

Contents Centric Networking 개요

2013년 07월

경북대학교 통신프로토콜연구실

최상일 (overcycos@gmail.com)

요 약

현재 상용중인 인터넷은 장비의 크기가 매우 크고 이동이 어려웠던 1970년대에 지역적으로 분산된 사용자들에게 서비스를 제공하기 위해 호스트 기반 통신 모델로 개발된 것으로 장비의 이동이 어렵기 때문에 정보의 위치가 정보 자체를 나타내는 구조를 가지게 되었다. 하지만 오늘날에 이르러 이동 단말의 수가 급격히 증가하고, 이 단말을 활용해 다양한 Content를 수신 받는 구조로 사용자의 서비스 활용 방식이 달라짐에 따라, 인터넷상에서 중요한 것은 Content의 위치가 아니라 어떤 Content를 원하는가로 바뀌었다. 따라서 본 문서에서는 Content에 Name을 부여하고 이 Name에 따른 Content의 사용에 초점을 맞춘 CCN (Contents Centric Networking)에 대한 소개와 현재의 연구 동향에 대한 내용을 다루려고 한다.

목 차

1. 기술배경	2
2. CCN이란?.....	3
3. CCN 관련 연구 동향.....	5
3.1 EUROPE.....	5
3.2 U.S.A.....	7
4. CCN 구현 및 응용.....	8
5. 결론.....	8
참고 문헌.....	9

1. 기술배경

비디오, 오디오, 사진, 금융 등 정보의 디지털화가 급속히 이루어지면서 매년 인터넷에는 1억 개의 새로운 디바이스가 온라인으로 추가되고 있고, 이에 따라 데이터 수요도 매달 300억 GB에 다다르고 있다. 하지만 현재의 인터넷은 1970년대에 크고 이동이 어려운 장비를 감안하여 지역적으로 분산된 사용자들에게 서비스를 제공하기 위해 호스트 기반 통신 모델을 기본으로 하며 양 끝 단 간의 데이터 통신을 위해 물리적 장비들의 트리 구조를 가진다 [1]. 이는 통신에는 효율적일지는 몰라도 분산의 관점에서는 매우 비효율적인 구조이다. 따라서 이 관점은 스마트폰과 같은 이동 단말이 급속히 퍼지고, 다양한 장소에서 동일한 정보 (Contents)를 수요하려는 환경에는 적합하지 않다. 이 결과, 위치가 동일한 정보에 대한 여러 단말들의 수요가 발생하게 되면 병목 현상과 같은 인터넷상의 문제가 발생할 수 있다. 그림 1은 YouTube 서버로 다양한 단말들이 동영상 자료들을 요구하는 경우 발생할 수 있는 병목 현상을 보여준다.

