

# 인터넷 효율성 관련 IRTF 표준화 연구동향

김평수 한국산업기술대학교 전자공학부 교수(pskim@kpu.ac.kr)

## 1. 머리말

국제 표준화 기구 IETF(Internet Engineer Task Force)에서 표준화를 진행하기 전에 중요한 기술 사항들에 대해 사전 연구하는 IRTF(Internet Research Task Force) 연구그룹(Research Group, RG)은 최근 들어 인터넷 효율성을 향상시키기 위한 더욱 정교한 방법을 찾고 해결하기 위해 노력하고 있다. 2018년 7월 14일부터 20일까지 캐나다 몬트리올에서 개최된 102차 IETF 총회에서도 여러 연구그룹에서 다양한 관련 표준화 및 연구 주제들이 다루어졌다. 본고에서는 이번 회의에서 다루어진 내용들을 연구그룹 MAP RG, ICC RG, NWC RG를 중심으로 간략히 소개한다.

## 2. MAP RG(Measurement and Analysis for Protocols Research Group)

현재 우리가 사용하는 인터넷은 초기 개발 당시 예상했던 바와 다르게 성장해 왔다. 아울러, 인터넷 프로토콜은 가끔 설계 당시에 고려했던 환경과 다른 환경에서 동작되기도 한다. 예를 들어, 어떤 네트워크 구성 요소는 어떤 프로토콜을 다른 구성요소와 다르게 다루기도 하며, 이러한 프로토콜은 다시 사용되기도 하지만 반면에 잘못 사용되기도 한다. 비교적 최근인 2016년 새롭게 만들어진 연구그룹 MAP RG는 기존 IETF에서 개발되었던 프로토콜 스택을 제대로 사용할 수 있도록 하기 위해 더 나은 엔지니어링 측면에서의 결정을 내리는데 도움이 되는 측정 기술 및 데이터 소스를 다루고 있다. MAP RG는 IETF와 다양한 교류를 통해 프로토콜 엔지니어링과 실제 적용 결과를 알린다. 최근 7월 개최된 102차 캐나다 몬트리올 회의에서는 MAP RG가 IETF의 기술개발과 운영 방향을 자문하였다는 내용과, ISOC(Internet Society)에 대한 기술자문 그룹 역할을 수행하여 IAB(Internet Architecture Board)로부터 좋은 평가를 받았다는 내용을 공유하였다. 또한, MAP RG에서 다루지는 관련 연구 내용들이 2017년 7월 아일랜드 더블린, 2018년 2월 오스트리아 비엔나에서 열린 국제학술대회 TMA(Network Traffic Measurement and Analysis Conference)에서 발표되어 학술적 기여를 했다는 내용 역시 공유하였다. 기술 발표 순서에서는 QUIC, IPv6, DNS 등 기존에 잘 알려진 IETF 프로토콜 기반 여러 기술 이슈들을 SIDN Lab, Google, ETH Zurich 등에서 발표하였다.

## 3. ICC RG(Internet Congestion Control Research Group)

패킷 네트워크는 내재적인 설계 특성 때문에 일시적인 혼잡을 야기하는데 이러한 문제를 해결하기 위해 IRTF 연구그룹인 ICC RG는 혼잡제어 및 인터넷 혼잡 관리와 관련된 최신 연구주제를 논의하고 있다. ICC RG가 고려해야 할 혼잡제어에는 여러 가지 측면이 있다. 예를 들어, 다른 실시간 미디어 애플리케이션은 동적 혼잡제어 메커니즘으로 인해 어려움을 겪으며, 특히 짧은 시간 단위로 변경해야 하는 경우 더욱 그렇다. 따라서 인터넷 전화의 등장과 고대역폭 인터넷 TV의 등장으로 혼잡제어 환경에 큰 영향을 미칠 것이다. 이에 ICC RG는 다양한 응용 프로그램 클래스를 최상의 상태로 지원하는 방법과 이것이 새롭게 부상하는 혼잡제어 아키텍처에 어떤 영향을 미치는

