

Macro cell 에서 Mobile IP 를 고려한 Handover 과정 및 분석

홍성화*, 노재성**, 정해원***, 조성준*

* 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과

** 서일대학 정보통신과

*** 한국전자통신연구원 기가접속팀

Handover Procedures and Analysis for Mobile IP in Macro cell

Sung-Hwa Hong* , Jae-Sung Roh** , Hae-Won Jung*** , Sung-Joon Cho*

* Dept. of Telecom & Inform Eng., Graduate School of Hankuk Aviation University

** Dept. of Information. & Communication Eng., Seoil College

*** GIGA Connection Team, Electronics and Telecommunications Research Institute

Tel : +82-2-3158-1518 Fax : +82-2-3159-1935 E-mail : amipro@mail.hangkong.ac.kr

Abstract

Due to the explosive popularization of the Internet, it has been researched for many mobile terminals how to receive various multimedia information. Especially, it has been considered that a mobile terminal is serviced with multimedia information through a inherent IP address. In this paper we have proposed the Handover Signaling Method and analyzed the Handover delay time of this proposed method in wireless section. This proposed method is appropriate to Broadband systems with Mobile IP. We have simulated Handover delay time with respect to the distance between a terminal and base stations.

I. 서 론

최근 다양한 분야에서 정보 통신 기술의 괄목할 만한 발전뿐만 아니라 정보 통신 콘텐츠 분야에서도 많은 발전 이루어졌다. 특히 무선 인터넷 분야에서의 다양한 기술 개발과 발전이 이루어졌는데 기존의 인터넷 정보를 사용자측면에서 보다 편리하게 사용하기 위한 이동 단말에서의 정보 교류를 가능하게 하기 위한 기술분야에서 보다 뚜렷한 발전이 이루어졌다. 특히 무선 인터넷의 경우, 다수의 이동 단말이 여러 장소를 이동 시, 여러 이동 단말에서 다양한 인터넷 정보를 한 위치에서 전송 받지 않고 위치 이동 시마다 전송을 받을 경우 단말의 주소가 매번 바뀌어서 전송된 데이터를 잃을 수가 있다. 그러한 점을 개선하고자 나온 여러 해결책 중 현재 각광을 받고 있는 것이 Mobile IP 이다 [1][2]. 이는 기존의 IP 프로토콜을 더욱 발전시킨 것으로서 여러 시스템에 적용하기에 가장 각광 받는 해결책이다. 현재로서는 가정에서 인터넷 통신 및 디지털 가전기기를 수용

하는 새로운 개념의 태내 망에 바로 적용할 수 있는 기법이다 [3].

이러한 추세로 태내 통신에서 Mobile IP 를 적용할 수 있는 여러 방안이 나오고 있으나 그 방안들은 주로 태내 망 즉 협소한 지역을 기반으로 하는 것이다. Advertisement, Registration, Tunneling 등의 기본적인 요소들을 좁은 범위에서 단말이 이동하는 것을 고려하여 적용하는 것과 더 넓은 지역에서 적용하는 것과는 전혀 다른 방안인 것이다 [4].

따라서 본 논문에서는 광대역 시스템에 적용하기 위한 Handover 를 Mobile IP 에 접목하여 여러 시스템에 적용할 수 있는 Handover Signaling 방법을 제시하였다. 특히 본 논문에서는 무선 구간의 Handover 시 발생하는 전송지연시간을 고려한 수학적 모델링을 사용하여, 제안하는 Handover Signaling 을 분석하였고 기지국간의 Handover 시의 모델링만을 가지고 전송지연시간 중심으로 시뮬레이션하였다. 이 때 Mobile IP 의 기본적인 기능은 그대로 적용하고 Registration 기능은 Handover 기능과 관련되어 응용하여 적용한다.

