

SDN 환경에서 효율적인 세그먼트 라우팅 구현

김영일 · 권태욱*

국방대학교

Implementing Efficient Segment Routing in SDN

Young-il Kim · Taewook Kwon*

Korea National Defense University

E-mail : fosung@gmail.com / kwontw9042@mnd.go.kr

요 약

기존 네트워크 아키텍처의 한계를 극복하기 위해 등장한 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN)은 중앙 컨트롤러를 통해 라우팅 관리를 보다 간단하고 효율적으로 만든다. SR(Segment Routing)은 소스 라우팅을 수행하는 유연하고 확장가능한 방법으로 패킷 헤더에 정렬 된 세그먼트 목록을 통해 네트워크의 정보 경로를 정의한다. SDN을 사용하는 환경에서 각 라우터의 성능은 거의 동일하지만 라우팅 알고리즘에 따라 자주 활용되는 경로에 패킷이 집중되는 경향이 있다. 해당 경로에 있는 라우터는 고장의 빈도가 비교적 높고 병목현상이 발생할 가능성이 높다. 본 논문에서는 SR이 있는 SDN에서 네트워크 내 자원인 라우터가 패킷을 균등하게 처리하여 관리자 입장에서 유휴 라우터가 없이 네트워크 내의 자원을 활용함과 동시에 라우터의 관리를 수월하게 하는 라우팅 알고리즘을 제안한다.

ABSTRACT

Software-Defined Networking (SDN), which has emerged to overcome the limitations of existing network architectures, makes routing management simpler and more efficient through a central controller. SR (Segment Routing) is a flexible and scalable way of doing source routing, and defines the information path of the network through a list of segments arranged in the packet header. In an SDN environment, the performance of each router is almost the same, but packets tend to be concentrated on routes that are frequently used depending on routing algorithms. Routers in that path have a relatively high frequency of failure and are more likely to become bottlenecks. In this paper, we propose a routing algorithm that allows the router, which is a resource in the network, to evenly process packets in the SDN with SR, so that the administrator can utilize the resources in the network without idle routers, and at the same time facilitate the management of the router.

키워드

Software-Defined Networking(SDN), Segment Routing, Routing Algorithm, Network Resource

1. 서 론

최근 인터넷과 관련 어플리케이션의 급성장에 따라 기존 네트워크는 점점 더 복잡해지고 운영과 유지 관리가 어려워졌다. 이러한 문제를 해결하기 위해 등장한 소프트웨어 정의 네트워킹(Software

Defined Networking, SDN)은 네트워크를 제어하기 위해 제어평면과 데이터평면을 분리하고 제어평면의 컨트롤러를 소프트웨어적으로 프로그래밍 하여 필요한 네트워크 요소에 대한 세분화 된 기능을 제공한다. 세그먼트 라우팅(Segment Routing, SR)은 제어평면의 복잡한 작업 없이 효과적인 트래픽 엔지니어링을 가능하게 하기 위해 최근에 도입된 개

* corresponding author

넘이다[1][2].

기존 네트워크의 라우팅 알고리즘은 보통 OSPF, IS-IS를 사용하는데 이 알고리즘들은 링크상태를 기준으로 경로를 선택하게 된다. 최단 경로를 선택하기 위해 Dijkstra의 SPF 알고리즘을 사용하는데 결국 고정된 네트워크에서는 링크상태의 큰 변화가 없는 한 매번 거의 비슷한 경로를 선택하게 될 것이다. 이러한 문제는 해당 경로에 있는 네트워크 자원인 라우터에 병목현상이 발생할 가능성이 높고 과부하에 따른 고장이 빈번할 것이라고 예상된다. 이러한 문제를 해결하기 위한 SDN 환경에서 세그먼트 라우팅 알고리즘을 제안한다.

