

# 이종망 환경에서 핸드오버 시 고품질 멀티미디어 서비스 제공을 위한 효율적인 핸드오버 Decision 방안

## Effective Handover Decision Method for High Quality Multimedia Service in Heterogeneous Wireless/Mobile networks

임 정 섭\*, 김 성 진\*\*, 최 영 수\*\*, 김 용 호\*\*

Jeong-Seob Lim, Sung-Jin Kim, Young-Soo Choi, Yong-Ho Kim

### Abstract

Since various type of wireless/mobile network likes WLAN, WIBRO, HSDPA were come to us, technology providing high quality multimedia service while user move are actively researched such as MIH (Media Independent Handover) proposed by IEEE for interworking between heterogeneous network and CMIP (Client Mobile IP), PMIP (Proxy Mobile IP) for mobility. Despite the technology about interworking and handover between heterogeneous network are actively researched, handover decision method need to be researched. In this paper we suggest a simple and effective handover method for high quality multimedia service in real wireless environment. For this, we use MIH+CMIP platform for target multimedia service to make handover decision rule in WIBRO and HSDPA networks. After apply this rule, we verified effectiveness of handover decision method through real test.

**Keywords** : vertical handover, heterogeneous networks, multimedia service, MIH

### I. 서 론

최근 WLAN, WIBRO, HSDPA 등 서로 다른 서비스 지역, 대역폭, 지연을 갖는 망들이 도래함에 따라 이런 다양한 타입의 접속 망을 사용자가 이동하는 중에도 원활히 제공받기 위한 기술들이 활발히 연구되고 있다. 이런 요구를 반영하여 KT에서는 이종망간의 seamless handover 제공을 목표로 이종망간의 연동을 위하여 IEEE 802.21에서 제안한 MIH(Media Independent handover)와 IP 연속성 보장 기술인 CMIP(Client Mobile IP)를 이용하여 WIBRO/HSDPA/Wi-Fi 망간의 끊임없는 IP 이동성 제공 기술을 개발하였다[1]. 그러나 이러한 이종망간에 핸드오버를 위한 활발한 연구에도 불구하고 이종 접속 망간에 무선 특성의 차이로 인하여 동종 망에서 적용하던 핸드오버 기준을 적용할 수 없다는 문제는 아직까지도 해결되어야 할 부분이다. 또한 많은 이론적 연구에도 불구하고 이를 실제 무선 환경에 적용하기에는 알고리즘 복잡성 및 다양한 real 무선 환경에 특성 등으로 인하여 매우 어려운 상황이다. 따라서 본 논문에서는 이종망간의 연동을 위한 MIH와 IP 연속성을 보장하는 기술인 CMIP기반의 개발 플랫폼을 활용하여 real 무선 환경에서도 고품질의 멀티미디어 서비스를 위한 효율적이고 단순한 핸드오버 Decision 동작을 제안하고, 제안된 방법에 대한 유효성을 검증해 본다. 본

논문의 구성은 2장에서 관련 연구를 살펴보고, 3장에서 제안한 핸드오버 decision 동작에 대해 설명하고, 그 유효성에 대해 판단해 보고, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

### II. 관련 연구

최근 이종망간의 연동을 위한 연구가 활발히 되면서 이를 지원하기 위한 많은 플랫폼들이 소개되었는데, 이 중 대표적인 것이 MIH + Client Mobile IP 구조이다. IEEE 802.21에서 제안된 MIH 표준은 WLAN, WIBRO, HSDPA 등을 포함하는 이종망간의 연동을 위해 링크 계층 정보와 관련 네트워크 정보를 상위 계층에 전달하는 이벤트, 상위 응용 및 이동성관리 프로토콜에서 하위 디바이스 드라이버를 제어할 수 있는 인터페이스를 지원하는 커맨드, 주변망에 대한 정보를 사전에 제공하는 정보서비스로 구분하여 표준화 하고 있다. IETF에서 제안된 Mobile IP는 IP 기반 이동성 관리의 대표적인 기술이다. 처음 Mobile IP가 제안된 후 관련 분야에서 많은 연구가 거듭되었는데 그 중 대표적인 것으로 CMIP와 PMIP을 들 수 있다. 이들의 특징을 살펴보면, 우선 CMIP의 경우 이동성 관리를 위한 MIP Stack이 단말에 탑재를 요구한다. CCoA(Collocated CoA) 방식의 Mobile IP를 쓰는 경우, 기존 망의 변화 없이 적용이 가능하다는 장점이 있는 대신 오버헤드로 인하여 무선 자원을 효율적으로 사용할 수 없고, 접속 망이 바뀔 때 마다 IP 재 할당에 따른 핸드오버 지연 등의 문제가 있다. PMIP는 단말의 MIP 스택을 망 내의 AR(Access Router)에 구현한 방식으로, CMIP이 갖던 무선 자원의 비효율적

