

CCN 기반 이동 애드혹 환경에서의 그룹 콘텐츠 요청을 사용한 효율적인 콘텐츠 공유 방안

신주호*, 이주용*, 이지훈°

Secure Routing Scheme in CCN-Based Mobile Ad-Hoc Networking Environments

Jooho Shin*, Juyong Lee*, Jihoon Lee°

요약

무선 이동 통신 기술의 급속한 발달과 스마트 기기의 폭발적 보급으로 사용자들이 시간과 장소에 구애받지 않고 자유롭게 콘텐츠 생성과 공유를 시도함에 따라, CCN과 같은 콘텐츠 중심의 새로운 네트워킹 방식이 등장하게 되었다. CCN은 일대일 전송 구조를 근간으로 하고 있어 네트워크 토폴로지 변화가 빈번한 ad-hoc 환경에서는 많은 오버헤드 발생 및 낮은 전송 효율을 갖게 된다. 이에 본 논문에서는 ad-hoc 네트워킹 환경에 적합하도록 CCN 그룹 콘텐츠 전송방식을 제안한다. 성능 평가를 통해 제안 방식이 기존 방식 대비 제어 메시지 오버헤드 감소 및 전송 효율을 크게 향상시킴을 확인하였다.

Key Words : Content-centric networking, Ad-hoc network, Group content request, Fast transmission, Block transmission

ABSTRACT

As users generate lots of contents independently of time and places anytime and anywhere together with a rapid development of mobile wireless communication technologies and an explosive dissemination of smart devices, content centric networking (CCN) has emerged as a new networking architecture. However, as CCN is based on one to one message exchanges, it is not appropriate for ad hoc network environment that has frequent network topology changes, which results in high control overhead and low transmission throughput. So, this paper proposes the new content sharing methods using group interest messages in CCN ad hoc environment. It is shown from the simulation that the proposed method can provide low control overhead and high transmission throughput.

I. 서론

최근 스마트 단말기가 대중들에게 보편화되고, 스

마트 기기 사용량이 증가하면서 시간과 장소에 제한 받지 않는, 언제 어디서나 사용 가능한 네트워크 환경의 요구가 나오기 시작했다. 이러한 요구에 발맞추어

※ 본 연구는 상명대학교 교내과제 (과제번호 2013-A000-0074)로 수행되었습니다.

♦ First Author : Dept. of Information and Telecommunication, Sangmyung University, jooho6214@naver.com, 학생회원

° Corresponding Author : Dept. of Information and Telecommunication, Sangmyung University, vincent@smu.ac.kr, 정회원

* Dept. of Information and Telecommunication engineering, Sangmyung University, goal0208@naver.com, 학생회원

논문번호 : KICS2014-10-426, Received October 22, 2014; Revised November 18, 2014; Accepted November 18, 2014

사용자 기기 간에 자유롭게 네트워크를 구성하고 손쉽게 정보를 공유할 수 있는 환경을 제공하는 형태로 애드혹 네트워크가 활용되고 있다.

애드혹 네트워크는 기지국이나 액세스 포인트 등의 고정된 기반 시설 도움 없이 이동 노드들만으로 자율적으로 망을 구성하여, 고정적이고 계층적인 기존 네트워크에 자율성과 융통성을 부여한다. 애드혹 네트워크를 구성하는 노드들은 무선 인터페이스를 가지며, 호스트와 라우팅 기능을 동시에 수행한다. 다시 말해, Ad-hoc 네트워크는 그림 1과 같이 복수 개의 무선 링크로 연결된 분산 형태의 구조를 취한다. 이러한 Ad-hoc 모바일 라우팅 프로토콜은 테이블 기반 방식과 주문형 방식으로 구분한다^[1]. 테이블 기반 방식은 주기적 또는 변경사항이 발생할 경우에만 네트워크 내의 모든 이동 노드들이 라우팅 정보를 네트워크 전체로 전파하게 하는 방식을 말하며, 대표적인 예로는 DSDV (Destination Sequence Distance Vector) 프로토콜이 있다^[1]. 주문형 방식은 데이터 전송을 위해 경로가 필요할 경우에만 경로를 탐색하는 방식을 말하며, 라우팅 정보 유지 관리에 대한 오버헤드를 줄일 수 있지만, 경로 발견을 위한 제어 오버헤드가 발생하는 단점이 있다. 대표적인 예로는 AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector) 프로토콜이 있다^[1].