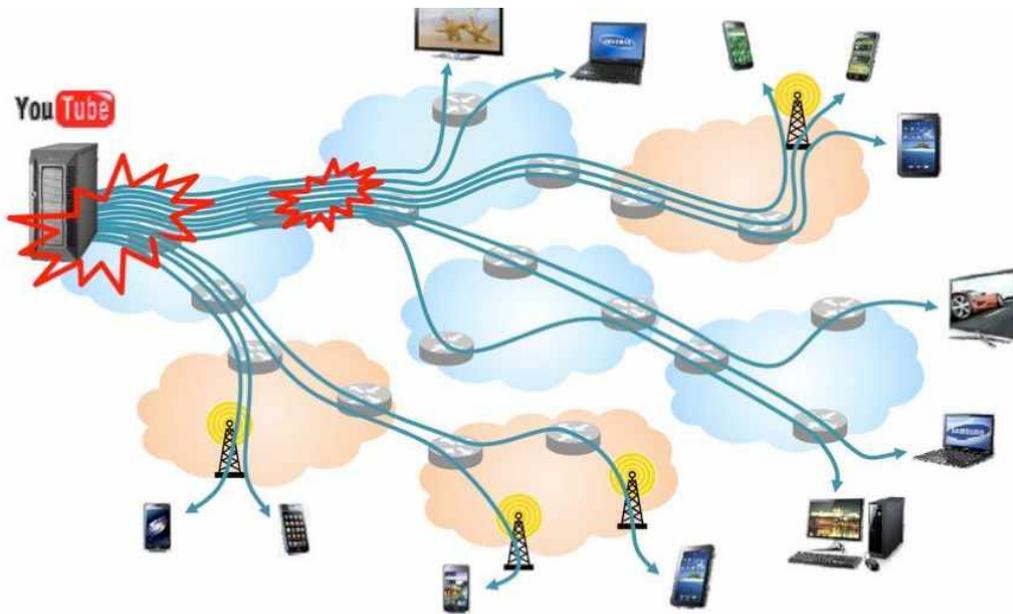


그림 1. Content 집중으로 인한 서버의 병목현상

(출처: <http://electronics.wesrch.com/paper-details>, Myeong-Wuk Jang)

위와 같은 문제는 사용자들의 정보 사용 방식이 변화되었기 때문에 발생하게 된다. 과거의 인터넷 사용자들은 단말의 이동이 거의 불가능하기 때문에 단말의 위치가 곧 단말이 가진 정보 자체로 나타낼 수 있다. 하지만 현재의 사용자들은 더 이상 원하는 정보의 위치가 아닌 정보 자체에 집중 (Where to What) 하는 방식으로 정보 사용 방식이 변화되었다. 이러한 인터넷 사용자의 변화를 수용하기 위해 전세계적으로 현재 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 본 문서에서는 정보 자체에 Name을 부여하여 이 Name을 통해 위치가 아닌 정보 자체를 획득하는 구조인 CCN (Contents-Centric Networking)에 대해 다룰 예정이다.

2. CCN이란?

CCN에서 가장 큰 특징은 위치 정보를 나타내는 IP를 활용하지 않고 Content 자체에 부여된 Name을 통해 단말이 Content를 획득할 수 있는 점이다. Content의 Name은 그 자체로 Content를 나타낼 수 있어야 하기 때문에 다양한 내용(Content의 내용, Version, 암호화 해쉬, 포맷 등)을 포함하고 있다[2].

두 번째 CCN의 특징은 Content의 집중을 막기 위해 각 Node가 그 경로를 통해 지나간 Content의 내용을 일정 시간 동안 보관해 그 사이 다른 단말이 동일한 Content를 요구하는 경우 공급자에게로 요청 메시지를 보내는 것이 아니라 Content를 보관하고 있는 Node에서 응답을 보낸다는 것이다. 이를 위해 CCN에서는 아래와 같이 Router가 가지는 세 개의 Cache에 대한 정의를 하고 있으며, 그림 2는 CCN Router의 구조를 보여준다[3].

Content Store(CS) - 해당 경로를 통해 지나간 Content를 보관하고 있는 Cache

Pending Interest Table(PIT) - Content 요청 메시지를 나타내는 Interest의 In/Out 경로 기록

Forwarding Information Base(FIB) - Interest의 효율적인 Forwarding을 위한 Cache

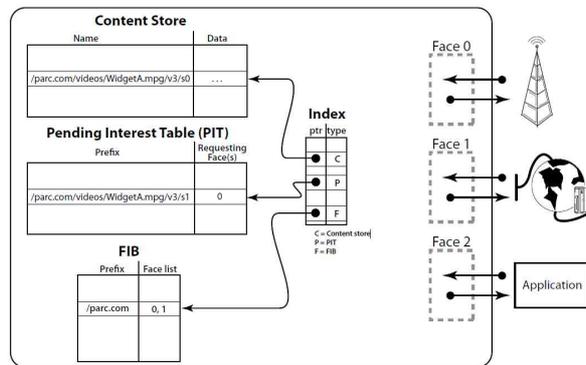


그림 2. CCN Router의 구조

마지막으로 CCN은 기존의 Query & Response 메시지를 사용하지 않고, 별도의 요청 (Interest) 메시지와 응답(Data) 메시지를 정의하고 있다. Interest Packet은 사용자가 원하는 Content의 정보를 나타내며 Data Packet은 Interest에서 요청한 Content와 인증과 관련된 정보들이 포함되어 있다. 그림 3은 CCN에서 사용하는 Interest Packet과 Data Packet을 보여준다[4].

