

콘텐츠 중심 네트워크에서 이중 경로 콘텐츠 전송 기법 연구

성태진^o 홍충선* 이성원
 경희대학교 컴퓨터공학과
tjsung@khu.ac.kr^o, cshong@khu.ac.kr^{*}, drsungwon@khu.ac.kr

Two-path Content Transfer Scheme in Content-centric Network

Taejin Sung^o ChoongSeon Hong* Sungwon Lee
 Department of Computer Engineering, KyungHee University

요 약

콘텐츠 중심 네트워크는 현재 인터넷의 문제점을 해결하기 위해 만들어진 미래 인터넷을 위한 네트워크이다. 사용자가 원하는 콘텐츠를 요청하면 Interest 패킷을 보내 네트워크 상에서 콘텐츠를 검색하고 Data 패킷으로 해당하는 콘텐츠를 응답한다. 기존의 콘텐츠 중심 네트워크에서는 하나의 요청에 대한 Data 패킷을 먼저 도착하는 하나의 서버나 라우터에서 전송받고 이후에 도착하는 Data 패킷은 폐기시키고 있다. 이는 네트워크에 불필요한 트래픽을 발생시키기 때문에 비효율적이다. 따라서 본 논문에서는 새로운 Interest 패킷 포워딩을 통해 Data 패킷을 두 개의 서버나 라우터에서 전송받는 기법을 제안한다.

1. 서 론

현재의 인터넷은 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 그 중 하나는 여러 사용자가 동일한 콘텐츠를 다운받더라도 그 콘텐츠는 항상 서버에서 전송된다는 것이다. 이는 네트워크 대역폭 사용 측면에서 매우 비효율적이다. 그렇기 때문에 미래 인터넷을 위한 효율적인 네트워크인 콘텐츠 중심 네트워크(content-centric network)가 제안되었다. 콘텐츠 중심 네트워크는 네트워크의 모든 라우터들이 콘텐츠를 저장할 수 있는 캐시를 가지고 있으며 사용자가 요청된 콘텐츠가 이를 지나가면 라우터에 저장되기 때문에 동일한 콘텐츠 요청에 대해서는 서버까지 갈 필요 없이 중간 라우터에서 전송을 받을 수 있다. 콘텐츠 중심 네트워크는 콘텐츠를 요청하는 Interest 패킷과 콘텐츠를 가지고 사용자에게 전송되는 Data 패킷이라는 두 개의 메시지 포맷을 가지고 있다. Interest 패킷은 사용자의 요청에 의해 네트워크로 포워딩되며 콘텐츠를 발견하게 되면 Data 패킷으로 응답된다[1][2].

기존의 콘텐츠 중심 네트워크에서는 Interest 패킷이 포워딩되고 해당하는 콘텐츠가 여러 라우터나 서버에서 발견될 경우, 응답되는 Data 패킷 중 가장 먼저 도착하는 Data 패킷만을 수신하고 나머지 경로의 Data 패킷은 폐기시키게 된다. 이는 전송받지도 않고 폐기시키는 Data 패킷을 사용자에게 보내기 때문에 네트워크에 불필요한 트래픽을 발생시킨다. 네트워크에 해당하는 콘텐츠가 많을 경우 불필요한 트래픽이 더욱 많이 발생할 것이다.

따라서 본 논문에서는 첫 번째로 도착한 Data 패킷 이후에 도착하는 Data 패킷에 대해서 해당 콘텐츠의 뒷 번

호의 청크를 요청하는 새로운 Interest 패킷을 보냄으로써 콘텐츠를 두 개의 경로로 전송받는 기법을 제안한다.

