

석사학위논문

무선랜과 CDMA2000 네트워크 연동을
위한 이중 모드 단말의 설계 및 구현

-Design and Implementation of a Dual Mode
Terminal for WLAN and CDMA2000 Networks-

지도교수 조 진 성

경희대학교 대학원
컴퓨터 공학과

김 준 하

2006년 2월

석사학위논문

무선랜과 CDMA2000 네트워크 연동을
위한 이중 모드 단말의 설계 및 구현

-Design and Implementation of a Dual Mode
Terminal for WLAN and CDMA2000 Networks-

지도교수 조 진 성

경희대학교 대학원
컴퓨터 공학과

김 준 하

2006년 2월

무선랜과 CDMA2000 네트워크 연동을 위한 이중 모드 단말의 설계 및 구현

-Design and Implementation of a Dual Mode
Terminal for WLAN and CDMA2000 Networks-

지도교수 조 진 성

본 논문을 컴퓨터공학과 석사학위논문으로 제출함

경희대학교 대학원
컴퓨터 공학과

김 준 하

2006년 2월

김준하의 공학 석사학위 논문을 인준함

주심 교수 : _____ (印)

부심 교수 : _____ (印)

부심 교수 : _____ (印)

경희대학교 대학원

2006년 2월

국 문 요 약

무선랜과 CDMA2000 네트워크 연동을 위한 이중 모드 단말의 설계 및 구현

경희대학교대학원

컴퓨터공학과

김 준 하

CDMA2000 이동통신망의 패킷데이터 서비스는 넓은 영역을 커버하는 대신에 비용이 높고 대역폭이 낮다. 반면에 무선랜의 경우 작은 지역만을 커버할 수 있지만 대역폭이 크고 비용이 낮은 특성이 있다. 따라서 무선랜과 CDMA2000 이동통신망과 효율적으로 연동하여 사용한다면 많은 성과를 얻을 수 있다. 따라서 이러한 장점을 갖는 무선랜과 CDMA2000 망 간의 연동에 대해 현재 활발히 연구가 진행되고 있고 현재 망 별 독립적으로 서비스가 수행 중이며 소결합 연동을 통해 밀결합 연동으로 서비스가 진화되는 방향으로 표준화가 진행되고 있다.

본 논문은 기존 CDMA2000 이동통신망과 무선랜의 효율적인 연동을 통해서 끊김 없는 서비스를 받을 수 있는 망 연동과 이중 모드 단말의 구현을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 망 연동은 기존의 연구가 진행중인 밀결합 연동의 단점을 보완한 망 구조를 가지고, 본 논문에서 제안하는 이중모드 단말은 무선 네트워크의 상태를 파악하여 네트워크를 선택하고 자동으로 연결을 관리한다. 또한 끊김 없는 핸드오프를 위한 동작을 통해 사용자가 끊김 없는 데이터 서비스를 받을 수 있도록 한다.

키워드 : Wireless LAN, CDMA2000, Vertical Handoff, Mobile IP

< 목 차 >

1. 서론	1
2. 관련 연구	3
2.1. 무선망 연동	3
2.1.1 밀결합 연동(Tightly coupled integration)	3
2.1.2 소결합 연동(Loosely coupled integration)	4
2.2. Mobile IP	7
2.2.1 Mobile IP 주요 기술	8
2.2.1.1 빠른 이동성(micro mobility)	8
2.2.1.2 고속 핸드 오버(Fast Hand-over)	9
2.2.2 Mobile IP를 이용한 핸드오프	10
3. 연동망 구성 및 연동 방안	12
3.1. 연동망 구성	12
3.2. 연동 방안	13
4. 이중모드 단말의 설계 및 구현	20
4.1. Handoff Manager	20
4.1.1 Handoff Manager Software Architecture	20
4.1.2 Handoff Manager State machine	21
4.1.3 Handoff Manager User Interface	22
4.2. VOD	25
4.3 Mobile IP Handoff Manager	27
5. 성능 측정	28
5.1. Handoff Latency	28

5.2. Data Loss	33
5.3. CPU Usage	37
6. 결론 및 향후 연구과제	39
참 고 문 헌	40

ABSTRACT

<그림 목차>

그림 2.1 밀결합 연동 구조	3
그림 2.2 소결합 연동 구조	5
그림 2.3 Mobile IP Network	7
그림 2.4 CDMA2000 to WLAN Mobile IP Handoff	10
그림 2.5 WLAN to CDMA2000 Mobile IP Handoff	11
그림 3.1 제안하는 연동망	12
그림 3.2 Power on Procedure	13
그림 3.3 Proposed Soft Handoff (CDMA2000 to WLAN)	15
그림 3.4 Proposed Soft Handoff (WLAN to CDMA2000)	16
그림 3.5 Proposed Hard Handoff (CDMA2000 to WLAN)	17
그림 3.6 Proposed Hard Handoff (WLAN to CDMA2000)	18
그림 4.1 Handoff Manager Software Architecture	19
그림 4.2 Handoff Manager State Machine	20
그림 4.3 Handoff Manager configuration	22
그림 4.4 무선랜 신호세기에 따른 단말의 상태	23
그림 4.5 Handoff Manager User Interface (User Control mode)	23
그림 4.6 VoD Service (in Wireless LAN)	25
그림 4.7 VoD Service (in CDMA2000 network)	26
그림 4.8 Mobile IP Handoff Manager	27
그림 5.1 Handoff Latency (WLAN to CDMA2000)	28
그림 5.2 Handoff Latency (CDMA2000 to WLAN)	29
그림 5.3 Data loss (48byte)	33
그림 5.4 Data loss (128byte)	33
그림 5.5 Data loss (256byte)	34
그림 5.6 Data loss (512byte)	34
그림 5.7 Data loss (128byte)	35

그림 5.8 Data loss (256byte)	35
그림 5.9 Data loss (512byte)	35
그림 5.10 CPU usage (WLAN to CDMA2000)	37
그림 5.11 CPU usage (CDMA2000 to WLAN)	37

<표 목 차>

표 5.1 Signal Message Size	30
표 5.2 제안하는 soft handoff의 메시지 별 소요 시간	30
표 5.3 Mobile IP soft handoff의 메시지 별 소요 시간	31
표 5.4 제안하는 Hard handoff의 메시지 별 소요 시간	31
표 5.5 Mobile IP hard handoff의 메지 별 소요 시간	32

1. 서론

현재 무선 상에서의 패킷 데이터 서비스에 대한 수요가 증가하고 있으며 이에 대한 더 빠르고 고속의 서비스가 필요로 하게 되고 있다. 이에 대해 CDMA2000 데이터 서비스와 무선랜 서비스와 같이 패킷 데이터를 받을 수 있는 무선 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행 되고 있다.