우선 II 장에서 2.1 에서는 Mobile IP 에서의 대략적인 Handover 와 그 과정을 알아보고 2.2 에서는 새로운 Handover 과정을 제안하고 그 과정을 대략적으로 설명한다. 또한 무선상에서의 Handover 과정의 분석의 필요성에 대해 나타내었다. III 장에서는 Macro cell 에서의 수학적 모델링을 사용해 시뮬레이션하여, 제안하는 Handover 과정에서의 분석을 시도한다. IV 장에서는 제안한 Handover 과정과 분석결과에 대해 설명한다.

II. Mobile IP

현재 Mobile IP 의 표준화는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 진행되고 있다. 원래 IP 는 유선망을 근

간으로 제안되어 이동성을 고려하지 않았다. 그러나 최근 통신기술의 발전으로 말미암아 여러 통신장비의 이동성 경향이 강하게 대두되고 있어 무선 이동성을 고려하여 인터넷에 연결하고자 IETF 에서는 Mobile IP 라는 프로토콜을 제안하기에 이르렀다.

2.1 Mobile IP 의 개요

현재 가장 활발하게 논의되고 있는 분야는 인터넷과 무선 이동 통신이다. 그 중 인터넷은 데이터 중심의 유선 망을 기본으로 하여 점점 무선 망의 영역까지 논의되고 있다. 다양한 멀티미디어 서비스와 데이터를 전송시 기존 유선 망에서는 단말의 IP Address 를 인식하여 최종 목적지로 사용하였으나 인터넷이 무선 망의 영역까지 확장되어 이동성까지 요구하게 되어 기존의 한 Network 에서 또 다른 Network 으로 이동 시 새로운 IP 를 할당 받아 새롭게 Network 에 가입하게 되므로 끊김 없는(Seamless) 데이터 전송이 불가능하게 되었다. 이 때 단말의 기존 IP Address 를 무선 망에서 또 다른 Network 으로 이동 시 계속 유지하여 데이터 전송을 가능하게 하는 것이 Mobile IP 이다 [4][5]. 즉 임의의 위치에서 단말이 접속하더라도 자신의 고유 IP Address 로 전송되는 패킷 데이터를 수신할 수 있도록 IP 프로토콜을 확장한 것이다. Mobile IP 의 기본적인 개념도는 그림 1 과 같다.

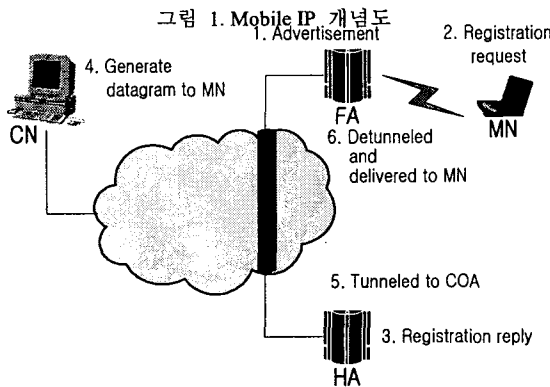


그림 1 에서 Mobile IP 는 단말(Mobile Node : MN), 홈 에이전트(Home Agent : HA) 그리고 외부 에이전트(Foreign Agent : FA)라는 세 가지 기능적 Entity 로 나눌 수 있다. 또한 이 세가지 기능적 Entities 인 MN, HA, 그리고 FA 간의 Advertisement, Registration, Tunneling 은 위와 같은 동작과정을 거쳐서 MN 의 IP 패킷 데이터를 전송받게 된다. 그 과정은 그림 1 에서 나타난 순서와 같다.

일반적인 Mobile IP 의 메시지 흐름은 그림 2 에서 보는 바와 같다. 그림 2 에서 나타난 바와 같이 아래와 같은 메시지 흐름을 따라 일반적인 패킷 데이터들을 전송하게 된다.

