

CCN 환경에서의 다중 경로 데이터 전송 기법

진태용, 홍석찬, 송관호, 신용태
 숭실대학교

{tyjin, schong}@icn.ssu.ac.kr, {khsong, shin}@ssu.ac.kr

Multipath Data Transfer Scheme in Content Centric Network Environment

Tae-Yong Jin, Seok-Chan Hong, Kwan-Ho Song, Yong-Tae Shin
 Soongsil University

요 약

컨텐츠 중심 네트워크(CCN)는 데이터 송수신을 위해 IP 주소로 종단 간 1:1 연결을 맺어야 하는 기존 인터넷의 비효율성을 해결하고자 등장한 미래 인터넷 기술 중 하나이다. CCN은 IP 주소 대신 컨텐츠의 이름을 사용하여 라우팅을 수행하며 네트워크상의 노드들이 컨텐츠를 저장하고 컨텐츠를 요청하는 인근의 소비자들에게 배포하는 방식을 사용한다. 하지만 기존의 CCN은 최초 데이터 패킷이 도착한 하나의 경로로만 컨텐츠를 수신하고 이후에 도착한 데이터 패킷은 폐기하기 때문에 전송률과 대역폭 측면에서 비효율적이다. 따라서 본 논문에서는 다수의 노드에 서로 다른 데이터 청크를 요청하여 다중 경로를 통해 컨텐츠를 효율적으로 수신하는 기법을 제안한다.

1. 서론

기존의 인터넷은 사용자가 컨텐츠 제공자의 IP 주소를 얻어와 종단 간 연결을 맺은 후 컨텐츠를 제공받게 된다. 이로 인해 인기 있는 컨텐츠는 다수의 사용자가 컨텐츠 제공자와 연결을 맺고 동일한 컨텐츠를 사용자 수만큼 반복 전송하게 되므로 컨텐츠 제공자와 네트워크에 과부하를 발생시킨다. 또한, 이동 단말이 다른 네트워크로 이동 시 IP 주소 변경으로 인해 종단 간 연결이 끊어지게 되어 새로운 IP 주소로 다시 종단 간 연결을 맺어야 하므로 이동 단말의 이동성 지원이 어렵다. 이러한 기존 인터넷의 비효율성을 해결하고자 PARC(Palo Alto Research Center)사의 Van Jacobson은 CCN(Content-Centric Networking)을 제안하였다[1].

CCN은 현재 인터넷의 송수신자 대신 데이터를 생성한 컨텐츠 생성자와 데이터를 수신해서 소비하는 컨텐츠 소비자의 개념을 도입하여 IP주소 대신 컨텐츠의 이름을 사용하여 라우팅을 수행하며 컨텐츠 제공자가 반드시 데이터를 전송한다는 제한 없이 임의의 노드가 특정 데이터를 저장하고, 데이터를 요청하는 인근의 소비자들에게 데이터를 배포하는 방식을 사용한다. 이로 인해 CCN은 빠른 컨텐츠 제공, 동일한 컨텐츠의 반복 전송 회피, 단말의 이동성 지원 용이 등의 장점을 가진다[2].

그러나 기존의 CCN에서의 데이터 전송 방식은 최초

데이터 패킷이 도착한 하나의 경로로만 컨텐츠를 수신하고 이후에 도착한 데이터 패킷은 폐기하기 때문에 일정 속도 이상의 데이터 전송률을 얻을 수 없고, 폐기되는 데이터 패킷으로 인해 네트워크 대역폭이 낭비된다는 문제점이 존재한다[3,4]. 따라서 본 논문에서는 컨텐츠를 소유하고 있는 다수의 노드가 존재할 때 데이터 패킷을 폐기할 필요 없이 처음부터 각 노드에 서로 다른 데이터 청크를 요청하여 다수의 경로로부터 동시에 컨텐츠를 수신하는 기법을 제안한다.

서론에 이어 2장에서는 관련 연구로 CCN과 멀티 소스 컨텐츠 전송 기법을 살펴보고, 3장에서는 CCN환경에서 다수의 경로로부터 효율적으로 컨텐츠를 수신하는 기법을 제안한다. 마지막으로 4장에서는 제안한 방법에 대한 결론 및 향후과제를 제시한다.

