

# IP Handover 시 Ping-pong효과 방지에 따른 성능개선방안 연구

정회원 김 태 완\*, 조 일 권\*\*

## A Study on Improvement of a Performance by Preventing the Ping-pong Effect when IP Handover

Tae-wan Kim\*, Il-kwon Cho\*\* *Regular Members*

### 요 약

All IP기반의 유무선 네트워크로의 진화가 진행 중인 상황에서 서비스는 단순결합 상품에서 융·복합 상품으로 진행되고 있으며, 통신사업자는 사용자가 이중 네트워크로 이동하더라도 기존에 제공받던 IP서비스를 끊김없이 제공하기 위한 기술을 개발하고 있는 중이다. 본 논문에서는 BcN 3단계 1차년도 시범사업 과제를 활용하여 사용자가 WLAN (Wireless Local Area Network)존에서 CDMA 2000 1x EV-DO (Evolution-Data Only) Rev.A망 으로 (또는 그 반대로) 이동을 할 경우 기존 사업자의 망 구성요소를 변경시키지 않으면서 이중망간 핸드오버 시 발생하는 핑퐁현상을 줄이고, 그로 인한 안정적인 IP핸드오버 수행 및 향상된 IP핸드오버 지연시간을 제안하였다.

**Key Words** : Ping-pong effect, IP handover, WLAN, CDMA EVDO Rev.A

### ABSTRACT

While network evolution toward all IP based wired and wireless converged network is on the move, services are being progressed into converged and complex services from simply coupled services, and telecommunication operators are developing new technologies which enable users to move between heterogeneous networks without discontinuity of a current service. In this paper, we propose a IP handover mechanism which reduces ping-pong effect during IP handover between WLAN and CDMA2000 1x EV-DO Rev.A networks. We present stability and enhanced latency of the proposed IP handover mechanism by experimentation. The mechanism was developed under the 3rd phase of BcN project.

### 1. 서 론

무선랜, 3G셀룰러 시스템, IEEE 802.16등 다양한 유무선망에 접속하기 위한 기술의 발달에 따라 장소에 구애받지 않는 무선 인터넷 사용이 활성화 되고 있으며 L2미디어가 서로 다른 이중망간을 듀얼단말 사용자가 이동하더라도 기존 네트워크에서 끊김 없는 서비스를 제공받을 수 있는 IP이동성 기

술이 필요하게 되었다. 그리고 모바일 단말에게 IP 이동성을 제공하기 위한 다양한 프로토콜들이 IETF를 통해서 제안되어 왔으며 그 중에서 FMIPv6는 기존의 MIPv4의 단점으로 지적되어 왔던 핸드오버 지연시간을 줄이는 프로토콜로서 여러 논문을 통해 제안되고 있다<sup>[1][2]</sup>.

본 논문에서는 이중망간 IP핸드오버 시 WiFi존에서 발생하기 쉬운 Ping-pong현상을 방지하여 보

※ 본 논문은 '08년도 BcN 3단계 국책과제와 LG데이콤의 지원을 받아 수행된 연구과제입니다.

\* LG데이콤 기술연구원 (dm24ks@lgdacom.net) \*\* 정보사회진흥원 IT인프라구축단 (ikcho@nia.or.kr)

논문번호 : #KICS2009-01-023, 접수일자 : 2009년 1월 20일, 최종논문접수일자 : 2009년 7월 15일

다 안정적인 IP 핸드오버를 수행하기 위한 개선방안을 제시 한다. 제안된 개선방안을 적용한 Layer3에서의 IP 핸드오버 지연시간과 기존 논문들에서 제시한 IP 핸드오버 수행에 따른 핸드오버 시간을 비교한다.

비교 대상은 다음과 같다. 첫 번째는 Layer2에서 MIH 프로토콜을 적용하고 Layer3에서 MIP를 적용하여 IP 핸드오버 지연시간을 측정된 결과값 [3]과 두 번째는 Layer2에서 핸드오버를 수행하기 위해 Trigger 데몬을 이용하고 Layer3에서 FMIPv6을 적용하여 Layer3에서 IP 핸드오버 결과값 [4]이다.