CDMA2000 이동통신망의 패킷데이터 서비스는 넓은 영역을 커버하는 대신에 비용이 높고 대역폭이 낮다. 반면에 무선랜의 경우 작은 지역만을 커버할 수 있지만 대역폭이 크고 비용이 낮은 특성이 있다. 이러한 특성을 상호 보완적으로 이용하여 맥내에서는 무선랜에 접속하여 음성 및 데이터 서비스를 제공하고, 옥외로 이동시에 3G 이동통신망에 접속하여 맥내에서 끊김 없는 서비스를 사용자에게 전달할 수 있게 된다. 따라서 이러한 장점을 갖는 무선랜과 CDMA2000 망간의 연동에 대해 현재 활발히 연구가 진행되고 있다. 한국과 미국에서 사용하고 있는 CDMA2000의 표준화를 담당하고 있는 3GPP2에서는 MIP (Mobile IP)를 이동성 프로토콜로써 채택하였으며, 특히 MIP는 3G-무선랜 등의 이중망간의 로밍 및 이동성 지원에 적절히 사용될 수 있을 것으로 전망된다. 이 외에도 3GPP의 UMTS 또는 3GPP2의 CDMA2000 이동통신망과 무선랜의 연동망 구성방안에 대해 많은 연구가 이루어지고 6단계 시나리오에 따라 표준화가 진행되고 있다.[1]

연동망은 네트워크의 연동 구조에 따라 소결합(loosely coupled integration) 및 밀결합(tightly coupled integration)연동 방안으로 나뉘어진다. 소결합 연동은 CDMA2000 망과 무선랜이 서로 독립적으로 동작하면서 단지 과금과 인증 관련 연동을 위한 인터페이스만을 정의하게 된다. 관련 인터페이스는 IP 상위 계층에서 정의될 수 있어서 비교적 구현 및 적용이 쉬울 것으로 예상된다. 반면에, UMTS에서 정의된 위치제어, QoS, 보안 등의 고급 기능이 무선랜 망에서는 지원되지 않는다. 관련 연동을 위해 인증 및 과금 등의 AAA 기능과 Mobile IP 기반의 이동성 지원 기

능 등이 고려되고 있다.

밀결합 연동구조에서는 무선랜과 CDMA2000망에 대한 하나의 접속망으로 분류한다. 무선랜의 AP (Access Point)와 CDMA2000의 PDSN 사이에 IWU(InterWorking Unit)이 위치하며 IWU와의 연동을 위한 인터페이스를 정의하고 있다. 밀결합 연동구조에서는 Iu 기반 인터페이스를 통해 무선랜 접속시스템은 CDMA2000망에서와 동일한 이동성, QoS 및 보안 기능 등을 제공받을 수 있는 장점이 있다. 반면에 IWU 및 관련 인터페이스에 대한 추가 표준화 작업이 요구되는 부담도 있다. 하지만 언급한 두 연동 망 환경에서 단말이 다른 망으로 이동하는 경우, 각 망에서 사용되는 장치의 특성에 따라 주파수 대역이 달라져서 접속이 끊어지고 끊김 없는 서비스가 불가능 하였다. 현재 망 별 독립적으로 서비스가 수행 중이고 소결합 연동을 통해 밀결합 연동으로 서비스가 진화되는 방향으로 표준화가 진행되고 있다. 또한 망간 연동 표준화가 진행 되고 서비스가 실현되면 실시간 스트리밍과 같은 서비스를 지역에 따라 높은 품질의 서비스를 저렴하게 받을 수 있고 다른 지역으로 이동해도 연속적인 서비스를 받을 수 있다.

본 논문에서는 제안하는 연동망과 Mobile IP를 사용하는 기존의 연동망에서 핸드오프를 관리하여 끊김 없는 서비스를 제공할 수 있는 이중 모드의 단말 시스템의 구현을 제안 한다. 구현한 이중모드 단말은 네트워크의 상태를 파악하여 사용할 네트워크를 선택 연결하는 역할과 네트워크 설정의 역할을 담당하여 끊김 없는 서비스를 제공한다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 2절에서 Mobile IP와 기존의 이동성 지원을 위한 연구에 대해 알아보고 3절에서 본 논문에서 구현한 이중 모드 단말이 동작하는 연동 망의 구조와 동작을, 4절에서는 이중모드 단말의 구조와 구현, 동작을 살펴본다. 5절에서는 본 논문에서 제안한 단말의 성능평가 및 분석을 하고 6절에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 무선망 연동

무선랜과 CDMA2000 망의 연동은 활발히 연구되고 있으며 망의 독립성에 따라 밀결합 연동(Tightly Coupled Integration)과 소결합 연동(Loosely Coupled Integration)의 두 가지로 나눌 수 있으며 표준화 단계에서 연구와 표준화가 진행되고 있다.

2.1.1 밀결합 연동(Tightly Coupled Integration)

밀결합 연동은 무선랜이 CDMA2000망 안에 위치하게 된다. 그림 2.1은 밀결합 연동 구조를 보여준다.