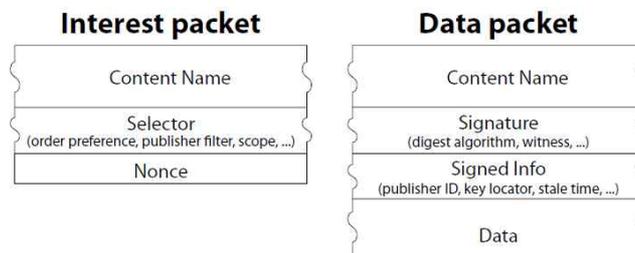


그림 3. CCN의 Interest Packet & Data Packet

위와 같이 CCN은 Content 자체에 Name을 부여하여 위치정보가 아닌 Content 자체에 집중하고 Content 획득 경로 중간의 각 Node가 CS에 Content를 보관함으로써 공급자로의 요청 집중을 막아 Content 획득의 분산화를 가능하게 하였다. 그림 4는 CCN 환경에서의 병목현상이 없는 Content 전송을 보여준다.



그림 4. CCN 환경에서의 병목현상이 없는 Content 전송
(출처: <http://electronics.wesrch.com/paper-details>, Myeong-Wuk Jang)

위와 같은 특징으로 인해 CCN은 아래와 같은 4가지 이점을 가지게 된다.

병목 현상 방지 - 중간 Node의 CS가 Content를 보관하여 Content 요청 집중을 막음
이동 단말에 적합 - Content 사용 후, 공급자와의 연결을 유지할 필요가 없음.

이 후에 다시 Content 요청 시, 인접 Node의 CS에서 획득 가능
Content의 빠른 검증 - Name에 인증 정보가 포함.

→ 검증 실패 시 중간 Node가 공급자에게 Content 요청

DDoS 공격 방어 - 공급자의 Content가 네트워크상에 분산되어 있어 공격자의 Interest가 중간 Node에서 Content를 획득하여 사라짐.

→ 공급자인 Server로 Interest Packet을 통한 직접적 공격이 어려움.

3. CCN 관련 연구 동향

전세계의 많은 연구자들이 CCN의 기술 배경과 구조를 이해하고, 이를 실현 및 보완하기 위해 현재 다양한 연구를 진행하고 있다. 본 문서에서는 유럽과 미국에서의 CCN에 관한 연구에 집중하여 관련 연구 동향을 살펴보겠다.

3.1 Europe

(1) PSIRP : Publish/Subscribe Internet Routing Paradigm

기존 인터넷이 송신자에게만 초점을 맞춘 상태에서 수신자에게는 Best-Effort 서비스를 제공하는 부분에서 발생할 수 있는 DDoS 공격, 원하지 않는 정보의 수신(스팸메일)과 같은 문제를 해결하기 위해 CCN의 개념을 활용한 것이 이 연구이다.

본 연구에서는 기존의 네트워크를 Publish/Subscribe 패러다임으로 변경하여 수신자가 Subscription 방식을 통해 원하는 정보만을 받을 수 있는 네트워크 환경을 구성하는데 초점을 맞추고 있다.

상세한 내용은 본 연구의 홈페이지인 <http://www.psirp.org>에서 확인할 수 있다[5].

(2) 4WARD

4WARD의 WP6에서 Networking of Information에 관한 연구가 진행되고 있다. 그림 5는 4WARD에서 지향하는 CCN을 통한 양 끝 단이 아닌 중간 Node에서 정보를 획득하는 네트워크 구성을 보여준다.

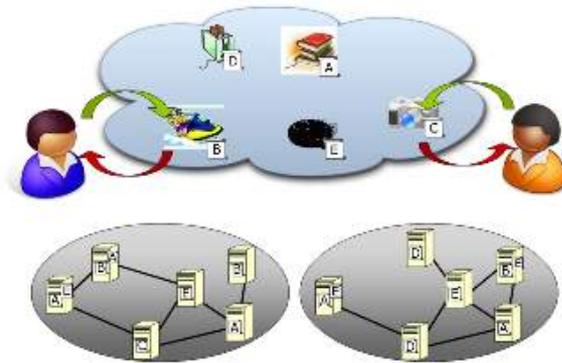


그림 5. WP6- Networking of Information

상세한 내용은 본 연구의 홈페이지인 <http://www.4ward-project.eu>에서 확인할 수 있다[6].