이러한 결과값 들이 나온 시험실 환경이 '08년 3 단계 BcN 시범사업을 통해 시험한 환경과 일치하지 않는 관계로 이번 시험을 통해 산출한 결과값 들을 항목별로 비교하기에는 무리가 있으나 Layer3에서의 IP 핸드오버 수행에 따른 지연시간에 대한 참고 자료로는 활용가치가 있다고 판단하여 인용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II절에서는 관련 연구로써 MIH 프로토콜과 MIP를 적용한 연구내용과 FMIPv6에 대한 내용을 기술하고 III절에서는 본 논문에서 제안 하고자 하는 방식 및 테스트베드 구성에 대해 설명하며, IV절에서는 II절의 내용에서 적용된 Layer3에서의 핸드오버 성능값과 본 논문에서 제안하는 성능값과의 비교 분석을 하고 V절에서 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

미디어(Layer2)가 서로 다른 이종 망으로 사용자가 이동할 경우에 서비스(어플리케이션)의 연속성을 보장하기 위해서는 Layer2에서의 미디어 전환을 지원하기 위한 프로토콜, Layer3가 layer2의 변화를 인지하는 프로토콜, Layer3에서의 IP 이동성을 지원하기 위한 프로토콜이 필요하다. Layer2간 미디어 이동성을 지원하는 대표적인 프로토콜은 IEEE 802.21의 MIH이고 Layer3간 IP 이동성을 지원하는 프로토콜은 IETF의 FMIPv6이 있다. IP 이동성을 지원하는 여러 프로토콜 중에서 FMIPv6은 IPv6 망 기반의 서비스로의 진화에 대응하여 IPv6 주소체계를 사용하며 MIPv6의 이종망간 IP 핸드오버 지연 시간을 개선시킨 프로토콜이기 때문이다.

### 2.1 MIH+MIP 연구

[3]에서는 이종망간 핸드오버를 위해 Layer2에서는 MIH 프로토콜을, Layer3에서는 MIP를 적용하

였다. MIH서버 기능을 기지국이나 AP(Access Point)에 구현하지 않고 무선망 사업자가 도입이 용이하도록 MIHF와 Mobility policy (핸드오버 결정등) 기능을 합친 Middleware의 서버 형태로 구현하였다. 이 방법은 기존 무선망 구성요소에 영향을 미치지 않고 운용이 쉬운 장점이 있어 사업자의 도입이 용이하며 IEEE 802.21 표준에 근거하여 테스트를 진행하였으므로 향후 상용 망 적용 시에도 확장성의 문제가 없도록 구현하였다. 그림 1은 이 테스트베드의 구성을 나타내고 있다. MIH와 MIP 및 Connection Manager가 올라간 노트북의 한쪽 인터페이스는 Ethernet을 사용하였고 다른 쪽 인터페이스는 WLAN을 사용하였다.

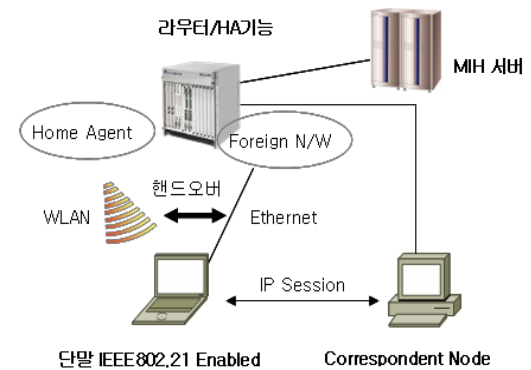


그림 1. WLAN 및 Ethernet간 테스트베드 구성

### 2.2 FMIPv6 연구

FMIPv6은 단말이 이종 망으로 이동할 경우 사용할 CoA (Care of Address)에 대해 DAD (Duplicate Address Detection) 등 IP 할당과 관련된 절차를 핸드오버 이전에 수행함으로써 핸드오버 지연시간을 줄이는 프로토콜이다. [4]에 언급된 FMIPv6 절차는 그림2와 같이 oAR (old Access Router)에 RtSolPr (Router Solicitation for Proxy) 메시지를 보내고 PrRtAdv (Proxy Router Advertisement) 메시지를 받아 nAR (new Access Router)의 Layer2 및 Layer3의 정보를 알게 된 후에 이종 망에서 사용할 nCoA (new CoA)를 생성한다. 이 과정을 마치면 단말은 FBU (Fast Binding Update) 메시지에 nCoA를 추가하여 oAR에 보내면 oAR은 oCoA와 nCoA를 모두 알게 되며 oCoA로 향하는 데이터를 nAR을 통해 nCoA로 전달할 수 있도록 터널을 준비한다. 단말이 이종 망으로 이동하기 전에 터널을 미리 생성해 놓음으로써 이동시 핸드오버 시간을 줄이고 핸드오버 시 발생하는 데이터의 손실을 최소화 하였다.

