

SDN 기반 모바일 네트워크에서의 이동성 관리 연구 동향

김유진, 김태운, 정대영, 김희원, 백상헌
고려대학교

{elliya1, kimtyoun123, eodud1884, harry0475, shpack}@korea.ac.kr

A Study on the SDN-based Mobility Management in the Mobile Networks

Yujin Kim, Taeyun Kim, Daeyoung Jung, Heewon Kim, Sangheon Pack
Korea Univ.

요약

5G/6G에서 더 유연하고 효과적인 이동성 관리를 위해 Software Defined Network (SDN)를 적용하는 경향이 있다. 기존의 SDN 기반의 이동성 관리의 중심의 특정 네트워크 요소가 수행하도록 하여서 의존하는 경향이 있었고, 해당 역할을 분산시켜 터널 및 플로우 관리의 복잡성을 완화시키는 SDN-Distributed Mobility Management (S-DMM)이 제시되었다. 그럼에도 SDN의 중심화 된 구조적인 특성으로 인해 몇 가지 제약 사항들이 존재하기 때문에, 이를 해결하기 위해 다수의 컨트롤러로 분산적인 컨트롤러 계층을 구성하는 Hierarchical Software Defined Distributed Mobility Management (HSD-DMM)가 제시되었다. 이는 Large-scale에서도 적용할 수 있으며 이동성 관리의 측면에서 시그널링 및 패킷 전송 비용이 감소한다는 장점을 갖는다. 본 논문은 이와 같은 SDN 기반으로 이동성을 관리하는 대표적인 연구들과 기법의 특성에 대해 살펴본다.

I. 서론

모바일 네트워크에서의 이동성 관리는 모바일 기기의 위치에서 데이터를 유지하거나 링크 연결을 제어하는 기능을 수행한다. 이는 모바일 사용자의 지속적인 연결에 대해 필수적인 사항으로, 모바일 네트워크를 안정적으로 유지하는 데에 주요한 문제로 볼 수 있다. 최근 이를 필요로 하는 무선 이동 통신에 대한 수요가 많아지고 있으며, 5G 그리고 이후의 6G을 위한 이동성 관리 시스템은 새로운 구조로 구성되어 제안되고 있다[1]. Software Defined Network (SDN)은 데이터 평면과 제어 평면이 분리된 네트워크 기술로서 중심화 된 구조로 컨트롤러가 존재한다. 컨트롤러가 네트워크 상의 스위치에 룰을 삽입함으로써 스위치는 룰에 따라 네트워크 트래픽을 관찰하고 포워딩 할 수 있다. SDN 기반의 이동성 관리는 소프트웨어를 통한 네트워크 평가에 대한 유연하고 동적인 제어 및 모니터링이 가능하다. 따라서 SDN의 특성을 이용하여 네트워크 요소를 관찰하고, 사용되는 값을 업데이트하여 관리하는 데에 도움이 된다. 이와 같은 SDN을 이동성 관리에 적용한 여러 기법들이 제시되었다. 본 논문에서는 이러한 SDN 기반의 이동성 관리 연구들[2],[3]에 대해 살펴본다.

II. 본론

본 장에서는 SDN을 적용한 이동성 관리에 대한 개념을 다루고, 대표적인 연구들인 SDN-Distributed Mobility Management (S-DMM)과 Hierarchical Software Defined Distributed Mobility Management (HSD-DMM)에 대해 소개하고, 각각이 가지는 특성에 대해 설명한다.

일반적으로 이동성 프로토콜 등은 SDN 네트워크에서 실행되지만, 모바일 노드의 등록 및 핸드오버 등의 이동성 프로토콜의 운영 자체는 SDN과는 독립적으로 수행된다.

예를 들어, 모바일 노드가 이동함에 따라 데이터 전송을 위한 터널을 새로 생성해야 한다. 이와 같은 작업들을 SDN 기반으로 수행하기 위해서는, 단말 이동에 의해 발생하는 이동성에 대한 시그널링 및 패킷 전송 등의 작업을 SDN 기반으로 수행할 수 있게 이동성 프로토콜을 변형해야 한다. 따라서 SDN 라우팅이 중앙집중적 컨트롤러에 의해 관리되므로, 앞의 예시처럼 모바일 노드의 위치 변화가 생겼을 때 데이터를 포워딩 할 터널을 별도로 생성할 필요가 없다. 이러한 SDN 기반 이동성 서비스는 기존의 중심화 된 이동성 관리 기법들을 대체하여 사용될 수 있다[4].

위와 같이 SDN 기반의 이동성 관리는 중심화 된 구조에 의존적인 특징을 가지므로, 많은 데이터양을 감당하기 어려운 측면이 있어 성능을 향상시키는데 제약이 있다. 특히, 로밍이나 위치 변화가 빈번한 모바일 기기의 경우에는 적합하지 않다. 이는 기존에는 모바일 노드가 다른 지역에 머무를 때 Reachability 유지를 위한 이동성 관리 프로토콜 수행을 특정 중심 요소에 의존하기 때문이다. 이를 해결하기 위해 Distributed Mobility Management (DMM)가 제안되었다. DMM은 여러 네트워크 요소들에 이러한 이동성 관리 역할을 분산시킴으로써 중심화 된 방식의 단점을 해소하며, 또한 터널 및 플로우 관리의 복잡성을 줄여준다.

