

# 초고속 무선 인터넷에서의 실시간 서비스를 위한 핸드오버 메커니즘

\*박호진<sup>0</sup> \*김화성 \*\*이상호 \*\*김영진  
\*광운대학교 전자통신공학과, \*\*한국 전자통신 연구소 IP 이동성 연구팀  
sanzini@kw.ac.kr<sup>0</sup>, hwkim@daisy.kw.ac.kr, {shlee yjkim}@etri.re.kr

## Handover Mechanism for Real-Time Service in High Speed Wireless Internet

\*Hojin Park<sup>0</sup> \*Hwasung Kim \*\*Sangho Lee \*\*Youngjin Kim  
\*Department of Electronic and Communications Engineering, Kwangwoon Univ.  
\*\*IP Mobility Research Team, ETRI

### 요 약

이동전화, PDA(Personal Digital Assistant) 등과 같은 개인 이동 단말기 보급의 증가 추세와 더불어 무선 환경에서의 인터넷 접속에 대한 요구가 증가 하고 있다. Mobile IP(Internet Protocol)는 무선 환경에서의 인터넷 접속을 지원하고, 단말의 이동성을 보장 하는 기술이다. 현재의 Mobile IP에서는 핸드오버 시 패킷 데이터 유실이 발생 하고 이러한 패킷 데이터 유실 방지를 위하여 별도의 메커니즘 적용에 따른 시간 지연이 발생한다. 본 논문에서는 실시간 서비스에서의 IP 패킷 데이터 핸드오버 시 패킷 데이터 유실 방지와 패킷 데이터의 순서 뒤바뀔 방지를 위한 방법을 제시한다.

### 1. 서 론

개인 휴대용 이동 단말기 보급의 증가 추세와 더불어 무선 환경에서의 인터넷 이용에 대한 요구가 증가 하고 있다. Mobile IP는 단말의 이동성의 보장해 주기 위해 고안된 기술로 무선 인터넷 환경, 특히 All-IP환경에서 단말의 이동성 보장을 위해서는 필수 적인 기술이다.

이동 단말은 현재의 서비스 지역에서 다른 서비스 지역으로 이동 할 경우 현재의 접속을 유지 하기 위하여 핸드오버 과정을 수행 해야 한다. 하지만 IP 패킷 데이터 서비스를 받고 있던 단말이 이동 하였을 경우 핸드오버 과정 중에는 패킷 데이터 서비스를 받을 수 가 없고 이에 따른 패킷 데이터 유실이 발생한다[1]. 이러한 패킷 데이터 유실을 방지 하기 위한 기법으로 패킷 멀티캐스팅 기반의 기법과 패킷 버퍼링을 기반의 기법이 소개 되었다[2]. 패킷 멀티캐스팅 의 경우 추가적인 메모리 유지와 네트워크 자원이 필요하고, 패킷 버퍼링 기반의 기법의 경우 적절한 버퍼 관리 기법 및 패킷 순서 제어를 위한 기법이 필요하다[2][3][4].

본 논문에서는 실시간 서비스를 위한 핸드오버 기법으로 계층적 구조의 크로스오버 FA에서의 버퍼링과 새로운 FA에서의 버퍼링을 통한 신뢰성 있고 빠른 패킷 버퍼링 메커니즘을 제시한다.

2장에서는 현재의 Mobile IP 환경에서 문제점을 지적하고, 3장에서 계층적 구조의 Mobile IP와 크로스 오버 버퍼링을 통한 핸드오버 메커니즘을 설명하고, 4장에서 실시간 서비스에 적용 가능한 핸드오버 메커니즘을 제안 하였고, 끝으로 5장에서 결론을 맺었다.

### 2. 현재의 Mobile IP

Mobile IP는 단말의 이동성을 보장해 주기 위한 기술이다. MN은 HA(Home Agent)에 등록을 하고 다른 FA(Foreign Agent) 영역으로 이동을 하면 Mobile IP 등록 절차에 의하여 HA에 자신의 위치 정보를 갱신한다. 하지만 Mobile IP 등록 절차는 경우에 따라서는 많은 시간을 소비 할 수 있고, 이 시간 동안에 들어 오는 IP 패킷은 유실이 발생한다. 따라서 이러한 패킷 유실을 방지 하기 위하여, 핸드오버 시 이전 FA에서 IP 패킷 데이터에 대한 버퍼링을 하는 방법이 제시 되었다[1][2][3].

