

효과적인 Fast Handovers for MIPv6 동작을 위한 액세스 라우터 간 정보 교환 프로토콜

배경진⁰, 권동희, 서영주
포항공과 대학교 컴퓨터공학과
{jinee⁰, ddal, yjsuh}@postech.ac.kr

Access Router Information Protocol for Efficient Operation of Fast Handovers for MIPv6

Kyung-Jin Bae⁰, Dong-Hee Kwon, Young-Joo Suh
Dep. of Computer Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology

요 약

IETF에서 제안한 MIPv6는 MN이 핸드오프를 수행할 때마다, 그 위치를 관리함으로써, MN의 이동성을 지원하고 있다. 하지만 MIPv6는 핸드오프와 관련된 동작을 하는 동안, 일정 시간 동안 통신이 불가능해짐으로 인해, 끊임 없는 통신 서비스를 제공하지 못하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해, 여러 프로토콜이 제안되었으며, 그 중 하나가 FMIPv6이다. FMIPv6는 MN이 핸드오프를 하기 전, 관련 정보를 미리 이동하고자 하는 네트워크의 AR에게 알려줌으로써, 핸드오프에 필요한 지연 시간을 줄이는 방법을 사용하고 있다. 하지만 FMIPv6에는 AR 간의 정보 교환에 대한 직접적인 언급이 없다. 이에, 본 논문에서는 FMIPv6에서 중요한 AR들의 정보 교환 프로토콜을 제안하고, 이를 이용하여 FMIPv6를 보다 효율적으로 수행하는 방법을 제안한다. 또한, 실제 네트워크를 구축하여 기존의 MIPv6, FMIPv6와 비교함으로써, 제안된 프로토콜이 더 우수한 성능을 가진다는 것을 보여준다.

1. 서 론

이동 통신망의 기술이 발전함에 따라 이동 호스트(MN) 사용에 대한 요구도 증가하고 있으며, 호스트의 이동에 상관없이 통신이 가능하도록 하는 기법에 대한 관심이 높아지고 있다. 이를 위해, IETF에서는 핸드오프 시에도 이동 호스트의 위치를 관리하여 끊임 없는 통신을 제공하는 Mobile IPv6[3] 프로토콜을 제안하였다.

Mobile IPv6(MIPv6)[3]에서는 MN의 이동성을 지원하기 위해 Home Agent(HA)를 정의하고 있고, MN이 이동할 때마다 그 위치를 HA에게 알려줌으로써, 끊임 없는 통신을 제공하고 있다. 하지만 이러한 MIPv6는 MN이 핸드오프를 수행할 때 지연 시간이 발생하게 되며, 이는 통신 서비스를 수행중인 MN의 경우 데이터 손실이 초래된다. 따라서 이러한 지연 시간을 줄이는 연구가 많이 진행되었고, 대표적으로 fast handover [4] 프로토콜이 있다.

Fast handover(FMIPv6) 프로토콜은 MN이 핸드오프를 수행하기 전에 미리 관련 정보를 이동하고자 하는 네트워크의 Access Router (AR)에게 알려줌으로써 핸드오프에 필요한 지연 시간을 줄이는 방법을 사용하고 있다. 즉, MN이 이웃 AR로부터 얻은 L2(link layer) 정보를 현재 AR에게 알려주고 그에 대한 L3(network layer) 정보를 AR로부터 알게 된다. 이를 통해 MN은 핸드오프 전에 필요한 정보를 얻어 핸드오프 시 필요한 일을 미리 수행함으로써 지연 시간을 줄일 수 있다. 따라서 AR들이 이웃 AR들의 정보를 얻는 방법이 중요하다고 할 수 있는데, FMIPv6에서는 AR들이 이웃 AR들에 대한 정보를 알고 있다고 가정하고 있을 뿐, 정확한 알고리즘이나 동작에 대해서는 언급을 하지 않고 있다.

본 논문에서는 위와 같이 FMIPv6에서 중요한 AR들의 정보 교환 프로토콜을 제안하고, 이를 이용하여 FMIPv6를 보다 효율적

으로 수행하는 방법을 제안한다.