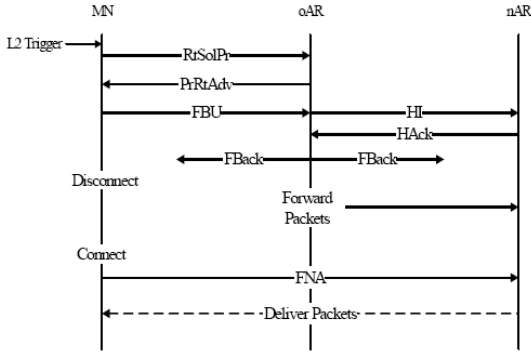


그림 2. Predictive FMIPv6 메시지 다이어그램

### III. 제안연구

주변 AP를 스캔하는 지연시간을 줄이기 위해 기존 스캐닝 알고리즘과 다른 알고리즘을 적용하여 Layer2에서의 지연시간을 획기적으로 줄인 방법 [5]도 있지만 실제로 IP핸드오버 기술을 상용망에 적용할 경우 단말이 망 사업자로부터 망 접속에 따른 인증을 받을 때 발생하는 지연시간을 보상하기 위한 지원 가능한 QoS가 사업자마다 차이가 있으므로 고려하지 않는 것으로 하였다.

본 논문에서는 단말이 이중 망으로 이동할 때 Layer3에서 핸드오버 지연시간을 개선한 방법과 도출된 결과값을 기존의 Layer3에서의 결과값과 비교하여 어느 정도 핸드오버 성능이 개선되었는지를 분석하고자 한다.

#### 3.1 Layer2에서의 핸드오버 제안

이중망간 IP핸드오버 시험방식에 사용된 단말은 WiFi 인터페이스를 지원하면서 CDMA EVDO Rev.A 망에 접속할 수 있는 휴대용모뎀을 장착한 UMPC (Ultra Mobile PC)를 활용하였고 UMPC 단말은 CDMA EVDO Rev.A영역과 WiFi존에 지속적으로 연결된 상태를 유지하도록 하였다. WiFi 드라이버 및 CDMA EVDO Rev.A 드라이버는 시험기간 동안 Always On 상태를 유지하며 시그널 세기에 따라 Layer2에서의 핸드오버가 수행되도록 하였다.

#### 3.2 Layer3에서의 핸드오버 제안

핸드오버 시 Layer2 미디어 및 Layer3 IP를 핸드오버 후보 대상 접속망 선정에 대한 정책은 Ethernet -> WiFi -> WiFi -> CDMA EVDO Rev.A 순이다. WiFi에 연결되어 있는 상태에서 WiFi의 시그널 세기가 약해짐으로 인해 단말이 선택해야 하는 다

음 차례의 미디어는 WiFi 이다. 이와 같이 WiFi -> CDMA2000-1X EVDO Rev.A 망 순으로 핸드오버를 수행하지 않고 WiFi존에서의 가용한 시그널 세기를 한 번 더 검색하는 이유는 무선망으로 단말이 접속할 경우 무선망 자원의 부족으로 인해 기존에 WiFi존에서 제공받던 데이터의 Throughput이 떨어지는 현상이 발생하기 쉽기 때문에 WiFi존을 벗어기 전에 한 번 더 무선랜 AP를 검색하여 가용한 시그널의 세기가 있는지 확인하는 단계를 거친다.

그리고 WiFi존 내의 또 다른 AP를 한번 더 검색하는 이유는 아래 그림 3과 같이 WiFi존의 시그널 세기는 강한 정도에 따라 1~3차 영역으로 나눌 수 있는데 비 면히 대역이고 사용채널이 많은 2.4GHz대역의 WiFi 주파수 특성상 중간 2차 영역 및 가장자리 3차 영역에서의 시그널 세기 변동 폭이 심하여 WiFi존에서 CDMA Rev.A 영역으로 듀얼단말이 IP핸드오버를 시도할 경우 Layer2 미디어가 CDMA Rev.A망에 연결되었다 끊어지는 평풍현상을 반복하기가 쉽다.

