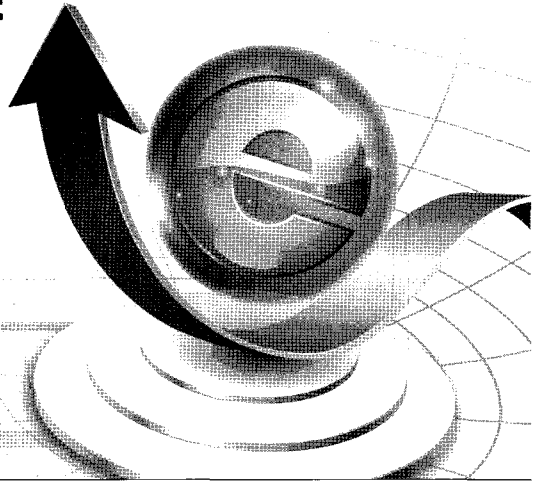


효율적인 콘텐츠 네트워킹을 위한 서비스 및 표준화 동향

백은경 TTA 미래인터넷PG 부의장,
KT 유무선네트워크연구소 Future무선인터넷팀 팀장



1. 머리말

인터넷에서 콘텐츠 트래픽이 증가하고 있으며, 콘텐츠와 관련한 새로운 비즈니스가 영역을 확장하고 있다. 이와 같은 추세를 야기하는 요인으로는 우선 광통신, 와이파이(Wi-Fi), 와이브로(WiBro) 등에 의한 초고속 인터넷의 보급이 있다. 다음으로 스마트폰, 태블릿(tablet) 등과 같은 다양한 단말기의 보급으로 정지 상태에서 뿐만 아니라 이동 중에도 콘텐츠 소비가 용이해진 점을 들 수 있다. 마지막으로 스마트 TV, 사용자 생성 콘텐츠(UCC : User Created Contents), 소셜 네트워크 서비스(SNS : Social Network Service) 등과 같은 다양한 서비스의 등장으로 새로운 콘텐츠의 보급을 가속화하고 있다.

콘텐츠 트래픽이 인터넷 트래픽에서 차지하는 비중이 급증하고 있지만, 인터넷의 태생은 두 지점 사이의 통신을 위한 설계에 기인하므로 불특정 다수를 대상으로 하는 콘텐츠 배포에는 비효율적이다. 따라서 콘텐츠의 생성·배포·전달을 효율적으로 제공하는 콘텐츠 네트워킹 기술에 대한 요구와 관심이 증가하고 있다. 본

고는 콘텐츠 네트워킹 서비스와 이를 효율적으로 제공하기 위한 기술의 표준 현황을 국제 인터넷 표준화 기구인 IETF(Internet Engineering Task Force)[1]의 동향을 중심으로 기술한다. 제2장에서 콘텐츠 네트워킹과 관련한 IETF의 워킹그룹(Working Group, WG)과 IRTF(Internet Research Task Force)[2]의 연구그룹(Research Group, RG)을 소개하고, 제3장부터 제6장까지 주요 WG과 RG에서 추진 중인 표준화 현황을 해당 기술의 서비스 사례와 함께 분석한다. 마지막으로 제7장에서 한국의 콘텐츠 네트워킹 기술 개발 전략에 대한 고찰과 함께 글을 맺는다.

2. IETF의 콘텐츠 네트워킹 기술 표준화

IETF는 인터넷을 표준화하는 국제 표준화 기구로서 응용 분야, 일반 분야, 인터넷 분야, 운영 및 관리 분야, 실시간 응용 및 인프라스트럭처 분야, 라우팅 분야, 보안 분야, 전송(transport) 분야별로 WG을 구성하여 해당 프로토콜을 표준화한다. 표준화 항목으로 제안된 기술 중에서 당장 표준화하기 어렵고 중장기 연구가 필요한 기술은 IRTF 산하의 RG에서 논의한다. IRTF RG

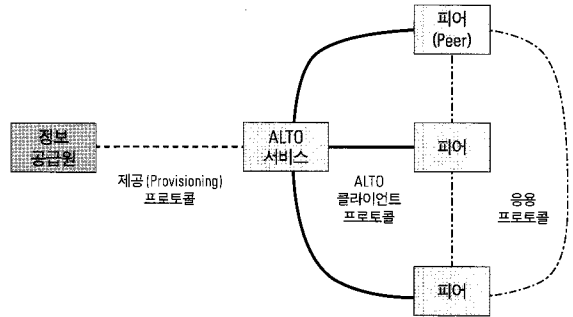
에서 논의한 기술이 성숙하여 표준화에 적절한 시기가 되면, RG의 연구결과를 IETF의 WG으로 옮겨서 표준화 한다.