2장에서는 핸드오프 지연 시간과 FMIPv6 프로토콜에 대한 설명을 하도록 하고, 3장에서는 제안하는 프로토콜에 대해서 설명 하도록 한다. 4장에서는 제안하는 프로토콜의 성능을 평가하고 5장에서 결론을 맺도록 한다.

2. 배경 지식

2.1 핸드오프 지연 시간

핸드오프 지연 시간이란 MN이 현재 네트워크에서 다른 네트워크로 이동하는 동안 통신을 할 수 없게 되는 기간을 말한다. MIPv6에서, 이 핸드오프 지연 시간은 크게 L2 핸드오프 지연 시간과 L3 핸드오프 지연 시간으로 나뉜다.

L2 핸드오프 지연 시간은 MN이 실제로 현재 AR과 연결을 끊고 핸드오프해 간 AR과 연결을 맺는데 걸리는 시간으로, IEEE 801.11 WLAN에서는 probe 지연 시간, authentication 지연 시간, association 지연 시간으로 나뉜다. 먼저, MN은 핸드오프할 적절한 Access Point(AP)를 찾기 위해 채널을 검색하게 되는데, 존재하는 모든 채널을 검색한다. MN이 적절한 AP를 찾게 되면, 그 AP와 authentication에 관련된 정보를 주고 받고, 실제로 연결을 맺게 된다. [1]에서 살펴볼 수 있듯이, L2 핸드오프 지연 시간 중 채널 검색을 위한 probe 지연 시간이 가장 길다는 것을 알 수 있다.

L3 핸드오프 지연 시간은 movement detection(MD) 지연 시간, duplicate address detection(DAD) 지연 시간, binding update (BU) 지연 시간으로 나뉜다. MD 지연 시간은 MN이 IPv6 Router Discovery 기법을 사용하여 핸드오프한 사실을 알게 되기까지 걸리는 시간이다. 그리고 나서, MN은 새로운 주소

(NCoA)를 생성하는데 이 주소를 검증하는데 걸리는 시간이 DAD 지연 시간이다. 검증된 주소는 HA에게 등록되어야 하는데, 이 때 걸리는 시간이 BU 지연 시간이다.

MIPv6에서의 평균 L2 핸드오프 지연 시간은 보통 500ms 정도 이고, L3 핸드오프 지연 시간은 2~4초 정도이다.

2.2 Fast Handover 프로토콜

FMIPv6 프로토콜은 MIPv6의 핸드오프 지연 시간을 줄이고자 제안된 프로토콜로써, 핸드오프 지연 시간 중 DAD 지연 시간을 줄이는 데 초점을 두고 있다. FMIPv6는 L2 trigger에 의해 시작된다. 즉, MN이 L2 trigger를 통해 자신이 곧 핸드오프를 수행할 것이라고 판단하면, 이동할 네트워크의 AR(NAR)에 대한 L2 정보를 현재 네트워크의 AR(PAR)에게 알려준다. 이에 대한 응답으로 PAR은 L2 정보에 상응하는 L3 정보를 MN에게 준다. 이를 바탕으로 MN은 핸드오프를 수행하기 전에 NAR에서 사용할 NCoA를 생성하여 미리 검증할 수 있는데, 이로써 핸드오프에 소요되는 많은 지연 시간을 줄일 수 있다. 또한 PAR과 NAR간에 터널을 설립하여, PAR이 MN으로 전달되는 데이터를 NAR에게 전달하고, NAR은 그 데이터를 버퍼링하다가, MN이 핸드오프하면 포워드 방향으로써, 데이터의 손실을 최소화할 수 있다. 다음 그림 1은 FMIPv6 중 predictive mode의 메시지 흐름을 나타낸 것이다.

