

Uma Plataforma de Prototipação e Testes de Redes Definidas por Software para Big Data

Marcelo Veiga Neves, Cesar A. F. De Rose

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC)
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Av. Ipiranga, 6681, Prédio 32 – Porto Alegre, RS – Brasil

marcelo.neves@acad.pucrs.br

Resumo. *Este trabalho propõe uma plataforma para prototipação rápida e testes baseada em emulação para permitir o desenvolvimento de pesquisas em redes SDN para data centers, utilizando aplicações de Big Data e sem a necessidade de utilização de uma infraestrutura de data center real. O sistema proposto foi validado utilizando tanto benchmarks MapReduce populares quanto aplicações reais.*

1. Introdução

Para armazenar e processar rapidamente os grandes conjuntos de dados da área de Big Data, grandes *data centers* com centenas ou milhares de servidores são necessários. Enquanto capacidade de processamento e de disco podem ser facilmente escalados através da adição de mais servidores ao *data center*, isto gera um aumento no tráfego de rede. Para lidar com isso, *data centers* modernos empregam topologias de redes densas com múltiplos caminhos (*multipath*) entre cada par de *hosts*; esse tipo de topologia, combinado com a recente tecnologia de redes definidas por software (*software-defined networks* - SDN), oferece uma nova oportunidade para modificar o comportamento da rede de forma a diminuir o tempo de execução das aplicações de Big Data.

De fato, existe um grande volume de pesquisa sendo realizada em redes de *data centers*. No entanto, a maioria dos trabalhos nessa área não leva em consideração as características das aplicações de Big Data e, ainda mais problemático, não consideram o impacto da rede no tempo total de execução destas aplicações. MapReduce, como implementado por Hadoop¹, é um dos *frameworks* para processamento de Big Data mais populares e já foi reportado como sendo sensível ao desempenho de rede [Neves et al. 2014] (isto é, o comportamento da rede pode ter um impacto direto no tempo de execução das aplicações). Neste contexto, este trabalho propõe uma plataforma para prototipação rápida e testes para facilitar a pesquisa em redes SDN para *data centers* utilizando aplicações de Big Data.

2. Motivação e Proposta

As pesquisas nessa área tradicionalmente são realizadas utilizando simuladores ou ambientes reais. Embora a utilização de hardware real seja desejável (por exemplo, grandes conjuntos de servidores com recursos capazes de executar aplicações de Big Data e equipamentos de rede com suporte a SDN), tais equipamentos podem não estar disponíveis para a maioria dos pesquisadores. Para contornar essa necessidade, muitas pesquisas são conduzidas com a utilização de simuladores de rede e geradores de tráfego sintético, o que pode não capturar todos os detalhes do hardware real e das aplicações que executam no *data center*. Uma alternativa é a utilização de emulação de rede, a qual já

¹<http://hadoop.apache.org>

foi utilizada com sucesso para reproduzir experimentos de rede com alto nível de fidelidade [Handigol et al. 2012].

Embora os sistemas de emulação de rede existentes permitam o uso de topologias complexas de *data centers*, eles normalmente executam em um único servidor e utilizam algum tipo de virtualização (*containers*) para emular os nodos. Assim, não há recursos suficientes para executar aplicações de Big Data reais, as quais são conhecidas por utilizar intensivamente os recursos dos servidores (CPU e E/S). Neste contexto, a nossa abordagem é combinar emulação de rede com emulação de MapReduce baseada em rastros de execução. Para isso, foi implementada uma ferramenta capaz de reproduzir a execução de aplicações MapReduce, emulando o funcionamento interno do Hadoop (ex., decisões de escalonamento) e gerando tráfego na rede da mesma forma que uma aplicação MapReduce real faria. Além disso, essa ferramenta é capaz de reportar os tempos de execução de todas as fases do modelo MapReduce que são sensíveis ao desempenho de rede bem como o tempo total de execução. Desta forma, esta ferramenta pode ser utilizada tanto para a avaliação do desempenho de pesquisas de redes de *data centers* na presença de carga de trabalho de Big Data, quanto do impacto que tais pesquisas tem no tempo de execução das aplicações.

Entre as principais funcionalidades do sistema proposto, pode-se citar: suporte a redes programáveis (SDN) usando o protocolo OpenFlow (o sistema já foi testado com sucesso utilizando os controladores de rede POX/NOX² e OpenDaylight³); habilidade de criar topologias de redes arbitrárias, incluindo topologias *multipath* complexas (ex., fat-tree) com diferentes características de rede (ex., largura de banda, latência, atraso, etc.); e reprodução de cargas de trabalho MapReduce sem a necessidade de uma infraestrutura de hardware real. O sistema proposto foi validado utilizando benchmarks populares⁴ e aplicações reais que são representativas dos principais usos do MapReduce (transformação de dados, geração de índices de pesquisa web, mineração de dados, etc.). Os resultados mostram que a diferença entre os tempos de execução real e o emulado é em média menor que 2% para todas as aplicações utilizadas.

3. Considerações Finais

Este trabalho propõe uma plataforma para prototipação rápida e testes para permitir o desenvolvimento de pesquisas em redes SDN para *data centers* utilizando aplicações de Big Data sem a necessidade de utilização de uma infraestrutura de *data center* real. Esse trabalho ainda está em andamento. Por enquanto, o foco da ferramenta foi no modelo MapReduce, o qual é a base de uma variedade de tecnologias de Big Data. No entanto, pretende-se estender a ferramenta para outros modelos de aplicações, tais como *pipelines* de dados e aplicações iterativas, as quais normalmente são bastante sensíveis ao desempenho da rede.

Referências

- Handigol, N., Heller, B., Jeyakumar, V., Lantz, B., and McKeown, N. (2012). Reproducible Network Experiments Using Container-Based Emulation. In *ACM CoNEXT 2012*, New York, NY, USA.
- Neves, M. V., Katrinis, K. M., Franke, H., and De Rose, C. (2014). Pythia: Faster Big Data in Motion through Predictive Software-Defined Network Optimization at Runtime. In *IEEE IPDPS 2014*, Phoenix, USA.

²<http://www.noxrepo.org>

³<http://www.opendaylight.org>

⁴<https://github.com/intel-hadoop/HiBench>