

[미래인터넷] IRTF의 네트워크 코딩 기술 표준화 연구 동향

본 고에서는 최근 IETF(Internet Engineer Task Force) 표준화 주제 도출을 위한 연구 기관인 IRTF(Internet Research Task Force) 내 정식 연구 그룹(Research Group, RG)으로 논의를 시작한 NWCRG(Network Coding Research Group)에 대한 연구 현황을 다루고자 한다.

NWCRG는 네트워크 코딩 기술에 대한 연구 분야를 다루고 향후 IETF에서 다룰 수 있는 표준화 이슈를 도출하는 연구 그룹으로, 작년 87차 IETF 회의(2013년 7월 독일 베를린 개최)와 88차 IETF 회의(2013년 11월 캐나다 밴쿠버 개최)에서 “Network Coding Research Group-Proposed”란 그룹명으로 회의를 진행하였다. 연구 그룹명에 “Proposed”란 용어가 붙어 있는 이유는 정규 연구 그룹이 아닌 정규 연구 그룹으로 승인을 받기 위해 제안하는 과정이기 때문이었다. 결국, 88차 회의에서 정식 RG으로 승인 여부에 대한 논의가 이루어졌으며 IRTF Chair인 NetApp사의 Lars Eggert가 승인하였으며, 최종 승인 기구인 IAB에 최종 승인을 요청 후 정식 RG로 승인이 되었다. 정식 RG로 승인 후 올 상반기에 개최된 89차 회의(2014년 3월 영국 런던 개최)에서 첫 논의가 이루어진 것이다. 아울러, 차기 회의는 오는 11월 하와이 호놀룰루 91차 IETF 미팅에서 진행될 예정이며, 회의 전에 메일링 리스트를 통해 용어 정의에 관한 표준 초안(Internet Draft) 작업과 구조적 측면에서의 고려사항을 논의하기로 한 상태이다.

네트워크 코딩 기술 개요

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 홉으로 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.

네트워크 코딩 기술의 표준화 논의

위에서 언급했듯이 네트워크 코딩 기술은 기본적으로 성능향상에 목표를 두기 때문에 그동안 연구를 살펴보면 표준화 보다는 실제 구현 과정에서 성능향상을 위한 알고리즘에 중점을 두고 진행되어 왔다. 따라서, 지난 2012년 겨울부터 IETF에서 표준화를 진행하기 전에 중요한 기술 사항들에 대해 사전 연구하는 IRTF에서 네트워크 코딩 관련 기술을 연구하는 연구 그룹 설립을 위한 논의를 시작하게 되었다. 이후 정식 IRTF 연구 그룹으로 승인을 받기 위해서 87차 및 88차 IETF 회의에서 “Network Coding Research Group-Proposed”란 이름으로 회의를 가지게 되었다. 특히, 88차 회의에서는 정식 RG으로 승인 여부에 대한 논의가 이루어졌고 IRTF Chair의 승인과 IAB의 최종 승인 후 정식 RG로 승인이 되었다.

정식 RG로 승인 후 올 상반기 영국 런던에서 개최된 89차 IETF 회의에서 두 명의 의장인 Brian Adamson과 Victor Firoiu의 진행으로 첫 번째 정식 회의가 열리게 되었다. 본 회의에서는 The Chinese University of Hong Kong, INRIA, Aalborg University, Q Factor Communications, NICT 등에서 연구 동향 혹은 구현 결과를 기술 세미나 형식으로 발표를 진행하였다. 참고로, INRIA의 Cedric Adjih는 멀티홉 무선 네트워크에서의 네트워크 코딩에 대한 기술 세미나를 진행하였다. 대부분 기술 세미나로 진행되었지만, ZTE USA의 Bhumi Khasnabish의 경우 국내외에서 많은 관심을 끌고 있는 SDN에서의 네트워크 코딩 기술에 대한 내용을 IETF 기고문으로 작성하여 발표하고 이에 대한 논의가 이루어지기도 하였다.

NWCRG에서는 인터넷 통신에 도움이 되는 네트워크 코딩 원칙과 기법을 연구하며, 첫 번째 목표는 다양한 연구 결과를 수집하고 인터넷 통신을 향상시키는 네트워크 코딩의 실제적인 응용을 개발하기 위한 다양한 의견을 상정하고 논의하는 것이다. 두 번째 목표는, 기존의 실제적인 구현 결과를 공유하고, 일반적인 기능(Functionalities)을 정의하고, 네트워크 코딩 기반 통신을 표준화 논의의 필요성을 도출하는 것이다. 결국, 실제 IETF WG에서 논의될 표준화 항목을 도출하는 것이 궁극적인 목표라 할 수 있다. NWCRG에서 주로 다루지는 연구 분야는 다음과 같다

- 성능 및 효율성(Performance and Efficiency)
- 응용 계층(Application layer)
- 데이터 계층과의 연관성(Implication to Data Link Layer)
- 공격에 대한 보안/보호/견인성(Security, privacy, robustness to attacks)
- 경제적인 측면(Network coding implications on pricing and economics)

아울러, 네트워크 코딩의 실제적인 적용을 위해서 다음과 같은 연구 분야도 고려할

예정이다.

- 구조측면에서의 고려사항(Architectural considerations)
- 단대단 vs 홉바이홉(End-to-end vs. Hop-by-hop)
- 인트라플로우 및 인터플로우 네트워크 코딩(Intra-flow 및 inter-flow Network Coding)
- 서비스 패러다임(Service Paradigms)
- 일반적인 부호화 알고리즘(Common Encoding Algorithms)
- 서비스 명세, 패킷 형식(Service Descriptions, Packet Formats)

NWCRG는 혼잡제어, DTN(Delay Tolerant Network), SDN(Software-Defined Networking)과 같은 연구 분야를 다루는 다른 IRTF 연구 그룹들, ICCRG(Internet Congestion Control Research), DTNRG(Delay-Tolerant Networking Research Group), SDNRG(Software-Defined Networking Research Group)와도 협력관계를 유지하면서 운영을 할 계획이다.

결론

위에서 언급했듯이 네트워크 코딩 기술은 멀티미디어 서비스인 IPTV 기술은 물론 ICN(Information-Centric Network), CCN(Content-Centric Network) 등과 같은 미래인터넷 기술에서 중요한 연구 주제로 고려되고 있음을 알 수 있다. IPTV 기술 및 미래인터넷 기술은 우리나라에서 지난 수년간 다양한 표준화 기구에서 표준화를 활발히 진행해 왔던 분야이기 때문에, 네트워크 코딩 기술 역시 표준화를 선도할 기회가 있다고 판단된다. 따라서, 현재 표준화 그룹의 선행 단계인 연구 그룹이라 할지라도 표준화 선점을 위해서 적극 관심을 갖고 참여할 시기라고 생각된다.

김평수 (한국산업기술대학교 전자공학과 교수, pskim@kpu.ac.kr)