

콘텐츠 중심 네트워킹의 기술 동향과 전망

백은경

KT 유무선네트워크연구소

요약

초고속 인터넷, 다양한 통신 기기, 신규 인터넷 애플리케이션 등의 확산으로 인터넷 상의 콘텐츠 트래픽 규모가 급격하게 증가하고 있다. 비디오와 같은 대용량 멀티미디어 콘텐츠 트래픽이 전체 트래픽에서 차지하는 비중은 날로 증가하여, 2014년에는 전체 인터넷 트래픽 중 90% 이상을 차지할 것이라고 예측되기도 한다. 따라서 트래픽의 대부분을 차지하는 콘텐츠 중심으로 네트워크 아키텍처를 혁신할 필요성이 대두되고 있다. 본 논문은 최근 급증하는 콘텐츠 서비스의 송수신 특성에 적합한 네트워크 아키텍처에 대한 학계와 산업체의 연구동향과 콘텐츠 네트워킹 관련 기술의 국제 표준화 동향을 고찰하고, 향후 실제 적용을 위한 이슈를 분석한다.

I. 서론

인터넷 기술의 발전으로 인터넷 상의 비즈니스 영역이 다양한 분야로 급속히 확장되고 있다. 초고속 인터넷, 다양한 통신 기기, 새로운 애플리케이션 서비스라는 세가지 키워드로 요약할 수 있는 인터넷 기술의 발전은 특히 콘텐츠 관련 비즈니스의 활황을 가속화하고 있다. 첫째, 초고속 인터넷은 광통신, 와이파이(Wi-Fi), LTE 등의 네트워크 기술에 의해 더욱 고속화되고 있다. 이러한 고속화는 콘텐츠 트래픽 문제를 해결하는 동시에 다시 더욱 용량이 큰 콘텐츠를 소비할 수 있는 환경을 제공하는 순환구조를 형성한다. 둘째, 통신 기기 분야에서는 개인용 컴퓨터의 개념이 데스크톱에서 랩톱뿐만 아니라 스마트폰과 태블릿 등으로 다양해지고 있다. 스마트폰과 태블릿의 확산은 언제 어디서나 콘텐츠를 생산하고 소비할 수 있도록 함으로써 콘텐츠 트래픽의 증가를 가속화하고 있다. 마지막으로, 기존에 존재하지 않던 새로운 유형의 인터넷 애플리케이션 서비스가 속속 등장하고 있다. 사용자가 스스로 콘텐츠를 창작하는 UCC(User Created Contents) 서비스는 다운로드 트래픽 중심이었던 인

터넷에서 업로드 트래픽의 증대를 야기하고 있으며, 소셜 네트워크 서비스(SNS)는 특정 콘텐츠에 대한 관심을 빠르게 확산시킴으로써 트래픽이 시간적, 공간적으로 집중되는 원인을 제공하기도 한다. 이러한 콘텐츠 트래픽의 급증은 2014년까지 전체 인터넷 트래픽 중 비디오가 차지하는 부분이 91%, 전체 모바일 트래픽 중 66%를 차지하기에 이를 것으로 예측되고 있다[1].

콘텐츠 트래픽의 급증 추세는, 콘텐츠 생산과 소비에 맞추어 설계되지 않은 인터넷에서 콘텐츠의 원활한 유통이라는 문제를 근본적으로 재고할 필요성을 제기하게 하였다. 인터넷의 태생을 고찰하면, 통신을 원하는 양 끝 지점 사이의 연결을 위하여 통신 상대의 위치를 인터넷 상에서 인지하기 위한 IP주소를 기반으로 설계되었다. 반면에 최근 많이 사용되는 콘텐츠는 불특정 다수를 대상으로 배포되는 특징을 가지므로, 통신 상대의 위치를 찾는 것보다는 위치에 관계없이 원하는 콘텐츠 자체를 가져오는 것이 관건이다. 콘텐츠 중심 네트워킹에 대한 연구는 콘텐츠의 생성, 배포, 전달을 효율적으로 제공하는 네트워크 아키텍처를 제공하고자 하는 목적으로 시작되었다. 본 고는 콘텐츠 중심 네트워킹의 기술 동향을 글로벌 기관과 표준화 기구의 동향을 중심으로 고찰하고 실제 적용을 위한 이슈를 분석한다. 먼저 제 2장에서 콘텐츠 중심 네트워킹을 선도하는 학계 중심의 연구 동향을 살펴보고, 제 3장에서 산업계의 연구 동향을 분석한다. 제 4장에서는 국제 인터넷 표준화 기구인 IETF와 ITTF의 관련 기술 표준화 동향을 소개하고, 제 5장에서 기술 적용 이슈 분석을 통한 향후 전망과 함께 글을 맺는다.

