

## 무선랜 환경에서 Mobile IPv6 Fast Handover

### 알고리즘에 관한 연구

이재황\*, 김평수, 김영근  
삼성전자 디지털 미디어 연구소 모바일 플랫폼 랩

## A Study of Mobile IPv6 Fast Handover Algorithms in WLAN Environment

Jaehwang Lee\*, Pyoungsu Kim, Younggun Kim  
Mobile Platform Lab Digital Media R&D Center Samsung Electronics  
E-mail: jaehwang.lee@samsung.com

### Abstract

본 논문은 무선랜 환경에서 Mobile IPv6 Node가 이동 시에 발생하는 Handover Latency를 줄이기 위한 새로운 알고리즘을 제안한다. 현재 Mobile IPv6 Fast Handover Protocol은 Layer2에서의 Handover의 도움을 전제로 하기 때문에 실제 구현상에서 Real-time이나 Delay에 민감한 Application에 적용하기 어렵다. 이 문제를 해결하기 위해 무선랜에서 사용하는 Beacon 신호를 이용한 Dominant NAR 알고리즘을 적용하여 MIPv6 Fast Handover 과정을 선 처리하여 Handover Latency를 줄이고자 한다.

### I. 서론

현재 인터넷이 정보화 사회에서 정보 인프라로 자리매김하면서 사용자 및 기기의 증가로 인해 여러 가지 문제들이 생겨났다. 이에 주소고갈문제 해결, 라우팅의 효율성, 보안, QOS(Quality of Services)등의 향상을 목표로 하는 IPv6(Internet Protocol Version 6)가 탄생하였고, 현재 관련 표준화 및 실제 적용이 여러 기관 및 기업에서 현실화 되고 있다. 이러한 IPv6의 기능들을 사용하

면서 효과적인 이동성을 제공하기 위한 해결책으로 Mobile IPv6가 제안되었다 [1][2][4][5].

MIPv6(Mobile IPv6)는 MN(Mobile Node)가 이동 중에 AR(Access Router)가 바뀔 경우에 어떻게 이전의 연결을 유지할 것인가에 관해 다른 프로토콜이다. 이 때 연결을 유지하기 위한 과정을 Handover라고 한다. Handover 시에는 link switching (L2 Handover)과 IP Processing (L3 Handover)으로 인해 IPv6 패킷이 통신할 수 없는(Service Interruption) 시간 즉 Handover Latency가 불가피하게 발생하게 된다. 이러한 Handover Latency가 클 경우 real-time service가 필요하거나 delay에 민감한 application의 경우에는 제대로 된 서비스가 불가능하게 된다. 이에 최근 Handover Latency를 줄이기 위해 Mobile IPv6 Fast Handover Protocol이 제안되었다[2]. 위의 알고리즘은 layer 2에서의 handover의 도움(L2 Triggering)을 전제로 layer 3에서의 fast handover 과정을 제안하고 있다. 그러나 실제 구현상에서는 layer 2 handover에 대한 고려 없이 layer3 handover(MIPv6 Fast Handover) 알고리즘만으로 특정 application(VOIP, real-time streaming)의 조건에 맞는 handover latency를 구하기는 어렵다.

본 논문에서는 Layer2를 APs(Access Points)와 MN으로 구성된 802.11 무선랜 환경을 가정하였다[3]. 각 APs

는 IPv6 패킷을 라우팅 할 수 있는 AR(Access Routers)를 가지고 있다. 각 APs 는 MN 과 BSS(Basic Service Set)을 구성하는 있으며 모든 ARs, APs, MNs 은 ESS(Extended Service Set)에 포함되게 된다. 제안된 알고리즘은 MN 이 이동 중에 무선랜에서 동작되고 있는 Beacon Scanning 신호를 이용하여 이동할 NAR(Next Access Router)를 미리 예측하여(Dominant NAR Selection 알고리즘) layer3 MIPv6 Fast handover 과정 중 일부를 선처리 함으로써 handover latency 를 줄이고자 한다.