또한, 이동 통신 기술의 급속한 발전과 더불어 사용자가 만들어낸 모바일 콘텐츠가 품질과 양 적인 면에서 모두 폭발적으로 증가하였다. 또한 소셜 커뮤니티 뿐만 아니라 홈 네트워크에서도 콘텐츠 공유가 주된 서비스가 되고 있다. 이러한 추세에 맞추어, 현재 인터넷 네트워크 구조를 변화시키려는 움직임이 나타나고 있는데 대표적인 예가 콘텐츠 중심 네트워크 (Content Centric Network : CCN)이다^[2-5].

콘텐츠가 저장된 호스트가 네트워킹의 대상이었던 기존의 네트워크와는 달리, 콘텐츠 자체를 네트워킹의 대상으로 간주한다. 그러므로, 현재 사용되고 있는 네트워크 프로토콜인 IP는 주소가 있어야 그 콘텐츠에 접근할 수 있지만 CCN은 콘텐츠의 이름(identity)을 주소로 사용하여 더 단순하고 확장성 있는 디자인이 가능하다.

그러나, CCN은 사용자 데이터를 얻기 위해 패킷 단위의 요청 메시지를 지속적으로 보내야하는 1대1 공유 방식을 근간으로 하고 있다. 따라서, 대용량의 사용자 데이터를 얻기 위해 많은 양의 콘텐츠 요청 메시지를 보내야 한다. 사용자 이동성과 무선 환경에 의한 토폴로지 변화 및 전송 환경의 변화가 빈번한 애드혹 네트워크 환경에서 1대1 전송 방식은 전송 시간 지

연 및 빈번한 경로 재발견에 따른 전송 효율의 하락이라는 문제점을 갖게 된다. 이에 본 논문에서는 애드혹 환경에서 CCN 기술 적용시 빠른 데이터 공유 및 전송 효율 향상을 위한 그룹 요청 메시지 기반의 전송 방식을 제안한다.

II. 관련 연구

CCN은 콘텐츠 이름 자체가 전송 경로를 의미하는 구조를 갖고 있다. 따라서, 기존 인터넷의 IP 주소가 아닌 콘텐츠 이름 기반의 라우팅 구조를 갖고 있으며, 이를 위해 콘텐츠 이름 기반의 라우팅 정보를 구축하고 있다. 또한, 수신자 중심의 전송 방식을 취하고 있다. 즉, 전송 성능은 사용자 데이터를 요청하는 수신자가 전송하는 요청 메시지 (즉, interest 패킷)의 전송 속도에 따라서 사용자 데이터 (data 패킷)의 전송 속도가 좌우된다. 또 다른 특징으로는 in-network 캐싱 기능이다. 즉, CCN 네트워크를 통해 전달되는 데이터 패킷들을 네트워크 내 노드들에서 저장하며, 이를 통해 동일한 데이터 요청 메시지를 수신하면, 원래의 데이터 소스가 아닌 중간 노드에서 저장되어 있는 데이터 패킷을 전달할 수 있게 하는 기능을 갖고 있다.

CCN에는 그림 1과 같이 Interest 패킷과 Data 패킷이라는 두 가지 형태의 패킷이 존재한다. Interest 패킷은 HTTP request 메시지와 유사한 기능을 수행하는 콘텐츠 요청 메시지이며, Data 패킷은 HTTP response와 같은 실제 데이터 정보를 포함한 데이터 패킷을 의미한다^[2-8].

CCN은 패킷 포워딩을 위해 필요한 세 가지 구성요소를 갖고 있다. 교환되는 콘텐츠를 저장하기 위한 Content store (CS), 패킷 라우팅을 위한 정보를 구성하고 있는 Forwarding information base (FIB), 그리고 interest 패킷의 전달 경로 흔적 정보를 나타내는 Pending interest table (PIT)이다. CCN의 포워딩 방식은 그림 2와 같다^[3-8]. Interest 패킷이 수신되면, 요