2. 이중 경로 콘텐츠 전송 기법

본 논문에서는 콘텐츠 중심 네트워크에서 이중 경로로 콘텐츠를 전송받는 기법을 제안한다. 콘텐츠 중심 네트워크에서는 요청에 대해서 처음 도착하는 Data 패킷을 단일 경로로 전송받고 이후에 도착하는 Data 패킷을 폐기시킨다. 이중 경로로 콘텐츠를 전송받기 위해 본 논문에서 제안하는 기법은 처음 도착하는 Data 패킷을 전송받으면서 이후에 Data 패킷이 도착하게 되면 해당 Data 패킷이 들어온 페이스로 콘텐츠 청크의 뒷 번호부터 요청하는 새로운 Interest 패킷을 만들어 보낸다. 그렇게 되면 첫 번째 Data 패킷은 청크 번호 1번부터 전송받게 되고, 새로운 Interest 패킷을 받은 서버나 라우터는 해당 콘텐츠의 청크 끝 번호부터 내림차순으로 전송을 해준다. 이후 사용자에게 동일한 번호를 가진 청크가 도착하게 되면, 해당 콘텐츠를 모두 전송받은 것이기 때문에 전송을 종료한다. 다음의 Algorithm 1은 제안사항의 동작 과정에 대한 간단한 Pseudo code를 보여준다.

Algorithm 1 Two-path Content Transfer Operation

```

1: receive_data(chunk);
2: if first_data(chunk) then
3: cache_ASC(chunk, chunk_num);
4: end if
5: else if same_data(chunk) then
6: discard(chunk);
7: while(!same_chunk(chunk_num)) then
8: forward_new_interest(chunk_num);
9: cache_DSC(chunk, chunk_num);
10: end while
11: end else if
12: close();
    
```

본 연구는 미래부가 지원한 2013년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음. *Dr. CS Hong is the corresponding author.

예를 들어, 그림 1과 같은 간단한 네트워크를 고려하자. A와 B로 표시된 두 개의 라우터가 사용자가 원하는 콘텐츠를 가지고 있는 라우터라고 가정하고 해당 콘텐츠는 10개의 청크로 나뉜다고 가정한다. 사용자가 엠티 라우터로 원하는 콘텐츠를 요청하면 Interest 패킷이 브로드캐스팅된다. 그리고 라우터 A에서 콘텐츠가 발견되어 0번 청크부터 경로를 따라 사용자에게 보내진다. 앞의 과정이 일어나면서, 라우터 B에서도 0번 청크부터 경로를 따라 사용자에게 보내질 것이다. 기존의 콘텐츠 중심 네트워크에서는 사용자가 라우터 A로부터 콘텐츠를 전송받고 있기 때문에, 라우터 B로부터 도착하는 콘텐츠는 폐기시킨다. 하지만 본 논문에서 제안한 기법은 라우터 B에서 콘텐츠가 도착하면 라우터 B로 원하는 콘텐츠의 마지막 청크 번호인 9번부터 내림차순으로 요청하는 Interest 패킷을 보낸다. 그렇게 되면 라우터 B에서는 9번 청크부터 사용자에게 전송을 한다. 이후 사용자가 콘텐츠를 계속 전송받다가 만약 라우터 A와 B 모두에서 5번 청크를 받았다고 가정하면, 왼쪽 경로에서 1~5번까지 받고, 오른쪽 경로에서 9~5번까지 받은 것이기 때문에 모든 콘텐츠를 전송받음을 확인하고 전송을 종료한다.