1. HA 와 FA 는 Advertisement 라고 불리는 Multicast, Broadcast 를 주기적으로 전송
2. MN 은 HA 와 FA 둘 중 가까운 곳을 선택
3. 만약 Foreign Link 에 존재 시 COA(Care-Of-

- Address)를 얻음(Agent advertisement 에서 얻음)
4. COA MN 은 Mobile IP 의 메시지 교환을 이용하여 HA 에 등록
5. Home Link 에 HA 나 다른 Router 들에게 MN 의 Home Address 가 바뀌었음을 전송함
6. COA 에서 Tunneling 된 Original Packet 들을 MN 에 전송
7. 역방향에서는 Tunneling 없이 바로 MN 에서 생성된 Packet 들을 전송.

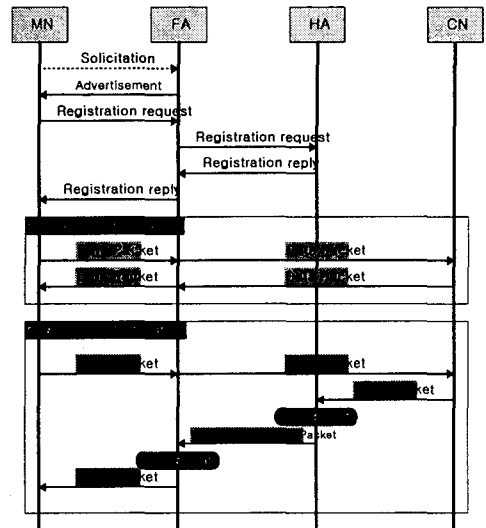


그림 2. 일반적인 Mobile IP 메시지 흐름

이와 같이 MN 과 Agent 들간의 일반적인 메시지 흐름들은 Agent 들의 위치 관리 기능과 Handover 기능들을 동시에 포괄하여 만족시키고 있다.

그림 1 과 그림 2 에서 일반적인 Mobile IP 의 구성과 메시지 흐름을 나타냈지만 아직 모든 시스템에 적용하기에는 많은 문제점을 나타내고 있으며 특히 보안화와 단말이 이동시 데이터 전송에 많은 문제점을 나타내고 있다.

2.2 새로운 HANDOVER 의 제안

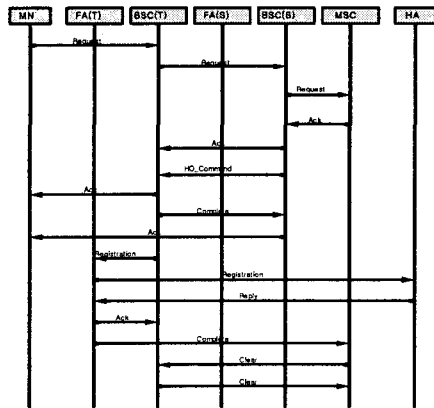
2.1 에서 알 수 있듯이 Mobile IP 는 주로 유·무선 LAN 등과 같은 Network 에서 이동성을 가지고 있는 단말의 IP 를 변화없이 유지하면서 끊김없는(Seamless) 서비스를 유지하기 위한 곳, 예를 들어 맥내 통신망과 같은 곳에서 주로 사용되고 있다. 본 논문은 특히 무선상에서 한 Sub-net 에서 또 다른 Sub-net 으로 이동 시 발생하는 Handover 의 Signaling 과정과 효과적인 Handover 구현에 대해 기술하고, 구현된 Handover 를 분석하고자 한다.

