

TCP 개선 관련 IETF 표준화 기술 분석

김평수

한국산업기술대학교

pskim@kpu.ac.kr

IETF Standardization Technology for TCP Improvement

Pyung Soo Kim

Korea Polytechnic University

요약

최근 들어 네트워크 성능의 비약적인 발달로 인해 기존의 TCP로는 최근 고속화된 네트워크 성능을 충분히 활용하기에 제약이 따르고 있음을 확인할 수 있다. 본 논문에서는 전송 프로토콜 TCP의 한계점을 개선하기 위한 IETF 표준 기술을 분석한다.

I. 서론

현재까지 가장 널리 사용되고 있는 전송 프로토콜은 1970년에 개발된 TCP(Transmission Control Protocol)이며, 이 프로토콜은 데이터를 패킷으로 변환하여 인터넷으로 전송하는 역할을 한다. 국제표준화 기구인 IETF(Internet Engineering Task Force)의 발표에 따르면 인터넷 트래픽의 약 90% 이상이 TCP를 이용하여 전송되고 있다. 하지만, 최근 들어 네트워크 성능의 비약적인 발달로 인해 기존의 TCP로는 최근 고속화된 네트워크 성능을 충분히 활용하기에 제약이 따르고 있다[1][2].

II. 본론 및 결론

□ TCP 기반의 TFO와 SCTP 표준기술의 제약점

TCP Fast Open(TFO, IETF RFC 7413) 표준 기술은 TCP의 3-Way Handshake 방식으로 발생하는 전송왕복시간(RTT, Round Trip Time) 및 지연(Latency)의 한계를 극복하려는 노력으로 TCP SYN 과정 중에 데이터를 담아 전달함으로써 보다 빠르게 웹 콘텐츠를 전송하기 위한 기술이다. Stream Control Transmission Protocol(SCTP, IETF RFC 4960)은 TCP의 HOL 차단 문제를 해결하기 위한 표준 기술이다. TCP의 HOL 차단 현상 때문에 패킷이 손실되는 경우 멀티플렉싱된 HTTP와 같은 응용프로그램이 버퍼링 된 일부 패킷을 사용할 수 있음에도 불구하고 TCP는 후속 패킷을 성공적으로 재전송 할 때까지 버퍼링한다. 실제로, 일부 비디오 관련 HTTP/2의 적용의 경우에서 손실 연결로 인한 성능 저하가 나타나는 경우도 있는 것으로 확인되었다. 결국, 패킷 손실률이 증가하면 HTTP/2의 성능도 저하된다는 뜻이다.

하지만, TFO와 SCTP 모두 네트워크 고착화(Ossification) 문제로 적용 및 확산에 어려움을 겪었다. 두 프로토콜 모두 서버-클라이언트 사이에 있는 TCP와 UDP만 허용하는 방화벽(Firewall), NAT(Network Address Translation), 라우터 등의 미들박스에 의해 근본적으로 차단되는 경우가 많다. 다시 말해서, 미들박스들이 이 두 프로토콜 기반의 전송 패킷을 악의적이거나 뭔가 잘못되었다고 판단하고 차단해 버리는 것이다. 또한, 보통 네트워크 스택의 전송 프로토콜 계층에서 뭔가를 기능적으로 변경한다는 것은 보통 운영체제 커널에서 프로토콜을 변경하여 구현하는 것을 의미한다. 하지만, 새로운 운영체제 커널을 갱신하고 배포하는 과정은 상당한 노력과 시간이 필요하다. 이 때문에 IETF에서 표준으로 개발된 TCP

관련 개선 기술들이 광범위하게 배포되거나 사용되지 않고 있는 것이 현실이다.

□ UDP 기반의 QUIC 및 HTTP/3 표준화

TFO 및 SCTP와 같은 TCP 개선 프로토콜의 근본적인 문제가 전송계층 프로토콜인 TCP 자체에 있음을 인지하게 되었다. 이를 해결하기 위해 구글 중심으로 UDP 기반의 표준화 기술 연구가 시작되었으며 최근 전송 QUIC 기술과 QUIC 기반의 HTTP 프로토콜인 HTTP/3 표기술이 표준화 마무리 되었다. 과거 구글이 IETF에서 SPDY를 통해 HTTP/2의 표준화를 이끌었듯이, 최근 들어 QUIC을 통해 HTTP/3 역시 이끌게 되었다. 2017년1월부터 'Hypertext Transfer Protocol (HTTP) over QUIC'으로 시작된 표준화는 2018년 12월부터 'Hypertext Transfer Protocol Version 3(HTTP/3)'로 이름을 변경하였으며, 2020년9월 draft-ietf-quic-http-31 버전으로 WG Last-Call을 마무리한 후 IESG에서 최종 검토에 들어갔으며, 2021년 2월 현재 draft-ietf-quic-http-34 버전까지 업데이트가 되었다. 한편, QUIC WG은 HTTP/3 이외에 다른 종류의 프로토콜을 전송해야 한다는 요구를 만족시키기 위해 IETF 버전의 전송 QUIC 프로토콜을 별도로 표준화하였고 HTTP/3과 마찬가지로 WG-Last Call을 마무리하고 RFC 출판을 위한 IESG 검토 중에 있다. HTTP/3은 IETF에서 QUIC과의 협력적이고 반복적인 표준화 프로세스를 통해 발전하였고, 조만간 RFC 출판을 앞둔 중요한 순간에 있다고 할 수 있다. 약 4년 동안 22번의 대면 회의, 1,800 건의 이슈 제기 및 수천 건의 이메일을 주고 받은 끝에 전송 QUIC은 물론 전송 QUIC 기반의 HTTP/3 표준 개발을 동시에 마무리한 것이다. HTTP/2 표준이 배포된지 6년만의 일이고, QUIC이 대체하고자 하는 기본 전송 프로토콜인 TCP가 완성된지 40년만의 일이다.

참고 문헌

- [1] 김평수, "인터넷 서비스 향상을 위한 Google의 연구 개발 분석," 한국통신학회논문지, 제44권, 제2호, pp. 288-298, 2019.
- [2] M. Kosek, T. Shreedhar, V. Bajpai, "Beyond QUIC v1 - A First Look at Recent Transport Layer IETF Standardization Efforts", IEEE Communications Magazine, vol. 59, issue 4, April 2021.