

CCNx 테스트베드를 위한 플러딩 기반의 확장 가능한 라우팅 설계기법 연구

이지민, 정태중, 권태경*, 최양희*
서울대학교 컴퓨터 공학부

{jmlee, tjchung}@mmlab.snu.ac.kr, *{tk, yhchoi}@snu.ac.kr

A Study on Flooding-based Routing Designs for CCNx Testbed

Jimin Lee, Taejoong Chung, Ted “ Taekyoung ” Kwon, Yanghee Choi
School of Computer Science and Engineering, Seoul National University

요약

최근 폭발적으로 증가하는 트래픽으로 인하여 현재 인터넷 설계에 대한 근본적인 해결책을 갈구하는 가운데, 이중 하나의 대안으로 콘텐츠 중심 네트워크의 패러다임이 제시되었다. 이는 현재의 호스트 중심 네트워크와 달리 콘텐츠 중심으로 설계된 네트워크로써, 호스트의 주소로 라우팅을 하는 것과는 달리 콘텐츠 자체로 라우팅을 하는 것이 특징이다. PARC 연구소에서 개발된 CCNx는 콘텐츠 중심 네트워크를 검증하기 위한 초기 단계의 프로토 타입 소프트웨어로써 현재 PARC 연구소를 비롯한 수십 개의 연구소에서 사용 중이다. 그러나 현재 CCNx는 가장 중요한 라우팅 기능이 구현되어 있지 않아 라우팅 엔트리를 수작업으로 설정해줘야 하는 어려움이 있다. 따라서 대규모의 테스트베드 구축에 어려움이 있을 뿐만 아니라, 네트워크의 토폴로지가 유동적으로 변할 시에 재빨리 변화를 감지할 수 없는 치명적인 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 CCNx 테스트베드의 네트워크 토폴로지 정보를 실시간으로 반영할 수 있으며 확장 가능한 라우팅 설계 방안을 제안한다. 이를 위해 가장 기본적인 플러딩 (Flooding) 기반 알고리즘을 채택하였다. 본 연구팀에서는 제안된 알고리즘을 구현할 테스트베드를 서울대 캠퍼스 망에 설치하였고 실제로 동작할 수 있음을 보였다.

I. 서론

수십 년 전에 호스트(End-to-End) 통신 패러다임에 기반하여 설계된 인터넷은 현재 무선 통신의 발달 및 스마트폰의 보급으로 인한 인터넷 사용자의 증가와 더불어 수 많은 새로운 콘텐츠의 생산으로 인하여 폭발적인 트래픽 증가 현상을 겪고 있다[1, 2]. 이에 따라 인터넷의 패러다임인 호스트 중심 네트워크에 대한 근본적인 문제점이 대두되었다. 즉 현재 인터넷이 사용되는 실제 목적인 콘텐츠를 얻기 위한 설계가 아닌, 호스트 접속을 위하여 설계된 인터넷이 가지는 한계에 대한 해결책을 강구하게 되었다. 이에 대한 하나의 결과물로 콘텐츠 자체에 초점을 맞춘 콘텐츠 중심 네트워크 (Content Centric Network, 이하 CCN) 패러다임이 하나의 대안으로 제시되었고, 이를 구체화 한 Named Data Network (이하 NDN)이 발표되었다[3].

NDN은 현재 호스트의 주소로 라우팅을 하는 인터넷과 달리 콘텐츠 자체로 라우팅을 한다는 것에 근본적인 차이점을 지니고 있다. 즉 콘텐츠를 지칭할 때 현재와 같이 콘텐츠를 지니고 있는 호스트와 콘텐츠의 이름의 조합으로 생성되는 URI (Uniform Resource Identifier) 개념이 아닌, 콘텐츠 자체에 이름을 부여하고 이를 통하여 라우팅을 한다는 것이다.

이러한 방식은 여러 가지 장점을 가질 수 있는데, 제일 큰 장점은 콘텐츠의 이름을 통하여 기존보다 콘텐츠를 쉽게 캐싱할 수 있다는 것과 호스트가 원하는 콘텐츠를 주위 호스트가 캐싱하고 있다면 지구 반대편 서버에 접속하지 않고, 쉽고 빠르게 콘텐츠를 얻을 수 있다는 점이다.

