

콘텐츠 중심 네트워킹 환경에서 SDN 컨트롤러를 이용한 효율적인 트래픽 제어 기법

손재혁⁰, 홍충선*
 경희대학교 컴퓨터공학과
 sonjaehyeok@khu.ac.kr, cshong@khu.ac.kr

Efficient Traffic Control Method in Content Centric Networking Environment Using SDN Controller

Jaehyeok Son⁰, Choong Seon Hong*
 Department. of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

콘텐츠 중심 네트워킹(CCN), 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN) 기술과 같이 새로운 네트워킹 방안들이 현재 인터넷의 문제점들을 개선하기 위한 방안으로 제시되고 있다. 이 밖에도 미래 인터넷 기술과 관련한 많은 연구들이 활발히 진행 되고 있는 추세이다. 본 논문에서는 콘텐츠 중심 네트워킹과 소프트웨어 정의 네트워킹의 연동을 통하여 기존 CCN 환경에서 Interest Packet의 전송 시 발생하는 트래픽을 효율적으로 제어 할 수 있는 방안을 제안한다. 이에 본 논문에서는 인기도에 기반 하여 중요 콘텐츠(VIP)를 선정하고 해당 콘텐츠에 대한 Interest Packet의 새로운 전송 방안을 통해 본 논문의 제안사항이 기존 CCN보다 적은 양의 트래픽을 통한 패킷 송수신이 가능함을 보인다.

1. 서 론

현재, 미래 인터넷과 관련한 다양한 연구들이 진행 중에 있으며, IOT, SOA, SDN, ICN 등과 같이 사용자의 요구와 현재 인터넷의 한계 극복에 초점을 두어 많은 기술과 네트워킹 방식들에 대한 새로운 접근과 더불어 이를 개발하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 이 중 새로운 네트워킹 방식에 대한 연구로 콘텐츠 중심 네트워킹[1]인 CCN과 Programmable 네트워킹 방식의 일종인 SDN[2]에 대한 연구를 예로 들 수 있다. CCN은 패킷의 전송 경로 상에 존재하는 라우터들 상에 콘텐츠의 캐싱을 통해 반복되는 요청에 대한 응답을 보다 빠르게 할 수 있는 장점을 지니며, SDN은 중앙 제어를 통해 경로의 정보를 확인 할 수 있고 네트워크 관리측면에서 이점을 지닌다고 할 수 있다. 또한 이처럼 중앙 집권 관리를 통해 다양한 변화에 대해 유연함을 보일 수 있는 장점을 갖는다. 하지만 다른 네트워킹 방식들과 마찬가지로 CCN 및 SDN 또한 단점을 지니고 있다. 예를 들어, CCN의 경우 패킷이 전송되는 경로에 존재하는 라우터들 중 어떠한 라우터에 콘텐츠가 캐싱이 되어야 하는지 결정하는데 있어 어려움을 겪고 있고 SDN의 경우 모든 노드들의 대한 정보를 컨트롤러에게 전송하는 과정에서 생기는 오버헤드를 고려해야 한다는 문제를 지니고 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 두 방식이 지니는 장점을 이용하고 단점을 상호 보완하여 두 방식을 연동하는 연구들 또한 진행되고 있는 경향을 보인다. [3]에서와 같이 효율적인

통합 방안이 대두되고 있는 가운데 본 논문에서는 CCN 환경에서 Interest Packet을 전송하는 과정에서 발생하는 트래픽 문제를 해결하기 위해 컨트롤러를 네트워크상에 도입하여 기존 CCN에서 Broadcasitng을 통해 전송되는 Interest Packet을 콘텐츠가 캐싱된 특정 라우터로 Unicasting 할 수 있는 방안을 제안한다.