그리고 WiFi존 내에서의 이러한 평풍현상은 아래 그림 4에서 보는 바와 같이 이중망간 IP핸드오버를 시작하기 위한 판단요소로 DOWN\_THRESHOLD 만을 고려한 경우 더욱 명확해진다. 즉, WiFi존 내의 AP #1의 시그널 세기가 점점 낮아져 DOWN\_THRESHOLD 기준에 근접하는 경우 그 단말은 이중망으로의 IP핸드오버 절차를 시작하게 된다. 여

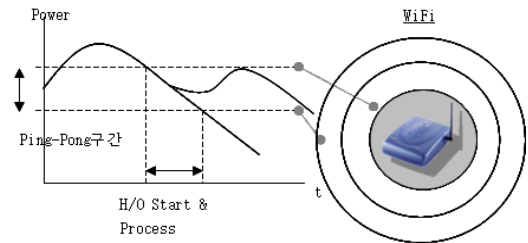


그림 3. WiFi존에서의 Ping-Pong구간

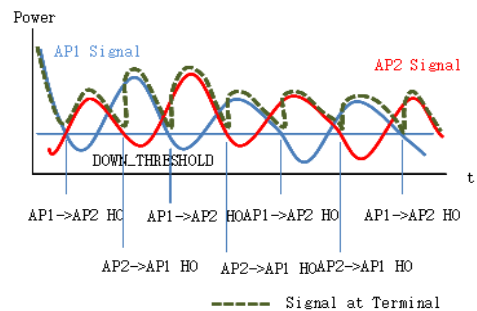


그림 4. DOWN\_THRESHOLD 적용모델

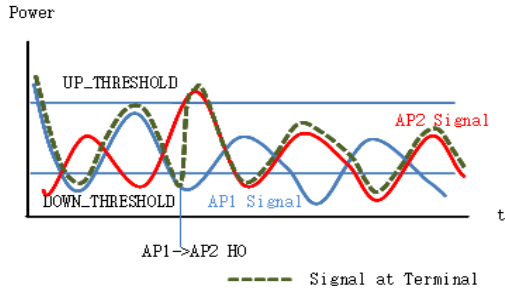


그림 5. UP+DOWN\_THRESHOLD 적용모델

기서는 WiFi존 내에서의 IP핸드오버를 가정하였다. 이 경우 AP #1의 시그널 세기가 약하여 AP #2로 옮겨간 단말이 그 AP #2의 시그널 세기가 다시 약해져 DOWN\_THRESHOLD 이하로 내려간 경우 또 다시 AP #1으로 옮겨가는 과정을 반복하는 것을 실험을 통해 확인 하였다.

이러한 핑퐁현상을 개선하기 위해 DOWN\_THRESHOLD외에 UP\_THRESHOLD기준을 추가로 적용하였다. 즉, 위의 그림 5에서 보는 바와 같이 AP #1에서 DOWN\_THRESHOLD이하로 시그널 세기가 내려갈 경우 WiFi존 내의 또 다른 AP를 검색하는데 이 경우 시그널의 세기가 UP\_THRESHOLD 이상이 아니면 AP #1에서 AP #2로 IP핸드오버를 수행하지 않는 방법을 적용하였다. 이러한 방법을 적용한 경우 듀얼단말이 WiFi존 내에서 시그널 세기가 요동치는 영역에 있더라도 이중망간의 IP핸드오버를 핑퐁현상 없이 안정적으로 수행할 수 있게 된다. 즉, 시그널 세기가 요동치므로 인해 WiFi존 내에서 Throughput은 떨어지거나 올라가거나 불규칙한 양상을 보일 수는 있으나 이중망인 CDMA Rev.A망으로의 IP핸드오버를 수행하지 않음으로 인해 보다 넓은 대역에서 안정적인 서비스를 사용자에게 제공할 수 있게 된다.

### 3.3 테스트베드 구성

WiFi존과 CDMA EVDO Rev.A망간의 IP이동성 지원을 시험하기 위해 아래 그림 6과 같이 장비를 설치 하였다. 점선 부분이 실제 IP이동성을 지원하기 장비이며 데이터 G/W 장비와 IP이동성 서버로 구성되어 있다. 데이터 트래픽은 데이터 G/W장비로 흐르고 최초 WiFi 또는 CDMA EVDO Rev.A접속 시 UMPC가 IP이동성 서버에게 등록하기위한 시그널은 IP이동성 서버로 흐르게 되어있다.

그림 6의 점선 이외의 장비들은 WiFi존을 형성하기 위해 WMN(Wireless Mesh Network)장비들과



그림 6. 이중망간 IP이동성 시험 랙 구성도

myLG070 AP를 활용하였고 L3스위치 2대를 설치하여 '08년 BcN시범사업을 위한 시험망으로 구성하였다.