이 방법에 따르면 핸드오버가 발생 할 경우 MN은 현재의 FA에게 MN으로 향하는 패킷에 대한 버퍼링 시작을 알리는 메시지를 보내고, 새로운 FA를 통하여 Mobile IP 등록 절차를 수행한다. 이후 MN은 새로운 FA에서의 등록 및 위치 정보를 갱신 후 이전 FA에게 Binding Update 메시지를 보내고, 이전 FA는 버퍼링 된 패킷을 새로운 FA로 전송한다. 하지만 그림 1에서와 같이 이전 FA에서 포워딩 되어 오는 패킷과 새로운 FA로 새롭게 들어 오는 패킷 사이에서 패킷의 순서가 바뀌는 문제가 발생한다. 패킷

본 연구는 과학재단 특정기초연구 지원사업(R01-2002-000-00179-0)과 ETRI 위탁과제로 수행되었음.

데이터를 받고 있던 MN은 1,2번 패킷 수신 후 핸드오버 절차를 수행하고 핸드오버 후 3번을 수신 하여야 하지만 패킷 포워딩 결과 8,9 번의 패킷을 먼저 수신한 후 3,4,5 번 패킷을 수신하는 발생한다. 8,9 번 패킷을 먼저 받은 MN은 중복된 ACK(Acknowledge)를 발생하고 TCP(Trans-mission Control Protocol) 동작에 따라 송신단에서는 네트워크 혼잡 제어 메커니즘을 적용하여 결과적으로 네트워크의 활용도를 감소 시킨다[5].

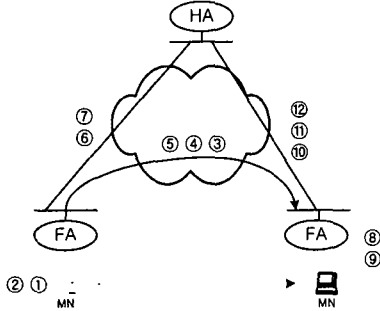


그림 1. Mobile IP 핸드오버

패킷 데이터의 순서를 제어 하기 위하여 새로 들어오는 패킷은 임시 버퍼에 보관하고 이전 FA로부터 포워딩 되어 들어 오는 패킷을 모두 전송 후 임시 버퍼의 패킷을 전송 하는 방법이 있다. 하지만 이러한 방식은 이전 FA로부터의 패킷 포워딩이 지연 될 경우 서비스 품질을 악화시키는 단점이 있다[4].

### 3. 계층적 구조의 Mobile IP 와 크로스오버 FA

#### 3.1 계층적 구조의 Mobile IP

빠른 이동 단말로 인한 빈번한 Mobile IP 등록에 따른 오버헤드를 감소시키기 위하여 계층적인 FA 관리 기법이 제안 되었다. 도메인 내에 존재 하는 FA들은 트리 형태의 계층적 구조를 구성하고 각각의 FA들은 Agent Advertisement 메시지에 COA(Care Of Address)주소를 벡터 형태로 포함 시킨다. MN이 새로운 FA에 영역에 도착하면, MN은 HA로 향하는 경로 상의 모든 FA에게 등록을 한다. MN으로 향하는 패킷이 HA에 도착하면 HA는 제일 상위 FA로 터널을 설정하고 Root FA에 도착한 패킷은 마지막 MN이 존재 하는 제일 하위 레벨의 FA 까지 순차적으로 포워딩 된다[6].

핸드오버가 발생 할 경우 MN은 새로운 FA를 통하여 이전 경로와 현재 경로상의 크로스오버 FA 까지만 등록을 하고 상위 노드에게는 등록을 하지 않는다.

그림 2에서 보듯이 MN은 Root FA인 FA1 이하의 FA 영역 사이의 이동 시 매번 Mobile IP 등록을 HA에게 까지 하지 않고, 이전 계층적 구조의 경로와 새로 이동한 FA의 계층적 구조의 경로상의 크로스오버 FA에게 까지만 등록을 한다. 즉, FA7 영역의 MN이 FA5 영역으로 이동 할 경우는 FA6과 FA3에게 까지만 등록을 하고, FA5의 영역으로 이동을 할 경우 FA5, FA2, FA1에게 까지 MN의 위치를 등록 해야 한다. 여기서의 등록은 Mobile IP등록이 아닌 단순한 패킷 포워딩을 위한 경로 재 설정 과정이기

때문에 잦은 Mobile IP등록에 따른 오버헤드를 줄일 수 있다.