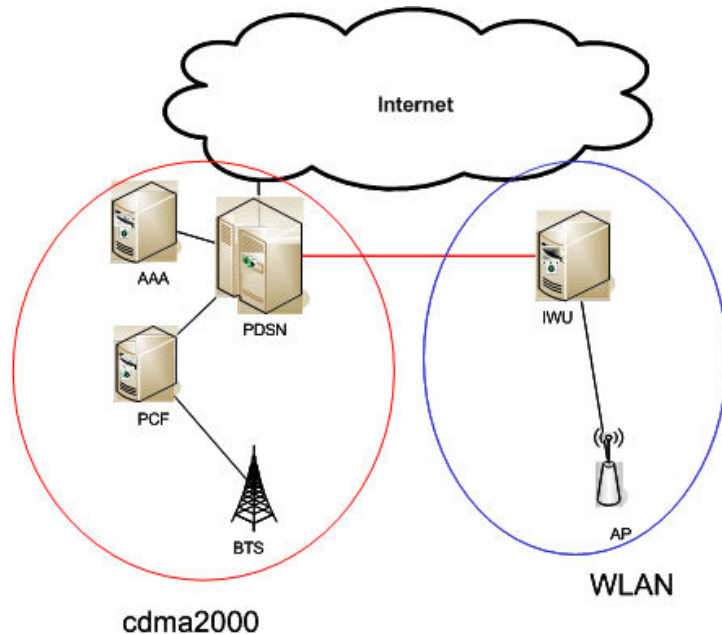


그림 2.1 밀결합 연동 구조

이 구조는 무선랜과 CDMA2000망을 하나의 접속점으로 분류한다. 무선랜의 게이트웨이는 CDMA2000 망의 PDSN을 사용한다. 무선랜의 AP(Access Point)와 CDMA2000망의 PDSN사이에 IWU (InterWorking Unit)을 두어 망간 연동을 제공하고 이동성 지원과 인증, 권한, 과금의 동작은 CDMA2000망의 프로토콜을 사용 한다. 따라서 무선랜을 사용하더라도 CDMA2000망과 같은 인증과 호 설정을 사용할 수 있고 같은 과금 체계를 사용할 수 있다. 그리고 무선랜과 CDMA2000망이 하나의 네트워크로 통합되면서 끊임 없는 이동성 제공이 가능하고 무선랜을 사용하면서도 CDMA2000망의 QoS를 보장 받을 수 있는 장점이 있다.

하지만 밀결합 연동은 여러 단점을 가지고 있다. 무선랜에서는 대역폭이 크고 많은 양의 데이터가 서비스된다. 하지만 CDMA2000망은 Air Interface부터 아주 정밀하게 데이터 전송률이 계산되어 네트워크 자원을 할당하여 동작을 한다. 따라서 무선랜이 CDMA2000 데이터 핵심 망에 직접 연결되어있어 네트워크 노드 특히 PDSN에 과도한 부하를 주게 된다. 또한 PDSN에 연결되는 IWU를 위해 무선랜과 PDSN 사이의 프로토콜과 동작 방안을 새로 구성하고 망을 재구성하는 문제가 생긴다. IWU의 구현에 대해 사업자 간 많은 방안이 나오고 있으며 이는 표준화에 대한 문제가 발생한다. 따라서 IWU의 구현과 망의 재구성, 표준화에 많은 비용이 소요되어 경쟁력이 없기 때문에 밀결합 연동 구조는 장기적인 관점에서 접근해야 하는 망구조이다.

2.1.2 소결합 연동(Loosely Coupled Integration)

밀결합 연동과는 다르게 소결합 연동은 CDMA2000망과 무선랜이 직접 연결되지 않는다. 그림 2.2는 소결합 연동 구조를 보여준다.

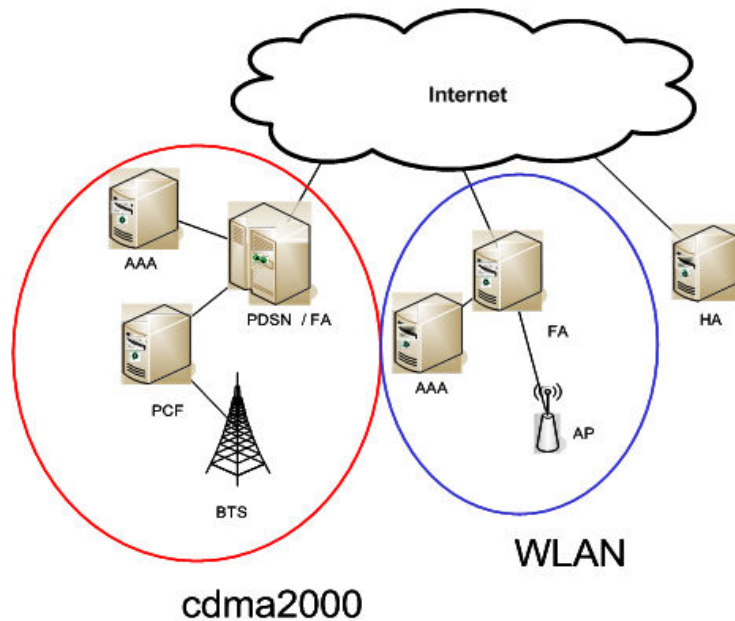


그림 2.2 소결합 연동 구조

무선랜과 CDMA2000망의 데이터 핵심망은 각각 독립적으로 인터넷에 연결된다. 그리고 각 망에서 사용자의 연결을 설정하고 다른 망으로의 이동을 지원한다. 이 방법은 각 망의 인증, 과금, 이동성 방법과 프로토콜을 다른 방식으로 설정해야 한다. 그리고 무선랜의 경우 CDMA2000망과 독립적으로 운영되기 때문에 CDMA2000망에서 제공해 주는 QoS의 보장을 받을 수 없다. 소결합 연동구조는 주로 Mobile IP의 이동성 방법을 주로 선택하여 타 망으로의 이동성을 제공한다. 무선랜의 게이트웨이와 CDMA2000망의 PDSN이 Mobile IP의 Foreign Agent같은 mobile agent의 역할을 담당한다.