외부 네트워크와 연결된 인터넷 속도는 E1속도를 지원하며 115.89.44.0/25 네트워크 주소를 할당받아 IP이동성을 지원하는 장비가 위치할 네트워크, Layer3 #1 네트워크, Layer3 #2 네트워크, UMPC가 사용할 네트워크인 4개의 서브넷으로 분리하여 시험하였다

### 3.4 시험 방법

그림 6의 장비 실장 랙 구성도를 이해하기 쉽게 개념도로 표현해 보면 아래 그림 7과 같다. 점선 부분은 실제 Layer3에서의 IP핸드오버를 지원하기 위한 IP이동성 장비를 나타내고 WiFi존 및 CDMA

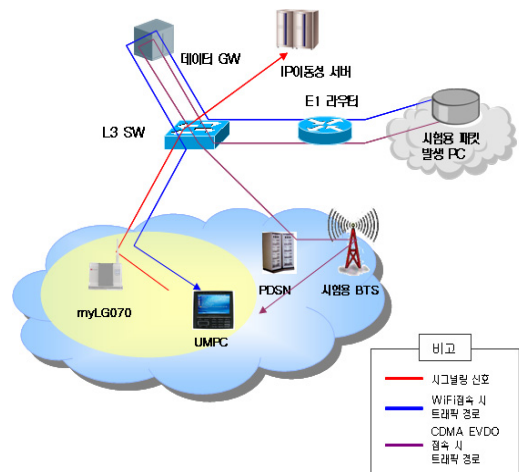


그림 7. 이중망간 IP이동성 시험 개념도

EVDO Rev.A망과 UMPC가 연결될 네트워크는 L3 스위치로 구현하였다.

UMPC 듀얼단말이 WiFi존에 접속하여 IP이동성 서버와 시그널링을 주고 받아 인증과정을 마치게 되면 이중망인 CDMA EVDO Rev.A망으로 이동하던라도 Seamless한 IP핸드오버를 실행할 준비를 완료하게 된다. 이 상태에서 UMPC(115.89.44.97/27)는 Payload가 100바이트인 테스트 패킷을 10ms간격으로 발생시키는 PC에 접속하게 되면 데이터 G/W를 통해 UMPC가 시험용 패킷을 다운받도록 하였다.

그리고 위와 같이 테스트 패킷을 발생시키는 PC로부터 오는 패킷을 받을 때 UMPC에서는 WiFi 인터페이스에서 들어오는 패킷을 확인하기 위해 Wreshark (Ethereal후속버전)를 실행하고 IP핸드오버를 수행하여 CDMA EVDO Rev.A망에서 들어오는 시험용 패킷을 확인하기 위해서 해당 인터페이스에 Wireshark를 실행하여 해당 드라이버를 지정함으로 WiFi 및 CDMA EVDO Rev.A의 인터페이스로 들어오는 시험용 패킷의 시간을 확인할 준비를 마친다.

이와 같은 과정을 마친 후에 테스트 패킷을 다운받는 UMPC를 WiFi존에서 CDMA Rev.A망으로 이동시킴으로써 IP 핸드오버 시험을 수행하였고 결과값을 측정하였다.

이 Wireshark의 로그를 분석함으로써 WiFi존에서 시험용 패킷을 발생시키는 PC로부터 오는 패킷의 도달 시간을 측정할 수 있고 이중망인 CDMA EVDO Rev.A망으로 IP핸드오버를 수행한 후에 CDMA EVDO Rev.A망에 패킷이 도달하는 시간을 측정할 수 있다.

Layer3에서의 IP핸드오버 시간은 WiFi존에서 CDMA EVDO Rev.A망으로 이동할 경우 CDMA EVDO Rev.A망에서 시험용 패킷을 최초로 받은 시간에서 WiFi존에서 마지막으로 시험용 패킷을 받은 시간을 빼면 UMPC가 Layer3에서의 IP핸드오버를 수행하기 위한 지연시간을 나타낸다. 그 반대의 경우도 마찬가지 이다.

#### IV. 성능 분석

본 논문에서 제안하고자 하는 방법에 의한 결과 값은 4.1절에 나타내었으며 4.2절에서는 시험 환경과 방식은 다르지만 Layer3에서의 IP핸드오버 시간에 대한 결과 값을 참고로 나타내었다. 결과 값을

비교해 보면 본 논문에서 제안하는 결과 값이 더 기존 방식에 의거한 결과 값보다 나은 값을 나타낼 수 있게 확인 할 수 있다.

