

Proxy 를 활용한 사물인터넷 서비스 QUIC 적용 기법 설계

남혜빈, 정중화, 최동규, 고석주*
경북대학교 컴퓨터학부

hbnam129@gmail.com, *sjkoh@knu.ac.kr

Design of Scheme for Applying QUIC to IoT Services Using Proxy

Hye-Been Nam, Joong-Hwa Jung, Dong-Kyu Choi, Seok-Joo Koh*
Kyungpook National Univ.

요 약

사물인터넷 및 모바일 인터넷 서비스가 급격히 증가하면서 TCP 의 한계가 드러나고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 IETF 에서는 QUIC 프로토콜 표준을 개발 중에 있다. TCP 와 달리 QUIC 에서는 연결설정에 소요되는 시간을 단축시키기 위해 0-RTT, 1-RTT 기법이 사용되며, 멀티 스트리밍 기법이 적용되어 TCP 의 Head-of-Blocking 문제가 해결되었다. 하지만 이러한 QUIC 은 웹 서비스에서는 빠르게 배포되고 있지만 웹을 제외한 나머지 서비스에 적용되기 위한 연구는 활발히 진행되고 있지 않다. 본 논문에서는 QUIC 을 사물인터넷 서비스에 적용하기 위한 연구를 수행하였으며, 간단한 테스트베드를 구현하여 연구 검증하였다.

I. 서 론

최근 다양한 사물인터넷 및 모바일 인터넷 서비스가 급격히 증가하면서 인터넷 트래픽을 더욱 빠르고 효율적으로 전송하기 위한 기술 개발 중요성이 커지고 있다[1]. 특히 HyperText Transfer Protocol (HTTP) 기반의 웹 서비스 성능 개선을 위한 많은 연구들이 진행되었으며, 주로 Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP), Stream Control Transmission Protocol (SCTP)[2] 등의 기존 수송 계층 프로토콜을 효율적으로 활용하는 이슈들이 논의되어 왔다.

한편 응용 계층은 수송 계층이 제공하지 않는 서비스 개발에 필요한 기능을 제공한다. 다양한 웹 기반 서비스가 등장함에 따라 HTTP 프로토콜도 더욱 다양한 기능과 높은 성능을 제공하기 위해 꾸준히 발전하여 2015 년 HTTP/2 가 표준화되었다. HTTP/2 는 HTTP/1.1 에 비해 체감 지연 시간을 현저히 개선하였다. 하지만 HTTP/2 또한 TCP 기반으로 설계되었기 때문에 Head-of-Line Blocking (HoLB) 문제 및 느린 연결설정 시간 등과 같은 TCP 의 비효율적 특징을 모두 상속하였다. 한편, 인터넷 표준화 기구인 Internet Engineering Task Force (IETF) 에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 QUIC 프로토콜 표준을 개발 중에 있다.

TCP 가 가지는 문제들의 근본적인 해결을 목표로 Google 에 의해 개발된 QUIC 은 IETF 에서 표준화가 진행되고 있다. 아직 QUIC 개발은 초기 단계에 있으며, 웹 서비스를 제외한 나머지 서비스에서 서버 또는 클라이언트 프로그램이 QUIC 을 지원하는 사례는 드물다. 본 논문에서는 적은 수정으로 사물 인터넷 서비스에서 발생하는 트래픽을 줄이고, 통신 성능을 향상시키기 위해 기존 플랫폼에 QUIC 프로토콜 적용을 위한 QUIC-Proxy 기법을 제안한다.

본 논문은 2 장에서 QUIC 과 사물인터넷 플랫폼 구조를 관련 연구로 소개한다. 3 장에서 사물인터넷 서비스에 빠른 QUIC 적용을 위한 QUIC-Proxy 기법을 제안하고, 4 장에서 검증한 후 5 장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

QUIC 은 TCP 가 제공하는 기능을 제공하면서 TCP 의 고질적인 문제를 해결하여 웹의 성능을 향상시키기 위해 고안된 차세대 수송 프로토콜이다. TCP 와 SCTP 처럼 QUIC 은 응용 프로그램에게 전달받은 데이터 교환을 위해 연결 설정을 수행한다. 하지만 QUIC 은 TLS 1.3 을 프로토콜 내부적으로 포함하여 TCP 및 SCTP 에 비해 매우 간결한 연결 설정 (1-RTT 또는 0-RTT) 절차를 가진다. 이러한 특징은 IP 의 변화가 자주 발생하는 모바일 환경에서 동작하는 스트리밍 서비스에 매우 좋은 성능을 발휘한다.