콘텐츠 네트워킹을 위한 IETF의 표준화 그룹으로는 응용계층 트래픽 최적화(Application-Layer Traffic Optimization, ALTO) WG[3], 콘텐츠 전달 네트워크 연동(Content Delivery Network Interconnection, CDNi) WG[4], 응용 데이터 경로 분리(Decoupled Application Data Enroute, DECADE) WG[5] 등이 있으며, 현재 이 WG들은 전송분야에 속한 기술을 표준화하고 있다. 최근에는 정보 중심 네트워킹(Information-Centric Networking, ICN)[6] 기술을 논의하는 RG의 설립을 위하여 별도의 전문가 회의가 IETF 내에서 열리고 있다. ICN RG는 앞서 나열한 WG 들처럼 인터넷의 제4계층부터 제7계층의 전송 분야 기술 표준에 국한하지 않고, 콘텐츠 네트워킹의 효율성 문제를 근본적으로 해결하기 위하여 보다 광범위하게 연구 범위를 논의하고 있다. 다음 장에서 해당 WG과 RG의 표준화 동향을 활용 서비스 사례와 기술 표준화 범위 및 일정을 중심으로 기술한다.

3. 응용 계층 트래픽 최적화 서비스 및 표준화

파일 공유, 실시간 통신, 미디어 스트리밍 등을 제공하는 피어 대 피어(peer-to-peer, P2P) 응용은 대량의 트래픽을 유발하고 있다. 이러한 응용은 다운로드 트래픽뿐만 아니라 업로드 트래픽도 대량으로 발생시킨다. ALTO WG은 동일한 정보를 공급하는 다수의 피어 중에서 최적의 피어를 선택할 수 있도록 서비스하는 것을 목적으로 한다. [그림 1]은 ALTO 서비스의 개념을 설명한다. [그림 1]에서 ALTO 서비스는 네트워크 토폴로지 등을 고려하여 응용 계층에서 트래픽을 최적화하는데, 이러한 서비스를 설계하고 규격화 하는 작업을 ALTO WG이 담당하고 있다. ALTO 서비스에서 최적화하려는

네트워크 상황으로는 대역폭의 최대화, 도메인 간 교차 트래픽의 최소화, 사용자 입장에서의 비용 최저화 등이 있다.



[그림 1] ALTO 서비스 개념도

ALTO WG의 표준화 계획 대비 진행 상황을 살펴보면, 최근에 요구사항 문서 작업을 완료했으며[7] 2012년 3월에 완료하는 것을 목표로 서버 탐색(discovery) 기술을 표준화하고 있다. ALTO 프로토콜은 거의 완성 단계에 있으며 상호운용성 테스트를 실시함으로써 프로토콜 표준에 테스트 결과를 반영하고 있다. 상호운용성 테스트에는 5대의 서버와 7대의 클라이언트를 동원하였고 20건 이상의 테스트 상황에 대하여 66%의 성공률을 달성하였다.

현재 ALTO WG은 ALTO 서비스를 다음과 같은 경우에 활용하는 것을 목적으로 하고 있으며 이와 관련하여 CDNi WG, DECADE WG, P2P 스트리밍 프로토콜(Peer to Peer Streaming Protocol, PPSP) WG[8]과 협업하고 있다.