#### 4.1 제안 방법에 의한 결과 값

UMPC에서 WiFi 인터페이스 및 CDMA EVDO Rev.A 인터페이스로 들어오는 패킷에 대해 측정한 값들을 표 1과 표 2에서 나타내었다. 아래 표 1은 WiFi존에서 CDMA EVDO Rev.A망으로 이동할 경우 UMPC 듀얼단말에서 Wireshark 프로그램을 이용하여 측정한 값을 나타내었고 아래 표 2에서는 CDMA EVDO Rev.A망에서 WiFi존으로 이동할 경우 UMPC 듀얼단말에서 Wireshark 프로그램을 이용하여 측정한 값을 나타내었다.

아래 표 1의 결과에서 볼 수 있듯이 대역폭이 넓은 WiFi존에서 상대적으로 대역폭이 좁은 CDMA EVDO Rev.A망으로 이동할 경우 IP핸드오버 시간은 그 반대의 경우보다 길었다.

그리고 CDMA EVDO Rev.A망에서 WiFi존으로 이동할 경우 아래 표 2에서와 같이 측정값들의 상당수가 음의 값을 가지는 것을 볼 수 있는데 이러한 현상이 나타난 이유는 Layer2에서 WiFi 미디어가 열려있고 대역폭이 좁은 CDMA망에서 대역폭이 넓은 WiFi존으로 UMPC가 이동하여 IP핸드오버가 일어날 경우 대역폭이 좁은 쪽에서 내려오는 패킷보다 넓은 쪽에서 UMPC로 내려오는 패킷이 먼저 도달할 수 있음을 이번 시험을 통해서 확인하였다. 즉, 이중망의 Layer2 미디어가 서로 연결된 상태에서 CDMA EVDO Rev.A망에서 WiFi존으로 IP핸드오버 시 대역폭이 넓은 WiFi존에서 UMPC가 패킷을 먼저 내려 받는 현상이 발생할 수 있음을 확인 하였다<sup>6)</sup>.

표 1. WiFi->CDMA망 이동시 IP핸드오버 시간

횟수 No.	측정값	횟수No.	측정값	횟수No.	측정값
1	32[ms]	11	36[ms]	21	551[ms]
2	272[ms]	12	-44[ms]	22	24[ms]
3	45[ms]	13	26[ms]	23	35[ms]
4	38[ms]	14	30[ms]	24	89[ms]
5	29[ms]	15	37[ms]	25	283[ms]
6	21[ms]	16	44[ms]	26	27[ms]
7	29[ms]	17	129[ms]	27	26[ms]
8	41[ms]	18	535[ms]	28	25[ms]
9	35[ms]	19	34[ms]	29	431[ms]
10	46[ms]	20	34[ms]	30	29[ms]

표 2. WiFi<-CDMA망 이동시 IP핸드오버 시간

횟수 No.	측정값	횟수 No.	측정값	횟수 No.	측정값
1	-15[ms]	11	-8[ms]	21	424[ms]
2	-1[ms]	12	-14[ms]	22	-16[ms]
3	-16[ms]	13	-33[ms]	23	-17[ms]
4	-5[ms]	14	-5[ms]	24	-14[ms]
5	-4[ms]	15	-17[ms]	25	-11[ms]
6	-8[ms]	16	-9[ms]	26	-17[ms]
7	-3[ms]	17	1[ms]	27	-9[ms]
8	-6[ms]	18	-10[ms]	28	-72[ms]
9	6[ms]	19	-5[ms]	29	244[ms]
10	-17[ms]	20	-10[ms]	30	-6[ms]

표 3. CDMA망->WiFi 이동시 측정된 시간

횟수	CDMA [ms]	WiFi [ms]	횟수	CDMA [ms]	WiFi [ms]
1	37.813	37.798	16	57.250	57.241
2	24.859	24.858	17	44.219	44.220
3	11.875	11.859	18	51.313	51.303
4	6.875	6.870	19	42.313	42.308
5	53.953	53.950	20	37.375	37.365
6	52.984	52.976	21	32.250	32.674
7	35.969	35.966	22	19.375	19.359
8	27.031	27.025	23	6.406	6.389
9	22.063	22.069	24	49.484	49.470
10	9.109	9.093	25	32.469	32.458
11	14.109	14.101	26	15.469	15.452
12	5.141	5.127	27	58.516	58.507
13	0.156	0.123	28	45.547	45.475
14	59.156	59.151	29	28.266	28.509
15	54.234	54.217	30	15.547	15.541

위의 표 3은 표 2에서 나타난 결과값에 대한 구체적인 실험수치를 나타낸 값으로써 CDMA EVDO Rev.A망에서 WiFi존으로 옮겨갈 때 UMPC 듀얼단말의 각 인터페이스에서 Wireshark로 측정된 시간값을 나타내고 있으며 단위는 [ms]이다<sup>6)</sup>.