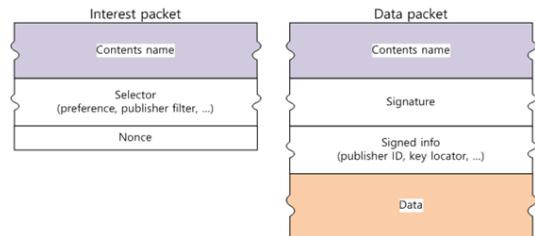


그림 1. CCN 패킷: Interest vs. Data
Fig. 1. CCN Packet: Interest vs. Data

청된 콘텐츠 이름과 관련된 저장되어 있는 데이터 패킷이 있는지 확인 한 후, 저장되어 있는 데이터 패킷이 없다면, PIT 테이블에 유입된 요청 메시지의 정보(즉, 유입 페이스, lifetime, 등)가 기록된다. 그 후, interest 패킷을 어디로 전송해야 하는지를 결정하기 위해 FIB를 통해 출구 face 정보를 확인한다. 이러한 일련의 과정이 완료되면, 해당 노드는 interest 패킷을 다음 노드로 전송한다. 차후에 데이터 패킷이 수신되면, PIT 테이블에 관련 정보가 있는지를 확인한 후 전송이 이루어지며, 해당 데이터 패킷은 저장되어 차후의 동일 요청에 대한 전송을 대비한다. 이와 같이, CCN은 interest-to-data 라는 전송 구조를 갖고 있으므로, 각각의 데이터 패킷을 수신하기 위해 데이터 패킷의 수만큼 interest 패킷을 전송해야 한다.

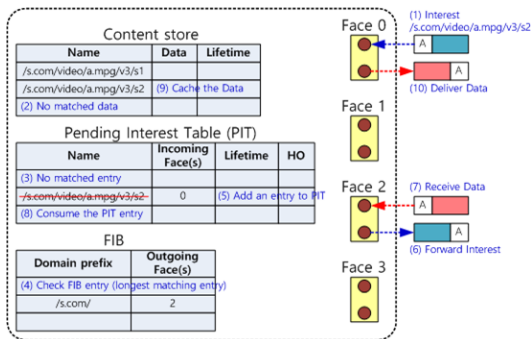


그림 2. CCN 포워딩 모델
Fig. 2. CCN Forwarding Model

III. 제안 방식

본 절에서는 CCN 애드혹 네트워크 환경에서 전송 효율 향상 및 제어 오버헤드 감소를 위한 그룹 interest 전송 방안을 제안한다.

3.1 Group interest 기반 전송 방안

CCN의 특징 중의 하나는 Interest 패킷과 Data 패킷의 전송 경로가 일치하다는 점이다. 즉, interest 패킷의 경로와 반대 방향으로 데이터 패킷은 전송이 이루어지며, data 패킷의 전송 경로를 파악할 수 있도록 각 중간 노드는 PIT 테이블에 기록하게 된다. 본 논문에서는 interest 패킷과 data 패킷의 경로가 일치하는 특성을 활용하여 Group interest 구조를 사용하여 전송 제어 오버헤드 감소 및 전송 효율 향상이 가능한 효율적인 CCN 애드혹 전송 방식을 제안한다. 기존 CCN 방안에서는 하나의 Interest 패킷으로는 오직 하

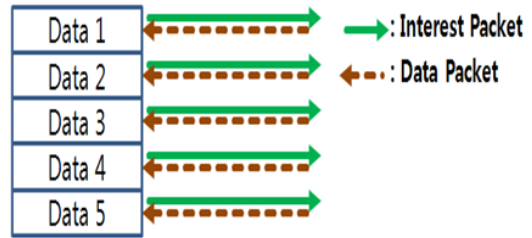


그림 3. 기존 CCN interest/data 교환 방식
Fig. 3. Interest/Data sharing method in basic CCN

나의 Data 패킷만을 교환할 수 있다. 따라서, 그림 3과 같이 5개의 데이터 패킷 교환을 위해서는 5개의 Interest 전송이 수행되어야 한다.

따라서 데이터 용량이 큰 멀티미디어 데이터의 경우, 필연적으로 interest 패킷 전송 또한 증가하게 된다. 이 경우, interest 패킷과 data 패킷의 in-band 전송 구조로 인해 data 패킷의 전송이 방해받게 된다. 따라서 트래픽 부하 감소 및 전송 지연 감소를 위해, 본 논문에서는 group interest라는 새로운 전송 방식을 제안한다.