II. 관련 연구

2.1 SDN(Software Defined Networking)

ONF(The Open Networking Foundation)에서는 SDN을 네트워크의 제어평면과 중앙 집중화된 컨트롤러가 여러 대의 전송 장비를 통제하는 데이터 전송평면에 대한 물리적인 분할로 정의하고 있다 [3]. 기존 네트워크의 제어기능이 하드웨어에 있었다면 SDN에서는 소프트웨어를 통해 논리적 또는 가상적인 실체로서 네트워크를 관리하고 제어한다. 이러한 방법을 통해 관리하는 네트워크를 중앙에서 제어하여 정책을 적용하는데 있어 유리한 점이 많다. 또한 프로그래밍을 통해 필요한 기능이나 새로운 라우팅 알고리즘 등을 적용할 수 있다.

2.2 세그먼트 라우팅

세그먼트 라우팅은 소스 라우팅 기반의 기술로 패킷을 보내기 전에 송신측에서 수신측까지 가는 경로를 모두 리스트(세그먼트)로 만들어 패킷의 헤더에 넣어 보내는 방식이다[4]. 기존 IP/MPLS 네트워크와 달리 포워딩 테이블을 채우기 위한 정보교환 프로토콜이 필요하지 않기 때문에 제어 평면의 작업이 크게 줄어들고 단순해졌다[5]. 제어 평면의 아키텍처는 분산형, 중앙집중형, 하이브리드형으로 나뉘는데 앞서 살펴본 SDN과 연계하여 컨트롤러가 라우팅 정책에 의해 세그먼트를 계산하는 방법이 많이 사용된다[6].

III. 라우팅 알고리즘

본 논문에서 제안하는 라우팅 알고리즘은 그림 1에서 보는 것과 같이 처리할 패킷이 생성되면 경로를 계산하게 되는데, 해당 노드의 패킷 처리량(사용량, Usage)을 먼저 계산하고 모든 노드의 Usage가 동일하다면 기존의 SPF(Shortest Path First)를 활용하여 경로를 선택하고, Usage가 다르다면 SPF와 Usage 가중치를 더한 값을 기준으로 경로를 선택하게 된다. 선택된 경로의 라우터들은 처

리한 패킷량을 추가하여 Usage를 갱신한다.

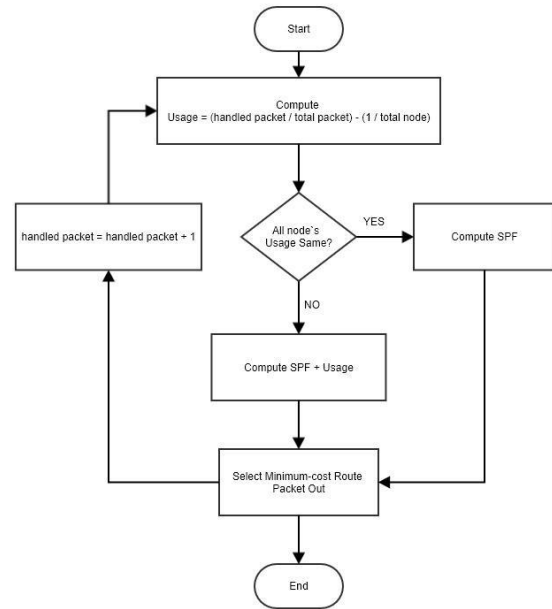


그림 1. 제안 알고리즘 흐름도

Usage 가중치를 이용하여 패킷을 적게 처리한 라우터를 포함한 경로로 선택하게끔 하여 그림 2와 같은 결과가 나올 것으로 예상된다. 대부분의 노드가 비슷한 양의 패킷을 처리한다는 것은 전체 네트워크의 자원을 균형있게 활용하여 관리가 용이해지는 장점이 있다.

다만 기존의 라우팅 알고리즘을 사용했을 때보다 Delay와 Hop count가 증가할 수 있다고 예상되는데, 해당 문제는 Usage를 계산하는 방법과 SPF에 더하는 비율을 조절하여 기존 네트워크의 성능과 비슷한 결과를 도출 할 수 있다고 생각한다.