Handover 는 Network 상에서 발생할 수 있으며 서로 다른 Sub-net 간의 이동 시 수행된다 [6]. Mobile IP 에서 Handover 과정을 나타내고 있는 MN 과 각 Agent 간의 메시지 흐름은 Mobile IP 의 기본적인 Procedure 및 본 논문에서 다루고자 하는 Handover 의 시점을 나타내

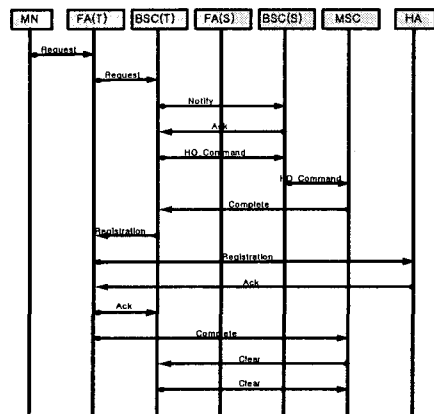
Macro cell에서 Mobile IP를 고려한 Handover 과정 및 분석

는 것과 많은 관계가 있으며 그림 2 에 나타낸 메시지 흐름에서는 Handover 의 시점을 Agent Advertisement 시점에서 Handover 가 이루어 지는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 Broadband System 에서의 Mobile IP 를 고려하여 Handover 과정을 제안하고 있지만 향후 보다 효과적인 무선 인터넷정보기술을 적용할 수 있기 위하여 Network 개념보다는 Subnet 개념에서 Handover 를 접근하였다. 여기서 제안된 Signaling Procedure 는 Intra-Router 및 Inter-Router 간의 Handover 과정까지 고려한 광대역 시스템에서의 Signaling Procedure 이다.



① Backward Handover Procedure



② Forward Handover Procedure

그림 3. 제안한 Handover Procedure

그림 3 에서는 광대역 시스템에서 사용하기 위해 제안한 Handover Signaling 방법을 나타내고 있다. 이러한 광대역 시스템은 넓은 지역을 기반으로 하는 PCS 나 ITS 기반으로 하는 시스템이므로 Network 구성 상 많은 부분들을 거침으로써 생기는 전송지연시간의 문제와 서로 다른 Sub-net 을 거치는 Handover 과정에서의 전송지연시간 문제가 매우 심각하다. 따라서 그 긴 시간동안 목적으로 전송되어오고 있는 패킷 데이터를 잃어버릴 확률이 매우 높다. 즉 무선상에서의 Hard Handover 시 순간적인 전송 망의 이동에 의해 짧은 시간동안 전송되

어지는 패킷 데이터를 잃어버릴 수가 있다.

따라서, 무선상에서 Handover 가 발생시 패킷 데이터를 최소화하기 위해 무선상에서의 과정을 분석하였다.

III. Handover 분석

Handover 는 두개의 d_0, d_1 지점에서 D [Km] 떨어진 베이스 스테이션으로부터 얻어지는 신호레벨의 평균으로부터 수식화 할 수 있다.

여기서 D km 떨어진 거리의 신호레벨을 $\mu_1(D)$ 라 정의하고 d km 떨어진 거리의 신호레벨을 $\mu_0(d)$ 라 정의한다.

$$\mu_0(d) = K_1 - K_2 \log d \quad d \in (0, D) \quad (1)$$

$$\mu_1(D) = K_1 - K_2 \log(D-d) \quad d \in (0, D) \quad (2)$$

K_1 은 수신기 세기에 의해 결정되며, K_2 은 $20(\text{line-of sight})$ 에서 60 까지의 propagation 상수여서 상대적인 path losses 를 표현하는 파라미터이다.

Handover 는 그림 4 에서 보여주는 것과 같이 두 신호인 $h - \sigma$ 의 차이가 나는 지점에서 발생하며, h 는 Hysteresis level 을 나타내며 σ 는 표준편차이다.