II. 콘텐츠 중심 네트워킹 기술 연구 동향

콘텐츠 중심 네트워킹 기술은 데이터를 저장한 스토리지에서 데이터 소비를 원하는 사용자에게 콘텐츠를 배포(dissemination)하는 개념을 도입한다. 기존에 통신 대상의 위치를 나타내는 IP 주소가 통신 대상의 위치와 식별이라는 두 가지 역할을 동시에 담당했던 것에 비하여, 콘텐츠 중심 네트워킹에서는 콘텐츠 데이

터의 위치와 식별 방식을 분리한다. 즉 콘텐츠 중심 네트워킹 연구는 콘텐츠 명칭을 이용하여 콘텐츠를 효율적으로 전달하는 아키텍처를 개발하고자 하는 것을 주요 내용으로 한다.

본 장에서는 콘텐츠 중심 네트워킹의 학문적 연구를 선도하고 있는 미국과 유럽의 대형 프로젝트를 중심으로 연구 동향을 고찰한다. 대표적인 콘텐츠 중심 네트워킹 프로젝트로는 미국의 DONA(Data Oriented Network Architecture)[2], 유럽의 PSIRP(Publish-subscribe Internet Routing Paradigm)[3]과 NetInf(Network of Information)[4] 등이 있다. PSIRP과 NetInf는 FP7 (Future Internet in Framework, Programme 7) 프로젝트로 연구되었다.

1. 미국의 DONA 프로젝트

DONA[2]는 미국 버클리대학 RAD Lab(Reliable Adaptive Distributed Systems Lab)의 프로젝트로서 콘텐츠 네트워킹을 위하여 데이터 핸들링 개념을 도입하는 것을 특징으로 한다. DONA는 IP상에 데이터 핸들러(Data Handler, DH)라는 계층을 두고, DH 핸들러 계층에서 콘텐츠 명칭 기반의 라우팅과 캐싱(caching)을 수행하도록 한다. 이러한 콘텐츠 명칭 기반 라우팅을 위하여 네트워크 관리 구역(Administrative Unit)별로 논리적 DH를 둔다.

DONA의 동작 원리는 <그림 1>과 같다. <그림 1>에서 레졸루션 핸들러(Resolution Handler, RH)는 IP 네트워크의 DNS를 대신하는 역할을 한다. <그림 1>에서 실선은 각 RH에 콘텐츠 사본을 등록하는 상태를 나타내고, 점선은 콘텐츠를 찾아가는 경로를 나타낸다. 콘텐츠 사용자가 RH에게 콘텐츠 요청 메시지를 보내면, 콘텐츠를 찾을 때까지 다음 RH에 라우팅 된다. 즉 요청 메시지를 받은 RH가 해당 콘텐츠의 사본을 등록하고 있는 경우에는 응답하고, 그렇지 않은 경우에는 다음 RH로 전달하는 방식으로 계속하여 가장 인접한 RH의 콘텐츠 사본을 찾아가는 것이다.

DONA에서 사용하는 콘텐츠 명칭은 기존 인터넷처럼 계층적 구조를 갖지 않고, 평면적(flat) 구조를 갖는다. 또한 콘텐츠

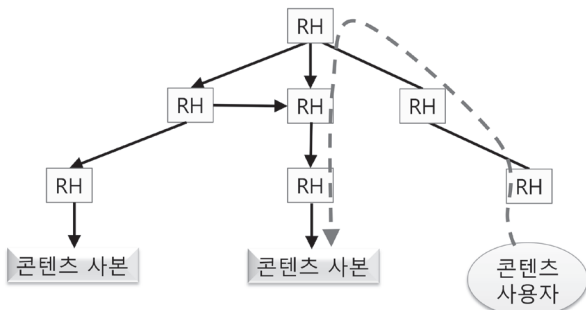


그림 1. DONA의 콘텐츠 등록 및 요청 과정

에 대한 정확성과 지속성을 제공하기 위하여 자체 인증(self-certifying) 가능한 형식(format)으로 콘텐츠 명칭을 정의할 수 있게 하였다.