2. 관련 연구

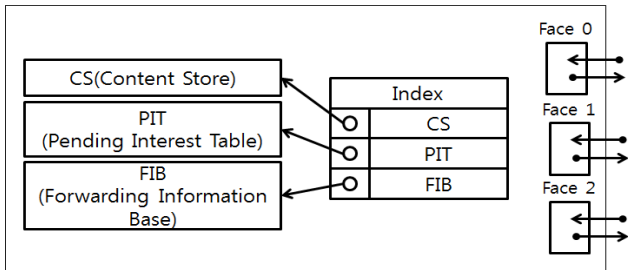
2.1 CCN

CCN은 사용자가 Interest 패킷으로 컨텐츠를 요청하면 해당 컨텐츠를 소유하고 있는 노드는 이 요청에 대한 응답으로 데이터 패킷을 전송한다. CCN의 각 노드는 그림 1과 같이 CS(Content Store), PIT(Pending Interest Table), FIB(Forwarding Information Base)와 패킷이 오가는 인터페이스인 Face로 구성된 포워딩 엔진이 탑재되어 있다.

FIB는 컨텐츠 제공자가 소유하고 있는 컨텐츠 이름과 컨텐츠 제공자로 향하는 Face 정보를 테이블로 저장하고

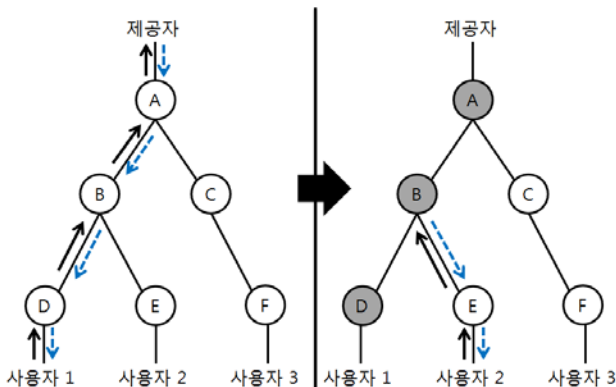
본 연구는 미래창조과학부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [I0044556, 고품질 융합서비스를 위한 국방 기반체계 연동 기술 개발]

있으며 Interest 패킷이 도착했을 때, 해당 콘텐츠를 저장하고 있지 않다면 이 Interest 패킷을 콘텐츠 제공자가 있는 방향으로 전송하고 콘텐츠 제공자의 정보가 저장되어 있지 않다면 인근 노드로 브로드캐스팅한다. PIT는 Interest 패킷이 어느 Face로 들어오고 나갔는지를 일정 시간 동안 저장하며 데이터 패킷이 도착할 시 저장된 정보를 참조하여 Interest 패킷이 들어왔던 모든 Face로 데이터를 전달한 후 해당 Interest 정보를 삭제한다. CS는 도착한 데이터 패킷을 저장하여 이후 저장된 콘텐츠 이름에 대한 Interest 패킷이 들어오면 이에 즉시 응답해줄 수 있게 한다[2].



(그림 1) CCN 포워딩 엔진

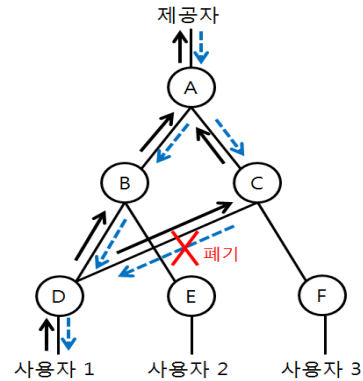
CCN에서의 콘텐츠 전송 시나리오를 그림 2와 같은 네트워크 환경에서 예로 들자면 초기 콘텐츠 제공자와 소비자 사이의 모든 노드가 콘텐츠를 소유하고 있지 않을 때, 사용자 1이 콘텐츠를 요청하는 Interest 패킷을 브로드캐스팅하면 D-B-A 경로를 통해 콘텐츠 제공자까지 전송된다. 이후 Interest 패킷이 들어온 경로의 반대 방향인 A-B-D 경로를 통해 사용자 1은 데이터를 수신하고, 해당 경로의 노드들은 응답된 데이터를 저장한다. 이후 사용자 2가 동일한 데이터를 요청하는 Interest 패킷을 브로드캐스팅하면 Interest 패킷은 콘텐츠 제공자까지 전송되지 않고, 중간에 해당 데이터를 저장하고 있는 노드 B로부터 빠르게 데이터를 수신할 수 있다[1].



