

# HTTP 3.0 기반 웹소켓, WebTransport 프로토콜의 표준화 논의 시작

김평수 한국산업기술대학교 전자공학부 교수

## 1. 머리말

최근 IETF QUIC WG(Working Group)에서는 데이터그램 패킷 교환 방식인 UDP(User Datagram Protocol)를 기반으로 하는 전송프로토콜인 HTTP 3.0(HTTP over QUIC)에 대한 표준화를 마무리하고 있다. 이에 따라, 기존 가상 회선 패킷 교환 방식인 TCP(Transmission Control Protocol)를 기반으로 하는 HTTP 1.1 및 HTTP 2.0 표준을 활용하던 웹소켓(WebSocket) 프로토콜 역시 새로운 표준화를 계획하게 되었다. 본고에서는 HTTP 3.0 기반에서의 새로운 웹소켓 프로토콜인 WebTransport 표준 기술에 대한 새로운 표준화 시작을 논의하기 위해 2019년 11월 16일부터 22일까지 개최된 106차 IETF 총회에서 처음 진행된 WebTransport BOF(Birds of a Feather) 회의 결과를 소개한다.

## 2. 새로운 웹소켓 프로토콜인 WebTransport 표준화 논의 시작

### 2.1 기존 웹소켓 표준 기술

웹소켓(WebSocket)은 하나의 TCP 접속에 전이중(full-duplex 양방향) 통신 채널을 제공하는 전송 프로토콜로서 웹에서 사용하는 소켓(Socket)으로 생각하면 된다. 웹소켓은 다음과 같이 HTTP 1.1 기반 및 HTTP 2.0 기반으로 표준이 개발되었으며, IETF 내 BiDirectional or Server-Initiated HTTP(hybi) WG과 HTTP(httpbis) WG에서 표준화가 각각 진행되었다.

- (HTTP 1.1 기반) The WebSocket Protocol, RFC 6455, December 2011
- (HTTP 2.0 기반) Bootstrapping Websockets over HTTP, RFC 8441, September 2018

위의 HTTP 기반의 웹소켓을 다양한 브라우저들에서 지원하고 있으며 PC 브라우저들뿐만 아니라 모바일 브라우저에서도 지원하고 있다. 한편, 웹소켓 API는 W3C(World Wide Web Consortium)에 의해서 표준으로 개발하였다.

위에서 언급했듯이, 웹소켓은 HTTP 표준 기술과의 호환을 기반으로 하고 있는 동시에 HTTP의 제약점을 해결하는 것을 목표로 하고 있다. 웹소켓과 HTTP 프로토콜 모두 OSI 모델의 제7

계층에 위치해 있으며 제4계층의 TCP에 의존한다. HTTP는 클라이언트인 웹브라우저가 웹서버에 새로운 내용이 있는지 주기적으로 요청하는 폴링(Polling) 방식이라면 웹소켓은 클라이언트와 웹서버가 연결을 유지한 상태에서 웹서버가 클라이언트에게 데이터를 전송해 주는 푸시(Push) 혹은 스트리밍(Streaming) 방식이다. 웹소켓은 HTTP와 HTTPS 포트인 80과 443 위에 동작하도록 설계되었으며 HTTP 프록시 및 중간층을 지원하도록 설계되었으므로 HTTP 프로토콜과 호환이 된다. HTTP와 호환이 된다는 것은 웹소켓 연결을 맺는 과정에서 HTTP가 개입한다는 의미다.

웹소켓을 사용하기 위해서는 HTTP에서 웹소켓으로의 프로토콜 전환 과정인 웹소켓 핸드셰이크(HandShake)가 필요하다. 웹소켓 핸드셰이크 과정은 클라이언트인 웹브라우저가 웹서버에 일반 HTTP 요청을 보내는 것으로 시작한다. HTTP 업그레이드 헤더를 사용하여 HTTP 프로토콜에서 웹소켓 프로토콜로 변경한다. 클라이언트가 HTTP에서 웹소켓으로 전환하려는 요청을 하기 위해 업그레이드(Upgrade) 속성을 헤더에 추가하여 서버에게 보내는 것이다. 이 요청을 받은 서버가 웹소켓 프로토콜을 지원하면 업그레이드에 동의하며 응답 업그레이드 헤더를 통해 이를 알린다. 연결이 설정되면 오픈(Open) 이벤트가 클라이언트 측의 웹소켓 인스턴스에서 발생한다. 이후 클라이언트인 웹브라우저와 웹서버는 웹소켓 프로토콜을 사용하게 된다. 웹소켓을 사용하면 HTTP 연결은 중단되며 동일한 TCP 연결을 통해 웹소켓 연결로 대체되기 때문에, 기존 방식과 같은 HTTP 요청과 관련된 오버헤드 없이 원하는 만큼의 데이터를 전송할 수 있다.