소결합 연동 구조의 장점은 각 망이 따로 인터넷에 접속해서 동작하기 때문에 각 노드의 추가적인 개발이 필요하지 않다. 그리고 많은 파트너와 로밍을 하게 되면 넓은 영역을 커버하여 서비스 할 수 있으며 이동성 제공이 가능하다. 밀결합 연동과는 다르게 무선랜 영역이 분리되어 있어 공공망 뿐만 아니라 사설망을 사용할 수 있고 연동이 가능하다. 이러한 장

점으로 현재 소결합 연동 구조에 대해 활발히 연구가 진행되고 있으며 Mobile IP를 사용할 때 발생할 수 있는 Handoff 지연과 그로 인한 데이터 손실을 줄이기 위한 연구가 수행되고 있다.[2-7]

2.2 Mobile IP

모바일 IP는 IP 어드레스를 가진 단말기가 이동시에도 항상 연결을 보장하는데 필요한 기술이다.[8],[9] 현재의 IP는 인터넷에 접속하는 단말기의 위치가 고정돼 있고, 같은 네트워크에서의 고정된 IP를 사용한다는 가정하에 서비스가 이뤄지고 있어 다른 네트워크로 이동할 경우 접속할 수 없는 결과를 초래한다. 모바일 IP에서는 이원화된 어드레스 체계를 통해 이동성을 지원한다. 즉, 모바일 IP는 홈 어드레스(Home Address)와 COA(Care of address)라는 두 가지 어드레스 체계를 가진다. 홈 어드레스는 한번 설정된 세션은 그 설정 시간 동안은 같은 IP 어드레스를 유지해야 한다는 점을 충족시키기 위해 변하지 않는 어드레스이다. COA는 단말기가 이동했을 때, 이동한 지역까지 라우팅 해 가기 위한 어드레스다. COA는 단말기가 이동해 라우팅 지역이 변하는 것에 따라서 계속 변하면서 지속적인 인터넷 서비스를 보장해 준다. 그림 2.1은 Mobile IP를 사용하는 네트워크의 모습을 보여준다.

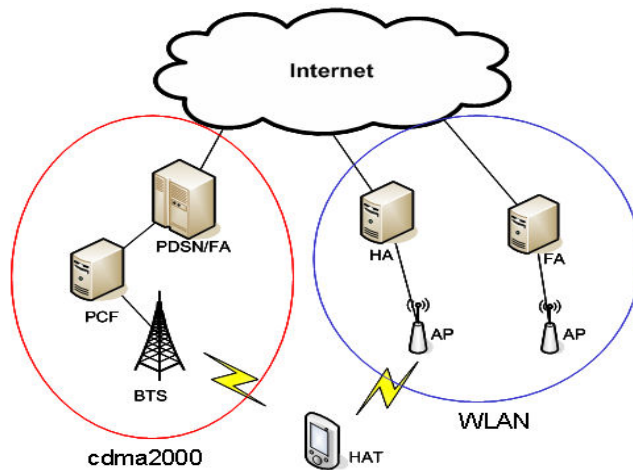


그림 2.3 Mobile IP Network

이런 모바일 IP 기술은 최근 두 가지 방향으로 발전하고 있다. 하나는 빠른 이동성(micro mobility)를 지원하기 위한 기술 개발 분야이고, 다른 하나는 IPv6 기술의 하나인 모바일 IPv6 기술 분야이다. 빠른 이동성의 지원이 필요한 이유는 IP를 구 어드레스로 이용하는 단말기들이 빠르게 이동할 필요성이 생기기 때문이다. 대표적인 예가 이동통신망에서의 IP 어드레스 채택이다. 실제로 3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2)에서는 모바일 IP 기술이 표준 규격에 채택 되어있다.

모바일 IP가 IPv6에서 주목받는 이유는 IPv6에서 이동성의 효과를 극대화할 수 있기 때문이다. 이론적으로는 IPv4에서도 충분히 모바일 IP가 지원될 수 있으나, 실제 구현에 있어서는 IPv4의 어드레스 부족, firewall에 대한 문제 등으로 이를 구현하는 것이 힘들기 때문이다. 또한, IPv6가 가진 Neighbor Discovery나 Address Auto Configuration 등의 기능은 IPv4에서는 외부 에이전트를 사용해서 구현해야 하는 기능이었다. IPv6에서는 이런 기능이 기본적으로 제공되기 때문에 모바일 IP의 구현이 더욱 용이하다.

2.2.1 Mobile IP 주요기술

IETF 산하의 관련 워크그룹에서 이뤄지고 있는 표준화 이슈로는 IPv6 네트워크에서의 이동성 관리를 위한 모바일 IPv6 기술, 효율적인 이동성 제공을 위한 빠른 이동성 기술, 실시간 서비스 제공을 위한 고속 핸드오버 기술 등이 있다.

2.2.1.1 빠른 이동성(micromobility)

모바일 IP 는 단말기가 서브 넷을 변경하는 경우 항상 홈 네트워크에 있는 홈 에이전트에 현재 위치에 대한 등록을 수행하는 것이다. 이동하는 단말기가 홈 네트워크에서 아주 먼 거리에 위치한다면 이런 등록과정은

긴 시간을 필요로 하기 때문에 네트워크에 불필요한 트래픽을 유발할 수 있다. 빠른 이동성은 이런 문제를 해결하는 방안으로 제시되고 있는 방법이다. 빠른 이동성은 각 지역 도메인이 지역 이동성 에이전트를 가지며, 지역 내의 이동성은 지역 이동성 에이전트가 처리함으로서 긴 등록과정의 시간을 단축한다.

빠른 이동성을 구현하기 위해 제안된 방법으로는 계층적인 모바일 IP 구조를 이용하거나 게이트웨이를 두고 게이트웨이 하부에 모바일 IP와는 독립적인 이동성 프로토콜을 사용하는 방법이 있다. 그 예로 모바일 IPv4에서의 모바일 IPv4 지역 등록(Regional Registration)[10], 모바일 IPv6에서의 계층적(Hierarchical) 모바일 IPv6 이동성 관리(mobility management)[11]가 있다.

독립적인 지역 이동성 프로토콜을 이용하는 방법은 세계적으로 이동성 모바일 IP를 이용하지만 지역 이동성에서는 이동성 관리에 더 효율적인 호스트 기반 라우팅을 이용하는 방법으로 셀룰러 IP를 예로 들 수 있다.

2.2.1.2 고속 핸드오버(Fast Handover)

모바일 IP는 하부 링크 계층에 대해 독립적으로 설계됐다. 이런 모바일 IP의 사상은 IP계층과 링크계층을 분리해주는 장점이 있으나, 핸드오버시 지연 문제가 발생하는 것은 단점이 될 수 있다. 이는 IP 계층에서의 모바일 IP 등록이 링크계층의 핸드오버가 완료된 이후에나 수행이 가능하게 되 지연을 유발하기 때문이다. 이렇게 유발된 지연은 VoIP 등의 실시간성이 중요한 서비스에서는 큰 문제점으로 작용할 수 있다. 이런 지연을 줄이기 위한 방법으로 고속 핸드오버 기술이 있다.