2. 관련 연구

2.1. OpenFlow 스위치에 CCN의 기능을 제공하기 위한 연구

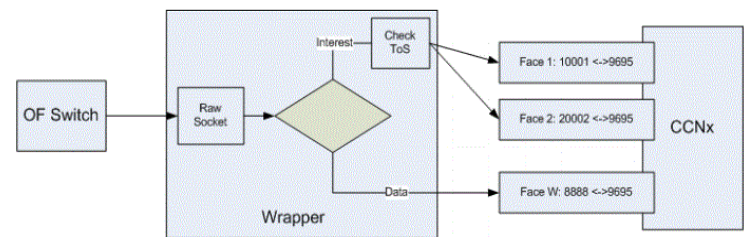


그림 1 Wrapper를 이용한 OpenFlow스위치와 CCNx와의 연결

그림 1에서는 OpenFlow스위치가 CCNx에서 CCN의 기능을 하기 위해 Wrapper를 사용하는 모습을 나타낸다 [4]. 해당 연구에서는 제 3의 모듈을 구성하여 SDN과 CCN의 연동을 구현하는 모습을 보인다.

2.2. Information Centric Networking

본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2015년 정보통신/방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음. *Dr. CS Hong is the corresponding author

IP기반 통신과는 다르게 Name-Based통신을 지향하는 네트워킹 방식으로, 패킷의 송, 수신시 경우 kiise/papers/version과 같이 계층적 이름 구조 형식으로 데이터를 요청하고 해당하는 데이터를 수신 받는 방향으로 통신이 이루어진다[1,5]. 이에 따라 Named Data Networking(NDN), CCN 등의 포괄적인 개념을 담고 있는 방식으로 널리 알려져 있다.

3. 제안 사항

3.1. Interest Packet의 Unicast 전송 기법

기존 CCN에서 Interest Packet에 대한 전송 메커니즘은 그림 2에 나타나 있다.

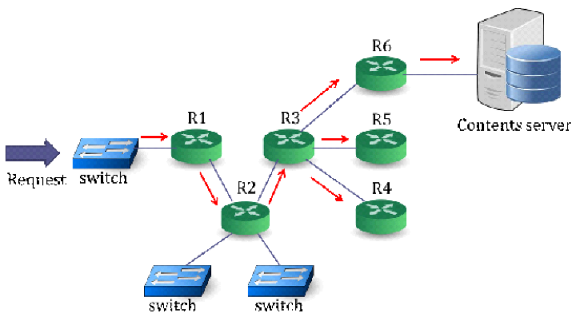


그림 2 기존 CCN환경에서 Interest Packet의 전송 메커니즘

이는 Broadcasting을 이용한 방법으로 Next Hop에 Interest Packet을 전송하여 요청한 콘텐츠를 찾아 Reverse Path를 이용하여 사용자에게 해당 콘텐츠를 전송하도록 하는 메커니즘을 갖는다. 하지만 네트워크상에 존재하는 다양한 Client들의 무수히 많은 요청은 곧 트래픽 부하 혹은 네트워크 혼잡 문제로 이어질 수 있다. 따라서 본 논문에서는 그림 3과 같이 CCN네트워크 환경에 컨트롤러를 도입하여 이처럼 많은 Interest Packet으로부터 발생 할 수 있는 네트워크 트래픽 문제를 해결하기 위해 Unicast 전송 방식을 제안 한다.

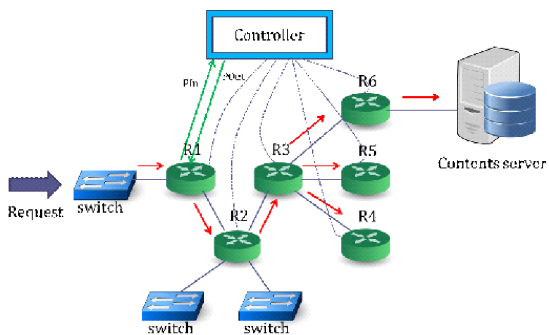


그림 3 CCN 환경에서 Interest Packet의 새로운 전송 방식을 위한 컨트롤러의 도입 또한 그림 3은 콘텐츠를 최초로 요청하는 경우, 컨트롤

러가 지정한 룰에 의해 기존 CCN의 동작과 마찬가지로 해당 요청에 대한 Interest Packet을 Broadcasting하여 서버로부터 콘텐츠를 받아올 수 있음을 보여준다. 그림 4에는 R6에 사용자가 요청하는 콘텐츠가 있는 경우(이미 라우터에 해당 콘텐츠가 캐싱되어 있는 경우) Interest Packet이 Unicasting을 통해 전송되는 과정을 나타낸다.

