

# Controle de Rede Sensível à Aplicação

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 a utilização de redes definidas por software (SDN) para o desenvolvimento de um sistema de controle de rede sensível à aplicação (isto é, que leva em consideração informações da camada de aplicação) para dinamicamente modificar o comportamento da rede de modo a acelerar a execução de aplicações. Utilizou-se aplicações que seguem o modelo MapReduce, que é o padrão de facto para análise de dados em larga escala. Os resultados preliminares mostram que a abordagem proposta é capaz de obter uma redução entre 3% e 46% no tempo total de execução de benchmarks populares para MapReduce, dependendo da capacidade de rede disponível e especificidades da carga de trabalho das aplicações.*

## 1. Introdução

Em redes de computadores tradicionais, a camada responsável pelo encaminhamento de pacotes normalmente abstrai completamente o conceito de aplicações e trata todo o tráfego de rede como pacotes e fluxos de pacotes. Apesar de existirem soluções de engenharia de tráfego e qualidade de serviço que levam informações da camada de aplicação em consideração (por exemplo, através de classificação de pacotes por número de porta), estas tem uma visão muito limitada das aplicações. Nesse trabalho, argumenta-se que existe muita informação em nível de aplicação que poderia ser utilizada para otimizar transferências de rede e assim obter melhorias de desempenho para as aplicações. Por exemplo, um controle de rede de *data center* que conheça a semântica do modelo MapReduce poderia melhorar o desempenho desse tipo de aplicação significativamente [Neves et al. 2014]. Apesar de já ter ocorrido tentativas no passado, a abordagem de integração entre controle de rede e camada de aplicação tornou-se particularmente viável com o recente surgimento e popularização da tecnologia de redes definidas por software (*software-defined networks* - SDN), a qual possibilita executar algoritmos de forma logicamente centralizada (com uma visão global da rede) e manipular diretamente as tabelas de encaminhamento dos *switches* de rede.

## 2. Proposta e Estado Atual

O objetivo desse trabalho é investigar a hipótese de que um controle de rede sensível à aplicação é capaz de melhorar o desempenho de aplicações quando comparado com controles de rede tradicionais. O tipo de aplicação escolhido é o das que seguem o modelo MapReduce, o qual apresenta um padrão de comunicação bem definido e tornou-se o padrão *de facto* para a análise de dados de larga escala em *data centers*. Além disso, existe uma crescente demanda por otimizações de desempenho em aplicações de análise de dados. O recente surgimento de sensores de Internet das Coisas (*Internet of things* - IoT), redes sociais e dispositivos móveis tem levado a uma explosão de disponibilidade de dados. A necessidade de extrair informações úteis desses dados levou ao desenvolvimento da área de Big Data e o tempo de resposta de uma requisição de análise de dados tornou-se um fator importante para *time-to-value/insights*.

A primeira parte desse trabalho consistiu em estudar o modelo MR e os padrões de comunicação de aplicações MR e identificar as causas típicas de gargalos de desempenho [Neves et al. 2012, Neves et al. 2014]. Na sequência, desenvolveu-se um protótipo que otimiza as transferências de rede originadas por aplicações MR em tempo de execução e de forma transparente à aplicação [Neves et al. 2014]. Esse protótipo foi implementado como um novo módulo para o controlador de redes SDN OpenDaylight<sup>1</sup> e um monitor de aplicação que executa em cada servidor. O monitor é responsável por detectar intensões de transferências de dados (incluindo origem, destino e tamanho) de aplicações MR com antecedência e enviá-las ao controlador. O controlador, por sua vez, utiliza as previsões de demanda das aplicações como entrada para uma cadeia de algoritmos de controle de rede (roteamento e escalonamento de fluxos) que otimizam a alocação de recursos de rede de forma a minimizar o tempo de execução das aplicações.

Uma avaliação preliminar foi realizada em um ambiente com dois *racks*, cada um com cinco servidores, interligados por *switches* com suporte a SDN com múltiplos caminhos. Foram realizadas diversas execuções de benchmarks MR populares (incluindo sort e nutch) sobre uma instalação padrão de Hadoop MapReduce<sup>2</sup>. Os resultados obtidos mostram que o protótipo é capaz de acelerar aplicações MapReduce significativamente (nos testes realizados, até 46%) quando comparados com um controle de rede tradicional (utilizando o protocolo ECMP (Equal Cost Multipath) [Hopps 2000] para distribuir o tráfego entre os múltiplos caminhos). Também verificou-se que o ganho de desempenho depende de diversos fatores, tais como as características dos recursos de rede disponíveis no momento e das especificidades da carga de trabalho das aplicações.

### 3. Considerações Finais

Esse trabalho propôs um controle de rede sensível à aplicação que utiliza a tecnologia de redes definidas por software para otimizar o desempenho de aplicações. Apesar de ser um trabalho em andamento, um protótipo foi implementado e utilizado com sucesso para validar a hipótese proposta. Como trabalhos futuros, pretende-se melhorar e estender a cadeia de algoritmos de otimização de rede para suportar diferentes tipos de carga de trabalho e levar em consideração informações adicionais da camada de aplicação. Por exemplo, o controlador deverá ser capaz de detectar que uma aplicação MR apresenta um padrão de comunicação desbalanceado (isto é, uma ou mais tarefas recebem mais dados que as demais e podem prolongar o tempo total de execução da aplicação). Também pretende-se tratar o relacionamento entre diferentes aplicações (por exemplo, relações de prioridade entre múltiplas aplicações concorrentes e precedência em sequências (*pipelines*) de aplicações MR). Por fim, pretende-se estender o trabalho a outros tipos de aplicações, tais como aplicações HPC que apresentem padrões de comunicação conhecidos e/ou predizíveis em tempo de execução.

### Referências

- Hopps, C. (2000). Analysis of an Equal-Cost Multi-Path Algorithm. RFC 2992, IETF.
- Neves, M. V., Ferreto, T., and De Rose, C. (2012). Scheduling MapReduce Jobs in HPC Clusters. In *Proceedings of the Euro-Par 2012*, pages 179–190, Berlin, Heidelberg.
- 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.

---

<sup>1</sup><http://opendaylight.org>

<sup>2</sup><http://hadoop.apache.org>