고속 핸드오버에서는 링크 계층의 핸드오버 시작을 알리는 2계층 트리거를 이용한다. 즉 휴대 단말기나 라우터가 핸드오버의 시작을 감지하면 이에 대한 정보가 링크 계층에서 핸드오버 트리거 신호로 발생되며, 이 신호를 이용해 IP 계층에서의 핸드오버에 필요한 작업을 핸드오버 수행

이전에 진행하는 방법이다. 현재 표준화가 진행되고 있는 대표적인 고속 핸드오버 방법으로는 Mobile IPv4에서의 낮은 지연 핸드오프(Low Latency Handoffs)[12], Mobile IPv6의 고속 핸드오프(Fast Handovers for Mobile IPv6)[13]를 들 수 있다.

2.2.2 Mobile IP를 이용한 핸드오프

CDMA2000과 무선랜 간 핸드오프를 위한 Mobile IP 사용을 위해서는 PDSN이 Mobile IP의 Foreign Agent의 기능을 지원하고 무선랜의 라우터가 Foreign Agent의 기능을 지원하여야 한다. 무선랜 접속 절차는 무선랜 표준에 따르고 CDMA2000망으로의 접속은 PPP 설정을 통해 망과 연결한다. 주소 할당은 Mobile IP의 표준을 따른다.

다음 그림 2.2과 그림 2.3는 무선랜과 CDMA2000망 사이의 Mobile IP를 사용한 핸드오프 절차를 나타낸다.

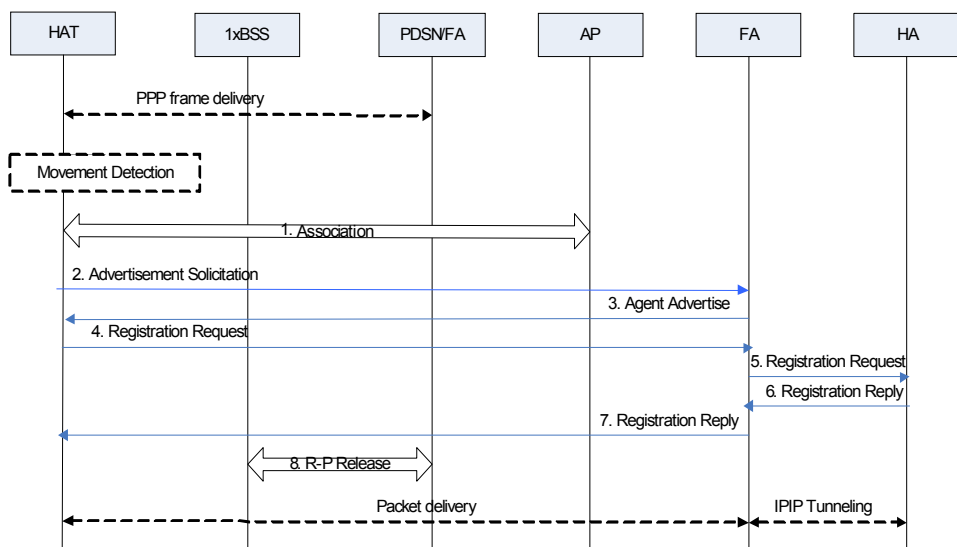


그림 2.4 CDMA2000 to WLAN Mobile IP Handoff

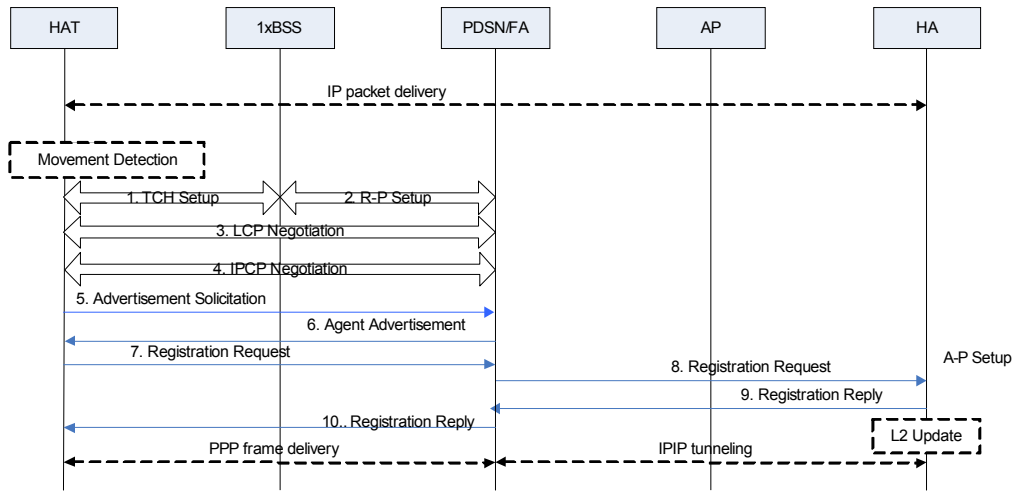


그림 2.5 WLAN to CDMA2000 Mobile IP Handoff

3. 연동망 구성 및 연동 방안

3.1 연동망 구성

본 논문에서 제안하는 망 구성은 그림 3.1과 같다.