2. 유럽의 PSIRP 프로젝트

PSIRP[3]는 <그림 2>와 같이 콘텐츠 배포자(publisher)와 가입자(subscriber)를 네트워킹의 주체로 보고, 이들을 이어주는 만남의 장소와 같은 랑데뷰 포인트(Rendezvous Point, RP) 개념을 도입한 것을 특징으로 한다. 랑데뷰 포인트는 배포자가 배포하는 콘텐츠와 가입자 간에 전달 경로를 생성한다. 배포자는 콘텐츠를 구분하는 랑데뷰 식별자(Rendezvous Identifier, RId)와 특정 네트워크 범위를 구분하는 범위 식별자(Scope Identifier, SId) 간의 대응 정보를 업데이트 한다. 범위 식별자는 학교 캠퍼스나 소셜 네트워크 등의 범위를 식별할 수 있도록 하는 역할을 한다. 가입자는 범위 인증 과정을 거쳐 해당 범위 내에 배포된 콘텐츠를 요청한다.

PSIRP의 핵심요소인 랑데뷰 포인트가 가입자까지의 콘텐츠 전달 경로를 생성하면, 경로 상의 노드들이 참조하는 포워딩 테이블은 경로 식별자(Forwarding Identifier, FId)의 입출력과 출력 인터페이스 정보를 기록한다. PSIRP에서 다수의 가입자가 동일 콘텐츠를 요청할 경우에는 랑데뷰 포인트가 가입자들을 그룹화하여 콘텐츠의 중복 전달을 방지한다. 이와 같이 PSIRP는 콘텐츠의 배포와 소비 과정을 비동기 형태로 제공하여 콘텐츠 트래픽을 분산하고, 동일한 콘텐츠의 중복 전달을 방지하여 네트워크 효율을 증대시킨다.

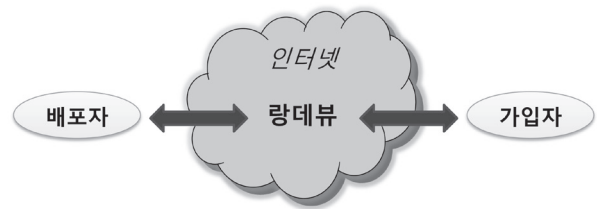


그림 2. PSIRP의 콘텐츠 네트워킹 개념

3. 유럽의 NetInf 프로젝트

NetInf[4]는 객체(object) 모델 개념을 도입하여 콘텐츠의 속성, 명칭, 저장 위치 등의 정보를 객체화하는 것을 특징으로 하는 콘텐츠 검색 및 전달 기술이다. NetInf의 객체 모델에는 정보 객체(Information Object, IO), 데이터 객체(Data Object, DO), 비트 레벨 객체(Bit-level Object, BO) 모델 등이 있다.

NetInf의 콘텐츠 분배와 교환은 <그림 3>과 같이 객체 모델을

기반으로 한다. 정보 객체는 데이터 객체의 의미를 정의하는 속성들의 집합으로서, 음악, 영화, 웹 페이지 등으로 구분하여 정의할 수 있다. 정보 객체는 위치자와 식별자를 분리하여 정의한다. 데이터 객체는 정보 객체의 서브 클래스로, 데이터의 메타데이터와 데이터의 위치 포인터(pointer)를 정의한다. 비트 레벨 객체는 콘텐츠 데이터의 비트를 정의하는데, MP3, 파일, 비디오 스트림 등과 같은 기존의 포맷을 사용한다. 정보 객체는 의미에 따른 검색에 이용하며, 데이터 객체는 ID 검색에 이용한다.

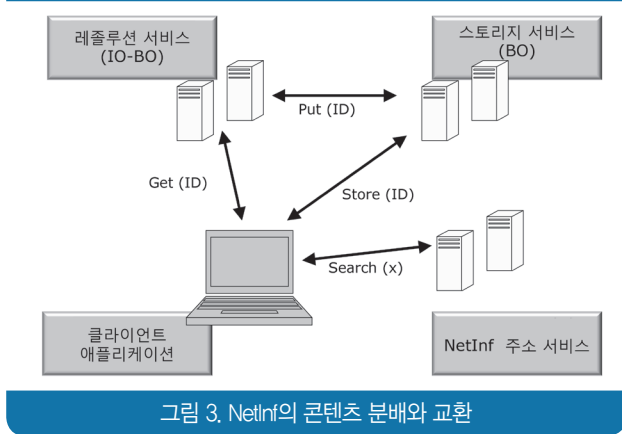


그림 3. NetInf의 콘텐츠 분배와 교환

Ⅲ. 산업계의 기술 개발 동향

콘텐츠 중심 네트워킹 기술의 혜택을 시장에 도입하려는 국내외 네트워크 서비스 사업자 및 장비 제조 업체의 기술 개발 동향을 소개하면 다음과 같다.