접수일자 : 2009년 8월 11일  
 최종완료 : 2009년 8월 11일  
 \*성균관대학교 컴퓨터공학과  
 \*\*KT 중앙연구소 무선기술담당

사용 문제와 핸드오버 시 movement detection에 따른 지연 문제를 개선하였다. 하지만 PMIP의 경우 현실적으로 deploy되어 있는 망에 변경을 요하는 단점을 가진다.

MIH + CMP 구조를 이용하여 IP에 이동성을 더해주고 이종망간의 연동이 가능하게 하였으나 핸드오버 Decision 문제는 네트워크의 효율을 결정짓는 다른 측면에서 여전히 연구 되어야 하는 분야이다. 이종망간의 핸드오버에서는 무선 특성의 차이로 인해 동종 망에서 적용하던 핸드오버 기준을 적용할 수 없다. 이는 같은 파라미터라도 서로 다른 망에 따라 의미하는 바가 다르기 때문이다. 이와 관련하여 전통적으로는 단순히 수신신호강도(RSSI)에 의존하여 수신신호강도가 임계치 밑으로 내려가면 핸드오버가 동작하는 식의 연구가 이루어졌다[2][3]. 하지만 단순히 수신신호강도만을 가지고 판단하는 것은 네트워크와 사용자의 다양한 특성을 핸드오버 decision 동작에 반영하지 못한다는 단점이 있어, 이종망간에 서비스 비용, 대역폭, 네트워크 상태, 유저 선호도 등의 항목을 수치화하고 그 값에 가중치를 부여하는 Cost Function을 두어 결정 하는 방식과 [4][5], 수학적 기술인 AHP와 GRA를 이용하여 우선순위 기반의 네트워크 선택 방식에 대한 연구가 있었다[6]. 하지만 이러한 이론적 연구에도 불구하고 제안된 알고리즘들을 실제에 적용하기는 제안된 핸드오버 Decision 동작이 너무 많은 자원을 소모한다던가, real 무선 환경의 특성을 고려하지 않았다는 점 등의 현실적 어려움이 따른다.

### III. 본 론

#### 1. 실험 환경

본 논문에서 사용한 Test Bed는 그림1과 같다. 단말에 적용된 개발 플랫폼은 위에서 언급한 MIH + CMP 기술이다. MIH 정보서버는 등록된 단말의 주변망에 대한 정보를 관리하고 있다가 단말에서 사용 중인 망의 신호 감소와 같은 요소가 관측되면 주변 망 정보를 활용하여 사용 가능한 다른 망의 정보를 단말에 알려주는 역할을 한다. 이종망으로의 핸드오버가 시작되면 Home Agent는 IP Tunneling과 같은 작업을 수행하여 IP 이동성을 지원한다.

우리는 타겟 멀티미디어 서비스에 대한 간단하고 효율적인 핸드오버 Decision 결정을 위해 모바일 IPTV에서 제공되는 QVGA(320×240)급의 해상도를 가지면서 MPEG-2 코덱을 사용하여 초당 15frame을 재생하는 멀티미디어 서비스를 타겟으로 삼았다. 위와 같은 QVGA급의 영상을 원활히 제공하기 위한 요구 대역폭은 UDP등의 헤더 파일의 크기와 실제 영상 전송을 위한 대역폭을 합치면 약 200Kbps ~ 300Kbps 정도 된다. 따라서 우리는 위와 같은 타겟 멀티미디어 서비스를 모델링하여 전송 Bandwidth를 200Kbps와 300Kbps로 가정하였다.