$$h - \sigma = \mu_1 - \mu_0 \quad (3)$$

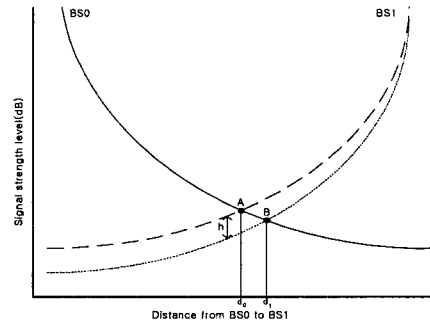


그림 4. 두 기지국으로부터 수신된 Signal level

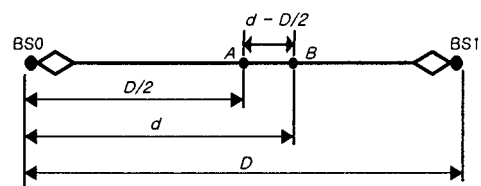


그림 5. Delay 연산을 위한 파라미터 정의

식 (1)-(3)으로부터 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$h - \sigma = K_2 \log \frac{d}{D-d} \quad (4)$$

Handover 가 수행되는 이동 단말의 속도를 v 라고 할 때, A 지점과 B 지점의 사이에서 Handover 가 발생하는 지점 (그림 5)을 결정할 수 있는 δ_h 는 다음과 같이 설정할 수 다.

$$\delta_h = \frac{d-D/2}{v} \quad (5)$$

Handover 가 발생하는 지점 (δ_h)와 단말의 속도(v)를 고려하여, 다음의 수식을 얻을 수 있다 [3].

$$\delta_h = \frac{D}{2v} \left\{ \left(10^{\frac{h-\sigma}{K_h}} - 1 \right) / \left(10^{\frac{h-\sigma}{K_h}} + 1 \right) \right\} \quad (6)$$

Macro cell 에서 이동 단말의 속도에 따라 셀의 크기를 표준화하며, 전체 Handover Delay(δ_{HM})는 다음과 같다.

$$\delta_{HM} = \frac{T}{2} + K_{Rv} \left\{ \left(10^{\frac{h-\sigma}{K_h}} - 1 \right) / \left(10^{\frac{h-\sigma}{K_h}} + 1 \right) \right\} \quad (7)$$

여기서, $K_{Rv} = D/2v$ 이다.

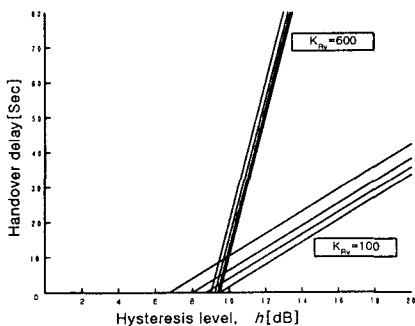


그림 6. 표준화된 셀 크기와 평균 신호 주기

그림 6 은 표준화된 셀 크기에서 평균 신호 주기와 Hysteresis level 의 함수로서 Handover delay 를 표현한 것이다. 또한 이 것은 Hysteresis level 과 Handover delay 가 서로 연관되어 있다는 것을 보여준다. [2]의 결과와는 다르게 시뮬레이션 된 것은 속도의 차이, Hysteresis level 의 차 등의 환경변수의 차이에 의한 것으로 [3]에서는 Hysteresis 의 차를 0~5 dB 를 놓았지만 본 논문에서는 5~10 dB 사이를 놓아서 시뮬레이션하였다. 그리고, 표준화된 셀 크기가 커지면 커질수록 Handover 확률 변수 또한 증가하게 된다. 그 이유는 셀 반경이 증가함에 따라 셀 영역 근처의 Path loss slope 가 감소하기 때문이다.