그리고 표 4는 WiFi존에서 CDMA EVDO Rev.A 망으로 옮겨갈 때 98.97[ms]정도의 IP핸드오버 평균시간을 나타내었고 CDMA EVDO Rev.A망에서 WiFi존으로 옮겨갈 때는 10.9[ms]의 평균시간을 나타내었다<sup>6)</sup>.

표 4. 이중망간 이동시 IP핸드오버 평균 시간

이중망	측정 평균값
WiFi -> CDMA EVDO Rev.A	98.97[ms]
WiFi <- CDMA EVDO Rev.A	10.9[ms]

그리고 본 논문에서 제안한 방식에 의해 이중망간 IP이동성 시험을 수행하는 동안 핑퐁현상은 발생하지 않았다.

표 1 및 표 2에서 볼 수 있는 100[ms]이상의 지연값과 음의값이 발생하는 것에 대한 원인을 규명하기 위하여 추가적인 시험을 수행하였다. 이 추가적인 시험을 통해서 상기 표 1 및 표 2의 과도한 지연시간 및 음의 값 발생 원인은 CDMA EVDO Rev.A의 네트워크 특성으로 인한 시험용 패킷의 지연현상이라는 사실을 확인하였다. 즉, UMPC듀얼단말이 WiFi존 및 CDMA EVDO Rev.A망을 오가며 이동할 경우 CDMA EVDO Rev.A 네트워크 자체에서 발생하는 지연현상 및 이동에 따른 추가적이고 순간적인 지연현상이 발생하여 평소보다 과도한 지연현상이 표 1 및 표 2에서 발생하였음을 확인하였으며 전반적으로 WiFi존보다 대역폭 지원 능력이 떨어지는 CDMA EVDO Rev.A으로 UMPC듀얼단말이 이동할 경우 CDMA EVDO Rev.A망의 지연에 따라 시험용 패킷이 WiFi존에 먼저 도착함으로써 음의 값이 생기는 것을 시험을 통해 확인하였다<sup>7)</sup>.

#### 4.2 타 방법에 의한 결과 값

첫 번째는 Layer2에서 미디어간 핸드오버를 수행하기 위해서 Trigger 데몬을 이용하였고 Layer3에서는 Reactive 및 Predictive mode의 FMIPv6을 적용하여 Layer3에서의 IP핸드오버 지연시간을 나타내었으며 그 결과 값은 아래 표 5 및 표 6과 같다.

표 5. Reactive FMIPv6 핸드오버 지연 시간

실행횟수 No.	1	2	3	4	5
지연시간[ms]					
L3 핸드오버 시간	1,609	2,178	1,796	1,847	1,991

표 6. Predictive FMIPv6 핸드오버 지연 시간

실행횟수 No.	1	2	3	4	5
지연시간[ms]					
L3 핸드오버 시간	282	272	291	371	281

표 7. Predictive FMIPv6 핸드오버 지연 시간

실행횟수 No.	1	2	3	4
지연시간[s]				
WiFi to Ethernet Without MIH	5.2	6.7	5.2	5.5
WiFi to Ethernet With MIH	1.5	1.0	0.9	1.0

본 논문에서 제안하는 결과 값과 비교 시 Layer3에서의 IP핸드오버 시간에 많은 차이가 있음을 확인할 수 있다.

그리고 Layer2에서 MIH 프로토콜을 적용하고 Layer3에서 MIP를 적용하여 IP핸드오버 지연시간을 측정 한 결과값은 위의 표 7과 같다.

이 경우는 WiFi미디어와 이더넷을 사용하였으며 MIH를 시험에 적용하지 않았을 때와 MIH를 시험에 적용했을 때로 나누어 나타내었다. 이 경우에서도 본 논문에서 제안하는 방법과 비교 시 Layer3에서의 IP핸드오버 시간과 많은 차이가 있음을 확인할 수 있다.