실험에 사용된 단말은 CPU 1.6GHz, 메모리 1Gigabyte, OS Windows XP SP3를 이용하였고, 모델은 MODACOM KWD-U1300 모델과 KTF EV-HM100 모델을 장착하였다. 그리고 무선 단말에서 이종망간의 seamless handover를 제공하는 개발 플랫폼을 사용하여 상용망에 접속 시켰다. 개발 플랫폼에서 RSSI의 값은 급격한 신호 변화를 막기 위해  $\alpha=0.4$  인 EWMA(exponential weighted moving

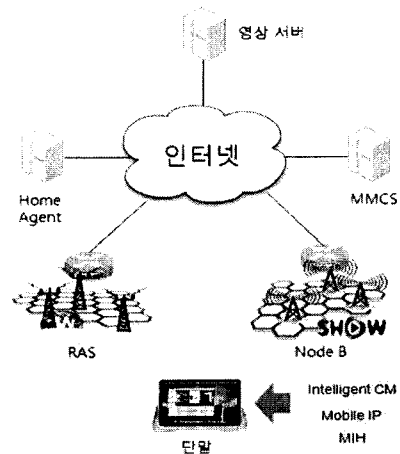


그림 1. 실험환경  
Fig. 1. Test Bed

average) 방식을 사용하여 얻은 RSSI 값을 실험에 이용하였다.

그림 1과 같이 구성한 후, 우리는 멀티미디어 서비스에서 사용되는 UDP 기반의 traffic 발생과 전송 중에 일어나는 packet loss를 확인하기 위해 Iperf v.1.7.0 을 사용하였다. 이 테스트에서 고려된 핸드오버는 신호감도에 민감한 WIBRO에서 HSDPA로의 Upward 핸드오버만을 고려하였고, 무선으로 연결된 클라이언트에서 많은 데이터가 전송되는 Download traffic에 관심을 갖고 측정하였다. 이를 위해 우리는 우선으로 네트워크에 연결된 클라이언트 단말에서 무선(WIBRO, HSDPA)에 연결되어 있는 서버 단말로 Bandwidth 200Kbps, 300Kbps에서 Packet을 만들어 보내면서 6개로 구분한 RSSI 값에 대한 Packet Loss Rate를 살펴보았다.

#### 2. 실험 결과

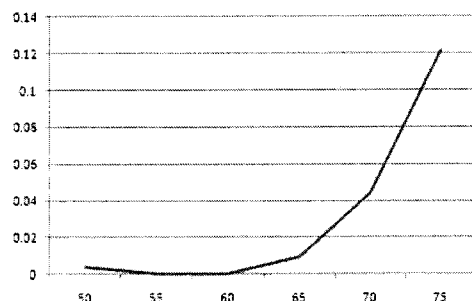


그림 2. B=200kbps, RSSI 값에 따른 PLR  
Fig. 2. B=200kbps, PLR change in RSSI

우선 Packet Loss Rate가 원활한 멀티미디어 서비스를 방해하는 시점을 알아보기 위해 WIBRO만을 이용하여 상용망에 접속 시킨 후 RSSI값의 변화에 따른 Packet Loss Rate를 측정해 보았다.

그림 2, 3의 결과를 살펴보면 Packet Loss Rate는 무시할 수 있는 오차 범위 안에서 RSSI값에 의해 Linear하게 증가하는 특징을 보였다. Bandwidth 200Kbps와 300Kbps에서 Packet Loss Rate 가 0.01%가 넘어가는 시점은 각각

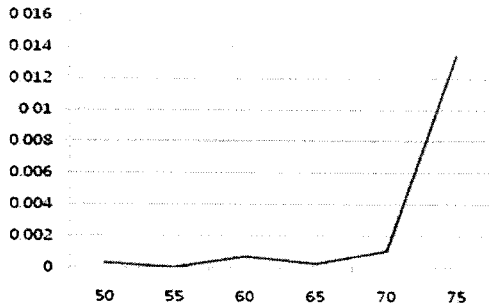


그림 3. B=300kbps, RSSI 값에 따른 PLR  
Fig. 3. B=300kbps, PLR change in RSSI

65 ~ 70과 70 ~ 75 사이로 측정 되었다. 따라서 우리는 Packet Loss Rate가 0.01을 넘어가는 시점 RSSI 65를 WIBRO -> HSDPA로의 핸드오버 Decision의 기준점으로 제시한다.

### 3. 결과 검증

위의 실험으로 도출된 결론을 가지고 Test Bed에 적용시켜 그 결과를 관찰해 보았다. WIBRO 신호를 감소시키며 Upward 핸드오버시 발생하는 Packet Loss Rate를 측정해 보았다.