본 논문은 아래와 같이 구성되어 있다. 2 절에서는 본 논문에서 가정한 무선랜 환경을 설명한다. 3 절에서는 기존에 제안된 Layer2 및 Layer3 에서의 Handover 동작에 대해 설명하고 4 절에서는 새로운 Fast Handover 알고리즘을 제안한다. 마지막으로 5 절에서는 본 논문의 결론을 기술한다.

## II. 본 논문에서 가정한 무선랜 환경

본 절에서 ARs 와 APs 로 구성된 IEEE 802.11 무선랜 환경에 관한 Network topology 를 설명한다[3]. 기본적으로 IPv6 는 IPv4 보다 큰 주소체계를 사용하므로 그림 1 과 같이 하나의 Subnet 에 다수의 ARs 및 APs 가 존재할 것이다. 그림 1 에서는 MN 이 AP5 에서 AP6 사이를 이동할 때 L2 및 L3 Handover 가 일어난다.

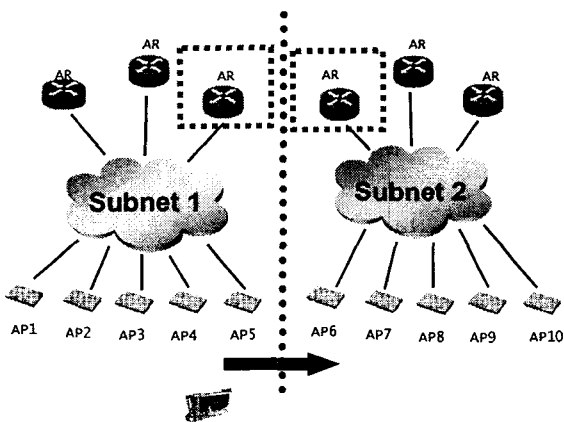


그림 1 relay router 로 구성된 802.11 무선랜 환경

반면 그림 2 와 같이 하나의 subnet 에 하나의 AR 과 AP 가 존재하는 망인 경우 AP 가 바뀔 경우 subnet 이 달라지므로 L2 및 L3 handover 가 일어날 것이다.

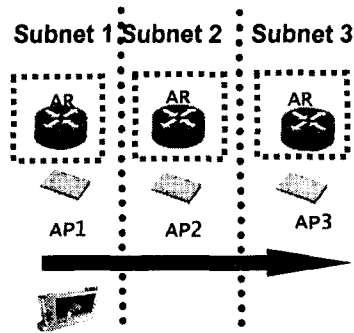


그림 2 AP/AR 로 integrated 된 802.11 무선랜 환경

그림 1 과 같은 무선랜 환경에서는 AP 가 변할 때 subnet 의 변화 유무에 따라 L2 handover 만 일어날 것인지 L3 handover 도 동시에 일어날 것인지를 AR 에게 확인하는 절차가 필요하다.

본 논문에서는 그림 2 와 같은 무선랜 환경을 가정하고 MIPv6 Fast Handover 알고리즘을 제안할 것이다. 즉 MN 이 이동 중 AP 가 바뀔 경우 subnet 도 바뀌는 802.11 무선랜 환경을 가정하였다.

## III. 기존의 L2/L3 Handover 동작

본 절에서는 기존에 제안되고 있는 layer2 에서의 IEEE 802.11 무선랜에서의 Handover 동작 및 Handover latency 에 대해 설명하고 현재 표준화가 진행 중인 MIPv6 Fast Handover 동작에 대해 설명한다.