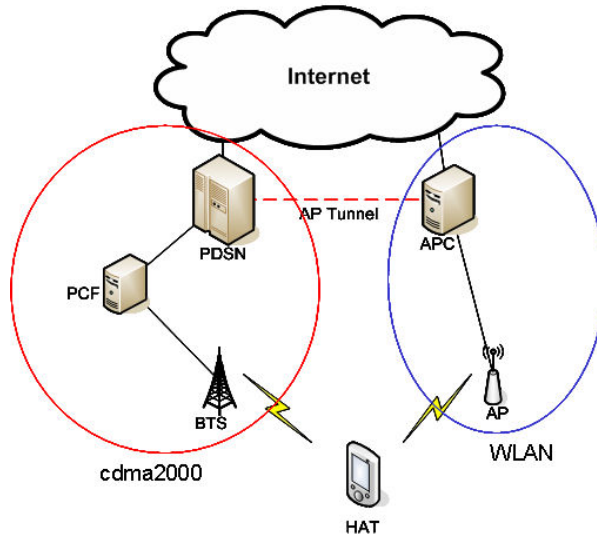


그림 3.1 제안하는 연동망

본 논문에서 제안하는 단말의 동작을 위한 연동망은 다음과 같다. 무선랜 영역의 경우 여러 대의 AP를 담당하며 IWU 역할을 하는 APC(Access Point Control)를 사용한다. APC는 CDMA2000망의 PDSN과의 터널 구축을 통하여 망 사이의 이동성을 제공한다. 하지만 APC는 인터넷과 연결되어 기존 밀결합 연동과는 다르게 단말에 직접 데이터 서비스를 제공한다. 무선랜과의 연결은 801.11b의 표준을 사용하게 되고 CDMA2000망과의 연결은 PDSN과 PPP를 사용하여 연결하게 된다. 제안하는 망의 주소관리는 PDSN과 APC에서 주소관리를 하게 되며 PDSN과 APC에 DHCP 서버를 기능을 하여 단말에 DHCP 방법을 통해 주소를 할당한다.

3.2 네트워크 동작 방안

본 논문에서 제안하는 연동방안의 상태는 전원을 켜올 때, 무선랜에서 CDMA2000 네트워크로 이동하는 경우, CDMA2000 네트워크에서 무선랜으로 이동하는 경우로 나누어진다. 그림 3.2는 단말의 전원을 켜올 때 네트워크의 동작을 나타낸다.

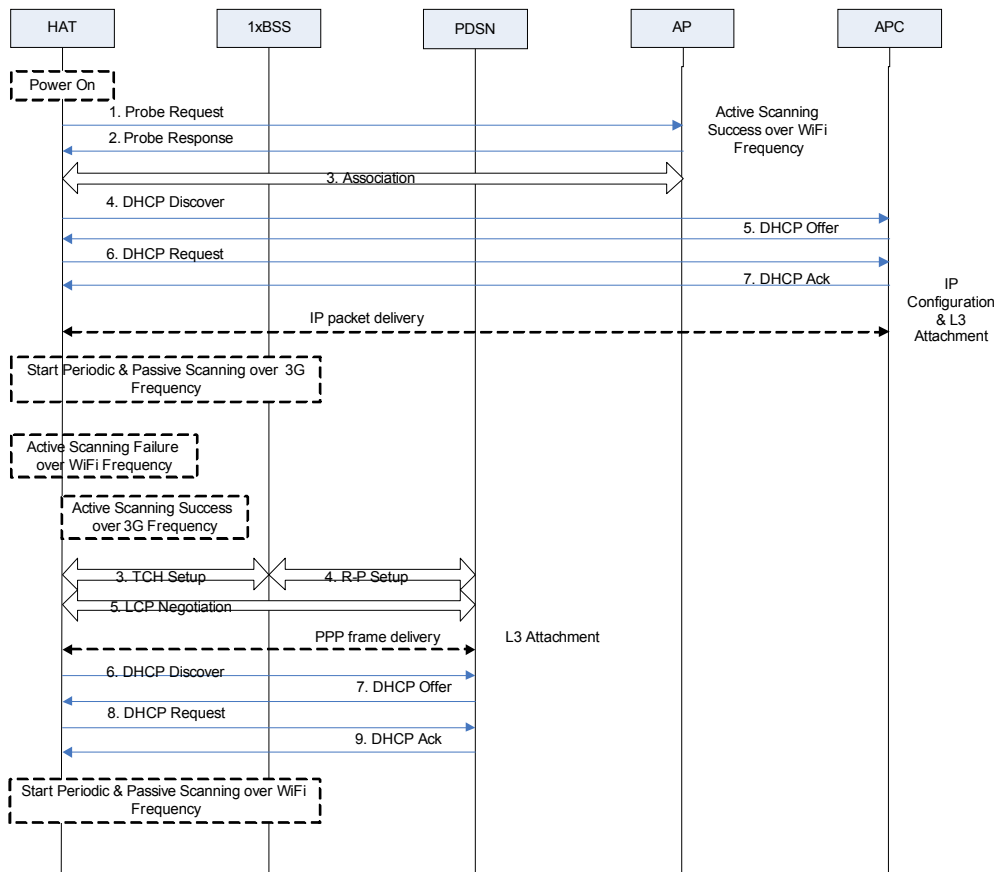


그림 3.2 Power on Procedure

먼저 단말의 전원을 켜면 단말의 설정에 따라 망의 신호를 검색하게 된다. 위의 Call flow는 무선랜 우선으로 검색하는 경우를 나타낸다. 먼저 무선랜 신호를 검색하여 신호를 잡게 되면 APC와 DHCP 설정을 하게 되고 주소를 할당 받는다. 무선랜의 신호가 잡히지 않는 경우 CDMA2000망에 연결을 시도하게 된다. 제안하는 망에서는 CDMA2000망에 PPP 연결을 시도하고 IPCP가 아닌 DHCP로 주소를 할당하고 데이터 통신을 한다.

무선랜과 CDMA2000망 사이에 다른 망으로의 이동의 경우 다시 두 가지 방법으로 나뉘어진다. 먼저 단말이 이동할 네트워크를 인식하였고 연결 시간이 충분할 경우와 빠른 속도로 다른 네트워크 지역으로 이동하였을 경우로 나뉘어진다. 충분한 시간이 주어질 경우 기존의 무선 신호를 측정하여 일정 세기보다 낮아질 경우 미리 핸드오프를 준비한다. 그 이후 무선신호가 더 낮아지면 다른 네트워크로 이동을 하게 된다. 즉 Make before break의 소프트 핸드오프 방식을 사용하게 된다. 그림 3.3은 CDMA2000 망에서 무선랜으로 이동 할 경우 제안하는 방안의 소프트 핸드오프 절차를 나타낸다.