1. 사업자-제조업체간 글로벌 협력 동향

미국의 PARC(Palo Alto Research Center)는 CCN(Content Centric Network)[5]이라는 콘텐츠 중심 네트워킹 아키텍처를 제안하고 주요 글로벌 업체간 협력을 통하여 개발하고 있다. CCN은 콘텐츠 위치 대신 콘텐츠 명칭을 네트워킹 주소로 사용하고, 콘텐츠 전달 경로상의 네트워크 장비에 콘텐츠를 캐싱(caching)하는 것을 특징으로 한다. PARC는 2012년 4월 ENC(Emerging Networking Consortium)[6]라는 회원사 중심의 단체를 발족하고 주요 네트워크 사업자 및 제조업체와 함께 CCN의 개발과 상용화를 가속화하고 있다.

〈표 1〉에 기존 인터넷과 CCN간의 주요 특징을 비교하였다. 기존 인터넷에서는 송신자가 패킷의 IP 헤더(header)에 송수신자의 IP 주소를 명시하여 데이터를 전송하는데 비하여, CCN은 관심(interest) 패킷과 데이터 패킷의 두 가지 메시지 패킷을 이

용하여 콘텐츠 전달을 제공한다. 사용자가 콘텐츠를 요청하는 관심 패킷에 콘텐츠 명칭을 넣어서 네트워크 상에서 브로드캐스트하면, 해당 콘텐츠를 자신의 캐쉬에 보유한 라우터가 응답하여 콘텐츠를 전달한다.

표 1. 기존 인터넷과 CCN의 비교

	기존 인터넷	CCN
네트워킹 개념	통신 대상의 위치를 찾아서 종단간 연결	위치에 관계없이 통신의 목표인 콘텐츠 자체를 찾아서 연결
네트워킹 대상 주소	위치를 나타내는 호스트 IP	위치와 무관한 콘텐츠 명칭
라우팅 특징	중앙집중식 DNS를 거치는 비효율성	분산된 포워딩 엔진을 활용하는 효율성
보안	호스트 간 콘텐츠가 전달되는 경로를 보안의 대상으로 함 (DDoS 공격 등의 문제 발생)	콘텐츠 자체를 암호화하여 보안 제공 (네트워킹 주소를 위치와 분리하므로, DDoS 공격 불가능)

2. 네트워크 사업자 동향

프랑스의 네트워크 사업자인 Orange는 PARC의 CCN을 기반으로 지능적인 미디어 서비스와 콘텐츠 전달 및 추천 서비스 등을 개인화하여 제공하고자 연구하고 있다[7]. Orange 연구소가 연구 중인 CCN 기반의 스마트한 개인 영역(Smart-Personal-Sphere) 서비스는 사용자의 관심, 상황, 위치 등의 정보를 기반으로 맞춤형 콘텐츠를 제공하는 서비스 개념이다. 예를 들어, 가정에서 거실이나 주방, 침실 등 서로 다른 공간에 맞추어 상이한 콘텐츠를 제공하고, 사무실이나 호텔 등 외부에서도 상황에 맞는 개인화된 정보를 제공한다. 청사진을 갖고 있다. 또 다른 CCN 기반 서비스 활용 예인 동적인 개인 백과사전(Dynamic and Personal Encyclopedia)은 사용자의 성향이나 소비 이력, 지식 수준 등에 따라 차별화된 콘텐츠 목록을 제공하여, 사용자가 원하는 콘텐츠를 쉽게 찾을 수 있도록 하는 개념을 추구한다. Orange는 CCN 연구를 위하여 유럽내의 연구기관간 공동 프로젝트인 CONNECT(Content-Oriented Networking: a New Experience for Content Transfer) 또한 주도적으로 진행하고 있다[8]. 이 프로젝트에는 INRIA 연구소와 알카텔 루슨트의 벨 연구소 등이 참여하고 있으며, 연구기관별로 CCN의 보안, CCN 기반 비디오 애플리케이션, 플로우별 트래픽 제어 등을 연구하고 있다.