(그림 2) CCN에서의 콘텐츠 전송 시나리오

그러나 그림 3과 같은 네트워크 환경에서 사용자 1이 Interest 패킷을 브로드캐스팅하여 A-B-D와 A-C-D 경로로 데이터가 응답될 때, 사용자 1은 두 경로 중 먼저 데이

터를 응답한 경로를 통해 데이터를 수신하고 뒤늦게 도착한 데이터는 폐기된다. 만약 노드 B가 노드 C보다 먼저 데이터를 응답하여 A-B-D 경로를 통해 데이터를 수신하는 경우, A-C-D의 경로로 오는 데이터는 폐기된다. 이러한 CCN에서의 데이터 전송 방식은 하나의 경로로만 데이터를 수신하기 때문에 일정 속도 이상의 데이터 전송률을 얻을 수 없고, 폐기되는 데이터로 인해 네트워크 대역폭이 낭비되게 된다[3,4].



(그림 3) CCN에서의 데이터 폐기 시나리오

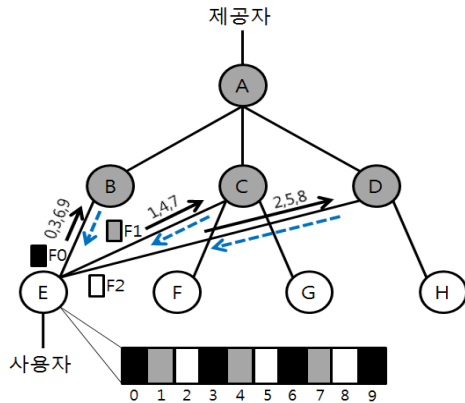
2.2 멀티 소스 콘텐츠 전송 기법

하나의 경로로만 데이터를 수신함으로써 인해 나타나는 기존 CCN의 문제점을 해결하기 위해 [3]에서는 CCN에서 이중 경로로 데이터를 전송받는 방식을 제안하였고, 이 기법을 확장하여 [4]에서 다중 소스로부터 데이터를 전송받는 방식을 제안하였다. 해당 기법은 청크 단위로 분할된 데이터 패킷을 다수의 노드로부터 전송받는 기법으로 사용자가 Interest 패킷으로 콘텐츠를 탐색하고 콘텐츠가 발견되어 해당 데이터를 전송받는 중에 다른 노드로부터 데이터가 도착하게 되면 일단 도착한 데이터를 폐기하고 데이터를 전송한 노드에게 분할된 데이터 패킷의 마지막 청크 번호부터 내림차순으로 전송하도록 요청하는 새로운 Interest 패킷을 만들어 전송한다. 이후에 또 다른 노드로부터 데이터 패킷이 도착하게 되면 데이터 패킷의 청크 번호를 반으로 나눈 중간번호부터 오름차순으로, 다음에 도착한 데이터 패킷은 중간번호부터 내림차순으로 전송하도록 요청하는 방식으로 다수의 노드로부터 콘텐츠를 전송받게 된다. 해당 기법은 다수의 경로로 데이터를 수신하기 때문에 전송률은 향상되었지만 폐기되는 데이터로 인한 네트워크 대역폭 낭비 문제는 해결되지 않았다.

3. 제안 기법

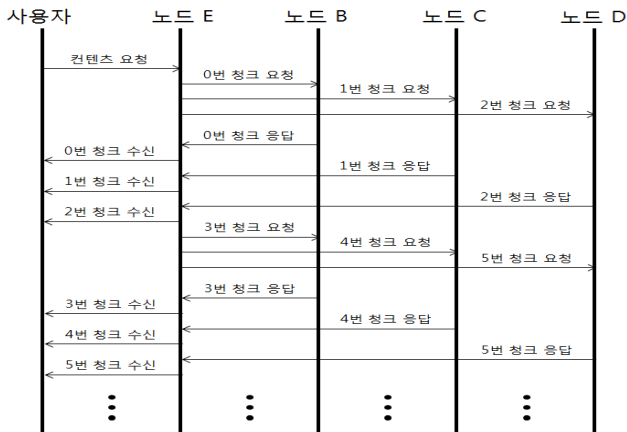
2.1에서 살펴본 바와 같이 기존 CCN에서는 하나의 경로로만 데이터를 수신하기 때문에 일정 속도 이상의 데이터 전송률을 얻을 수 없고, 폐기되는 데이터로 인해 네트워크 대역폭이 낭비되게 된다. 본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위한 방법으로 콘텐츠를 소유하고 있