Group Interest란 여러 데이터를 그룹 단위로 묶어서 데이터를 한꺼번에 전송 요청하는 방식을 말한다. 데이터가 그룹 단위로 묶이게 되면 데이터 전송 시 그룹 단위로 묶인 각각의 데이터들을 마치 하나의 데이터 단위로 전달하여 복수 개의 데이터 패킷을 하나의 콘텐츠 요청 메시지 전송으로 거의 동시에 수신하는 것이 가능하게 된다.

그림 4와 같이 데이터 5개를 전송할 경우, 데이터를 Block 단위로 묶기 전에는 5개의 Interest 패킷이 필요했지만 5개의 데이터를 하나의 Block 단위로 묶어서 전송하게 되면 하나의 Interest 패킷만을 필요로 한다. 또한 각 데이터 패킷의 전송 경로 결정을 위한 PIT 엔트리를 그룹 단위내 데이터 패킷의 수만큼 생성하여 관리함으로써, 기존 CCN 프로토콜과의 호환성을 유지한다.

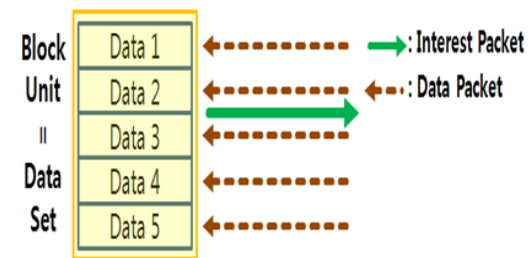


그림 4. 제안하는 그룹 기반 교환 방식
Fig. 4. Proposed group interest sharing method

IV. 성능 분석

본 절에서는 제안하는 그룹 interest 전송 기반 CCN 애드혹 시스템과 기존 시스템을 비교 분석하기 위한 시뮬레이션 결과를 제시한다. 무선 채널 특성은 IEEE 802.11b 규격을 따르며, 11Mbps의 채널 비트율을 갖는다. 무선 전송 범위는 250 미터로 가정하였으며, IEEE 802.11 DCF (Distributed coordination protocol) 프로토콜 위에 CCN 애드혹 라우팅 프로토콜을 추가하는 구조를 갖는다. 경로 발견 단계에서의 오버헤드를 고려하지 않기 위해 라우팅 정보는 기구 성되어 있는 것으로 가정한다. 제안 방안의 효율성 검증을 위해 경로 구성과 콘텐츠 교환시 요구되는 제어 메시지 오버헤드를 네트워크 크기의 변화에 따라 평가하였다. 또한, CCN의 in-network caching에 의한 환경 구축을 위해 시뮬레이션 초기에 해당 콘텐츠에 대한 임의의 노드간에 교환이 이루어지게 하였다.

그림 5는 기존 방안과 제안 방안의 가변 그룹 단위 전송 단위에 따른 전송 시간 분석 결과를 보인다. 그림 5에 의하면 기존 CCN보다 Block 단위로 데이터들을 주고받을 경우, 전송 시간이 줄어든다는 것을 알 수 있다. 또한 그룹 범위를 많이 지정하면 지정할수록

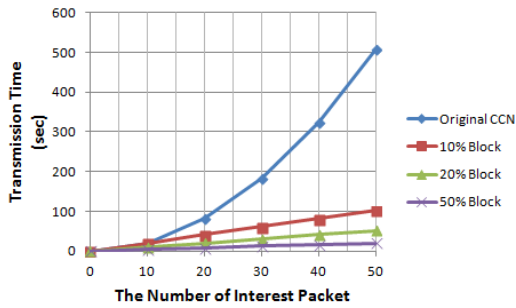


그림 5. 전송시간 변화 추이
Fig. 5. Variations of contents delivery latency

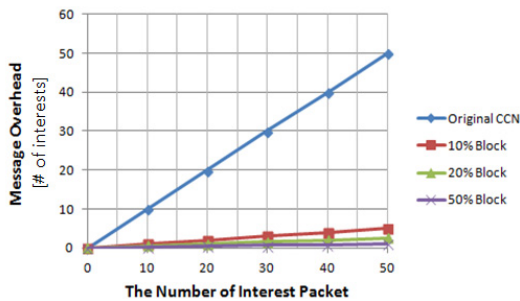


그림 6. 제어 메시지 오버헤드
Fig. 6. Control message overhead

전송 시간이 줄어든다는 것을 알 수 있다. 이는 네트워크상에 존재하는 메시지 감소와 Interest 패킷 수의 감소에 의한 처리 시간 단축에 의한 결과로 볼 수 있다.