- P2P 응용의 피어 선택에 활용
- 콘텐츠 전달 네트워크(CDN)에 활용
- 소프트웨어가 주도하는 네트워크(Software-Driven Network, SDN)에 활용

ALTO WG은 이 밖에도 여러 WG과 협업하고 있는데, 정보를 다시 배포하기 위한 무결성 보호(integrity

protection) 기술과 관련해서는 자바스크립트 오브젝트 서명 및 암호화(Javascript Object Signing and Encryption, JOSE) WG[9]과 협업하고 있으며, 서버 탐색과 관련해서는 지리적 위치/개인정보보호(Geographic Location/Privacy, GEOPRIV) WG[10]과 협업하고 있다.

4. 콘텐츠 전달 네트워크간의 연동 서비스 및 표준화

콘텐츠 전달 네트워크(CDN) 사이의 연동 프로토콜을 표준화하는 CDNi WG은 2011년 3월에 체코 프라하에서 개최된 제 80차 IETF 회의에서 BoF¹⁾ 회의를 열었다. 여기에서는 서비스 제공자(Content Service Provider, CSP)로부터 최종 사용자까지의 콘텐츠 전달을 위한 개방형 콘텐츠 전달 인프라스트럭처 기술의 필요성을 논의하였으며, 2011년 7월의 제 81차 IETF 회의 때부터 CDNi WG으로서 회의를 개최하고 표준화 작업을 진행하고 있다.

CDN 사이의 연동 기술 표준은 CDN 서비스의 영역 확장, CDN 오프로드(offload), CDN 성능 향상 등에 활용할 수 있다. 첫째, CDN 간의 연동에 의해 지리적인 영역의 확장, 즉 한 CDN 사업자가 다른 CDN 사업자 영역에서 서비스하는 것이 가능하다. 뿐만 아니라 서로 다른 지역에 위치한 CDN 서비스 제휴 업체 간의 일관성 있는 서비스가 가능하며, 특정 사용자가 지리적으로 이동하는 경우에도 접속하던 콘텐츠를 계속해서 접속하는 것을 허용할 수 있다. 둘째, 한 CDN 사업자가 다른 CDN 사업자와 연동함으로써 서비스 폭주 시간의 성능을 향상시키는 오프로드가 가능하다. 또한 CDN에 의한 콘텐츠 송수신에 오류가 발생해서 다른 CDN 서비스 제공업체로 우회 서비스를 제공하고자 하

는 경우에도 CDNi를 활용하여 오프로드할 수 있다. 셋째, 어떤 CDN 사업자가 수용 불가능한 요청을 받았을 경우에 CDNi에 의하여 해당 특성을 보유한 다른 CDN 사업자에게 해당 요청에 대한 응답을 대신하도록 함으로써 CDN 성능을 향상시킬 수 있다.

CDNi WG의 표준화 일정을 살펴보면, 문제 정의, 요구사항, 활용 사례, 프레임워크(architecture) 문서 작업을 2012년 6월까지 완료하고, 요청 라우팅 인터페이스, 로깅(logging) 인터페이스, 제어 인터페이스, 메타데이터 배포 인터페이스를 2013년 6월까지 표준화하는 것을 목표로 하고 있다. 현재 문제 정의[11], 요구사항[12], 활용 사례[13] 등 3건의 문서를 WG 문서로 승인하여 작업하고 있으며, 2011년 11월에 대만에서 열린 제 82차 IETF 회의에서는 표준화 계획 항목과 관련하여 요청 라우팅 프로토콜, 메타데이터 인터페이스 등의 기술 표준이 제안되었다. 2012년의 차기 회의에서는 이에 대한 WG 문서 승인 여부를 논의할 전망이다.

5. 응용 데이터 경로 분리 서비스 및 표준화

응용 데이터 경로 분리 프로토콜의 표준화를 담당하는 DECADE WG은 2009년 11월에 일본 히로시마에서 개최된 제 76차 IETF 회의와 2010년 3월에 미국 애너하임(Anaheim)에서 개최된 제 77차 IETF 회의에서 두 차례의 BoF를 거쳐 WG으로 승인되었다. DECADE WG은 콘텐츠 네트워킹과 밀접한 관련이 있는 네트워크 내재 스토리지(In-network storage) 서비스와 이를 지원하는 프로토콜에 대한 요구사항을 구체화하고 있다. DECADE WG에서 다루는 네트워크 내재 스토리지 서비스는 대상 데이터와 관련한 네트워크 내재 스토리지의 접근 제어 및 자원 제어 정책 서비스 뿐 아니라 저장, 검색, 관리 서비스까지 포함한다.