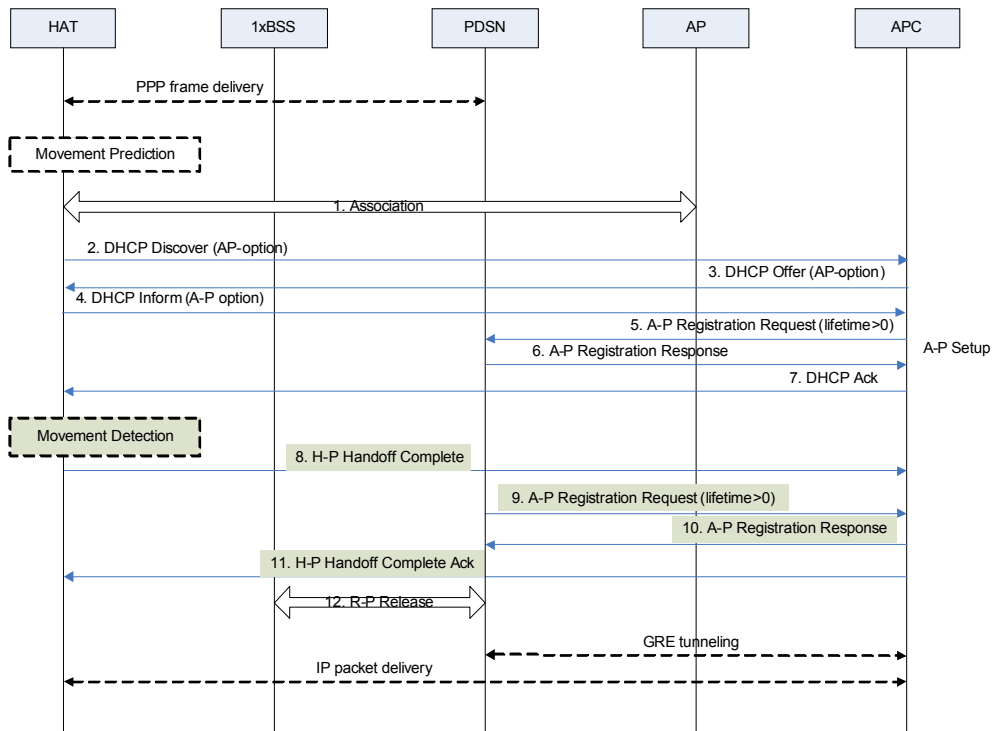


그림 3.3 Proposed Soft Handoff (CDMA2000 to WLAN)

단말은 계속 무선랜 신호의 세기를 감지하고 있게 된다. 설정된 무선신호 세기보다 세기가 높아지는 순간 핸드오프를 준비하게 된다. 무선랜과 연결하고 APC와 DHCP 설정을 시도한다. 동시에 APC와 PDSN은 상호간 터널을 생성하고 핸드오프를 준비한다. 모든 설정이 끝나면 무선랜 연결을 다운 시켜 놓는다. 그리고 두 번째 설정 신호보다 무선랜의 신호가 높아지면 다시 무선랜 연결을 열고 DHCP Inform 메시지에 옵션을 추가한 DHCP complete 메시지를 보낸다. DHCP complete 메시지를 받은 APC는 PDSN과 터널을 확인하고 단말로 DHCP ACK을 송신하고 설정을 완료한다. DHCP ACK을 받은 단말은 기존의 CDMA2000 망으로의 연결을 중단하고 무선랜으로 데이터 통신을 시작한다.

반대로 무선랜에서 CDMA2000망으로의 소프트 핸드오프를 고려해야 한다. 그림 3.4는 무선랜에서 CDMA2000망으로 이동 할 경우 제안하는 방

안의 소프트 핸드오프 절차를 나타낸다.

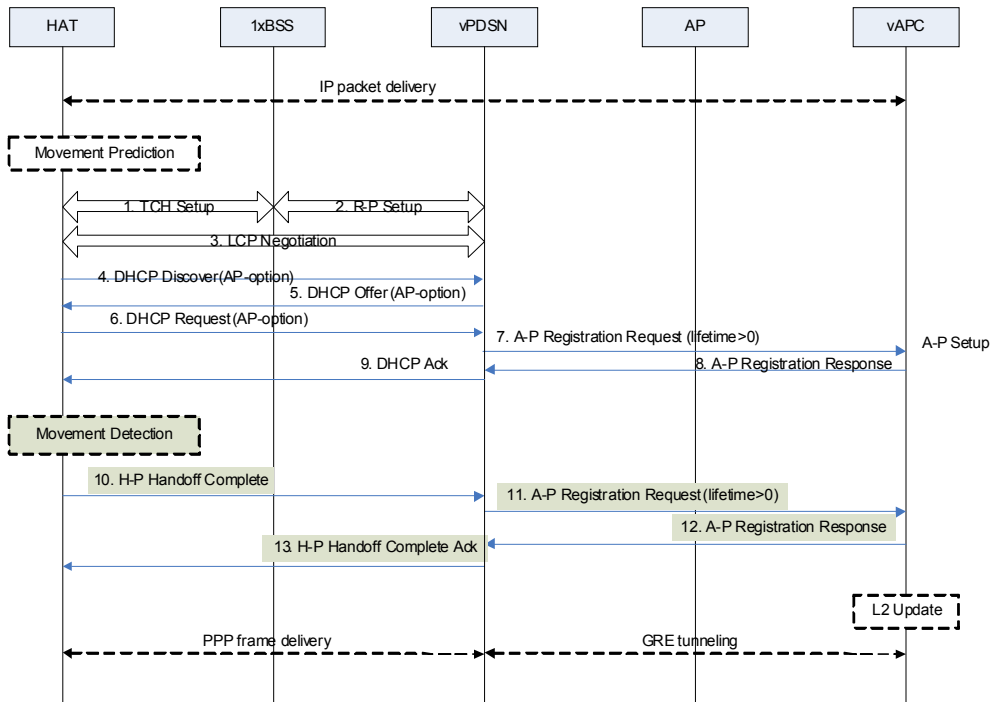


그림 3.4 Proposed Soft Handoff (WLAN to CDMA2000)

이 경우도 단말은 무선랜의 신호세기를 계속 감시한다. 무선랜의 신호세기가 일정 수준 아래로 떨어지면 단말은 CDMA2000망과 PPP 접속을 시도한다. 하지만 일반 PPP와는 다른 방식으로 주소할당을 IPCP가 아닌 DHCP를 통해서 할당받는다. 또 이동성 지원을 위해 DHCP inform을 보낼 때 기존의 주소를 같이 보내서 터널링 정보를 제공하고 같은 주소를 할당받아 기존 연결이 끊어지지 않게 설정한다. 이 후의 설정과정은 CDMA2000망에서 무선랜으로 이동할 경우와 동일하다.