한국의 KT와 영국의 BT는 PARC의 CCN 기술을 협력 개발하는 동시에 자국의 네트워크 사업 환경에 적합한 콘텐츠 중심 네트워킹 사용 예를 발굴하고 있다. KT는 기존 인터넷과는 다

른 네트워킹 방식을 갖는 CCN을 효과적으로 검증할 방식을 연구하는 동시에, 콘텐츠 명칭 기반의 라우팅 개념을 도입한 자가 고유의 기술을 개발하여 스마트 네트워크 시범 사업을 추진하고 있다. BT는 사내 망에 CCN 기반의 네트워킹을 실험용으로 도입하는 것을 고려 중이다.

중국에서는 차이나모바일이 다양한 콘텐츠 서비스와 전달 기술(클라이언트-서버 기술이나 P2P 기술 등) 및 이종 통신 기기를 수용할 수 있는 네트워크로서 COXNet(Content SWITCH Network)을 개발하고 있다[9]. 대만의 중화텔레콤은 상황인지(context-aware) 서비스와 클라우드와 연계한 콘텐츠 중심 네트워킹 서비스 등을 연구하고 있다.

3. 제조업체 동향

한국에서는 삼성이 PARC의 CCN을 기반으로 VPC(Virtual Private Community) 라고 불리는 애플리케이션 서비스를 개발하고 있다[10]. VPC는 가족과 같은 폐쇄형 사적 커뮤니티(Closed Private Community)내에서 콘텐츠를 공유하는 기능을 제공한다. VPC는 콘텐츠 브라우징(browsing), 접속, 푸싱(push) 서비스 등을 제공한다.

중국의 화웨이(Huawei)는 콘텐츠 네트워킹 연구를 다각도로 진행하고 있다. 한편으로는 PARC의 CCN 기반으로 텔레컨퍼런스, 화이트보드, 실시간 비디오 전송 등의 응용 서비스를 개발하고 있다. 다른 한편으로는 네트워크 스토리지 기반의 라우팅을 제공하는 솔루션인 CONA(Content Oriented Network Architecture)[11]를 개발하고, 메트로(metro) 네트워크 적용 가능성을 검토하고 있다.

IV. 콘텐츠 네트워킹 관련 IETF 표준화 동향

IETF(Internet Engineering Task Force)는 인터넷을 표준화하는 국제 표준화 기구로서, 콘텐츠 트래픽 최적화, 콘텐츠 전달 네트워크간 연동, 네트워크 스토리지 등 다양한 콘텐츠 네트워킹 관련 기술을 표준화 하고 있다[12]. IETF에 표준 항목으로 제안된 기술 중에서 단기 표준화보다 중장기 연구에 적절한 기술로 판단되는 기술은 IRTF(Internet Research Task Force)라는 기구에서 논의하기도 하는데[13], 논의한 기술이 표준화에 적합할 만큼 성숙해지면, IETF의 WG으로 해당 항목을 이동하여 표준화하기도 한다. 본 장에서는 콘텐츠 중심 네트워킹과 관련한 기술이 IETF와 IRTF에서 표준으로 추진되고 있는 동향을 분석한다.

1. 콘텐츠 트래픽 최적화 표준화

애플리케이션 계층 트래픽 최적화(Application-Layer Traffic Optimization, ALTO) WG은 대량의 콘텐츠 트래픽을 유발하는 피어 대 피어(peer-to-peer, P2P) 애플리케이션에서 콘텐츠 트래픽을 최적화하는 프로토콜을 표준화한다[14]. ALTO 서비스의 개념을 요약하면 <그림 4>와 같다. P2P 애플리케이션에서는 동일 콘텐츠를 공급하는 다수의 피어가 존재하는데, ALTO 서비스는 네트워크 토폴로지 등을 고려하여 이들 피어 중에서 콘텐츠 트래픽을 최적화할 피어를 선택한다. ALTO 서비스는 대역폭의 최대화, 도메인 간 교차 트래픽의 최소화, 사용자 비용의 최소화 등에 의해 트래픽을 최적화 한다.

ALTO WG은 IETF의 여러 표준화 분야 중 전송(transport) 분야에 속하며, 현재 표준화 진행 상황은 다음과 같다. ALTO WG은 2009년 10월에 문제 정의 작업을 완료하고[15], 2012년 8월 현재 프로토콜 정의 문서를 WG내에서 최종 검토하고 있는 중이다. 이 외에도 요구사항, 서버 탐색(discovery), 적용시키고 려 사항과 관련한 표준 문서도 마무리 단계에 있다.