CCNx는 위와 같은 장점을 지닌 NDN의 개념을 토대로 만들어진 PARC (Palo Alto Research Center)의 프로토 타입 소프트웨어이다[4]. 현재 NDN의 개념을 실제

로 테스트 해볼 수 있는 유일한 테스트베드용 소프트웨어이지만 IP Layer에서 Overlay로 콘텐츠 이름을 통하여 콘텐츠를 포워딩을 하도록 설계된 CCNx는 가장 중요한 기능 중 하나인 라우팅이 설계되어 있지 않다. 즉 테스트베드를 구축할 때, 테스트 머신 마다 각 콘텐츠 이름에 대한 해당 IP를 수동적으로 설정해야 한다는 번거로움과 테스트베드의 토폴로지가 유동적으로 변할 시에 이를 재빨리 반영하지 못한다는 단점이 있다. 이는 곧 테스트베드의 규모를 확장하기 어렵게 만들 뿐만 아니라, 추후의 NDN 관련 연구의 근본적인 걸림돌로 작용될 수 있음을 의미한다.

이에 따라 본 논문에서는 확장성 (Scalability)를 고려한 플러딩 기반의 CCNx 테스트베드 라우팅 설계기법을 제안하고자 한다.

II. 본론

2-1 테스트베드

본 논문에서 실험을 위해 그림 1과 같이 서울대학교 캠퍼스 망에 테스트베드를 설치하였다. 본 테스트베드 실험을 위하여 2011년 5월에 배포된 CCNx 버전 0.4.0이 사용되었다. CCNx 소프트웨어는 Publisher, Subscriber 및 Content Router (이하 CR)의 역할을 구분하지 않는다. 본 논문에서는 데이터를 생성하는 Publisher와 데이터를 소비하는 Subscriber 그리고 Packet을 포워딩하는 Content Router (이하 CR)를 별도로 칭한다. 또한, CCNx 소프트웨어를 사용하는 각 노드는 TCP/IP 혹은 UDP/IP를 사용하여 Interest packet과 Data packet을 주고 받기 때문에 본 테스트베드의 토폴로지는 Overlay 네트워크 토폴로지임을 밝혀둔다.

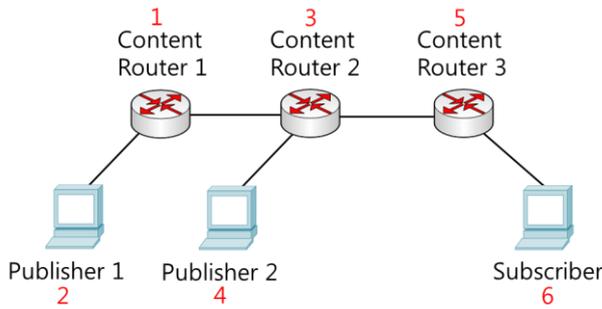


그림 1. 테스트베드

2-2 Daemon in Content Router

본 구현에서는 어떠한 역할의 노드든지 토폴로지에 참여할 때에는 CR 과 링크를 맺는다는 점에 착안하여, CR 에 각기 다른 세가지 참여를 처리하는 Daemon 을 구현하였다. 이를 구현하기 위하여 C Socket 을 사용하였으며, 노드 참여를 구분하기 위하여 Subscriber 참여에는 10001 번, Publisher 참여에는 10002 번, CR 참여에는 10003 번 포트번호를 할당하였다.

그림 2.는 Content Router 의 Daemon 을 간략히 설명하고 있다.

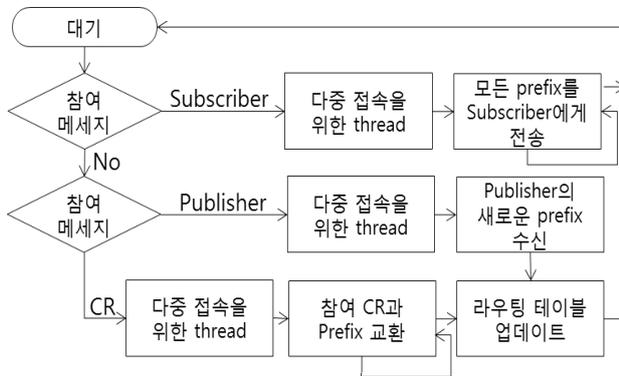


그림 2. Content Router 의 Daemon 순서도

이를 구현하기 위하여, 각 노드가 토폴로지에 참여할 때에는 자신이 링크를 맺을 CR 의 IP 를 이미 알고 있다고 가정한다. 또한, 토폴로지에 처음 참여하는 CR 은 advertise 할 라우팅 테이블 정보가 없다고 가정한다.