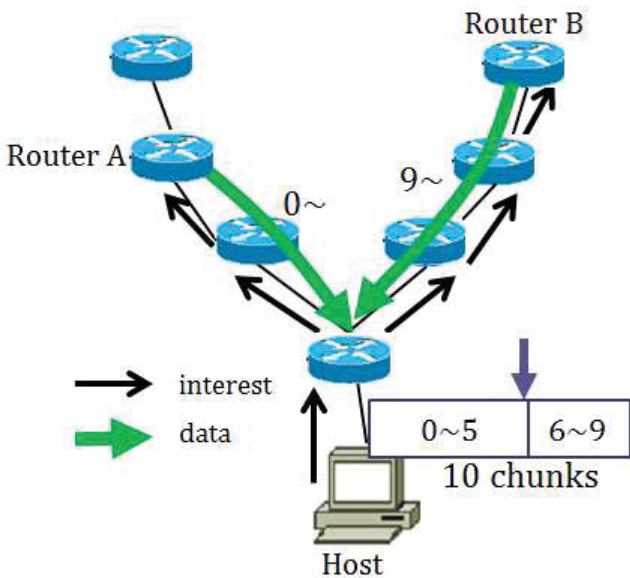


그림 1 이중 경로 콘텐츠 전송 시나리오

3. 성능 평가

본 장에서는 콘텐츠 중심 네트워크에서의 이중 경로 전송에 기존의 단일 경로 콘텐츠 전송보다 같은 시간 동안 얼마나 많은 콘텐츠 청크를 전송받는지 평가한다. 시뮬레이션 환경은 ns-3 기반의 콘텐츠 중심 네트워크 오픈소스 시뮬레이터인 ndnSIM을 제안사항에 맞게 수정하여 사용하였다[3][4]. 각각의 링크는 10Mbps의 대역폭을 가지며, Host와 연결된 첫 번째 라우터 사이의 링크는 bottleneck 링크로 1Mbps의 대역폭을 가진다. 그리고 모든 링크는 10ms의 지연을 갖는다. 네트워크 토폴로지는 그림 1과 동일하게 구성하였으며, 기존의 CCN과 제안사항인 Two-path CCN에서 수신자가 20초 동안 수신하는 콘텐츠 용량을 측정하여 성능을 평가하였다.

시뮬레이션 결과는 그림 2에 나타난 것과 같다. 기존의 CCN(검은색 점)의 경우 20초 동안 약 2,000kb를 전송받았고 제안사항인 Two-path CCN(빨간색 점)의 경우 같은 시간동안 약 2,350kb를 전송받았다. 거의 두 배 정도 성능 향상이 예상되었으나, 수신자와 연결된 첫 번째 라우터 사이의 링크가 bottleneck 링크이며 대역폭을 적게 할당하였기 때문에, 지연이 많이 생겨 약 1.18배의 성능 향상을 확인할 수 있었다.

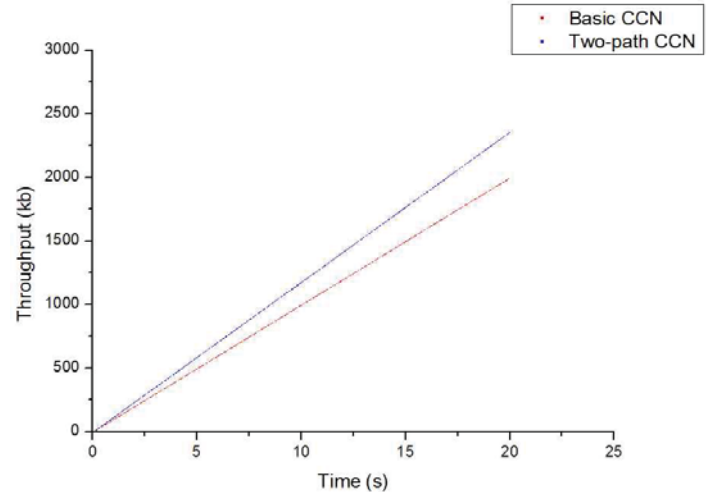


그림 2 시간당 콘텐츠 전송량 비교

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 콘텐츠 중심 네트워크에서 이중 경로로 콘텐츠를 전송 받는 기법을 보였다. 콘텐츠 중심 네트워크는 아직 국제표준이 만들어지지 않았고, 연구 및 개발이 활발히 진행 중인 미래 인터넷을 위한 네트워크이다. 따라서 본 논문에서 제안한 기법이 성능 평가에 나타난 것처럼 콘텐츠의 전송 시간을 줄여줄 수는 있지만 이중 경로 전송에 따른 잠재적인 문제점들이 있을 수 있다.

따라서 향후 연구에서는 콘텐츠 중심네트워크에서 다중 경로로 전송할 경우 발생하는 문제점들을 확인하고, 몇 개의 서버나 라우터에서 콘텐츠를 전송받는 것이 가장 효율적인지 분석하여, 두 개 이상의 서버나 라우터에서 다중 경로로 콘텐츠를 전송받는 기법에 대해 연구할 것이다. 그리고 다중 경로로 전송 받을 경우, 각각의 경로마다 전송되는 콘텐츠 청크의 비율을 정하는 알고리즘을 연구할 것이다.

참고 문헌

- [1] Lixia Zhang et al., "Named Data Networking (NDN) Project," PARC Tech Report, 2010.
- [2] Project CCNx, <http://www.ccnx.org>, 2013.
- [3] Alexander Afanasyev et al., "ndnSIM: NDN simulator for NS-3," NDN, Technical Report, 2012.
- [4] NS-3 based Named Data Networking (NDN) simulator ndnSIM: NDN, CCN, CCNx, content centric networks, ndnsim.net, 2013.