

정보 중심 네트워크에서 생산자 이동성 지원 방안

강민욱, 서동영*, 정운원**

숭실대학교

goodlookmw@gmail.com, *sedong2da@nate.com, **ywchung@ssu.ac.kr(교신저자)

A Producer Mobility Support Scheme in Information-Centric Networks

Min Wook Kang, Dong Young Seo*, Yun Won Chung**

Soongsil University

요약

정보 중심 네트워크는 기존 IP 주소 기반 인터넷 라우팅 방식의 단점을 극복하기 위해 데이터 이름을 식별자로 사용하는 미래인터넷 기술이다. 본 논문에서는 정보 중심 네트워크에서 소비자의 데이터 요청 빈도 및 생성자의 이동성을 활용한 생산자 이동성 지원 방안을 제안한다.

I. 서론

정보 중심 네트워크(ICN: information-centric network)는 IP 주소 기반 네트워크에서 트래픽 급증으로 인한 서비스 품질 저하를 해결하기 위해 데이터의 이름에 기반하여 통신을 수행하는 네트워크 기술이다. 정보 중심 네트워크에서는 데이터를 요청하는 소비자(Consumer)가 해당 데이터에 대한 Interest 패킷을 발생시키고 해당 데이터를 제공하는 생산자(Producer)가 Interest를 수신하면 소비자 노드에게 데이터를 전송한다. Interest 및 데이터 패킷은 데이터의 이름을 기반으로 라우팅이 되며, 라우터는 데이터 캐싱 기능인 CS(content store), Interest 패킷 처리 기능을 담당하는 PIT(pending Interest table) 및 Interest 패킷 전달 시 참조하는 테이블인 FIB(forwarding information base)를 관리한다[1]. 정보 중심 네트워크에서 소비자는 Pull 방식으로 데이터를 요청하여 소비자의 이동성은 기본적으로 지원이 된다. 반면, 데이터를 제공하는 생산자의 이동성은 여전히 해결해야 할 문제이다. 이에 본 논문에서는 생산자 이동성 관련 기존의 연구를 분석하고 이후 생산자 이동성 지원 방안을 제안한다.

II. 관련 연구

생산자 이동성을 지원하기 위한 방법으로는 RV(Rendezvous) 노드 혹은 중계 역할을 하는 전용 Anchor를 활용하여 노드의 이동을 인식하고 위치 정보를 관리하는 Anchor 기반 방식과 이동 시 이동 노드가 전체 네트워크에 이동성 정보를 알리는 Anchorless 기반 방식이 있다[2]. Anchor 기반 방식은 생산자의 위치 정보를 기록하는 RV 노드나 Anchor를 기반으로 생산자가 이동한 위치에서 앵커와 연결되어 있는 근접 PoA(Point of Attachment)를 통해 생산자의 위치를 갱신하고 이를 확인한 소비자가 Interest를 전송하는 방식이다. Anchor 기반 방식 중 RV 기법은 생산자의 이동성을 지원하기 위해 각 RV 포인트에서 위치 관리 서버인 RV 서버를 사용하여 생산자의 이동 후 데이터 이름과 로케이터(locator) 간 NRS(Naming Resolution Service)를 제공한다[3]. [4]의 연구에서는 전용 Anchor에 대한 의존도를 완화하고 생산자의 이동 및 이로 인한 신호 부하 감소를 위해 각기 다른 도메인에 위치한 정보 중심 네트워크 라우터들이 Anchor Chain 형태로 연결되는 계층적 Anchor 기반 이동성 프레임워크를 제안하였다. 이러한 Anchor 기반 방식은 정보 중심 네트워크에서 발생할 수 있는 다중 경로 문제를 해결하고 소비자의 Interest에 대해 적절한

경로를 제시할 수 있지만 생산자 위치 확인을 위해 Anchor로 부하가 집중되고 지연 시간 또한 증가하여 생산자의 이동성에 민감하게 반응하지 못하는 단점이 존재한다.