2-3 라우팅 시나리오

본 논문에서는 구현의 입증을 위한 간단한 시나리오를 제시한다. 시나리오의 흐름은 각 노드의 토폴로지 참여에 중점을 둔다. 그림 1.의 빨간색 숫자의 순서로 토폴로지에 참여한다.

시나리오는 토폴로지 내에 오로지 CR1 만이 존재하며 시작한다. Publisher1 가 참여한 후 자신이 publishing 한 콘텐츠의 name prefix 를 CR1 에게 advertise 한다. CR1 은 자신의 라우팅 테이블에 해당 name prefix 와 Publisher1 의 IP 를 매핑시킨다. CR2 가 토폴로지에 참여하고, CR1 은 자신의 라우팅 테이블의 name prefix 를 CR2 에게 advertise 한다. CR2 또한 자신의 라우팅 테이블을 업데이트한다. CR 노드 간에는 자신이 관리하는 모든 name prefix 를 주기적으로 교환하므로 Publisher2 가 CR2 와 링크를 맺은 후 advertise 한 name prefix 또한 CR1 의 라우팅 테이블에 등록된다.

CR3 가 토폴로지에 참여하고 CR2 로부터 name prefix 를 받아 자신의 라우팅 테이블에 등록한다. 앞서 마찬가지로 해당 name prefix 는 CR2 IP 와 매핑된다. 마지막으로 Subscriber 는 CR3 로부터 토폴로지내의 모든 name prefix 를 받아 라우팅 테이블을 업데이트 함으로써 Publisher 에게 Interest packet 을 보낼 수 있다.

표 1.은 시나리오 종료 후, CR 과 Subscriber 의 라우팅 테이블을 보여준다.

Content Router 1		Content Router 2	
name prefix	IP address	name prefix	IP address
ccnx:/pub1/	IP _{Pub1} , IP _{CR2}	ccnx:/pub1/	IP _{CR1} , IP _{CR3}
ccnx:/pub2/	IP _{CR2}	ccnx:/pub2/	IP _{Pub2} , IP _{CR1} , IP _{CR3}
Content Router 3		Subscriber	
name prefix	IP address	name prefix	IP address
ccnx:/pub1/	IP _{CR2}	ccnx:/pub1/	IP _{CR3}
ccnx:/pub2/	IP _{CR2}	ccnx:/pub2/	IP _{CR3}

표 1. 시나리오 종료 후 라우팅 테이블

III. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 최근 배포된 CCNx 소프트웨어가 제공하는 수동적 라우팅 환경에서 벗어나 각 노드가 CCNx 테스트베드 구축을 위해 토폴로지에 참여할 때, 간단하게 자신의 역할을 선택하며 자동 라우팅을 제공받는 방법을 보였다. 본 논문에서 소개된 시나리오 이후에도 같은 방식을 통해 계속해서 노드의 참여를 받아들일 수 있으며, 이를 통해 추후에 테스트베드 상에서 라우팅, 캐싱 혹은 다른 연구 주제를 구현하고 실험할 수 있는 테스트베드를 손쉽게 구축할 수 있다.

하지만 라우팅 테이블 엔트리 개수의 확장성을 고려하지 않은 플러딩 기반의 라우팅을 구현하였기 때문에, 각 노드가 관리하는 테이블의 사이즈가 테스트베드에 참여하는 노드의 수에 비례해 늘어난다는 단점이 있다. 본 연구팀에서는 플러딩 이외의 효율적인 라우팅 기법을 후속 연구로 진행하고 있다

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국방송통신전파진흥원의 차세대 통신 네트워크원천기술개발사업 (11-913-05-002: 이름 주소 기반 네트워킹을 위한 내재 캐싱 및 라우팅 원천기술 연구)의 일환으로 수행되었음.

참고 문헌

[1] ipoque, " Internet Study 2008/2009" , http://www.ipoque.com/resources/internetstudies/internet-study-2008_2009.

[2] Cisco, " Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010-2015" , February 2011.

[3] V. Jacobson, D. smettters, J. Thornton, M, Plass, N. Briggs, and R. Braynard, " Networking named content" , Proc. ACM CoNEXT, Dec 2009.

[4] Project CCNx, " PARC" , <http://www.ccnx.org>.