웹소켓을 이용하여 웹브라우저는 서버가 직접 보내는 데이터를 받아들일 수 있고, 사용자가 다른 웹사이트로 이동하지 않아도 최신 데이터가 적용된 웹을 볼 수 있게 해준다. 웹페이지를 '새로고침'하거나 다른 주소로 이동할 때 덧붙인 부가 정보를 통해서만 새로운 데이터를 제공하는 웹서비스 환경을 본질적으로 바꾼 프로토콜이라 할 수 있다. 물론, AJAX (Asynchronous JavaScript and XML)라는 프로토콜을 통해 HTTP 기반 웹통신의 제약점을 일부 해결할 수 있었지만 웹소켓 만큼은 아니었다. 웹소켓을 통해 웹에서도 채팅이나 게임, 실시간 주식 차트와 같은 실시간이 요구되는 응용프로그램의 개발을 한층 효과적으로 구현할 수 있게 되었다.

## 2.2 HTTP 3.0 표준화로 인한 새로운 웹소켓 WebTransport 표준화 필요성 대두

구글이 개발하고 자사 인터넷 서비스 플랫폼에서 실험하여 성능의 우수성을 이미 보였던 UDP 기반의 전송 프로토콜 QUIC의 표준화는 2016년 후반 IETF에서 새롭게 승인된 QUIC WG에서 본격적으로 시작되었다. QUIC은 HTTP 2.0에서 TCP+TLS(3-Way Handshake 과정)에 해당되며 구글에서 SPDY-over-QUIC로 시작했던 연구개발 내용을 HTTP 2.0-over-QUIC로 표준화를 진행하고 있다고 보면 된다. 구글 버전의 QUIC 프로토콜은 HTTP 2.0 프레임 문법을 사용해서 HTTP만 효과적으로 전송했는데, IETF QUIC 워킹 그룹은 QUIC 프로토콜이 오직 HTTP 뿐만이 아닌 다른 종류의 프로토콜을 전송할 수 있어야 한다고 결정하였다. 또한, IETF 버전의 QUIC 프로토콜은 TLS 1.3의 암호화와 보안을 기반으로 두어야 한다고 발표했다. QUIC WG은 HTTP 이외에 다른 종류의 프로토콜을 전송해야 한다는 요구를 만족시키기 위해 IETF 버전의 QUIC 프로토콜 구조는 다음과 같이 계층별 프로토콜인 '전송 QUIC'과

'HTTP-over-QUIC' 계층으로 분할하여 개발한다고 발표하였다.

- 전송 QUIC 표준화 → QUIC:A UDP-Based Multiplexed and Secure Transport
- HTTP-over-QUIC 표준화 → Hypertext Transfer Protocol(HTTP) over QUIC

이렇게 계층별로 분할되어 개발된 IETF 버전의 QUIC 프로토콜은 원래 구글 버전의 QUIC과 많이 달라졌다. 하지만 WG은 빠른 시간에 첫 번째 버전의 QUIC 프로토콜을 제공할 수 있도록 'HTTP-over-QUIC'를 제공하는 데 집중하고 전송 QUIC은 향후 작업으로 남겨두기로 결정했다. 결국, 구글은 SPDY를 통해 IETF에서 HTTP 2.0의 표준화를 이끌었듯이, 최근 들어 HTTP-over-QUIC를 통해 HTTP 3.0을 이끌게 되었다. 약 2년간(2017.1~2018.11) QUIC WG의 표준화 이슈로 진행해오던 HTTP-over-QUIC 프로토콜에 대해서 HTTP WG과 QUIC WG의 의장인 Mark Nottingham이 혼동을 피하고자 HTTP 3.0으로 개명하자고 제안했으며, 이 제안이 IETF 멤버들에게 받아들여지게 되었다. 결국, 2018년 12월부터 이름이 바뀌어 공식적으로 "Hypertext Transfer Protocol Version 3(HTTP/3)"이 되었으며 2019년 12월 현재 24번째 버전(draft-ietf-quir-http-24)이 진행 중이며 표준화 마무리 단계에 있다.