### 2.1 Layer 2 에서의 Handover(IEEE 802.11 무선랜)

IEEE 802.11 무선랜 환경에서 처음 MN 이 통신을 하기 위해서는 해당 Network 에 접속하기 위한 probe request 메시지를 주위에 있는 AP 에 보낸다. Probe request 메시지를 받은 AP 는 응답으로 probe response 메시지를 MN 으로 보내면 MN 과 AP 끼리 인증을 위한 보안관련 메시지를 주고 받은 후 마지막으로 association 메시지를 주고 받아 해당 무선랜 네트워크에 접속하여 통신을 할 수 있게 된다.[5][7] 이 때 만약 MN 이 다른 AP 가 서비스하고 있는 무선망으로 이동할 경우 Layer 2 에서의 handover 가 일어나게 되는데 논리적으로 아래 그림 3 과 같이 2 가지 handover 동작으로 구분할 수 있다.[6] : (1) Discovery (2) Reauthentication

1. Discovery: MN 이 이동함에 새로이 접속할 망의 AP 와 reassociation 을 맺는데 이 때 사용하는 function 이

IEEE 802.11 MAC layer function 중의 하나인 Scan function 이다. MN 은 이 Scan function 은 AP 에서 주기적으로 보내는 Beacon message 의 크기를 이용하여 새로이 접속할 AP 의 list 를 생성한다. 표준에서는 Beacon message 를 이용하여 scan 하는 방법을 passive scanning 이라고 하고, 이에 반해 MN 이 AP 에게 probe 를 broadcast 하여 probe response 를 받아 handover 를 수행하는 경우를 active scanning 이라고 한다.

2. Reauthentication: MN 은 Discovery 과정에서 생성한 AP lists 중에 가장 큰 Beacon signal 을 가진 AP 와 Reauthentication 과정을 행한다. Reauthentication 은 새로 접속할 AP 와 authentication 과정과 reassociation 과정으로 나눌 수 있다. reassociation 과정 동안 IAPP(Inter Access Point Protocol)[8]을 이용하여 이전 AP 의 정보를 접속할 AP 와 통신을 하게 된다. 현재 IAPP 에 관한 표준은 계속 진행되고 있는 상태이다.

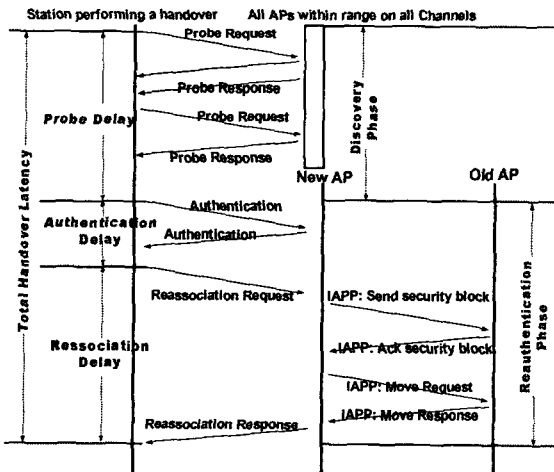


그림 3 IEEE 802.11 Handover 동작과정

Handover 과정 중에는 발생하는 Handover Latency 는 위의 그림 3 과 같이 3 가지로 구분할 수 있다. 새로운 AP 를 찾기 위해 Active Scanning 중에 발생하는 Probe Delay 와 AP 와 authentication 하기 위한 Authentication Delay 그리고 새로운 망에 등록하기 위한 Reassociation Delay 로 나눌 수 있다.[6]