표 1. 핸드오버 시 Packet Loss Rate  
Table 1. Packet Loss Rate when Handover

	Packet Loss Rate (%)
200Kbps	0.000765
300Kbps	0.000817

두 가지 대역폭에 대해 실험해본 결과는 우리가 원하는 Packet Loss Rate가 0.01% 아래에 있으면서 무시할 수 있을 정도만큼의 Packet Loss Rate를 보여주었다. 이론적으로 MBB (Make Before Break) 기반의 Packet 손실이 발생하지 않는 플랫폼을 사용한 것임에도 불구하고 실제 무선 환경에서는 무시할 수 있는 정도의 Packet Loss가 발생하였다. 위와 같은 실험 결과를 검증해볼 때 RSSI 65에서 핸드오버를 결정하는 것은 너무 이른 핸드오버 Decision을 통해 불필요한 Packet Loss를 막고 너무 늦은 핸드오버 Decision을 통해 원활한 서비스를 받지 못하는 점을 모두 해결하는 결론을 얻었다.

### V. 결 론

최근 무선 네트워크 환경이 급속도로 발전함에 따라 모바일 환경에서도 고품질의 멀티미디어 서비스를 원활히 제공하기 위한 노력들이 많이 이루어지고 있다. 이와 관련하여 본 논문에서는 타겟 멀티미디어 서비스에 대한 단순하고 효율적인 핸드오버 Decision 결정 방법을 제시하고, 검증해 보았다. 이를 통해 불필요한 핸드오버로 인한 네트워크 대역폭의 낭비와 Packet Loss에 대한 문제를 해결하였고, 너무 늦은 핸드오버를 통한 원활한 멀티미디어 서비스의 제공이 이루어지지 못하는 점을 해결하였다.

하지만 이 연구는 멀티미디어 서비스에 미치는 많은 요

소들 중 네트워크레이어의 Packet Loss Rate 만에 집중하였고 다른 요소들에 대해서는 언급하지 않았다. 추후에 보다 효율적인 핸드오버를 위해서는 다른 요소들에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다.

### 감사의 글

이 연구는 2009년도 KT 중앙연구소 지원에 의한 결과임.

### [참고 문헌]

- [1] 최영수, "MIH Implementation Details," in *Proc. of KRnet*, 2008.
- [2] N. Tripathi, J. Reed, and H. VanLandingham, "Adaptive handoff algorithm for cellular overlay systems using fuzzy logic," In *Proc. of IEEE Vehicular Technology Conference*, vol.2, pp.1413 - 1418, 1999.
- [3] A. Majlesi and B. H. Khalaj, "An adaptive fuzzy logic based handoff algorithm for interworking between WLANs and mobile networks," In *Proc. of IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, vol.5, pp. 2446-2451, 2002.
- [4] F. Zhu and J. McNair, "Optimization for vertical handoff decision algorithms," In *Proc. of IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, vol.2, pp.867 - 872, 2004.
- [5] W. Chen, J. Liu, and H. Huang, "An adaptive scheme for vertical handoff in wireless overlay networks," In *Proc. of International Conference on Parallel and Distributed Systems*, pp.541 - 548, 2004
- [6] Q. Song and A. Jamalipour, "Network selection in an integrated wireless LAN and UMTS environment using mathematical modeling and computing techniques," *IEEE Wireless Communications*, vol.12, no3, pp.42 - 48, 2005.



임 정 섭

2010년 성균관대학교 컴퓨터공학과 졸업예정  
2009년~현재 KT 중앙연구소 인턴연구원  
<관심분야>seamless handover  
<e-mail> [fairy61@naver.com](mailto:fairy61@naver.com)



김 성 진

2007년 고려대학교 컴퓨터학과(이학석사)  
2007년~현재 KT 중앙연구소 전임연구원  
<관심분야>seamless handover, mobile IP  
<e-mail> [sjinkim@kt.com](mailto:sjinkim@kt.com)



**최 영 수**

2006년 경북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
2006년~현재 KT 중앙연구소 선임연구원  
<관심분야> IP이동성/핸드오버, 인터넷혼잡제어  
<e-mail> cys@kt.com



**김 용 호**

1986년 한양대학교 전자공학과 학사  
1996년 KAIST 전자공학 박사  
1988~ 현재 KT 인프라연구소 수석연구원  
<관심분야> 스택트럼 통신방식, FMC, mobility  
<e-mail> [yhokim@kt.com](mailto:yhokim@kt.com)