이처럼 데이터그램 패킷 교환 방식인 UDP를 기반으로 하는 전송프로토콜인 HTTP 3.0에 대한 표준화가 마무리를 앞두고 있음에 따라, 기존 가상 회선 패킷 교환 방식인 TCP를 기반으로 하는 HTTP 1.1 및 HTTP 2.0 표준을 활용하던 웹소켓 프로토콜 역시 새로운 표준화를 계획하게 되었다. HTTP 3.0 기반에서의 새로운 웹소켓 프로토콜인 WebTransport 표준 기술에 대한 새로운 표준화 시작을 논의하기 위해 2019년 11월 16일부터 22일까지 싱가포르에서 개최된 106차 IETF 총회에서 첫 번째 회의인 WebTransport BOF가 다음과 같은 내용으로 진행되었다.

- WebTransport Overview and Requirements (구글 발표)
- An Unreliable Datagram Extension to QUIC (애플 발표)
- HTTP/2 as a Transport for Arbitrary Bytestreams (애플 발표)
- An HTTP/2 Extension for Bidirectional Message Communication (페이스북 발표)
- WebTransport over QUIC, Victor Vasiliev (구글 발표)
- WebTransport over HTTP/3, Victor Vasiliev (구글 발표)

위에서 확인할 수 있듯이, BOF 회의의 발표는 구글, 애플, 페이스북 등 인터넷 서비스 시장의 대표적인 글로벌 선두 기업에서 모두 발표하여 HTTP 3.0 기술은 물론 연계 기술인 WebTransport 기술이 향후 다양한 인터넷 서비스에서 비중 있게 활용될 것임을 짐작할 수 있다. 특히, 구글의 V. Vasiliev가 발표한 WebTransport에 대한 개요와 요구사항(WebTransport

Overview and Requirements)에서는 기존에 웹소켓이 웹상에서 "Reliable and Ordered" 기반의 양방향 통신을 지원했다면, WebTransport는 "Reliable and Ordered"는 물론 "Reliable but Ordered"와 "Unreliable and unordered"를 모두 지원할 수 있는 프로토콜이 되어야 한다고 주장했다. 또한, WebTransport의 요구사항으로 TLS 지원, 혼잡제어 지원, URI 기반의 식별기능 지원 등을 언급하기도 하였다. WebTransport의 응용 분야로는 UDP를 위한 웹소켓 및 HOL 차단이 없는 웹소켓을 지향하는 모든 분야를 고려하고 있고, 기계학습, 웹 게임, 실시간 스트리밍, 클라우드 게임, 원격 데스크톱, 웹 채팅 등과 같은 구체적인 응용 분야를 언급하였다. 아울러, UDP 기반의 QUIC이 차단되거나 HTTP 3.0을 지원하지 않는 환경에서의 호환성 유지에 대한 내용도 발표하였다.

### 3. 맺음말

2020년 3월 캐나다 밴쿠버에서 개최될 107차 IETF 총회에서는 WebTransport 관련 표준 기술을 직접 다루게 될 WG 생성을 논의할 BOF 회의가 진행될 것으로 예상된다. 구글은 자사가 직접 개발하고 검증까지 마무리한 QUIC 기술에 대해 2015년 처음으로 IETF에 표준 문서로 들고 나타났으며, 이후 2016년 QUIC WG으로 공식 설립된 이후 엄청난 관심을 받으면서 현재까지 IETF에서 표준화가 진행 중이다. 과거 자사의 SPDY라는 기술로 HTTP 2.0 표준을 이끌었던 것처럼, 이번에는 QUIC 기술로 HTTP 3.0 표준을 이끌고 마무리를 앞두고 있다. 구글의 SPDY와 QUIC 프로토콜의 목표 중 하나가 제공하는 인터넷 서비스들의 응답 속도를 빠르게 하는 것, 특히 웹페이지 로딩 시간(Page Loading Time)을 줄이고자 하는 것이었다. 결국, HTTP 2.0과 HTTP 3.0 모두 시장에서 주도한 진정한 시장 중심의 사실 표준화라 할 수 있다. WebTransport 역시 구글, 애플, 페이스북 등 인터넷 서비스 분야 글로벌 선두 기업에서 주도하기 시작한 기술이다. 우리나라 인터넷 서비스 업체는 물론 표준화 분야 관련자들의 관심이 필요한 분야라 할 수 있다.