(3) PURSUIT

FP7 EU Project에 포함된 연구로서 1번으로 소개한 PSIRP의 후행연구이다. 이 연구의 목적은 CCN의 개념에서 Security와 Safety에 초점을 맞춰 사용자의 Data를 인터넷 상에서 보호하고 특정한 상대에게만 해당 정보를 공개하는 것이다. 따라서 이 연구의 초점은 아래의 세 가지이다.

- Information access anywhere and anytime
- Security and safety
- Policy-based handling of information

상세한 내용은 본 연구의 홈페이지인 <http://www.fp7-pursuit.eu>에서 확인할 수 있다 [7].

(4) COMET : COntent Mediator architecture for content-aware nETworks

본 연구는 2010년 1월에 시작된 연구로서 총 3년의 연구기간을 가진다. 연구의 목적은 Content 위치, 접근, 그리고 분산에 대한 통일된 접근방법을 제시하는 것으로 목표로 삼고 있는 결과물로서 전송 요구사항, 사용자 선호도, 네트워크 상태 등에 기반하여 관련된 네트워크 리소스로 Content를 맵핑하는 최적화된 Content Source 선택과 분산 기법과 국제적으로 통용될 수 있는 Naming 방식을 내놓으려 하고있다.

상세한 내용은 연구의 홈페이지인 <http://www.comet-project.org>에서 확인할 수 있다 [8].

(5) SAIL : Scalable and Adaptive Internet Solutions

본 연구의 목적은 정보 중심 패러다임의 지원을 통한 어플리케이션의 향상, 메커니즘과 프로토콜의 개발, Network of Information 개념이 가지는 이점의 현실화이다.

다른 연구와는 달리 이 연구는 직접 해당 개념을 적용하고 이에 대한 개념 증명 방식을 활용하여 새로운 네트워크 기술을 연구하고 개발하고 있다.

상세한 내용은 연구의 홈페이지인 <http://www.sail-project.eu>에서 확인할 수 있다[9].

(6) CONVERGENCE

본 연구는 호스트 기반에서 Content 혹은 Data 기반으로 인터넷의 성향이 변해감에 따라 시작된 연구이다. 연구의 메인 아이디어는 새롭고, Content 중심적이며, Pub/Sub 서비스를 제공할 수 있고, 인터넷의 성능을 향상 시킬 수 있는 기술이다. 또한 이 연구는 새로운 분산과 전송의 Unit인 VDI(New networking functionality)를 정의하고 Open source 미들웨어 및 안전하고 보안성이 높은 메커니즘의 개발을 포함하고 있다.

상세한 내용은 연구의 홈페이지인 <http://www.ict-convergence.eu>에서 확인할 수 있다 [10].

(7) ANR CONNECT : Content Oriented Networking: a New Experience for Content Transfer

본 연구는 CCN의 패러다임을 정의하고 평가하는데 목적을 두었다. 따라서 이 연구는 총 6개의 연구 영역으로 나뉘어져 있다.

- Project Coordination
- Traffic control and resource sharing
- Routing and naming
- Caching strategies and memory trade-offs
- Use case and security
- Experimentation and dissemination

상세한 내용은 연구의 홈페이지인 <http://www.anr-connect.org>에서 확인할 수 있다[11].

3.2 U.S.A

(1) CCN & CCNx

본 연구는 PARC에서 주관하고 있는 연구로 CCN에 대한 기본 개념을 정립하고 Open source로의 구현을 통해 CCN Testbed의 구현을 가능케 하였다. CCN 연구에서 파생된 CCNx는 위에서 말한 Open Source를 의미하며 현재 0.7.2버전까지 배포되었다. CCN에서는 이에 그치지 않고 Android Source를 배포함으로써 이동 단말에 적합한 CCN의 성능 검증에도 노력하고 있다.

상세한 내용은 연구의 홈페이지인 <http://www.ccnx.org>에서 확인할 수 있다[12].