### 2.2 Layer3 에서의 Handover(MIPv6 Fast Handover)

서론에서 언급한 바와 같이 Layer3 에서의 Handover 는 L2 triggering 지원을 가정하여 Layer3 에서의 동작만

을 고찰한다. 그림 4 와 같은 무선랜 환경에서 Mobile IPv6 구현 시에 AR(Access Router)는 무선랜의 AP 역할을 한다. 여기서 각 AR 은 ESS 내에 존재하는 모든 BSS 에 속한 AR 들의 ID(BSSID)와 Prefix, Link-layer address, IP address 등의 정보를 포함하는 DST(Distributed Service Table)를 가지고 있다. 그림 4 와 같이 MN 이 이동하다가 새로운 망에 접속했을 경우 Layer2 의 Triggering 을 통하여 망이 바뀌었음을 인식한다. Triggering 시에 MN 은 Beacon Signal 을 통해 새로운 망의 NAR(New Access Router)에 대한 BSSID 를 알 수 있다. 이 때 MN 은 기존에 접속했던 망의 PAR (Previous Access Router)에게 NAR 의 BSSID 를 주면서 NAR 의 정보(Prefix, Link-layer address, IP address)를 알려달라고 요청한다.[(1)RtSolPr] 그러면, PAR 은 자신의 DST 에서 BSSID 에 상응하는 NAR 의 정보를 찾아[(2)DST 검색] MN 에게 응답해준다.[(3)PrRtAdv] 이러한 NAR 정보를 수신한 MN 은 NAR 의 Prefix 와 자신의 MAC 주소를 이용하여 CoA(Care of Address)를 생성하고 PAR 과 FBU(Fast Binding Update)를 한다.[(4)FBU/ACK] 다음으로 PAR 은 NAR 에게 HI(Handover Initiate) 전송하고 송신한 NAR 은 Ack 를 전송한다.[(5)HI/ACK] 이와 같은 Fast Handover 과정이 완료되면 이후 MN 에게 전달되는 패킷은 NAR 을 통해 전달된다[2][3].

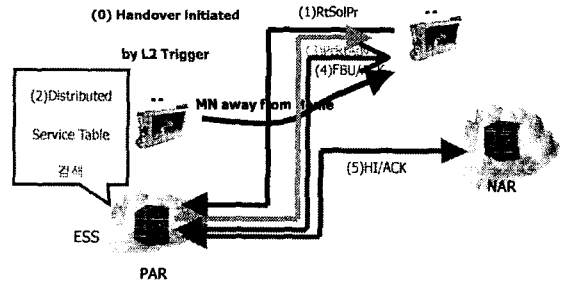


그림 4 Mobile IPv6 를 위한 Fast Handover 동작과정

### III. 제안한 MIPv6 Fast Handover

앞 절에서는 802.11 무선랜 환경에서 MN 이 이동 시에 Layer2/Layer3 에서 발생하는 Handover 과정 및 Handover Latency 에 관해 고찰해 보았다. 실제 이러한 과정을 거칠 경우 서론에서도 언급한 바와 같이 우리가 원하는 Handover Latency 를 얻을 수 없다. 따라서 본 절

에서는 Handover Latency 를 줄이기 위한 Dominant NAR(Next Access Router) Selection 알고리즘을 제안하다.

### 3.1 Dominant NAR Selection 알고리즘을 이용한 Fast Handover 동작

본 논문에서 제안한 알고리즘은 무선랜 환경에서 AP로부터 broadcasting 되고 있는 Beacon message 를 이용한다. MN 이 이동 중에 아래 그림 5 와 같이 Dominant NAR Selection 알고리즘을 수행하여 NAR 가 선택되면 Layer3 에서 수행할 Fast Handover 과정 중 일부를 선처리 함으로써 Handover Latency 를 줄이고자 한다. 여기서 사용한 Dominant NAR Selection 알고리즘은 Beacon Signal 의 증가/감소 및 PAR 과 NAR 의 Beacon 의 비율을 이용하여 NAR 을 선택한다. 선택된 NAR 은 MN 과 RtSolPr/PrRtAdv 메시지 주고 받고 MN 은 NAR 의 DST 를 저장 후 CoA 를 생성한다. 이러한 과정을 선처리 한 후 실제 L2 Trigger 가 일어나면 FBU/ACK 와 HI/ACK 를 통해 Handover 를 완료한다.