Anchorless 기반 방식은 이동 노드가 직접 네트워크에 이동성을 알리고 네트워크는 변경사항을 반영하여 전달 상태를 갱신한다. MAP-Me[5] 프로토콜에서는 생산자가 다른 PoA로 핸드오프를 할 때 마다 IU(Interest Update) 패킷을 네트워크에 확산시켜 새로운 PoA로 Interest가 전달될 수 있도록 FIB를 수정한다. MAP-Me는 생산자의 위치를 실시간으로 집계하므로 지연시간에 민감한 데이터 서비스 지원에 유리하다. [6]의 연구에서는 기존 EPC(Evolved Packet Core) 기반 셀룰러 네트워크와 NFV(Network Function Virtualization) 기술을 토대로 독립적인 정보 중심 네트워크 슬라이스 동작이 가능한 네트워크 구조에서 생산자의 이동성을 지원하는 기법에 대해 제안했다. 이 연구에서는 정보 중심 네트워크 슬라이스의 라우터에 OSPF(Open Shortest Path First) 기반 라우팅 프로토콜을 적용하고 생산자의 이름, GUID(Global Unique Identifier), next-hop router ID 등을 관리하는 LFIB(Local FIB)를 이용하여 Interest를 전달한다. Anchorless 기반 방식은 Anchor 기반 방식에 비해 데이터의 경로 설정 절차가 단순하여 부하 및 지연 시간이 줄어들지만 생산자가 이동하는 경우 라우팅 테이블의 convergence 시간이 증가하는 단점이 존재한다.

III. 제안 기법

표 1과 같이 Anchor 기반 및 Anchorless 기반 방식은 서로 장단점이 존재한다. Anchor 기반 방식은 생산자로 전달된 Interest의 빈도에 비해 생산자의 핸드오프가 빈번히 발생하는 경우 Anchor의 부하, 데이터 서비스 및 핸드오프 지연 시간이 증가할 수 있다. 이러한 이유로 Anchor 기반 방식은 소비자의 요청이 많은 데이터를 서비스하기에 유리한 방식이지만 생산자의 핸드오프가 빈번히 발생하는 경우 부적절한 방식임을 알 수 있다. 반면 Anchorless 기반 방식은 생산자의 이동성에 민감하게 반응하여 라우팅 경로를 신속히 설정하는데 비해 라우팅 테이블의 convergence 시간 및 라우팅 정보 갱신 신호 부하가 증가하는 경향이 있다. 따라서, Anchorless 기반 방식은 생산자의 핸드오프가 빈번히 발생하는 경우 라우팅 경로 설정을 효과적으로 수행하기에 적합한 방식임을 알 수 있다.

[표 1] Anchor 기반 및 Anchorless 기반 방식의 특징

	Anchor 기반	Anchorless 기반
Anchor 부하	높음	해당 없음
데이터 서비스 지연 시간	높음	낮음
핸드오프 지연시간	높음	낮음
Convergence 시간	해당 없음	높음
라우팅 정보 갱신 신호 부하	낮음	높음

본 논문에서는 이동통신에서 이동성 관리 기법의 성능 분석 시 사용된 CMR(Call-to-Mobility Ratio)[7]과 유사하게 생산자로 Interest가 전달된 횟수 및 생산자의 핸드오프 횟수를 이용하여 IMR(Interest to Mobility Ratio)를 정의하고 이를 활용하여 생산자 이동성을 효과적으로 관리한다. IMR은 식 (1)과 같이 일정 시간 τ 동안 데이터 d 를 캐싱하고 있는 생산자 P 로 Interest가 전달된 횟수 $n_{i_{P,d}}^{\tau}$ 를 데이터 d 를 캐싱하고 있는 생산자 P 의 핸드오프 횟수 $n_{h_{P,d}}^{\tau}$ 로 나누어 계산된다.