(2) DONA: a Data-Oriented Network Architecture

본 연구는 CCN에서 중요한 이슈 중 하나인 Naming에 대한 기술을 나타내고 있다. 연구 결과로서 Content의 Name은 P와 L로 구성하도록 하고, P는 Public Key 암호화의 암호화된 해쉬 값을 의미하고 L은 그 암호 기법에서 채택한 label을 의미한다. 또한 Name Resolution 부분에 관해서는 기존의 DNS를 사용하지 않고, Resolution Handers(RHs)를 새로 정의하여 이 새로운 개념으로 Name에 대한 요청을 처리하는 방안에 대해 연구 중이다.

현재 이 내용은 SIGCOMM'07에서 발표된 논문으로 확인할 수 있다. 이 논문은 <http://www.sigcomm.org/ccr/papers/2007/October/1282427.1282402/>에서 확인할 수 있다[13].

4. CCN 구현 및 응용

본 문서에서는 PARC에서 배포한 CCNx에 초점을 맞춰 CCN의 구현 및 응용에 대한 내용을 서술하겠다.

CCNx는 Open Source Project로 Name을 가진 Content로 인터넷의 기본 구조를 바꾸는 CCN의 목적을 그대로 따르고 있다. CCN에 대한 검증 및 평가를 위해서는 CCNx를 활용한 Testbed 구현이 가장 간단하기 때문에 현재 여러 프로젝트에서 이 Code를 사용하고 있으며, 대표적으로 CONNECT project, NDN project, 그리고 PARC CCN project가 있다.

CCNx에서는 Test를 위한 활용적 측면으로 아래와 같은 application을 제공하고 있다.

- ccnChat : Java로 구현된 채팅 프로그램
- ccnputfile/ccngetfile : File로 생성된 Data를 읽고 쓸 수 있는 프로그램
- ccnsendchunks : 받은 Interest에 맞는 Chunk를 처리하는 프로그램
- VLC : 표준 비디오 플레이어인 VLC를 위한 플러그인
- Content Exploer : CCNx에 저장되어 있는 Data를 브라우징하는 GUI 프로그램

이 외에도 CCNx에서는 CCNx Android Code를 배포하여 기존의 CCN이 가지는 이동 단말에 효과적이라는 이점에 대한 검증을 수행하고 있으며, 홈페이지 내에서 다양한 문서를 제공하여 설치 및 활용의 어려움을 해소해주고자 노력하고 있다.

5. 결론

지금까지 본 문서에서는 CCN 프로토콜의 기본 특징 및 주요 연구 동향에 대해 살펴보았다. CCN은 현재 연구되고 있는 여러 미래 인터넷 프로토콜 가운데 많이 알려지고, 연구되는 개념중의 하나로 앞으로도 지속적으로 성능에 대한 평가를 수행하고 그 내용을 보완함으로써 발전해 갈 것으로 전망된다. 시간이 지남에 따라 CCN이 가지는 Content 중심의 환경 보급이 확대되면, 기존 중간 Node의 Cache로 인한 부하와 Content가 CS에 유지되는 시간에 대한 최적화에 대한 여러 연구가 지속적으로 이루어 질 것으로 전망된다.

따라서 CCN에 대한 기본 개념을 숙지하고 파생될 수 있는 연구 분야에 대한 파악은 앞으로 계속해서 진행될 미래 인터넷에 관한 연구에서 놓쳐서는 안될 중요한 부분이라 사료된다.

참고 문헌

- [1] Parc Homepage, <http://www.parc.com/>
- [2] Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Named_data_networking
- [3] Kim J. I., et al, “콘텐츠 중심의 네트워크 기술”, 전자통신동향분석, 제25권, 제6호, 2010년 12월
- [4] Van J., et al, “Networking Named Content”, SIGCOMM Conference, 2009
- [5] PSIRP Homepage, <http://www.psirp.org/>
- [6] 4WARD Homepage, <http://www.4ward-project.eu/>
- [7] PURSUIT Homepage, <http://www.fp7-pursuit.eu/>
- [8] COMET Homepage, <http://www.comet-project.org/>
- [9] SAIL Homepage, <http://www.sail-project.eu/>
- [10] CONVERGENCE Homepage, <http://www.ict-convergence.eu/>
- [11] ANR CONNECT Homepage, <http://www.anr-connect.org/>
- [12] CCN & CCNx Homepage, <http://www.ccnx.org/>
- [13] Teemu K., et al, “A data-oriented network architecture”, SIGCOMM’07, Vol. 37, No. 4, October 2007