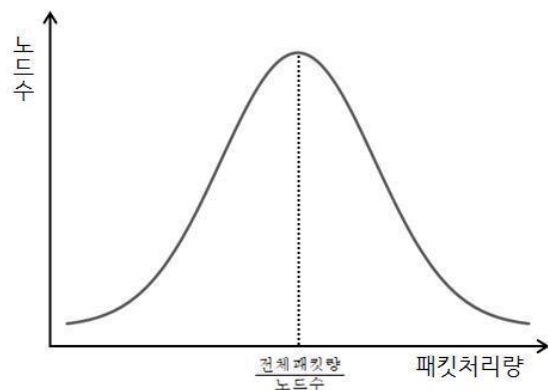


그림 2. 예상 결과 그래프

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 기존 네트워크에서 네트워크 자원의 불균형적인 사용에 따른 문제를 해결하기 위해서 향후 표준화가 될 SR에 대한 알고리즘을 제시하였다. 제안한 기법은 기존 delay를 줄이려는 방법이 아닌 네트워크 자원을 모두 균등하게 활용하기 위한 방안으로 네트워크 관리 측면에서 효율을 높이는데 기여할 것으로 예상된다.

향후 연구로는 SR을 제안한 단체에서 만든 Rose Project Open Source를 통해 실험환경을 구성하여 제안된 기법의 효율성을 증명하려고 한다. 나아가 해당 알고리즘을 SR의 정책에 적용하는 방안까지 연구할 예정이다.

References

- [1] C. Filsfils et al., "Segment routing architecture," *draft-filsfils-spring-segment-routing*, 2014.
- [2] C. Filsfils et al., "Segment routing with MPLS data plane," *draft-filsfils-spring-segment -routing-mpls*, 2014.
- [3] Software-Defined Networking (SDN) Definition [Internet]. Available : <https://opennetworking.org/sdn-definition/>.
- [4] Jeong Yun Kim, "Study on Segment Routing Technology Using Path Computation Element," *The Institute of Electronics and Information Engineers*, Jeju Island, KOR, pp. 1742-1744, June. 2015.
- [5] A. Sgambelluri, F. Paolucci, A. Giorgetti, F. Cugini and P. Castoldi, "SDN and PCE implementations for segment routing," *2015 20th European Conference on Networks and Optical Communications - (NOC)*, London, UK, pp. 1-4, 2015.
- [6] Z. N. Abdullah, I. Ahmad and I. Hussain, "Segment Routing in Software Defined Networks: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 21, no. 1, pp. 464-486, 2019.
- [7] Youngjun Choi, Taewook Kwon, "Design and Implementation of The EIGRP based on the SDN," *Journal of Korea Multimedia Society* Vol.22, No.2, pp. 178-185, February. 2019.
- [8] Ming-Chieh Lee, Jang-Ping Sheu, "An efficient routing algorithm based on segment routing in software-defined networking," *Computer Networks*, Volume 103, pp. 44-55, 2016.
- [9] L. Davoli, L. Veltri, P. L. Ventre, G. Siracusano and S. Salsano, "Traffic Engineering with Segment Routing: SDN-Based Architectural Design and Open Source Implementation," *2015 Fourth European Workshop on Software Defined Networks*, Bilbao, ESP, pp. 111-112, 2015.
- [10] A. Sgambelluri, F. Paolucci, A. Giorgetti, F. Cugini, and P. Castoldi, "Experimental Demonstration of Segment Routing," *Journal of Lightwave Technology*, Vol.4, pp. 205-212, 2016.
- [11] P. L. Ventre et al., "Segment Routing: A Comprehensive Survey of Research Activities, Standardization Efforts, and Implementation Results," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 23, no. 1, pp. 182-221, 2021.