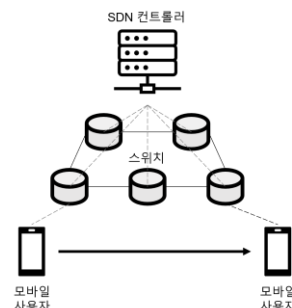


그림 1. S-DMM 구조

앞서 설명한 DMM 에 SDN 을 적용한 것이 S-DMM 이다[2]. 따라서, 이는 DMM 이 SDN 의 어플리케이션처럼 수행된다는 의미이다. 이는 그림 1 과 같은 구조로 구성되며, SDN 과 DMM 의 데이터 평면과 제어 평면의 분리라는 유사한 특성이 보완적으로 적용된 기법이다. 분산된 데이터 평면을 통해 Access 라우터에 이동성과 관련된 요소를 배치할 필요가 없게 되고, 중심화된 제어평면을 통해 네트워크 전체적인 모니터링 및 유연한 관리가 가능하다. 그 결과 기존의 상대적으로 Flat 구조의 제어 평면에서의 복잡한 시그널링 비용이 감소할 수 있다.

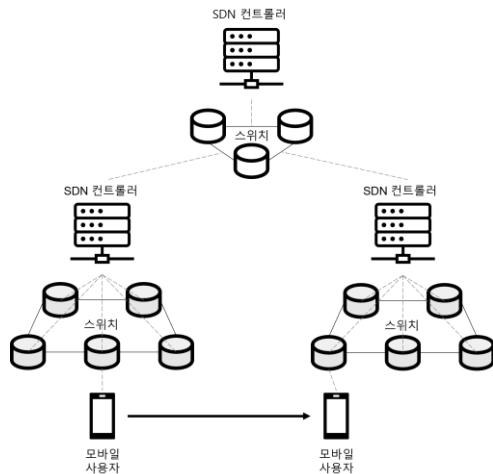


그림 2. HSD-DMM 구조

HSD-DMM 은 그림 2 와 같이 계층적인 네트워크 구조 상에서 이동성 관리를 수행한다[3]. S-DMM 과 달리, 다수의 분산 컨트롤러를 사용하여 계층적인 제어 구조를 구성하며, 각 플로우마다 동적인 Anchor Point (AP)를 적용한다. 결과적으로 다수의 분산된 SDN 컨트롤러가, 중심화된 하나의 SDN 컨트롤러에 비해 더 유연한 특성을 가지므로, 향상된 Scalability 를 제공한다.

HSD-DMM 은 핸드오버 과정을 크게 Intra-domain 과 Inter-domain 으로 분류한다. 해당 기법에서는 상위의 Master SDN 컨트롤러와 하위의 컨트롤러들이 각각의 핸드오버를 수행하여, SDN 컨트롤러 간의 시그널링 로드를 분산시켜 각 작업의 복잡성을 감소시킨다. 이로 인해 기존의 S-DMM 에 비해 시그널링 오버헤드가 감소한다는 장점이 있다. 더불어 동적인 AP 선택 방식을 통해서 기존의 S-DMM 기법에 비해서 시그널링 및 패킷 전송 비용이 효과적으로 줄어들었다. 따라서 HSD-DMM 을 사용하면 Large-scale 에서 더 유연하고 효율적인 이동성 관리가 가능하다.

III. 결 론

본 논문에서는 SDN 기반의 이동성 관리 연구에 대해 살펴보았다. 이동성 관리에 SDN 을 적용함으로써 제어 평면의 부하를 분산시킬 수 있다. S-DMM 은 기존의 DMM 에 SDN 을 적용한 것으로, 데이터 평면과 제어 평면이 분산된 구조에서 이동성 관리를 효과적으로 수행하여 복잡성을 감소시킨다. 이와 달리, HSD-DMM 은 S-DMM 에서 계층적인 구조를 적용하고 다수의 SDN 컨트롤러를 사용한다. AP selection 에 있어 새로운 동적인 방식을 이용하고 계층적으로 핸드오버를 관리함으로써 패킷 전송 비용을 감소시킨다. 향후에는 이를 이용하여 5G 및

이후의 6G 에서도 SDN 기반의 이동성 관리 기법을 적용할 여러 방안 및 시나리오를 고안할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2022 년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0020535, 2022 년 산업혁신인재성장지원사업)

참 고 문 헌

- [1] M. U. A. Siddiqui, F. Qamar, M. Tayyab, M. N. Hindia, Q. N. Nguyen, and R. Hassan, "Mobility Management Issues and Solutions in 5G-and-Beyond Networks: A Comprehensive Review," *MDPI Electronics*, vol. 11, no. 9, (article number: 1366), April 2022.
- [2] T. -T. Nguyen, C. Bonnet, and J. Harri, "SDN-based distributed mobility management for 5G networks," in *Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, Doha, Qatar, April 2016.
- [3] E. Amiri, N. Wang, S. Vural, and R. Tafazolli, "HSD-DMM: Hierarchical Software Defined Distributed Mobility Management," in *Proc. IEEE 20th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA)*, Online Conference, November 2021.
- [4] K. Tantayakul, R. Dhaou, and B. Paillassa, "Impact of SDN on Mobility Management," in *Proc. IEEE 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*, Crans-Montana, Switzerland, March 2016.