

SDN 분산 컨트롤러에 사용되는 우선순위 기반 Raft 알고리즘

유승언^o, 김세준*, 김정태*, 윤희용*

*성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과

^o성균관대학교 소프트웨어대학 소프트웨어학과

e-mail: seyoo90@skku.edu, ksj105@skku.edu, kyungtaekim76@gmail.com, youn7147@skku.edu

A Priority-based Raft Algorithm Used in Distributed Controllers in SDN

Seung-Eon Yoo^o, Se-Jun Kim*, Kyung-Tae Kim*, Hee-Young Youn*

*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

^oDept. of Software, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

SDN 환경에서 여러 컨트롤러의 동기화는 중요한 문제로 대두되었다. 모든 컨트롤러의 네트워크 상태가 동일한지 여부를 확인하려면 컨트롤러를 효율적으로 동기화하기 위한 합의과정이 필요하다. 하지만 합의 과정에서 일어나는 지도자 선출과정이 임의적이기 때문에 시스템 상에서 시간지연이 일어날 수 있다. 본 논문에서 제안하는 우선순위 기반 Raft 알고리즘은 동기화 프로세스를 제어하는 강력한 지도자를 선택하여 동기화로드에서 시간을 절약할 수 있다.

키워드: SDN(Software Defined Network), 합의 알고리즘(Consensus algorithm), Raft 알고리즘(Raft algorithm), 동기화(Synchronization)

I. Introduction

분산 컨트롤러 아키텍처는 논리적으로 중앙에 집중되어 있는 반면, 물리적으로 분산된 플랫폼으로 여러 컨트롤러가 동일한 네트워크를 공유하고 주기적으로 업데이트되어 제어부분을 논리적으로 중앙 집중화해야 한다.

분산 SDN 환경에서는 여러 종류의 합의 알고리즘이 사용되며, 그 중에서 Raft 알고리즘은 추종자, 후보자, 지도자 등의 상태를 정의하고 있으며, 타이머 만료 및 투표 절차에 따라 분산 방식으로 하나의 지도자를 선출한다.[1] 하지만, 지도자를 선임하는 과정이 임의적이기 때문에 확신을 할 수가 없으며 지도자가 부적절하게 되면 업데이트가 길어지고 시스템에서 정체를 유발할 수가 있다.

본 논문에서는 다수의 SDN 제어기에 대해 새로운 우선순위에 기반을 둔 Raft 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 우선순위를 사용하여 가장 강력한 지도자를 선택하고 동기화 프로세스를 더욱 효과적으로 만들어 지도자의 선거과정에 대한 복잡성을 줄일 수 있다.

II. Preliminaries

2.1 Raft 알고리즘

Raft는 실용적인 시스템을 구축하기 위해 좋은 기반을 제공하며 지도자 선출, 로그 복제 및 안전을 포함하여 강한 일관성을 유지한다.[2] Raft는 여러 가지 면에서 기존의 합의 알고리즘과 유사하지만 몇 가지 새로운 점이 있다.

- 강력한 지도자 : 다른 합의 알고리즘보다 강력한 지도방식을 지향한다.
- 지도자 선거 : 임의적인 시간으로 지도자를 선출한다.
- 회원 변경 : 클러스터에서 서버들의 집합을 변경하기 위해 새로운 공동합의 방식을 사용한다.

컨트롤러가 실행될 때 Raft 알고리즘을 사용하면 초기역할은 추종자이다. 추종자는 변화시킬 데이터가 있을 때 후보자로 바뀐다. 후보자가 다른 모든 컨트롤러에 제안서를 보내면 대다수의 컨트롤러가 수락 여부를 투표한다. 과반수의 투표수를 받으면 후보자는 지도자로 바뀌게 된다. 그렇지 않으면 추종자로 되돌아간다. 지도자는 동기화 프로세스를 관리하고 업데이트 정보를 다른 컨트롤러로 보낼 권한을 가지게 된다. 그림1은 역할 변화에 따른 제어기의 상태를 보여주고 있다.[3]