이처럼 QUIC 은 몇몇 측면에서 TCP 보다 월등히 뛰어난 성능을 제공하며, 더욱 빠른 웹 서비스를 위해 QUIC 은 매우 활발히 사용되고 있다. 하지만 이는 웹 서비스에 국한될 뿐 사물인터넷과 같은 웹이 아닌 다른 서비스에 QUIC 을 적용하기 위한 연구는 미비한 수준이다. 때문에 본 논문에서는 기 개발된 사물인터넷 플랫폼에 큰 수정작업 없이 QUIC 을 적용시키기 위한 QUIC-Proxy 기법을 제안한다.

사물 인터넷 플랫폼은 서비스 개발에 필요한 기술적 기반을 제공하는 플랫폼으로, 비즈니스와 기술을 연결하는 역할을 한다. 많은 기업들이 사물 인터넷 비즈니스 시장에서 성공하기 위해 이러한 플랫폼을 이용하여 빠른 주기로 새로운 센서 및 디바이스, 데이터 분석 기법 및 참신한 서비스 등을 개발하고 있다. 삼성전자의 SmartThings, LG CNS 의 INFIoT 부터 Google 의 Cloud IoT, Microsoft 의 Azure IoT 까지 국내·외로 매우 다양한 플랫폼들이 개발되고 있다.

서비스에 따라 다른 시스템 및 통신 구조를 가지지만 보편적인 사물 인터넷 서비스들 및 플랫폼은 클라우드로서, 에지 게이트웨이 그리고 단말 기기로 구성된다. 클라우드 서버와 단 말기기는 직접적으로 통신을 할 수도 있지만 일반적으로 트래픽 또는 지연 시간을 줄이기 위해 에지 게이트웨이를 경유하여 통신한다. 단말 기기의 상당수는 배터리, 처리 능력이 떨어지기 때 문에 에지 게이트웨이와 UDP 기반 CoAP 으로 통신을 하며, 에지 게이트웨이와 클라우드 서버는 TCP 기반 CoAP 을

사용한다. 그림 1 은 일반적인 사물 인터넷 서비스 통신 구조를 보여준다.

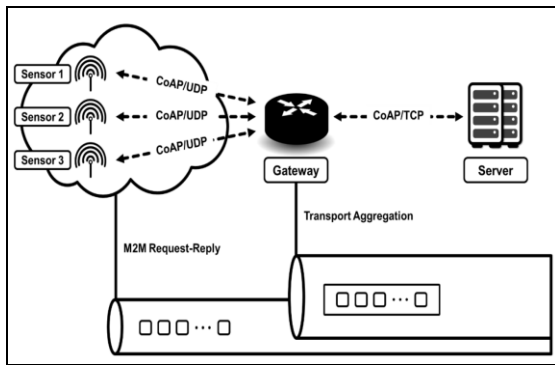


그림 1. 일반적인 사물인터넷 플랫폼 통신 구조

III. 제안 기법

기존 사물인터넷 플랫폼에 빠른 QUIC 적용을 위한 제안 기법의 시스템은 5 개의 구성요소, 즉, IoT Device, IoT Server, User Device, NQUIC-Proxy (North QUIC-Proxy) 그리고 SQUIC-Proxy (South QUIC-Proxy)로 구성된다. IoT Device, IoT Server, User Device 는 일반적인 사물 인터넷 플랫폼 에서와 같은 역할을 수행한다. SQUIC-Proxy 는 IoT Device 주위에 위치한 프록시로, IoT Device 로 부터 수집된 정보를 모아서 NQUIC-Proxy 에 전달하는 역할을 수행한다. NQUIC-Proxy 는 수신한 센싱 정보를 IoT Server 에 전달 및 사용자로부터 수신한 서비스 요청을 처리하는 역할을 수행한다. 그림 2 는 제안 기법의 구조를 보여준다.

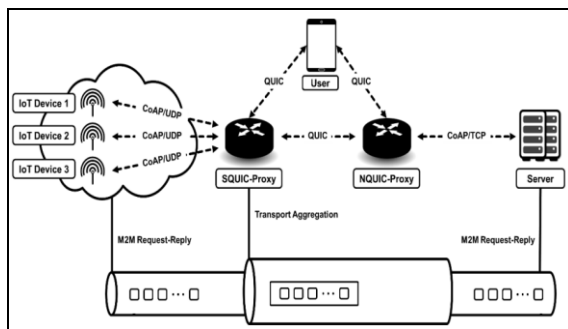


그림 2. QUIC-Proxy 시스템 개요

본 논문에서 IoT Device 로부터 전달되는 CoAP 메시지는 SQUIC-Proxy 에서 QUIC 메시지로 변환되기 위해 2 개의 옵션을 포함한다. 첫 번째 옵션은 Session ID 로, 해당 옵션의 임시적인 Type 으로 100 을 사용하였으며, Value 필드에는 Session 생성 시 SQUIC-Proxy 로부터 전달받은 Session ID 값이 포함된다. 해당 옵션의 경우에는 데이터 전달을 위한 모든 CoAP 메시지에 포함되어야 한다.