ALTO 서비스의 활용 예로는 P2P 응용의 피어 선택, 콘텐츠 전달 네트워크(Content Delivery Network, CDN), 소프트웨어 주도 네트워크(Software-Driven Network, SDN) 등을 들 수 있다. 이와 관련하여 전송 분야의 콘텐츠 전달 네트워크 연동(Content Delivery Network Interconnection, CDNi) WG[16], 애플리케이션 데이터 경로 분리(Decoupled Application Data Enroute, DECADE) WG[17], P2P 스트리밍 프로토콜(Peer to Peer Streaming Protocol, PPSP) WG[18]과 협업하고 있다. ALTO WG은 표준의 완성도를 위하여 전송 분야뿐만 아니라 다른 분야의 WG과도 협력하고 있다. 정보를 다시 배포하기 위한 무결성 보호(integrity protection) 기술과 관련해서는 보안 분야의 자바스크립트 객체 서명 및 암호화(Javascript Object Signing and Encryption, JOSE) WG[19]과 협력하고 있다. 서버 탐색과 관련해서는 실시간 애플리케이션 및 인프라스트럭처 분야의 지리적 위치/개인정보보호

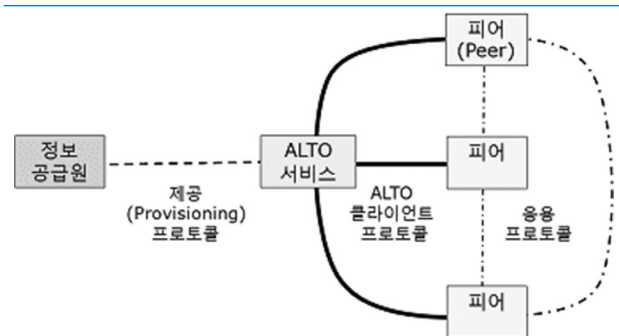


그림 4. ALTO 서비스 개념도

(Geographic Location/Privacy, GEOPRIV) WG[20]과 협업하고 있다.

2. 콘텐츠 전달 네트워크간의 연동 표준화

CDNi WG은 콘텐츠 서비스 제공자(Content Service Provider, CSP)로부터 최종 콘텐츠 사용자까지 콘텐츠를 전달하는 개방형 콘텐츠 전달 인프라스트럭처 기술의 필요성에 의하여 서로 다른 콘텐츠 전달 네트워크(CDN)을 연동하는 프로토콜을 표준화한다. CDN 사이의 연동에 의하여 CDN 사업자는 CDN 서비스의 영역을 확장하거나, CDN 오프로드(offload), CDN 성능 향상 등의 효과를 얻을 수 있다. 첫째, CDN 간의 연동은 지리적인 영역 측면의 확장을 가능하게 한다. 즉 한 CDN 사업자가 다른 CDN 사업자의 영역에서 서비스할 수 있을 뿐만 아니라, 서로 다른 지역에 위치한 CDN 서비스 제휴 업체 간에도 일관성 있게 서비스를 제공할 수 있다. 따라서 사용자가 지리적인 이동을 할 경우에도 접속하던 콘텐츠를 계속해서 접속하여 사용할 수 있다. 둘째, 서비스 폭주 시간의 콘텐츠 전달 성능 향상이나, 한 CDN의 콘텐츠 송수신 오류시 다른 CDN 서비스 제공업체로의 우회 서비스를 제공하는 오프로드가 가능하다. 셋째, 한 CDN 사업자가 처리 불가능한 요청을 받았을 경우에 해당 기능을 가진 다른 CDN 사업자에게 CDNi를 통해 해당 요청을 전달하여 대신 처리하도록 할 수 있다. 이와 같이 CDNi 프로토콜을 이용하여 CDN 성능을 다양한 방법으로 향상시킬 수 있다.

CDNi WG은 2011년 7월에 제 81차 IETF에서 첫 회의를 가진 이후, 현재 문제 정의[21], 요구사항[22], 활용 사례[23], 프레임워크(architecture)[24]에 대해 WG 문서 작업을 진행하고 있다. 앞으로 2013년 6월까지 요청(request) 라우팅 인터페이스, 로깅(logging) 인터페이스, 제어 인터페이스, 메타데이터 배포 인터페이스를 표준화하는 로드맵을 가지고 있다.