지 평가할 때 이러한 응용 프로그램을 고려하고 있다. ICC RG 연구그룹에서 최근에 논의 했던 대표적인 내용 중 하나는 네트워크 속도를 향상시킬 수 있는 구글의 새로운 혼잡제어 알고리즘인 BBR(Bottleneck Bandwidth and RTT)이라 할 수 있다. BBR은 병목(Bottleneck) 대역폭(Bandwidth)과 왕복 전파 시간(Round-trip propagation time)에서 각각의 첫 알파벳에서 따온 것으로, 구글이 새롭게 자체 개발한 혼잡제어 알고리즘이며 네트워크 속도를 향상시킬 수 있는 기술이다. 기존 TCP에서 전통적으로 사용해 왔던 혼잡제어 알고리즘은 인터넷에 사용자가 물리거나 대규모 다운로드/업로드 등 네트워크 트래픽이 갑자기 발생하는 경우 패킷 손실이 발생하면 자동적으로 네트워크 속도를 반으로 줄여 패킷의 손실을 방지하게 된다. 다시 말해서, 기존의 이진 증가 혼잡제어인 BIC나 리노는 패킷 손실을 이용하여 혼잡 여부를 판단하는 것이다. 반면, 구글에서 개발한 BBR 알고리즘은 여러 라우터에 걸쳐 지속적으로 쓰루풋과 트래픽 처리시간을 체크한다. 즉, 손실될 패킷의 현재 위치와 이동 경로를 미리 예측하여 네트워크에 트래픽이 갑자기 증가하더라도 전송 속도가 느려지는 것을 방지할 수 있다. 이를 기반으로 데이터가 네트워크를 통해 전송되는데 어느 정도 시간이 걸리는 지를 확인하고 네트워크가 감당할 수 있는 속도로 트래픽을 전송한다. 이와 같은 방식으로 기존 TCP 혼잡제어보다 더 효과적인 성능을 얻는다. 결국, BBR은 패킷 손실과 상관 없이 데이터 패킷을 전송하는 최적 경로를 결정하기 위해 트래픽 속도를 실제로 측정하는 유일한 TCP 알고리즘이라 할 수 있다.

#### 4. NWC RG(NetWork Coding for Efficient Network Communications Research Group)

NWCRG는 네트워크 코딩 기술에 대한 연구 분야를 다루고 향후 IETF에서 다룰 수 있는 표준화 이슈를 도출하는 연구 그룹이다. 네트워크 코딩 기술은 기본적으로 기존의 라우터 방식을 사용했을 때와 비교하여 통신 네트워크의 전송 속도 향상을 목적으로 통신 자원을 효율적으로 사용하는 것이며, 네트워크 쓰루풋(Throughput), 효율성(Efficiency), 지연(Latency), 확장성(Scalability) 및 각종 공격으로부터의 회복력(Resilience) 등에 대한 향상을 위한 기술이라고 할 수 있다. 특히, IPTV와 같은 멀티캐스트 기반 미디어 스트리밍 응용 서비스를 위한 효율적인 자원 할당, 최대 전송 효율, 전송 에러의 최소화를 목적으로 사용되는 기술이기도 하다. 네트워크 코딩은 최초로 멀티캐스트 유선 상황에 적용하기 위해 고안하였으며, 무선 상황에서도 구현 가능하다는 것이 몇몇 연구 결과를 통해 확인되고 실제적으로 증명되었다. 네트워크 코딩은 소스노드에서 목적노드까지 다중 흐름으로 전송되는 네트워크에 적용되는 기법이며 통신 네트워크에서 중계 역할을 담당하는 노드에서 네트워크 코딩이 적용된다. 최근 들어, 네트워크 코딩 기술은 무선 네트워크(Wireless networks), 콘텐츠 배포(Content distribution) 및 P2P 설계(Peer-to-Peer design) 등의 분야에서 통신 성능을 향상시키고 있다.

#### 5. 맺음말

최근 들어, IETF는 물론 IRTF에서는 기존에 표준화가 완료된 네트워크/전송 계층 프로토콜 및 인터페이스 기반에 실제 다양한 형태의 트래픽 발생을 고려하고, 측정, 성능분석, 효율성 향상 등에 대한 일종의 검증 및 고도화 과정을 다루는 주제를 많이 다루기 시작했다. 향후 5G 및 사물인터넷 시대를 고려하면 발생하는 인터넷 트래픽의 양은 지금보다 더욱 폭발적으로 증가할 것으로 예상된다. 이러한 상황에서 인터넷 성능 및 효율성 향상을 위한 표준화 개발은 물론 표준화 가능 이슈에 대한 연구는 매우 중요하다고 판단되므로 국내의 IETF 전문가 및 관련 기관/기업은 관심을 갖고 대응 해야 할 것이다.