이와 같이 Macro cell 에서의 Handover delay 를 분석하고 Handover 시 Handover 에 영향을 미치는 파라미터에 대해서 분석하였다. Handover 성능을 보다 향상 시키기 위해서는 Handover 가 일어나는 시점을 보다 명확히 하여 보다 작은 Delay time 을 소요케하는 것이다. 또한 그 이후 Handover 과정이 일어나는 시점에서 라우팅 시 각 과정이 발생하는 시간을 최대한 줄이는 것이다. 이와 같은 결과는 패킷 데이터의 손실이 줄어든다는 것을 의미하며 이는 보다 신뢰성있는 데이터 전송을 의미하는 것이다. 본 논문에서는 데이터 손실을 줄이기 위한 전송 지연시간에 중점을 두었고 데이터 손실을 줄여 보다 신뢰성 있는 데이터 전송도 가능함을 알 수 있었다. 그것이 처음에 제시한 Handover 과정을 나타낸 것이다. Handover 과정 시 Handover 가 일어나는 시점을 설정하여 그 과정을 수식화하여 하나의 셀에서 또 다른 셀로 이동시 발생하는 Handover 의 시점을 보다 명확히 하여 보다 작은 Delay time 을 얻어 Handover 시 성능을 높이기 위한 시뮬레이션을 하였다. 본 논문에서는 먼저 광

대역 시스템에 적용키 위한 새로운 Handover 과정을 제시하였으며, Handover 가 일어나는 시점을 명확히 하여 보다 작은 Handover 소요 시간을 얻기 위한 파라미터를 적용하여 그 과정을 수식화하여 시뮬레이션하여 분석하였다.

IV. 결론

지금까지 Mobile IP 중 Handover 를 적용하여 최소한의 Delay time 을 얻기위해 노력하였다. Mobile IP 에서 Delay time 을 줄이기 위한 두가지 방법은 첫번째가 실제적인 Handover 시 Delay time 을 줄이는 방법이고 두번째가 라우팅 시 각 노드사이의 Delay time 을 최소한으로 줄이는 방법이다. 여기서는 실제적인 Handover 시 Delay time 을 줄이기 위한 한 방법으로서 Handover 가 일어나는 과정을 추적하여 실제 적용 시 그 Delay time 을 줄이기 위해 수학적인 모델을 적용하여 시뮬레이션 하여 보았다. 실제적인 Handover 시 Delay time 을 줄이기 위해서는 환경 변수 즉 Hysteresis, 이동 단말의 속도, Power, 각 단말과의 상호 거리 등의 여러가지 변수가 복합적으로 작용되어 Handover 의 Delay time 을 추정하게 되므로 Delay time 을 줄이기 위해서는 여러 변수들을 감안하여 최적의 환경을 만들어야 최소한의 데이터 손실로 데이터 전송이 가능케 된다. 또한 여러 변수들로 인해 최적의 환경이란 매년 다를 수 있다는 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 실제적인 Handover 시의 Delay time 을 고려하여 제안한 Handover Procedure 를 시뮬레이션 하였다. 제안한 Procedure 는 각 노드간의 데이터 전송이 필요하므로 실제적인 Delay time 을 추정하기 위해서는 실제적 Handover 시의 Delay time 뿐만 아니라 각 노드사이의 Delay time 을 고려하여 전체적인 데이터 전송을 최소화 하기 위한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] C. E. Perkins, "IP Mobility Support," *RFC 2002*, Oct. 1996.
- [2] <http://www.ietf.org>
- [3] Zonoozi, M.; Dassabayake, P., "Handover Delay in Cellular System", *Personal Wireless Communications, IEEE International Conference on*, pp. 24-27, 1997
- [4] 홍성화, "Mobile IP에서의 Handover 지원.", *한국통신학회 추계종합학술발표회논문집*, vol. 22, no. 1, pp 409-412, Nov. 2000.
- [5] C. E. Perkins, *Mobile IP - Design Principle and Practice*, Addison-Wesley, 1988.
- [6] J. Solomon, *Mobile IP - The Internet Unplugged*, Prentice Hall PTR, 1998.
- [7] C. E. Perkins, "Optimized smooth handoff in mobile IP," in *Proc. IEEE International Symposium on Computers and Communications*, pp. 340-346, 1999.
- [8] W. Woo and V. C. M. Leung, "Handoff enhancement in mobile-IP environment," *Universal Personal Communications*, vol. 2, pp. 760-764, 1996.