그림 6에 의하면 기존 CCN의 경우, 메시지 오버헤드가 Interest 패킷의 개수에 비례하게 증가하지만 그룹 단위 전송 방안의 경우, 메시지 오버헤드가 감소함을 확인할 수 있다. 또한 그룹 단위를 많이 지정하면 지정할수록 데이터들을 주고받을 때 발생하는 메시지 오버헤드를 감소시킴을 확인할 수 있다.

V. 결론

본 논문은 이동 애드혹 환경에 적합한 CCN 콘텐츠 전송 방식을 제안 및 분석하였다. 먼저, 빈번한 토폴로지 변화라는 특성을 갖는 이동 애드혹 환경의 특성에 따라 그룹 단위의 전송을 요청하게 함으로써 네트워크 변화에 따른 성능 감소를 최소화하였다. 또한, 네트워크 상태에 따라 그룹 단위를 변화시킬 수 있음에 따라 기존 인터넷의 TCP와 유사한 전송 제어 기능을 수행할 수 있게 하였다. 이를 통해 동적 네트워크 성향을 갖는 애드혹 네트워크 환경에서도 CCN 전송 기술이 적용 가능할 수 있도록 하였다.

References

- [1] S. Al-Omari and P. Sumari, "An overview of mobile ad hoc networks for the existing protocols and applications," *J. Appl. Graph Theory Wirel. Ad hoc Netw. Sensor Netw.*, vol. 2, no. 1, pp. 87-110, Mar. 2010.
- [2] V. Jacobson, D. K. Smetters, J. D. Thornton, M. F. Plass, N. H. Briggs, and R. L. Braynard, "Networking named content," *ACM Int. Conf. Emerging Netw. Experiments Technol. (CoNEXT)*, pp. 1-12, Rome, Italy, Dec. 2009.
- [3] J. Lee and D. Kim, "Proxy-assisted content sharing using content centric networking (CCN) for resource-limited mobile consumer devices," *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 57, no. 2, pp. 477-483, May 2011.
- [4] J. Lee, S. Cho, and D. Kim, "Device mobility management in content centric networking," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 50, no. 12, pp. 28-34, Dec. 2012.
- [5] M. Meisel, V. Pappas, and L. Zhang, "Ad hoc

networking via named data,” *ACM MobiArch*, pp. 3-8, Sept. 2010.

- [6] J. Lee, T. Chung, T. Kwon, and Y. Choi, “A study on flooding-based routing designs for CCNx testbed,” in *Proc. KICS Fall Conf. 2011*, pp. 325-326, Seoul, Korea, Nov. 2011.
- [7] S. Jung, H. Park, and T. Kwon, “A study on the data push using push table in content centric networking,” in *Proc. KICS Winter Conf. 2014*, pp. 667-668, Pyeongchang, Korea, Jan. 2014.
- [8] O. Lee and J. Lee, “Proposal of handover using CCN with comparison of the handover in current LTE system,” in *Proc. KICS Winter Conf. 2014*, pp. 297-298, Pyeongchang, Korea, Jan. 2014.

신 주 호 (Jooho Shin)



2010년 3월~현재: 상명대학교
정보통신공학과 학사 과정
<관심분야> 미래인터넷, 애드
혹 네트워크

이 주 용 (Juyong Lee)



2010년 3월~2014년 2월: 상명
대학교 정보통신공학과 학사
2014년 3월~현재: 상명대학교
정보통신공학과석사 과정
<관심분야> 미래인터넷, 네트
워크 보안, Electric vehicle

이 지 훈 (Jihoon Lee)



1998년 3월~2001년 8월: 고려
대학교 대학원 전자공학과
공학 박사
2001년 9월~2002년 3월: 고려
대학교 차세대인터넷 센터
Research fellow
2002년 4월~2012년 2월: 삼성
전자 종합기술원 전문 연구원
2012년 3월~현재: 상명대 정보통신공학과 조교수
<관심분야> 미래인터넷, CCN, M2M, 네트워크 보
안, Electric Vehicle