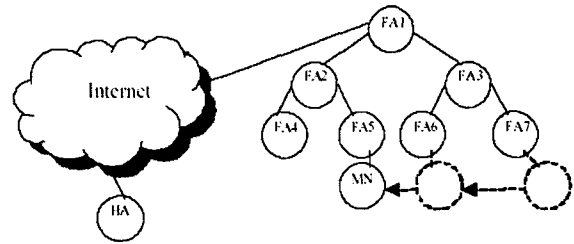


그림 2. 계층적 구조의 FA

#### 3.2 크로스오버 FA 버퍼링

핸드오버 시 패킷데이터 유실 방지 방법으로 계층적 구조의 FA의 크로스오버 FA에서 버퍼링을 하는 방법이 있다. 크로스오버 FA에서 버퍼링을 할 경우 두 가지의 이점을 얻을 수 있다.

첫째 MN으로 가는 패킷이 올바른 순서대로 보내 질 수 있다. 실제로 MN은 핸드오버를 하게 되면 크로스오버 FA에게 지역적인 등록을 하고, 크로스오버 FA는 즉시 버퍼에 저장된 패킷 데이터를 MN으로 보낼 것이다. 또한 크로스오버 FA는 자신의 라우팅 테이블에 MN에 대한 경로를 추가 하여 이후 MN으로 향하는 패킷 데이터는 새로운 FA로 전달 된다. 따라서 이러한 핸드오버 시 크로스오버 FA에서 버퍼링을 할 경우 MN으로 향하는 패킷 데이터의 유실 방지와 순서 뒤 바뀜 방지를 보장을 할 수 있다.

둘째 크로스오버 FA에서 새로운 FA로 패킷을 전송 하는데 걸리는 시간은 같은 패킷을 이전 FA에서 새로운 FA로 보내는 시간보다 적게 걸린다. 따라서 이전 FA에서 버퍼링을 하는 방법에 비하여 패킷 포워딩 시간이 감소하는 이점 있다[7].

### 4. 실시간 서비스를 위한 핸드오버

패킷 포워딩에 따른 지연 시간 단축과 패킷 순서 제어를 위하여 제시 하는 메커니즘에서는 핸드오버 할 새로운 FA에서의 버퍼링을 적용 하였고, 핸드오버 과정 중 또 다른 FA로 이동 하는 단말의 패킷 데이터 유실의 방지 하기 위하여 크로스오버 FA에서의 버퍼링을 적용 하였다.

MN은 현재의 FA로부터 수신한 신호의 세기가 기준치에 도달하면 새로운 FA로 핸드오버를 위한 셀 검사를 시작 한다. FA는 주기적으로 자신의 주소와 계층적 구조 상의 경로 정보를 포함한 Agent Advertisement 메시지를 자신의 셀 영역에 발산한다. 셀 검색 과정에서 이 메시지를 받은 FA는 각각의 FA로부터의 신호의 강도를 측정하여 핸드오버 할 대상 FA를 결정하고, Agent Advertisement 메시지 정보를 이용하여 크로스오버 FA를 결정한다. 이후 MN은 현재의 FA를 통하여 크로스오버 FA에게 핸드오버 할 FA의 주소를 포함한 메시지를 보내고 크로스오버 FA는 메시지를 받은 동시에 MN에 대한 하향 패킷 포워딩을 중지 한다. 이때 크로스오버 FA는 MN에 대한 패킷을

새로운 FA로 전달 하고 각각의 패킷에 대한 복사본을 임시 버퍼에 보관한다. 새로운 FA는 자신에게 등록 되어 있지 않은 MN을 향하는 패킷이 들어 올 경우 우선 임시 버퍼에 저장을 하고 해당 MN에 대한 등록이 완료 되면 패킷을 포워딩 한다.