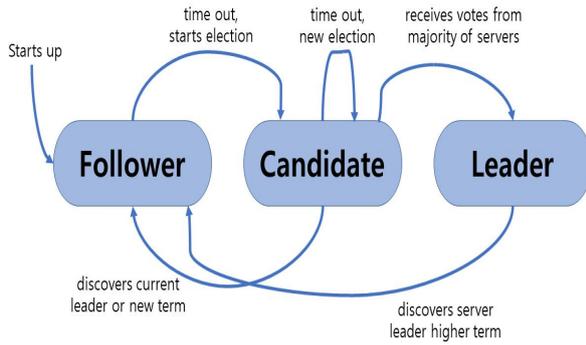


Fig. 1. Raft 알고리즘에서 단계에 따른 변화

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신-방송연구 개발 사업(No.B0717-17-0070, 초연결 IoT 노드의 군집 지능화를 통한 Edge Computing 핵심 기술 연구), SW중심대학지원사업(2015-0-00914), 한국연구재단 기초연구사업 (No.2016R1A6A3A11931385, 실시간 공공안전 서비스를 위한 소프트웨어 정의 무선 센서 네트워크 핵심기술 연구, 2017R1A2B2009095, 실시간 스트림 데이터 처리 및 Multi-connectivity를 지원하는 SDN 기반 WSN 핵심 기술 연구), 삼성전자, BK21PLUS 사업의 일환으로 수행되었음.

III. The Proposed Scheme

3.1 컨트롤러 우선순위

제안하는 기법은 컨트롤러의 우선순위를 정의하는 방법과 우선순위를 사용하여 지도자를 선출하는 방법이다. 먼저 제어기의 가중치를 정의하여 제어기 상태 및 처리량을 측정한다. 컨트롤러 c_v 의 무게는 다음과 같다.

$$Ca(c_v) = w_1P(c_v) + w_2S(c_v) \quad (1)$$

위 식에서 w_1 과 w_2 는 가중치 계수이고 $P(c_v)$ 는 조작 성능, $S(c_v)$ 는 c_v 의 저장 용량이다.

3.2 지도자 선거

네트워크 관리자는 네트워크 뷰를 유지하고 전체 네트워크를 명령해야 하기 때문에 가장 높은 권한을 가진다. c_i , P_i 의 우선순위는 다음과 같다.

$$P_i = \begin{cases} [S * W(c_i) \text{ without manager} \\ \infty \text{ with manager} \end{cases} \quad \emptyset$$

S 는 네트워크의 규모이다. 컨트롤러는 미리 설정된 시간에 다른 컨트롤러의 우선순위를 수신하고 다른 컨트롤러의 우선순위를 받게 된다. 그들은 우선순위가 가장 높은 노드를 지도자로 간주한다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 SDN에서 동기화 문제를 처리하기 위해 우선순위 기반을 둔 지도자 선거 알고리즘을 제안하였다. 제안한 방식에서 제어기는 다른 제어기의 우선순위를 저장하고 최고 우선순위 제어기를 지도자로 선택하게 되어 기존 Raft 알고리즘과 비교하여 동기화 시간을 크게 단축할 수 있다. 아울러 지도자가 충돌하게 되더라도 짧은 시간 내에 네트워크를 복구할 수 있게 된다.

REFERENCES

- [1] C. C. Ho, K. Wang and Y. H. Hsu, "A fast consensus algorithm for multiple controllers in software-defined networks," 2016 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), Pyeongchang, 2016, pp. 1-1. doi: 10.1109/ICACT.2016.7423293.
- [2] Arora V, Mittal T, Agrawal D, et al. Leader or Majority: Why have one when you can have both? Improving Read Scalability in Raft-like consensus protocols[J]. 2017.
- [3] H. Howard, M. Schwarzkopf, A. Madhavapeddy and J. Crowcroft "Raft refloated : do we have consensus"ACMSIGOPS Operating Systems Review-Special Issue on Repeatability and Sharing of Experimental Artifacts, vo 1.49, no. 1, pp. 12-21, 2015.