Instituto de Informática (INF)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre - RS
URL: https://www.inf.ufrgs.br

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Zambenedetti Granville
Coorientador: Msc. Marcus Vinicius Brito da Silva
Grupo de Redes de Computadores
E-mail: [granville, mvbsilva]@inf.ufrgs.br

Estratégias para Mitigar Fluxos Críticos em Redes com Plano de Dados Programáveis

1 Introdução e Motivação

O gerenciamento de redes de computadores suscita grandes desafios aos seus operadores. Estes desafios podem ser evidenciados, principalmente, nos aspectos de monitoramento, configuração e estratégias para lidar com fluxos críticos que trafegam sobre a infraestrutura [3, 6, 1]. Entender o comportamento desses fluxos, analisar, detectar e mitigá-los são tarefas que, embora incorram em certo custo, permitem aos operadores de rede definirem estratégias para gerenciar e, em alguns casos, mitigar seus efeitos, a fim de melhorar a qualidade de serviço (QoS - *Quality of Service*) prestada na rede. Por exemplo, o quão rápido os fluxos críticos puderam ser identificados, mais rapidamente ações podem ser executadas para diminuir seus impactos sobre os demais fluxos que estejam compartilhando o mesmo caminho sobre a infraestrutura [3].

Tão importante quanto identificar os fluxos críticos, podemos também destacar os desafios em estabelecer estratégias de mitigação que sejam apropriadas para cada classe de fluxo crítico. Isto é, a partir de seu comportamento e impacto sobre a infraestrutura de rede, definir ações de mitigação apropriadas para cada tipo de fluxo pode ser tão desafiador e importante, quanto identificá-los. Além disso, é possível observar que existem diferentes características de fluxos, em diferentes tipos de rede. Em cada cenário, um comportamento diferente pode resultar em impactos distintos. Neste sentido, o uso de Software-Defined Networking (SDN) [4] e redes com planos de dados programáveis [2] permitiram que novas soluções fossem apresentadas para identificar e mitigar fluxos críticos usando combinações de abordagens centralizadas e distribuídas [4]. Vários esforços empregam mecanismos para identificar fluxos críticos usando, por exemplo, sFlow para realizar amostragem

de pacotes e OpenFlow [5] para gerenciar os fluxos instalando regras de encaminhamento nos dispositivos de rede, usando uma engenharia de tráfego estabelecida no plano de controle (*i.e.,* no controlador). Outros trabalhos, como HashPipe [6] e HashCuckoo [3], utilizam planos de dados programáveis usando P4 [2], para identificar e mitigar fluxos críticos diretamente nos *switches* programáveis. De modo essencial, podemos destacar que as abordagens baseadas em P4 reduzam o tempo de identificação e mitigação em comparação com as abordagens baseadas em redes SDN tradicionais, uma vez que minimizam a comunicação controlador-switch. Diante disso, considera-se uma promissora oportunidade de investigar estratégias de mitigação que possam ser aplicadas diretamente nos *switches* para mitigar os impactos dos fluxos críticos em redes com plano de dados programáveis.

2 Descrição das Atividades

As atividades a serem desenvolvidas durante o TG1 e TG2 são descritas abaixo. Porém, tais atividades podem ser alteradas de acordo com a necessidade durante o desenvolvimento do trabalho.

A1 **Estudo dos conceitos e tecnologias envolvidas.** Durante esta primeira etapa, o/a alunos(a) deverá se familiarizar com os conceitos e tópicos envolvidos no trabalho, como redes SDN, redes programáveis e P4.

A2 **Revisão bibliográfica da área.** Assim que o/a aluno(a) estiver familiarizado com os conceitos principais, ele/ela começará a etapa de investigação e análise de artigos científicos relacionados com o tema, afim de mapear o estado-da-arte da área e identificar possíveis soluções para o mesmo.

A3 **Definição e delimitação do escopo da soluções proposta.** Esta etapa compreende a definição dos requisitos e objetivos que deverão ser atingidos pela solução. Sua delimitação deve considerar a pesquisa realizada na etapa anterior, afim de propor uma solução inovadora.

A4 **Modelagem e implementação da solução.** A solução proposta deverá ser modelada de uma maneira agnóstica a tecnologia utilizada, para sua posterior implementação. A implementação da solução se dará como uma prova de conceito levando em conta os requisitos e objetivos listados.

A5 **Avaliação da prova de conceito.** Com a prova de conceito implementada, o/a aluno(a) irá se dedicar a avaliar a mesma em diferentes aspectos que deverão ser discutidos com os orientadores afim de melhor demostrar sua eficácia.

A6 **Escrita do Trabalho de Curso.** Essa atividade é contínua e deverá ser realizada ao longo de todo o trabalho, conforme discussão com os orientadores. O Trabalho de Conclusão deverá apresentar de forma clara e completa o trabalho proposto e seu desenvolvimento.

As atividades deverão ser realizadas ao longo de 1 ano durante as cadeiras de Trabalho de Graduação (TG) 1 e 2. As atividades de escrita deverão ocorrer em paralelo com o desenvolvimento prático do trabalho. Sugere-se que os seguintes capítulos estejam concluídos ao final de cada uma das cadeiras:

- **TG1**: Introdução e Motivação, Referencial Teórico e Trabalhos Relacionados;
- **TG2**: Abordagem, Implementações, Avaliações e Conclusões.

Porém, tais atividades e entregas poderão ser alteradas se acordadas com os orientadores para um melhor desenvolvimento do trabalho e adequação a metas/resultados do trabalho.

3 Requisitos

- Conceitos básicos de SDN e redes programáveis;
- Interesse por redes de computadores;
- Inglês técnico (para leitura de artigos científicos).

References

[1] R. Basat, G. Einziger, R. Friedman, M. Luizelli, and E. Waisbard, "Constant Time Updates in Hierarchical Heavy Hitter," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, ser. SIGCOMM '17. NY, USA: ACM, 2017, pp. 127–140. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/3098822.3098832

[2] P. Bosshart, D. Daly, G. Gibb, M. Izzard, N. McKeown, J. Rexford, C. Schlesinger, D. Talayco, A. Vahdat, G. Varghese et al., "P4: Programming Protocol-independent Packet Processors," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, ser. SIGCOMM '14. NY, USA: ACM, 2014, pp. 87–95. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/2656877.2656890

[3] M. V. B. da Silva, A. E. Schaeffer-Filho, and L. Z. Granville, "HashCuckoo: Predicting Elephant Flows using Meta-Heuristics in Programmable Data Planes," IEEE GLOBECOM Global Communications Conference. Rio de Janeiro, Brazil: IEEE, 2022, pp. 6337–6342. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/GLOBECOM48099.2022.10001221

[4] S. Kaur, K. Kumar, and N. Aggarwal, "A review on P4-Programmable Data Planes: Architecture, Research Efforts, and Future Directions," Computer Communications, Vol. 170, pp. 109–129, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.comcom.2021.01.027

[5] N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, and J. Turner, “OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks,” ACM SIGCOMM Computer Communication Review. NY, USA: ACM, 2008, pp. 69–74. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/1355734.1355746

[6] V. Sivaraman, S. Narayana, O. Rottenstreich, S. Muthukrishnan, and J. Rexford, “Heavy-Hitter Detection Entirely in the Data Plane,” ACM SOSR Symposium on SDN Research, ser. SOSR ’17. Santa Clara, CA, USA: ACM, 2017, p. 164–176. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/3050220.3063772