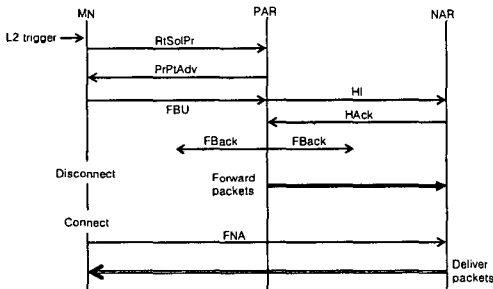


그림 1 FMIPv6의 메시지 흐름

3. ARIP 프로토콜

위에서 보듯이 AR은 주변 AR에 대한 정보를 알고 있어야 한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 정보를 얻을 수 있는 프로토콜과 함께 L2 핸드오프 지연 시간을 줄일 수 있는 프로토콜을 제안한다. 제안하는 프로토콜은 RIP [2]과 유사한 역할을 수행하는 것으로 라우팅 정보가 아니라 AR의 정보를 주고받게 된다. 네트워크에 위치한 각 AR들은 이렇게 획득한 정보를 이용하여 FMIPv6에 필요한 정보를 MN에게 제공할 수 있으며, FMIPv6의 L2 핸드오프 지연 시간을 줄일 수 있다. 제안하는 프로토콜은 크게 세가지 과정으로 나눌 수 있다.

- (1) 지리적으로 인접한 AR간 정보를 교환하는 과정
 - (2) AR정보를 MN에게 전달하는 과정
 - (3) MN이 AR의 정보를 이용하여 효과적으로 핸드오프하는 과정
- 다음 절부터 각각의 과정에 대해서 설명한다. 본 논문에서는 FMIPv6를 사용할 수 있는 IPv6 네트워크를 가정한다.

3.1 AR 간 정보 교환

네트워크에 위치한 각 AR들은 주변 AR들과 주기적으로 라우팅 프로토콜과 같이 AR 정보를 주고 받게 된다. 이러한 정보에는 여러 항목이 포함될 수 있으며, 대표적으로 AR의 IP 주소, AR이 사용하는 우선매체의 정보와 채널 정보, AR이 지원할 수 있는 QoS 정보, AR이 요구하는 인증 정보 등과 같은 항목이 포함될

수 있다. 이러한 정보를 통하여 FMIPv6에서 필요한 NAR의 주소 뿐만 아니라 다음에 설명하는 것처럼 FMIPv6의 L2 핸드오프 지연 시간을 줄일 수 있다.

3.2 MN에게 AR 정보 전달

네트워크에 위치한 각 AR들은 본 논문에서 제안된 프로토콜을 이용하여 서로의 정보를 주고 받으면서 이웃 AR에 대한 정보를 획득할 수 있다. 이러한 정보는 MN이 핸드오프를 시작하기 전, 즉 L2 trigger가 발생되기 전에, PAR에게 주변 AR에 대한 정보를 요청하여 MN에게 전달되어야 한다.

PAR에게 주변 AR의 정보를 요청하는 것은 어느 시점에서든 발생할 수 있다. 즉, MN이 핸드오프를 완료한 직후 발생할 수도 있고, 혹은 L2 trigger가 발생하기 바로 직전에 발생할 수도 있다. MN이 핸드오프를 수행한 직후 주변 네트워크에 대한 정보를 획득한다면, 실제 MN이 핸드오프를 수행할 때에 그 네트워크에 대한 정보가 변경되어 정보가 정확하지 않을 수 있다. 하지만 후자의 경우, MN의 이동 속도가 빠를 때, AR에 대한 정보를 얻을 시간도 없이 L2 trigger가 발생할 수도 있다. 따라서 각 방법은 장단점이 존재하며 어떠한 방법을 사용하는 지에 대해서는 네트워크 관리나 기타 다른 방법으로 결정되어야 한다.

3.3 AR 정보를 이용한 효과적인 핸드오프

그림 1에서 볼 수 있듯이, MN은 FBack 메시지를 전송 받은 후 L2 핸드오프를 수행하여야 한다. IEEE 802.11 WLAN을 사용하는 네트워크의 경우 일반적으로 11개의 채널을 사용하게 되는데 주변 네트워크에서 어떠한 채널을 사용하는지 알 수 없으므로 모든 채널에 대한 검색을 수행하여야 한다. 하지만 본 논문에서 제안하는 프로토콜은 AR이 사용하고 있는 채널에 대한 정보도 교환하기 때문에 PAR에서 NAR의 채널 정보를 알 수 있으므로 MN이 핸드오프를 수행하기 전에 미리 그 정보를 알 수 있게 된다. 따라서 본 논문의 프로토콜에서는 MN이 L2 핸드오프를 수행하는 경우 모든 채널에 대한 검색을 수행할 필요 없이 NAR의 채널에 대한 검색만을 수행하면 되기 때문에 L2 핸드오프 지연 시간을 효과적으로 줄일 수 있게 된다.