1) Birds Of a Feather. IETF에서 동일 기술의 표준화에 관심을 가진 표준전문가들이 모여서, 해당 기술을 표준화 할 WG을 신규 설립하는 것에 대하여 논의하는 회의.

현재 DECADE WG은 요구사항[14]과 아키텍처[15] 표준화를 진행하고 있으며, 2011년 11월의 제 82차 IETF 회의에서는 DECADE WG의 표준화 대상 항목을 확장하는 것에 대하여 논의하였다. 새롭게 논의된 표준화 항목으로는 콘텐츠 복사(replication) 및 액세스, HTTP 기반 DECADE 자원 프로토콜 등이 있다.

최근 스토리지 가격의 인하 추세로 인하여 네트워크 내재 스토리지를 이용한 트래픽 절감 기술의 경제성이 설득력을 더해가고 있다. DECADE 프로토콜은 사용자끼리 콘텐츠를 공유하는 서비스, 또는 콘텐츠 제작자가 콘텐츠를 제공하는 서비스에 활용할 수 있다. 이와 같이 네트워크 내재 스토리지를 활용하여 네트워크 도처에 동일한 콘텐츠를 중복 저장함으로써 트래픽을 절감하는 기술은 다음 장에서 설명할 ICN 기술의 기본 아이디어와도 일맥상통한다.

6. 정보 중심 네트워크 서비스 및 표준화

2011년 3월에 개최된 제80차 IETF 회의에서는 정보 중심 네트워크 기술을 연구하는 ICN RG의 설립을 논의하기 위하여 비정규 회의가 개최되었으며, 2011년 7월 현재 전세계 130여 명이 ICN 메일링 리스트에 가입하여 이 기술을 논의하고 있다. 제80차와 제 81차 IETF 회의에서 논의한 ICN 연구 주제는 다음과 같다.

- 콘텐츠를 명명하는 방식
- 비계층적 콘텐츠 명칭을 해석하는 방식에 있어서의 확장성
- 확장성 있는 라우팅 방식
- 단일 프로토콜 프레임워크
- 보안 및 개인정보보호
- 응용, 또는 응용 프로토콜의 설계
- 응용 프로그래밍 인터페이스(API)
- 비즈니스, 법률 및 규정 프레임워크


2011년 11월의 제 82차 IETF 회의에서는 아시아, 유럽, 미국의 ICN 관련 기술 연구개발 현황과 이슈가 논의되었다. 이 회의에서 가장 관심이 집중된 이슈는 콘텐츠의 명명 방식과 ICN의 확장성 문제이다. 콘텐츠 명명 및 해석 방식은 ICN의 확장성과 긴밀한 관계가 있으며, ICN의 성능을 좌우하는 핵심 기술로서 논쟁의 핵심이다.

7. 맺음말

콘텐츠 소비가 글로벌한 영역에 걸쳐 이루어짐에 따라, 관련 네트워크 기술간 연동과 최적화에 대한 표준화의 중요성이 강조되고 있다. 본 고에서는 콘텐츠 네트워크의 표준화 동향을 IETF의 관련 요소 기술 표준화 현황을 중심으로 고찰하였다. ALTO WG에서는 대용량 P2P 다운로드 뿐만 아니라 업로드가 수시로 발생하는 환경에서 최적의 피어를 선택할 수 있도록 하는 프로토콜을 구글(Google)의 주도로 완성해 가고 있으며, 상호운용성 테스트 실시 결과를 프로토콜 표준 개발에 반영하고 있다. CDNi WG에서는 브리티쉬 텔레콤(British Telecon, BT), 프랑스 텔레콤의 오렌지(France Telecom - Orange)와 같은 유럽의 통신사업자를 중심으로 활용 사례 도출 작업을 활발하게 진행하며, 시스코(Cisco), 베리뷰(Verivue)와 같은 장비업체 주도로 프레임워크 표준화를 진행하고 있다. DECADE WG에서는 구글과 같은 인터넷 서비스 업체가 아키텍처 표준화를 주도하고 있으며, 현재 진행 중인 기본 문서의 표준화가 완료 단계에 다다름에 따라 표준화 범위를 확대하기 위한 논의를 진행하고 있다. 이와 같이 표준화 범위를 다시 결정하는 때가 표준전문가 입장에서는 새로운 표준 작업에 참여할 수 있는 기회의 폭이 확대되는 시기이다. 즉 원하는 기술 항목을 표준화 대상으로 제안하고 해당 항목을 표준화할 수 있는 기회가 주어진다. ICN RG 설립 추진을 위한 별도 회의에서는 각국의 연구소, 기업, 학교가 기관별 특성에 따라 차별화된 연구개발 진행 결과를 공유하고 있다.