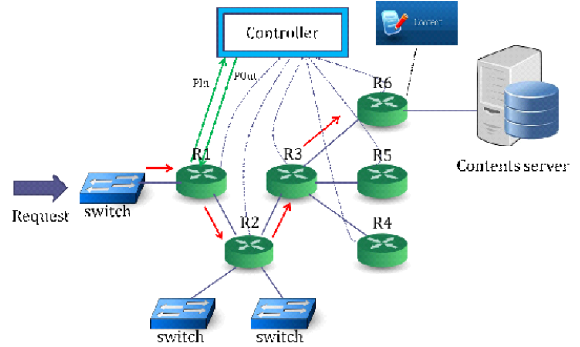


그림 4 Interest Packet의 Unicasting 메커니즘 즉, 본 논문에서 제안하는 메커니즘은 요청된 콘텐츠에 대한 정보를 컨트롤러가 인지하고 있는 경우, 해당 콘텐츠에 대한 Interest Packet은 Unicasting을 통해 목적지로 일대일 전송을 보장하며, 컨트롤러에 의해 인지되지 않은 콘텐츠에 경우에는 기존 CCN의 동작과 마찬가지로 해당 Interest Packet은 Broadcasting을 통해 전송되는 메커니즘을 갖는다.

3.2. 컨트롤러와 라우터 간 콘텐츠 정보 교환

앞 절에서 컨트롤러에 의해 인지된 콘텐츠의 경우, Unicasting을 이용한 Interest Packet의 전송이 가능한 것을 언급하였다. 본 절에서는 라우터에 캐싱된 콘텐츠의 정보를 컨트롤러에서 인지하는 과정에 대하여 언급한다. 그림 5는 라우터에 캐싱된 콘텐츠 정보를 컨트롤러에게 전달하는 과정을 보여준다.

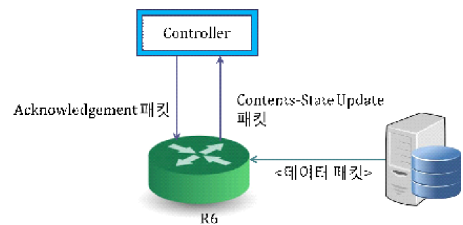


그림 5 콘텐츠 정보 전송 과정

이에 따라 컨트롤러는 각 라우터에 캐싱된 콘텐츠에 대한 정보를 표 1과 같이 인지할 수 있으며 이를 바탕으로 Flow Table을 업데이트하여 3.1절에서 언급한 것과 같은 메커니즘을 수행한다.

표 1 컨트롤러에 저장된 콘텐츠 정보 리스트

콘텐츠	요청 노드	콘텐츠 위치
A	R1	R6
B	R2,R4	R5
...
Unknown		Undefined

3.3. 인기도(Popularity) 기반 중요패킷(VIP) 선정

본 절에서는 인기도를 기반으로 중요패킷인 Very Important Packet(VIP)을 선정하여 인기도 조건을 만족하는 패킷의 경우에만 컨트롤러에게 해당 콘텐츠에 대한 정보를 전송하는 것을 제안한다. 이는 모든 콘텐츠에 대하여 컨트롤러에게 콘텐츠 정보를 전송하는 경우 생기는 오버헤드를 최소화하며, 자주 요청되는 콘텐츠에 한하여 앞 절에서 언급한 메커니즘이 적용되므로 보다 효율적인 트래픽 관리가 가능해진다. 먼저 라우터에 캐싱된 콘텐츠는 일정 시간동안 요청 수에 따라 카운트 되고 이 후, 누적 카운트 수가 정해진 범위 이상인 경우 콘텐츠의 정보를 컨트롤러에게 전송한다. 이처럼 특정 시간동안 요청되는 수가 많은 콘텐츠의 정보가 컨트롤러에게 제공되므로 해당 콘텐츠를 요청하는 Interest Packet으로 인해 발생하는 트래픽 문제를 해결 할 수 있다.