4. 성능 평가

이 장에서는 본 논문에서 제안된 프로토콜 (FMIPv6+ARIP) 과 기존의 MIPv6, FMIPv6와의 성능을 비교 분석함으로써, 제안된 프로토콜의 성능이 우수함을 보여준다. 비교 분석에 사용되는 프로토콜 중 MIPv6는 MIPL[5]을 사용하였고, FMIPv6와 ARIP은 직접 구현하였다. 또한 그림 2와 같은 구조의 실제 네트워크를 구성하여, CN에서 매 50ms마다 256 byte의 UDP 패킷을 보내 MN과 통신하도록 한다. 통신 도중, MN이 핸드오프하여, 발생하는 핸드오프 지연 시간을 각 프로토콜마다 측정하여 분석하였다.

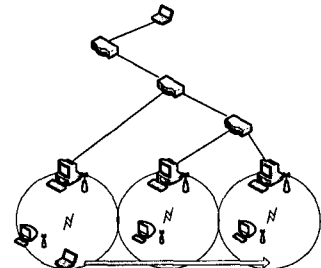


그림 2 실험에 사용된 네트워크 구조

다음 그림 3은 각 프로토콜에 대한 L2 핸드오프 지연 시간과 L3 핸드오프 지연 시간에 대한 그래프를 나타낸 것이다. 각 그래프에서 나타난 결과는 10번의 수행을 평균값으로 나타낸 것이다.

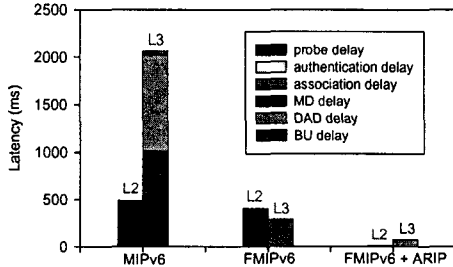


그림 3 각 프로토콜에서의 핸드오프 지연 시간

그림 3에서 보듯이, L2 핸드오프 지연 시간 중, authentication 이나 association 지연 시간은 모든 프로토콜에서 비슷하다. 하지만 probe 지연 시간은 MIPv6와 FMIPv6가 비슷한 반면, 제안된 프로토콜에서는 급격히 감소했음을 알 수 있다. 이는 제안된 프로토콜을 이용해 MN이 이동하고자 하는 AR의 채널 정보를 미리 획득하여 실제 L2 핸드오프가 일어날 때, 전체 채널을 모두 검색하는 것이 아니라, MN이 이동하고자 하는 AR의 채널과 바로 연결을 맺을 수 있기 때문이다.

앞서 살펴봤듯이, MIPv6에서의 L3 핸드오프 지연 시간은 MD, DAD, BU 지연 시간으로 이루어지지만, FMIPv6나 제안된 프로토콜은 이것을 따르지 않는다. 이는, FMIPv6나 제안된 프로토콜에서는, MN이 핸드오프 직후, NAR에게 자신의 존재를 알리는 FNA 메시지를 보내고, 이를 받은 NAR이 MN의 존재를 인식하여 핸드오프하기 전 생성한 NCoA를 이용한 통신이 이루어질 수 있기 때문이다. 이에, FMIPv6나 제안된 프로토콜에서의 L3 핸드오프 지연 시간은, L2 핸드오프 지연 시간이 끝난 후부터 처음으로 패킷을 받을 때까지의 시간으로 정의한다. 그림에서 살펴볼 수 있듯이, FMIPv6나 제안된 프로토콜의 경우, 핸드오프를 수행하기 전에 NCoA를 미리 검증하기 때문에 DAD 지연 시간을 줄일 수 있다. 또한, 핸드오프 후 즉각 통신이 재개될 수 있기 때문에 L3 핸드오프 지연 시간을 효과적으로 줄일 수 있다. MIPv6의 L3 핸드오프 지연 시간이 평균 2초 정도인 반면, FMIPv6는 300ms, 제안된 프로토콜은 100ms로, L3 핸드오프 지연 시간 역시 제안된 프로토콜이 가장 좋은 성능을 보임을 알 수 있다.