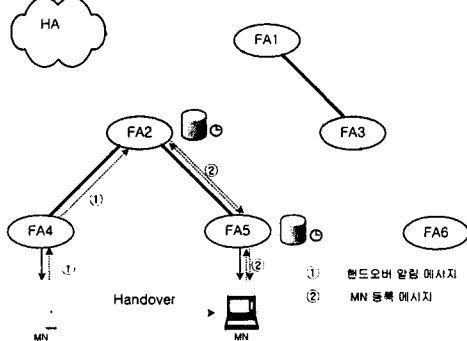


그림 3. 실시간 서비스를 위한 핸드오버

그림3 에서 FA4의 영역에 존재하던 MN은 FA4로부터 계층적 구조의 경로인  $P1 = \{FA4, FA2, FA1\}$ 에 대한 정보를 Agent Advertisement 메시지를 통하여 수신하고 셀 검색의 결과 FA5로 핸드오버 할 경우, FA5로부터 얻은 계층적 구조의 경로  $P2 = \{FA5, FA2, FA1\}$ 에 대한 정보를 바탕으로 FA2를 크로스오버 FA로 결정한다. MN은 FA4를 통하여 FA2로 핸드오버 할 FA인 FA5의 주소를 포함한 메시지를 보내고 FA5와의 핸드오버 절차를 수행한다. 메시지를 수신한 FA2는 MN에 대한 하향 패킷을 버퍼링 하고 동시에 FA5로의 패킷 포워딩 절차를 수행한다. 자신에게 등록 되지 않는 MN으로 향하는 패킷을 수신한 FA5는 임시 버퍼에 이 패킷을 저장하고 MN의 등록 절차가 완료 된 후 MN으로 패킷을 포워딩 한다. 하지만 경우에 따라서 MN의 등록이 지연되거나 다른 FA로 MN이 이동 할 수 있기 때문에 이를 위하여 FA5는 버퍼링과 동시에 타이머를 구동 시키고, 타이머가 만료 되면 패킷을 버린다. 타이머의 최대값은 각각의 서비스에서 허용하는 지연 시간 또는 핸드오버에서 허용하는 최대 지연 시간과 같다. FA2에서의 MN에 대한 등록 절차가 완료 되면 FA2는 버퍼링을 중단한다. 크로스오버 FA에서도 버퍼링과 동시에 타이머를 구동 시켜 새로운 FA에서와 같이 시간 지연을 보장해 준다.

MN이 등록 절차를 완료 하지 않고 다른 FA로 다시 핸드오버 할 경우 다음 2가지로 나뉘질 수 있다.

- 이전 핸드오버 과정과 같은 크로스오버 FA를 가지는 경우
- 이전 핸드오버 과정과 다른 크로스오버 FA를 가지는 경우

첫 번째 경우는 MN은 새로운 FA에서의 등록 완료 후 크로스오버 FA에게 패킷 포워딩을 요청하는 메시지를 보내어 패킷을 전달 받을 수 있다.

두 번째 경우는 MN은 이전 크로스오버 FA의 주소를 알고 있기 때문에 패킷 포워딩을 요청하는 메시지를 보내고, 이 메시지를 받은 이전 크로스오버 FA는 MN이 핸드오버

한 FA로 터널을 설정하여 버퍼에 저장된 패킷을 포워딩 한다. 이와 같이 크로스오버 FA에서의 버퍼링을 통하여 빠르게 이동하는 단말에 대하여 패킷 데이터 유실 방지를 보장한다.

### 5. 결 론

패킷 데이터 서비스 중인 단말이 핸드오버 할 경우, 패킷 데이터 유실을 방지하기 위한 기법이 적용 되어야 한다. 하지만 이러한 패킷 데이터 유실을 방지하기 위한 기법은 그 자체가 어느 정도의 시간 지연을 수반 하기 때문에 실시간 서비스 같은 유형에는 적합 하지 않다.

본 논문에서는 기존의 패킷 데이터 핸드오버 시 패킷 데이터 유실 방지를 위한 기법 및 패킷 데이터 순서 제어 방법에서 발생하는 시간 지연 문제를 해결 하여 실시간 서비스에 적용 가능한 핸드오버 메커니즘을 제공 하였다. 계층적 구조의 Mobile IP에서 새로운 FA 영역에서의 패킷 버퍼링을 통하여 빠른 패킷 전송 방법을 제시 하였고, 크로스오버 FA에서의 버퍼링과 패킷 포워딩을 통하여 핸드오버의 신뢰성을 높이고, 패킷의 순서 제어를 하였다.

### 참고 문헌

- [1] C. Perkins. " IP mobility support. Internet RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] B. Ayani, " Smooth handoff in Mobile IP," Department of Microelectronics and Information Technology at KTH, May 2002.
- [3] D. Eom, M. Sugano, M. Murata, and H. Miyahara, " Performance improvement by packet buffering in Mobile IP based networks," *IEICE Trans. Commun.*, Vol. E83-B, no. 11, pp. 2501-2512, Nov. 2000.
- [4] D. Lee, G. Hwang, and C. OH, " Performance enhancement of Mobile IP by reducing out-of-sequence packets using priority scheduling" , *IEICE Trans. Commun.*, Vol E85-B, No 8, pp. 1442-1446 Aug. 2002.
- [5] D. Tandjaoui, N. Badache, H. Bettahar, A. Bouabdallah and H. Seba, " Performance Enhancement of Smooth Handoff in Mobile IP by Reducing Packets Disorder" , 8<sup>th</sup> IEEE symposium on Computers and communications (ISCC), June 2003.
- [6] P. McCann, T.H.J. Wang, A. Casati, C. Perkins and P. Calhoun, "Transparent hierarchical mobility agents (THEMA)", Internet Draft, 1999.
- [7] D. Tandjaoui, N. Badache, H. Bettahar, A. Bouabdallah and H. Seba " Towards a smooth handoff for TCP and real time applications in wireless network" INC2002, Feb. 2002.