3. 네트워크 스토리지 시스템 표준화

DECADE WG은 응용 데이터 경로 분리 프로토콜의 표준화를 담당하는 WG으로서, 콘텐츠 중심 네트워킹과 관련된 네트워크 스토리지 시스템 기술 조사를 표준화 범위로 포함하고 있다. 최근의 스토리지 가격 인하 추세로 인하여, 네트워크 스토리지를 이용한 트래픽 절감 기술은 네트워크 자원에 대한 투자비 측면에서도 경제적으로 유용하게 적용 가능하다. DECADE WG은 네트워크 스토리지와 관련하여 접근제어 및 자원제어 정책, 저장, 검색, 관리 등의 요소 기술을 다룬다.

현재 DECADE WG은 요구사항[25]과 아키텍처[26] 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.

4. 정보 중심 네트워킹

IRTF의 정보 중심 네트워킹(Information-Centric Networking, ICN) 연구 그룹(Research Group, RG)은 콘텐츠 네트워킹의 효율성 문제를 근본적으로 해결하기 위하여, 일차적으로 다음과 같은 세 가지 문서를 작업하는 것을 목표로 하고 있다.

- 서로 다른 콘텐츠 중심 네트워킹 기술의 조사
- 문제 정의
- 성능 검증을 위한 참조 시나리오

ICN RG에서 상기 세 가지 문서의 작업을 완료한후에는, RG에서 관심을 갖고 있는 기술적 이슈인 콘텐츠 명명 방식, 비계층적 콘텐츠 명칭 해석 기술의 확장성, 콘텐츠 라우팅 확장성, 단일 프로토콜 프레임워크, 보안 및 개인정보보호, 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API), 비즈니스나 법률 및 규정 프레임워크 등으로 작업 범위를 확장해 나갈 가능성이 있다. 특히 콘텐츠의 명명 및 해석 방식은 ICN의 확장성과 긴밀한 관계가 있으며, ICN의 성능을 좌우하는 핵심 기술로서 많은 전문가들이 관심을 갖고 있다.

V. 결론 및 향후 전망

콘텐츠 트래픽이 인터넷 트래픽에서 차지하는 비율이 급속히 증가함에 따라 콘텐츠 중심 네트워킹 기술이 주목받고 있다. 본고에서는 다양하게 연구개발되고 있는 콘텐츠 중심 네트워킹 기술의 동향을 고찰하였다. 이러한 콘텐츠 중심 네트워킹 기술이 실제 활용되기 위해서는 구현이 용이하고, 투자비용 대비 네트워크 효율성의 증대 비율이 검증되어야 한다. 또한 콘텐츠 서비스에 관여하는 주체인 네트워크 사업자와 콘텐츠 제공자, 장비 제조업체, 개인 사용자 등에게 골고루 혜택이 제공되어야 한다.

첫째로 구현의 용이성은 각 기술들이 동작하는 네트워크 계층과 밀접한 관계가 있다. 현재의 IP 상에서 작동하는지, 현재의 IP를 대체하는 기술인지에 따라 구현의 용이성과 성능의 우수

성이 서로 다른 결과를 제공할 수 있다. 현재 운영되는 네트워크 장비에 쉽게 적용할 수 있는지, 장비의 전면적 교체를 야기하는 기술인지도 중요한 기준이 된다.

둘째로 네트워크 효율성과 관련해서는, 콘텐츠 명칭이 계층적인지 평면적인지가 성능을 좌우하는 주요 특성이 되며, 콘텐츠 명칭의 해석과 관리 기술이 성능에 중요한 영향을 미친다. 또한 콘텐츠 라우팅의 확장성이 검증되어야 한다.

콘텐츠 중심 네트워킹 기술의 도입은 인터넷에서 콘텐츠 비즈니스에 관여하는 주체들에게 다음과 같은 혜택을 제공할 수 있다. 네트워크 사업자는 네트워크 운영의 효율성을 높여 운영비용을 절감할 수 있다. 콘텐츠 제공 사업자는 보다 많은 사용자에게 원활한 콘텐츠 전달 서비스를 제공함으로써 수익의 증대를 기대할 수 있다. 콘텐츠 사용자 측면에서는 고품질의 콘텐츠 서비스를 고속으로 이용할 수 있다. 콘텐츠 중심 네트워킹 기술은 이와 같이 콘텐츠 비즈니스 생태계의 모든 이에게 혜택을 제공함으로써 인터넷 비즈니스의 발전에 일익을 담당할 것이다.