두 번째 옵션은 Max-Age 옵션이다. Max-Age 옵션은 기존 CoAP 에서 사용되고 있는 옵션으로 본래의 의미는 센서 디바이스가 서버에 리소스 값이 임시 저장될 수 있는 기한을 알리기 위해 사용된다. 본 기법에서 Max-Age 는 IoT Device 가 SQUIC-Proxy 에게 메시지를 NQUIC-Proxy 로 보내기 전 임시 저장할 수 있는 기한을 알리기 위해 사용된다. 본 기법에서 SQUIC-Proxy 는 Max-Age 만료 또는 동일한 Session 으로 2 개 이상의 메시지가 수신된 경우에 메시지를 NQUIC-Proxy 에 전달한다. IoT Device 는 Max-Age 를 0 으로 설정하여 메시지를 전달하면 임시 저장 없이 바로 Server 로 메시지를 전달할 수 있다.

IV. 제안 기법

본 논문에서는 제안 기법의 성능을 검증하기 위해 NQUIC-Proxy, SQUIC-Proxy 와 해당 프록시가 통신을 수행하는 간단한 Server-Client 프로그램을 구현하였다.

또한, 제안 기법의 동작 및 성능 검증을 위해 간단한 테스트베드를 구축하였다. 테스트베드는 프로그램을 컨테이너화 하여 성능 검증을 수행하였다. 네트워크 환경과 단말의 개수를 유연하게 제어할 수 있도록 하기 위해 Docker 와 NS-3 를 사용하였다.

우리는 제안 기법의 성능 검증을 위해 링크 지연에 따른 평균 전송 지연 시간을 기존 기법과 비교하였다. 그림 3 은 성능 검증 결과를 보여준다. 지연 비교 그림에서 우리는 링크 지연이 큰 환경에서 제안 기법이 기존 기법에 비해 우수한 성능을 보여준다는 것을 확인할 수 있다. 이러한 성능 향상은 제안 기법의 단일 연결 및 다중 스트림 관리, 메시지 병합 기능과 QUIC 의 이점에서 얻을 수 있었다.

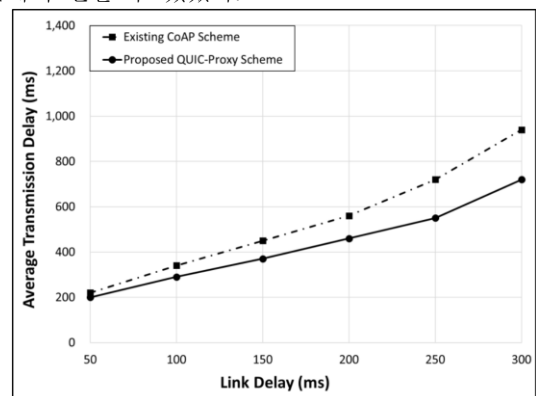


그림 3. 링크 지연에 따른 평균 전송 지연 비교

V. 결론

최근 IETF 에서 개발중인 QUIC 은 차세대 수송 프로토콜로 주목받고 있다. QUIC 은 매우 빠르게 개발되고 있지만 사물인터넷에 도입되기까지는 많은 시간이 걸릴 것으로 예상된다. 본 논문은 QUIC 프로토콜을 사물 인터넷 서비스에 적용하기 위한 QUIC-Proxy 기법을 제안하였다. 제안 기법을 활용할 경우 큰 수정없이 QUIC 을 쉽게 서비스에 적용하여 QUIC 의 장점을 활용할 수 있다. 실제로 간단한 테스트베드를 구현하여 제안 기법이 높은 지연을 갖는 네트워크 환경에서 좋은 성능을 보여준다는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 2021 년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20002214)

참 고 문 헌

- [1] Daniele Miorandi, Sabrina Sicari, Francesco De Pellegrini, and Imrich Chlamtac, "Internet of things: Vision, applications and research challenges," Ad Hoc Networks, vol. 19, pp. 1497-1516, Sep. 2012.
- [2] J. Posetel, "SCTP: new transport protocol for TCP/IP," IEEE Internet Computing, vol. 5, no. 6, pp. 64-69, Nov. 2001.