$$r_{P,d}^{\tau} = \frac{n_{i_{P,d}}^{\tau}}{n_{h_{P,d}}^{\tau}} \quad (1)$$

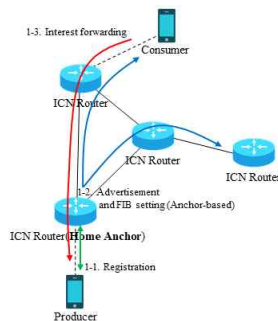


그림 1 초기 데이터 등록 과정

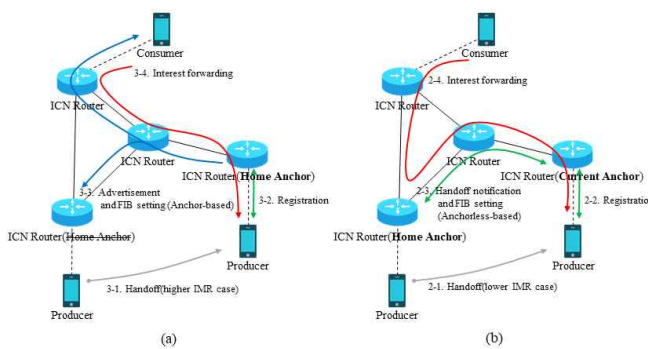


그림 2 생산자 이동성 관리

(a) higher IMR case: (b) lower IMR case

그림 1과 같이 생산자는 초기에 등록된 라우터를 Home Anchor로 설정하고 Home Anchor는 네트워크 내 FIB 설정을 위해 생산자의 데이터 이름 및 라우팅 정보를 확산한다. 생산자 핸드오프가 발생하는 경우 생산자는 캐싱하고 있는 데이터의 IMR을 확인하여 다음 두 동작을 구분하여 수행한다. 우선, 생산자가 캐싱하고 있는 데이터의 IMR이 IMR 임계값보다 큰 경우 그림 2-(a)와 같이 Anchor 기반 방식으로 생산자의 이동성을 지원한다. 생산자는 이동 후 새로 연결된 라우터를 Home Anchor로 새로

게 정의하고 Home Anchor는 네트워크 내 FIB 설정을 위해 생산자의 데이터 이름 및 라우팅 정보를 확산한다. 이후 소비자의 Interest는 새로 설정된 FIB에 따라 Home Anchor에 연결된 생산자로 전달되고 이를 통해 소비자는 데이터를 수신 가능하다.

반면, 생산자가 캐싱하고 있는 데이터의 IMR이 IMR 임계값 보다 작은 경우 그림 2-(b)와 같이 Anchorless 기반 방식으로 생산자의 이동성을 지원한다. 생산자는 자신이 이동 후 새로 연결된 라우터를 Current Anchor로 정의하고 Home Anchor와 Current Anchor 간 FIB를 설정한다. 이후, 소비자의 Interest는 Home Anchor를 거쳐 Current Anchor에 연결된 생산자로 전달되고 이를 통해 소비자는 데이터를 수신 가능하다.

IV. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 정보 중심 네트워크에서 생산자의 이동성을 지원하기 위한 기존의 Anchor 기반 및 Anchorless 기반 방식을 분석하고 IMR에 따라 Anchor 기반 및 Anchorless 기반 방식을 선택적으로 적용하는 생산자 이동성 지원 방안에 대해 제안하였다. 추후 성능 분석을 통해 제안하는 방식의 성능을 검증하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2018-2017-0-01633). 이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2016RID1A1B03930299).

참 고 문 헌

- [1] I. U. Din, S. Hassan, M. K. Khan, M. Guizani, O. Ghazali and A. Habbal, "Caching in Information-Centric Networking: Strategies, Challenges, and Future Research Directions," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 20, no. 2, pp. 1443-1474, Second Quarter 2018.
- [2] J. Augé, G. Carofiglio, G. Grassi, L. Muscariello G. Pau, G and X. Zeng, "Anchor-less producer mobility in ICN," ACM SIGCOMM Workshop on Information Centric Network (ICN), San Francisco, CA, USA, pp. 189 - 190, 2015.
- [3] J. H. Lee and Pack, S, "Mobility management in future wireless networks: Past, present, and future." IEEE WCNC Tutorial, 2013.
- [4] A. Azgin, R. Ravindran and G. Wang, "On-demand mobility support with anchor chains in information centric networks," IEEE International Conference on Communications (ICC), Paris, 2017.
- [5] J. Augé, G. Carofiglio, G. Grassi, L. Muscariello, G. Pau and X. Zeng, "MAP-Me: Managing Anchor-less producer mobility in content-centric networks," IEEE Transactions on Network and Service Management, vol. 15, no. 2, pp. 596-610, June 2018.
- [6] Y. Nishiyama, M. Ishino, Y. Koizumi, T. Hasegawa, K. Sugiyama and A. Tagami, "Proposal on routing-based mobility architecture for ICN-based cellular networks," IEEE Conference on Computer Communications Workshops, San Francisco, CA, pp. 467-472, 2016.
- [7] R. Jain and Y. B. Lin, "An auxiliary user location strategy employing forwarding pointers to reduce network impacts of PCS," Wireless Networks, vol. 1, no. 2, pp. 197-210, 1995.