참고 문헌

- [1] "Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2009-2014," Jun, 2010.
- [2] DONA(Data Oriented Network Architecture) 홈페이지, <http://radlab.cs.berkeley.edu/wiki/DONA>
- [3] <http://psirp.org/>
- [4] <http://www.4ward-project.eu/>
- [5] V. Jacobson, D.K. Smetters, J.D. Thornton, M.F.Plass, N.H. Briggs, and R.L. Braynard, "Networking Named Content," In CoNEXT'09, Rome, Italy, Dec. 2009.
- [6] ENC, <http://www.parc.com/news-release/60/emerging-network-consortium-brings-industries-together-to-innovate-with-content-centric-networking-ccn.html>.
- [7] Hassnaa Moustafa, "Future Media & Content Centric Networks (CCN)," Future Media Internet Task Force Workshop, Feb. 2010.
- [8] CONNECT 프로젝트, <http://www.anr-connect.org/>
- [9] Z. Yunfei, P. Jing, C. Wei, C. Feng, L. Hongluan, and C. Jing, "COXNet:Content SWITCH Network," International Conference on Mobile Internet Architecture Evolution of Post-LTE (MIRACLE 2010), Nov. 2010.
- [10] Myeong-Wuk Jang, Byoung-Joon Lee, "Content-Centric Networking," HSN2011, Jan. 2011.
- [11] Zefeng Yan, "CONA:Content oriented network architecture," International Conference on Mobile Internet Architecture Evolution of Post-LTE (MIRACLE 2010), Nov. 2010.
- [12] Internet Engineering Task Force (IETF), <http://www.ietf.org/>
- [13] Internet Research Task Force (IRTF), <http://irtf.org/>
- [14] Application-Layer Traffic Optimization (ALTO), <http://datatracker.ietf.org/wg/alto/>
- [15] J. Seedorf and E. Burger, "Application-Layer Traffic Optimization (ALTO) Problem Statement," Informational, Request for Comments (RFC) 5693, October 2009.
- [16] Content Delivery Network Interconnection (CDNi), <http://datatracker.ietf.org/wg/cdni/>
- [17] Decoupled Application Data Enroute (DECADE), <http://datatracker.ietf.org/wg/decade/>
- [18] Peer to Peer Streaming Protocol (PPSP), <http://datatracker.ietf.org/wg/ppsp/>
- [19] Javascript Object Signing and Encryption (JOSE), <http://datatracker.ietf.org/wg/jose/>
- [20] Geographic Location/Privacy (GEOPRIV), <http://datatracker.ietf.org/wg/geopriv/>
- [21] B. Niven-Jenkins, F. Le Faucheur, and N. Bitar, "Content Distribution Network Interconnection (CDNI) Problem Statement," draft-ietf-cdni-problem-statement-08, June 25, 2012.
- [22] K. Leung and Y. Lee, "Content Distribution Network Interconnection (CDNI) Requirements," draft-ietf-cdni-requirements-03, June 5, 2012
- [23] G. Bertrand, E. Stephan, T. Burbridge, P. Eardley, K. Ma, and G. Watson, "Use Cases for Content Delivery Network Interconnection," draft-ietf-cdni-use-cases-10, August 9, 2012.
- [24] L. Peterson and B.Davie, "Framework for CDN Interconnection," draft-ietf-cdni-framework-01, July 16, 2012.
- [25] Y. Gu, D. Bryan, Y. Yang, and R. Alimi, "DECADE Requirements," draft-ietf-decade-reqs-08, August

13, 2012.

[26] R. Alimi, A. Rahman, D. Kutscher, and Y. Yang, "DECADE Architecture," draft-ietf-decade-arch-09, August 13, 2012.

[27] Information-Centric Networking Research Group (ICNRG), <http://irtf.org/icnrg>

약 력



백 은 경

1990년 이화여자대학교 전자계산학과 이학사
1992년 이화여자대학교 전자계산학과 이학석사
2004년 서울대학교 컴퓨터공학부 공학박사
1992년~현재 KT 유무선네트워크연구소
미래네트워크TF 팀장
현재 개방형컴퓨터통신연구회 이사
현재 TTA 미래인터넷 PG 부의장
관심분야: Content-Centric Networking,
Software-Defined Networking,
Multimedia Communication 등