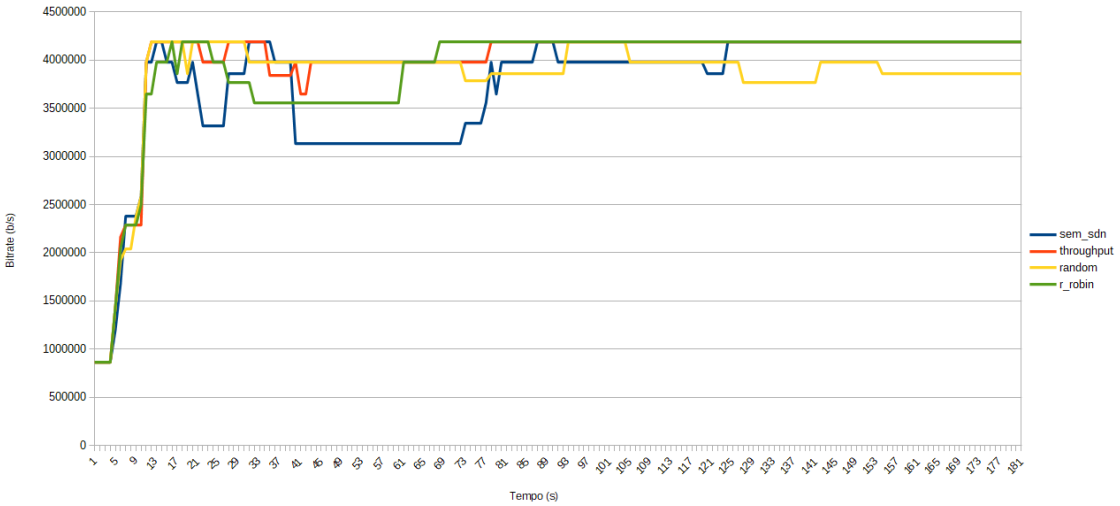

Figura 1. Média bitrate conforme as abordagens

3. Conclusão

Com a popularização da Internet e avanços tecnológicos referentes a arquitetura e estrutura de rede, o consumo de vídeo se tornou uma prática diária no cotidiano de muitas pessoas. Contudo, apesar desses avanços e constantes melhorias, ainda há diversos desafios a serem superados. Um deles é o balanceamento de carga de modo que a rede de distribuição de conteúdo consiga suportar uma alta demanda de requisições e não prejudique a qualidade de experiência do usuário final. Uma possível solução ou pelo menos atenuação do problema é proposta no presente trabalho. Para tal, foi idealizado um sistema que utiliza de Redes Definidas por Software para interceptar os pacotes durante a reprodução do conteúdo em vídeo, e através da análise da métrica taxa de transferência dos servidores de conteúdo disponíveis, efetuar a mais adequada escolha de servidor. Esse método é promissor pois apresentou resultados preliminares satisfatórios quanto a qualidade de experiência do usuário.

Para trabalhos futuros, são necessários testes referente a escalabilidade horizontal da abordagem proposta para a constatação de que ele é de fato relevante.

Referências

ISO (2014). ISO/IEC 23009-1:2014 - information technology – dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) – part 1: Media presentation description and segment formats. Disponível em `https://www.iso.org/standard/65274.html`. Acesso 06 Out. de 2018.

Nielsen, T. C. (2016). How worldwide viewing habits are changing in the evolving media landscape. `http://www.nielsen.com/content/dam/nielsenglobal/eu/docs/pdf/Nielsen-global-video-on-demand.pdf`, 73, Avenue des Pléiades B-1200 Brussels. Acesso 15 Ago. de 2018.