### V. 결 론

이번 '08년 BcN 시범사업 과제를 통해 WiFi준과 CDMA EVDO Rev.A망간 이동 시 본 논문에서 제안하는 방법에 의해 IP핸드오버를 수행한 결과 이중망간 IP핸드오버 시 발생할 수 있는 핑퐁현상이 발생하지 않았고 Layer3에서의 IP 핸드오버 성능 또한 타 결과값 대비 좋은 성능을 보였다.

이번 시험을 통해 산출된 결과값 중에 예상치 못한 100[ms]이상의 결과값들 및 음의 값들에 대한 원인을 파악하기 위해 추가로 실시한 시험에서 CDMA EVDO Rev.A망 자체 특성으로 인해 발생하는 불규칙한 지연 현상임을 확인하였다. 이는 이중망간 IP이동성 기술이 유선 및 무선 사업자에게 도입될 때 성능 현상에 대한 CDMA EVDO Rev.A망 특성에 대한 파악이 필요하며 그에 상응하는 서비스 준비가 이뤄져야하는 차원에서 의미가 있다고 하겠다.

상기 표 4부터 표 7의 내용을 표 8에 정리하여 나타냈으며 본 논문에서 제안한 시험 횟수가 타 논문에서 제안한 방법보다 많으므로 인해 평균 측정값을 표기 하였다.

표 8. Reactive FMIPv6 핸드오버 지연 시간

구분	실행횟수 No.	1	2	3	4	5
	지연시간[ms]					
제안방법	WiFi -> CDMA EVDO Rev.A	98.97	-	-	-	-
	WiFi <- CDMA EVDO Rev.A	10.9	-	-	-	-
Reactive FMIPv6	L3 핸드오버 시간	1,609	2,178	1,796	1,847	1,991
Predictive FMIPv6	L3 핸드오버 시간	282	272	291	371	281
Predictive FMIPv6	WiFi to Ethernet Without MIH	5200	6700	5200	5500	-
	WiFi to Ethernet With MIH	1500	1000	900	1000	-

### VI. 향후 연구

향후에는 MIH기술을 도입하여 WiFi 및 CDMA EVDO Rev.A망을 지원하는 듀얼모드형 핸드셋 단말을 대상으로 진행할 예정이다. MIH기술을 도입함으로써 WiFi와 CDMA EVDO Rev.A간의 Layer2 핸드오버를 위해 해당 인터페이스 드라이버를 Sleep하거나 Awake하는 기능을 구현하여 전력관리를 고려할 계획이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 이수원, 장희진, 이병준, "Mobile IP 기반의 이중망간 핸드오버", 한국통신학회지 pp. 121-122, April 2007
- [2] 서영민, 장영민, 김용호, "IEEE802.21 Media Independent Handover 기술동향", 한국전자공학회, pp. 308-310, March 2007
- [3] 김현욱, 홍승표, 서봉수, "MIH를 이용한 이 기종 무선망간 Handover 기술연구", TTA주관 정보통신표준화 우수논문, December 2007
- [4] 김용성, 권동희, 서영주, "Fast Handover s for Mobile IPv6 구현 및 Mobile IPv6와의 성능 평가", 포항공과대학, October 2004
- [5] Ashutosh Dutta et. al. "Seamless proactive handover across heterogeneous access networks", Wireless Personal Communications, Vol. 43.

Issue 3. Nov. 2007, pp. 837-855

- [6] "High Quality Converged Services based on BcN(KGT Project)", NIAII-RIR-08039, NIA Press, Dec. 2008
- [7] 김태완, "WiFi-CDMA EVDO Rev.A망간 xGMIP기반 핸드오버 성능시험 결과보고서", BcN 3단계시험사업, January 2009

김 태 완 (Tae-Wan Kim)

정회원



2006년 7월 서강대학교 대학원  
정보통신공학과 석사  
1996년 1월~현재 LG데이콤 기  
술연구원 책임연구원  
<관심분야> NGN, Vertical  
Handover, FMC

조 일 권 (Il-Kwon Cho)

정회원



1996년 2월 한양대학교 전자공  
학과 졸업  
1998년 2월 한양대학교 대학  
원 전자공학 석사  
2007년~현재 일본 큐슈대학교  
Dept. computer science &  
communication engineering

박사과정

1998년 3월~2001년 2월 LG전선 통신연구소  
2003년 8월~현재 한국정보사회진흥원  
<관심분야> NGN, Vertical Handover, FMC