4. 성능 평가

본 논문에서는 3장의 그림 2에서 보이는 것과 같이 토폴로지를 구성하고, R6에 높은 인기도(high-popularity)의 콘텐츠가 캐싱된 경우로 가정한다. 이 때, 해당 콘텐츠를 100번 반복 요청 하였을 때 네트워크상에 Interest Packet의 수를 그림 6에 나타내었다. 그림 6에서 각 링크를 지나가는 Interest Packet을 보면 요청에 해당하는 콘텐츠를 갖고 있지 않은 노드들을 연결하는 링크에는 Interest Packet이 수신 되지 않는다. 따라서 기존 CCN보다 더 적은 양의 트래픽으로 CCN의 기능을 제공하며 보다 효율적인 패킷 송수신이 가능하다.

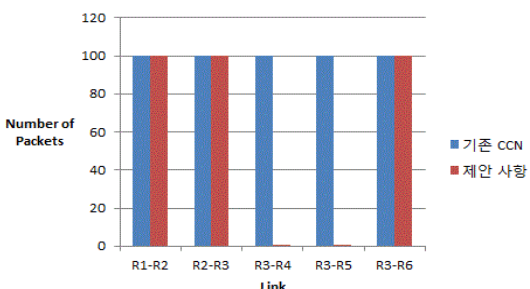


그림 6 네트워크상의 Interest Packet 수

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 기존 CCN의 Interest Packet 전송 시 발생하는 트래픽 문제를 개선하기 위해 컨트롤러와의 연동을 통해 새로운 Interest Packet의 전송방식을 제안하였다. 이는 CCN 환경에서 네트워크 트래픽의 효율적인 관리와 더불어 중요한 패킷의 경우 일대일 통신을 보장 한다는 장점을 갖는다. 반면에 본 논문은 인기도를 기반으로 중요한 패킷을 정의 하였지만 향후 연구에는 이 밖에도 Application Requirement, Level of Security, 네트워크 상태 등과 같은 다양한 요인들을 고려하여 중요한 패킷을 선정하는 알고리즘을 확립 할 것이고 해당 패킷에 제안한 메커니즘을 적용 하여 전체 네트워크 처리량에 대한 평가 및 컨트롤러의 사용으로 인해 발생하는 지연이 미치는 영향에 대한 연구도 진행 할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] Van Jacobson, Diana K. Smetters, James D. Thornton, Michael F. Plass, Nicholas H. Briggs, Rebecca L. Braynard "Networking Named Content", CoNEXT '09 Proceedings of the 5th international conference on Emerging networking experiments and technologies, pp. 1-12, 2009
- [2] Sezer, S, Scott-Hayward, S., Chouhan, P.K., Fraser B., Lake, D., Finnegan, J., Viljoen, N., Miller, M. Rao, N., "Are We Ready for SDN? Implementation Challenges for Software-Defined Networks, IEEE Communications Magazine, pp. 36-43 July 2013
- [3] Hongbin Luo, Jianbo Cui, Zhe Chen, Mingshuang Jin, and Hongke Zhang, "Efficient Integration of Software Defined Networking and Information-Centric Networking with CoLoR", Global Communication Conference 2014 IEEE, pp. 1962-1967, 2014
- [4] Xuan Nam Nguyen, Damien Saucez, Thierry Turletti "Providing CCN functionalities over OpenFlow switches" [Research Report] 2013. <hal-00920554>
- [5] Mayutan Arumathurai, Jiachen Chen, Edo Monticelli, Xiaoming Fu, Kadangode K. Ramakrishnan, "Exploiting ICN for flexible management of software-defined networks", INC '14 Proceedings of the 1st international conference on Information-centric networking, pp. 107-116, September 2014