는 다수의 노드가 존재할 때 분할된 콘텐츠를 다수의 경로에서 동시에 수신하는 방식을 제안한다. 사용자가 콘텐츠를 요청 시 중간 라우터의 FIB 테이블에 해당 콘텐츠에 대한 다수의 Face가 등록되어 있다면 중간 라우터는 각 Face에 첫 번째 청크 번호부터 순서대로 하나의 청크를 할당한다. 할당된 청크 번호부터 등록된 Face의 수 만큼씩 증가한 청크 번호들을 요청하는 Interest 패킷을 전송하여 청크 단위의 데이터 패킷을 받아서 사용자에게 응답해준다.



(그림 4) 다중 경로 데이터 전송 시나리오

예를 들어, 그림 4와 같은 네트워크 환경에서 사용자가 원하는 콘텐츠를 노드 A, B, C, D가 소유하고 있고 콘텐츠는 10개의 청크로 구성되어 있다고 가정한다. 먼저 사용자가 콘텐츠를 요청하면 중간 노드인 노드 E는 FIB 테이블을 참조하여 Face 0, 1, 2 방향에 콘텐츠가 있음을 확인한 후 각 Face에 첫 번째 청크 번호부터 순서대로 하나의 청크를 할당하고, 할당된 청크 번호부터 Face 수 만큼씩 증가한 청크 번호들을 요청하는 Interest 패킷을 전송한다. 즉, Face 0에 0번 청크, Face 1에 1번 청크, Face 2에 2번 청크를 할당하고 등록된 Face 수가 3개이므로 3만큼씩 증가한 청크 번호들을 요청한다. 그러므로 Face 0으로는 0, 3, 6, 9번, Face 1로는 1, 4, 7번, Face 2로는 2, 5, 8번 청크를 요청하는 Interest 패킷을 전송한다.



(그림 5) 다중 경로 데이터 전송 시나리오의 시퀀스 다이어그램

Interest 패킷을 수신한 노드 B, C, D는 해당 청크 번호의 데이터 패킷을 응답하고 중간노드인 노드 E는 데이터 패킷을 수신하는 대로 사용자에게 전송한다. 그림 4와 같은 시나리오에서의 시퀀스 다이어그램은 그림 5와 같다.

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 CCN 환경에서 다수의 경로로부터 분할된 콘텐츠의 데이터 청크를 빠르게 전송받는 방식을 제안하였다. 제안한 기법을 통해 기존 CCN의 단일경로로 콘텐츠를 수신하는 방식으로 인해 일정 이상의 전송률을 얻을 수 없는 문제와 폐기되는 데이터 패킷으로 인한 네트워크 대역폭 낭비 문제를 해결할 수 있다. 또한, 분할된 콘텐츠의 데이터 청크를 다수의 노드로부터 앞부분부터 빠르게 수신하기 때문에 오늘날 인터넷에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 비디오 콘텐츠의 스트리밍 서비스에 적합할 것으로 기대한다. 향후에는 본 논문에서 제안한 기법으로 어느 정도의 성능 향상이 이루어지는지 알아보기 위하여 CCN 시뮬레이터인 CCNx로 실제 실험환경을 구축한 후 기존 CCN과 제안한 기법의 비교분석을 통해 성능평가를 수행하도록 하겠다.

참고문헌

- [1] 김정임, 정희영, 박우구, "콘텐츠 중심의 네트워크 기술," 전자통신동향분석, 제25권, 제6호, 2010년 12월.
- [2] 김유성, 김도형, 염익준, "콘텐츠 중심 네트워크에서의 이동성 연구 동향," 한국통신학회지(정보와통신), 제29권, 제9호, pp.63-69, 2012년 8월.
- [3] 성태진, 홍충선, 이성원, "콘텐츠 중심 네트워크에서 이중 경로 콘텐츠 전송 기법 연구," 한국정보과학회 학술발표논문집, pp.1016-1017, 2013년 6월.
- [4] 성태진, 홍충선, 이성원, "콘텐츠 중심 네트워크에서 멀티 소스 콘텐츠 전송 기법," 정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터, 제19권, 제12호, pp.658-662, 2013년 12월.