FMIPv6와 제안된 프로토콜은 핸드오프 지연 시간을 줄일 뿐만 아니라, 핸드오프 중 손실되는 패킷의 수도 줄일 수 있다. 이것은 MN이 핸드오프하기 전, PAR이 MN으로 오는 패킷을 NAR로 버퍼링하고, 이를 받은 NAR이 MN의 핸드오프 때까지 버퍼링함으로써 가능하다. MIPv6가 핸드오프 동안 평균 70개 정도의 패킷을 잃어버리는 반면, FMIPv6와 제안된 프로토콜은 하나의 패킷도 잃어버리지 않는다. 하지만, FMIPv6가 제안된 프로토콜보다 더 긴 지연 시간을 가지기 때문에, 버퍼링된 패킷의 수가 많고 전송 시간이 5배 정도 더 긴 문제점을 가지고 있다. FMIPv6에서 버퍼링된 패킷의 수는 평균 50개이고 전송 시간은 최고 1100ms이지만, 제안된 프로토콜에서의 버퍼링된 패킷의 수는 평균 15개이고 전송 시간은 최고 250ms이다. 다음 그림 4, 5, 6은 각 프로토콜에서의 패킷당 중단간 전송 지연 시간을 그래프로 나타낸 것이다.

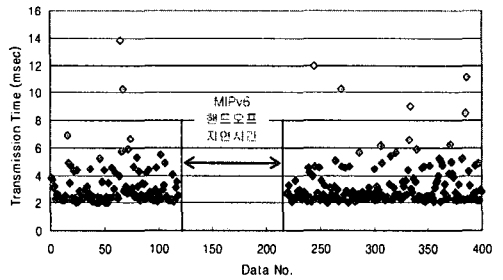


그림 4 MIPv6에서의 패킷당 전송 시간

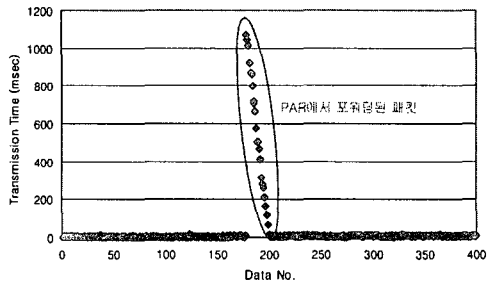


그림 5 FMIPv6에서의 패킷당 전송 시간

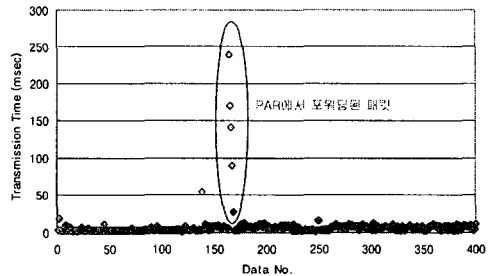


그림 6 제안된 프로토콜에서의 패킷당 전송 시간

5. 결론

본 논문에서는 AR들이 주변 AR들과 주기적으로 정보를 교환함으로써 MN이 FMIPv6에 필요한 L3 주소 등을 얻는 방안을 제시하고 있다. 또한 제안하는 프로토콜을 이용하여 L2 핸드오프 지연 시간도 효과적으로 줄일 수 있다.

본 논문에서 제안하는 프로토콜은 동종망간의 핸드오프 뿐만 아니라 이종망간의 핸드오프시에도 적용이 가능하며, FMIPv6에서와 마찬가지로 이종망간의 핸드오프시에도 지연 시간을 줄일 수 있다.

6. 참고 문헌

- [1] A. Mishra et. al., "An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process", ACM Computer Communication Review, 2000.
- [2] C. Hedrick et. al., "Routing Information Protocol", RFC 1058, June 1988.
- [3] D. Johnson et. al., "Mobility Support in IPv6", draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt, June 2003.
- [4] Domemety G. (editor), Yegin A., Perkins C., Tsirtsis G., El-Malki K., and Khalil K., "Fast Handovers for Mobile IPv6", draft-ietf-mipshop-fast-mip6-00.txt, October 2003, Work in Progress
- [5] A.J.Tuominen and H.Petander, et al., MIPL Mobile IPv6 for Linux in HUT Laboratory