국내에서도 연구소, 기업, 학계에서 콘텐츠 네트워킹에 대한 연구를 활발히 진행하고 있으며, 아시아 및 글로벌 협력을 위한 콘텐츠 네트워킹 관련 국제 워크숍의 한국 개최도 왕성하게 추진하고 있다. 국내 표준화 단체인 TTA의 ICT 중점기술 표준화 전략맵에서는 미래 네트워크 기술 분야에서 콘텐츠 명칭 기반 데이터 네트워킹(Named-Data Networking, NDN) 기술의 표준화 로드맵을 포함하여 국가 차원에서 표준화 전략을 수립하고 있다. 인터넷에서 날로 새로운 비즈니스를 창출하고 있는 콘텐츠 네트워킹 분야에서 앞으로 한국의 핵심 기술이 국제 표준화 기구를 주도하고 글로벌 콘텐츠 네트워킹 시장을 선점할 수 있기를 기대한다.

requirements-01, October 19, 2011

- [13] G. Bertrand, E. Stephan, G. Watson, T. Burbridge, P. Eardley, and K. Ma, 'Use Cases for Content Delivery Network Interconnection,' draft-ietf-cdni-use-cases-00, September 22, 2011.
- [14] Y. Gu, D. Bryan, Y. Yang, and R. Alimi, 'DECADE Requirements,' draft-ietf-decade-reqs-05, October 31, 2011
- [15] R. Alimi, Y. Yang, A. Rahman, D. Kutscher, and H. Liu, 'DECADE Architecture,' draft-ietf-decade-arch-04, October 31, 2011. 

[참고문헌]

- [1] Internet Engineering Task Force (IETF), <http://www.ietf.org/>
- [2] Internet Research Task Force (IRTF), <http://irtf.org/>
- [3] Application-Layer Traffic Optimization (ALTO), <http://datatracker.ietf.org/wg/alto/>
- [4] Content Delivery Network Interconnection (CDNi), <http://datatracker.ietf.org/wg/cdni/>
- [5] Decoupled Application Data Enroute (DECADE), <http://datatracker.ietf.org/wg/decade/>
- [6] Information-Centric Networking (ICN), <http://wiki.tools.ietf.org/group/irtf/trac/attachment/wiki/icnrg/>
- [7] J. Seedorf and E. Burger, 'Application-Layer Traffic Optimization (ALTO) Problem Statement,' Informational, Request for Comments (RFC) 5693, October 2009.
- [8] Peer to Peer Streaming Protocol (PPSP), <http://datatracker.ietf.org/wg/ppsp/>
- [9] Javascript Object Signing and Encryption (JOSE), <http://datatracker.ietf.org/wg/jose/>
- [10] Geographic Location/Privacy (GEOPRIV), <http://datatracker.ietf.org/wg/geopriv/>
- [11] B. Niven-Jenkins, F. Le Faucheur, and N. Bitar, 'Content Distribution Network Interconnection (CDNI) Problem Statement,' draft-ietf-cdni-problem-statement-01, October 31, 2011.
- [12] K. Leung and Y. Lee, 'Content Distribution Network Interconnection (CDNI) Requirements,' draft-ietf-cdni-