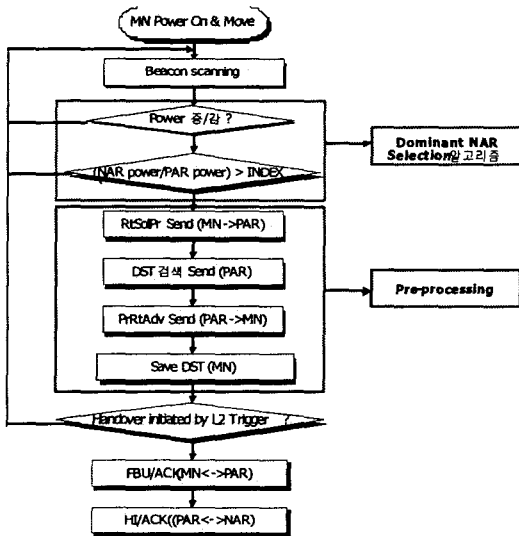


그림 5 제안한 Fast Handover 동작에 관한 Flowchart

### 3.2 제안된 알고리즘의 장점 및 한계

제안한 알고리즘은 Layer2 Trigger 이후에 수행하여 하는 Handover 과정을 선처리 함으로써 Layer3 에서의 Handover Latency 를 줄일 수 있다. 이를 이용하여 실시간 혹은 delay 에 민감한 application 에 적용 가능하다. 또한 이는 기존의 Handover 동작과 호환이 가능하며 무선랜이 설치된 건물 같이 이동구간이 제한된 환경에서

효과적으로 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 제안한 알고리즘 자체는 Layer2 handover 를 미리 예측하고 선처리 하므로 실제 구현상에서 이동경로가 복잡하거나 AP 가 중첩된 지역에서는 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 또한 Layer2 를 무선랜인 망에서만 제안한 알고리즘을 적용할 수 있다.

## IV. 결론

본 논문에서는 무선랜 망에서 Mobile Node 가 이동 중에 Handover 가 발생할 경우 생기는 Handover Latency 를 줄이기 위해 새로운 알고리즘을 제안하였다. Layer 2 에서 AP 에서 발생하는 Beacon 메시지를 이용해 Dominant NAR Selection 알고리즘을 통해 새로이 접속할 망의 AP 와 Layer3 Handover 과정을 선 처리함으로써 Handover Latency 를 줄일 수 있다. 이를 통해 real-time 서비스나 delay 에 민감한 application 에 적용할 수 있을 것이다. 향후 보다 효과적인 Dominant NAR Selection 알고리즘이 필요하며 이에 따른 테스트 및 고찰이 필요하다.

## 참고문헌

- [1] Johnson, D.B. , Perkins, C.E. , Arkko, J. : Mobility Support in IPv6. draft-ietf-moibleip-fast-mobileip-ipv6-22.txt (May 2003)
- [2] Koodli, R.: Fast Handovers for Mobile IPv6. IETF Draft : draft-ietf-moibleip-fast-mip6-06.txt (March 2003)
- [3] McCann. P: Mobile IPv6 Fast Handovers for 802.11 Networks. IETF Draft: draft-mccan-moibleip-80211-01.txt (October 2002)
- [4] 김용진, 신명기, 박정수, 이승윤 "차세대 인터넷 프로토콜 IPv6" IPv6 포럼 코리아 2002 p 9-14, 299-309
- [5] Neeli Prasad., Anand Prasad: WLAN Systems and Wireless IP for Next Generation Communications. Artech House, 2002
- [6] Arunesh Mishra, Minho Shin, William Arbaugh, "An empirical analysis of the IEEE 802.11 MAC layer handoff process", University of Maryland Technical Report, 2002
- [7] IOS/ICE: Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer Specifications. ANSI/IEEE Std 802.11 (1999)
- [8] "Recommended Practice for Multi-Vendor Access Point Interoperability via an Inter Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation", IEEE Std Draft 802.11f/D4, July 2002. Work In Progress