하지만 사용자가 현재 접속망의 위치에서 핸드오프를 준비할 시간이 없을 정도로 빠르게 이동할 경우를 생각할 수 있다. 이 경우 네트워크 접속이 끊긴 이후 이동한 네트워크에서 다시 연결을 설정하는 경우를 고려해

야 한다. 그림 3.6는 CDMA2000 망에서 무선랜으로 이동 할 경우 제안하는 방안의 하드 핸드오프 절차를 나타낸다.

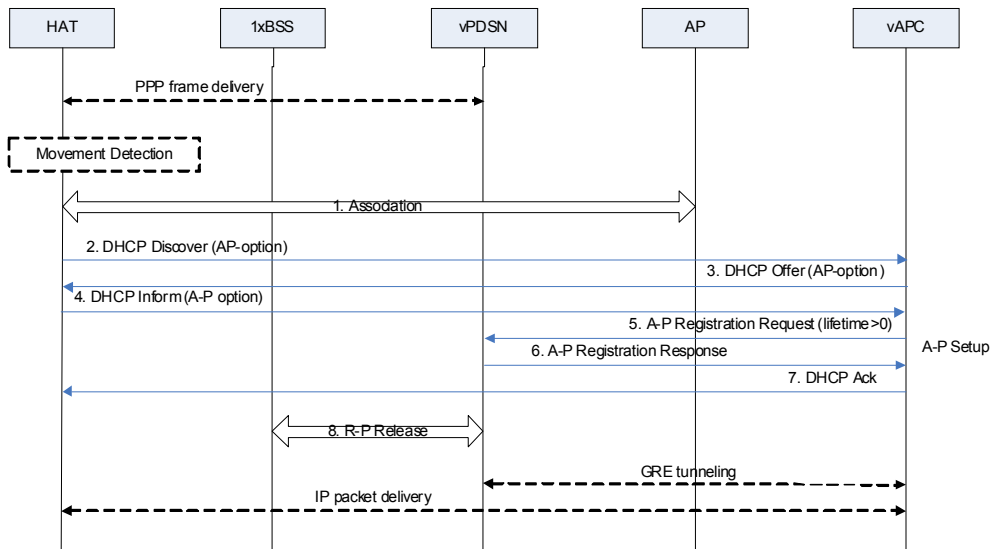


그림 3.5 Proposed Hard Handoff (CDMA2000 to WLAN)

단말이 CDMA2000망에 있다가 전파가 갑자기 끊어질 경우 감시하고 있는 무선랜 신호가 사용가능 할 때 이 방법으로 핸드오프를 시도한다. 기존의 연결이 끊어질 경우 무선랜을 통해 연결을 하고 DHCP를 통해 주소를 할당 받는다. 이 경우에는 complete 절차 없이 연결을 설정하게 된다.

반대로 무선랜에서 CDMA2000망으로 하드 핸드오프를 수행하는 절차는 그림 3.7과 같다.

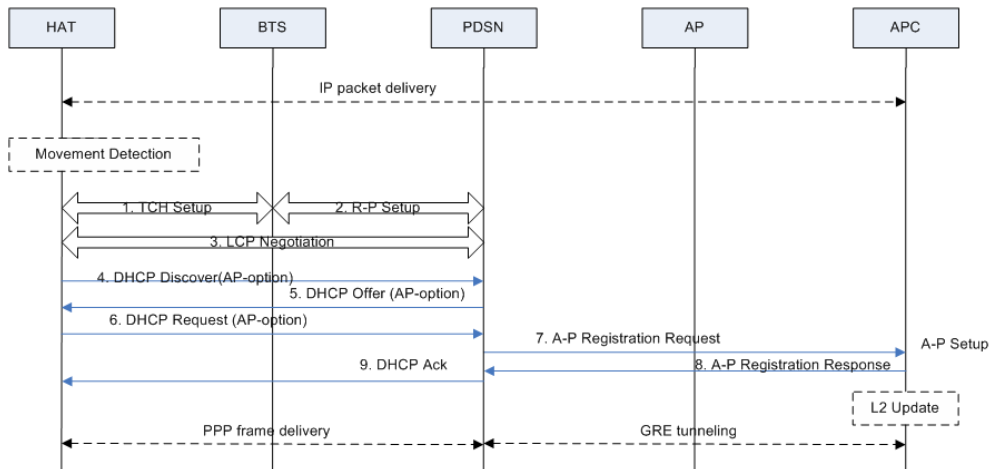


그림 3.6 Proposed Hard Handoff (WLAN to CDMA2000)

단말이 무선랜과 연결되어 있다 갑자기 무선랜 영역 밖으로 나가는 것과 같은 이유로 단말과 무선랜 접속이 끊어질 때 사용되는 핸드오프 방식이다. 단말은 CDMA2000과 PPP연결을 시도하고 소프트 핸드오프와 동일한 방식으로 주소를 할당 받는다. 무선랜에서 CDMA2000망으로의 하드 핸드오프도 complete 메시지를 사용하지 않고 바로 연결을 설정한다.

4. 이중모드 단말의 설계 및 구현

4.1 Handoff Manager

앞 절에서 제안한 연동망을 사용하기 위한 이중모드의 단말을 제안한다. 제안하는 이중모드 단말은 Handoff Manager라는 핸드오프 관리 프로그램을 사용하여 단말의 핸드오프를 지원한다. Handoff Manager는 CDMA2000 모듈이 Serial Port를 사용하여 탑재되어 있는 PalmPlam tech사의 Tynux box xe 개발 보드를 사용하였고 임베디드 Linux를 기반으로 개발하였다. 무선랜 모듈은 802.11b CF 무선랜 카드를 사용하였다. Handoff Manager의 User Interface는 Troll Tech사의 QTopia 1.5버전을 이용하여 구현하였다.

4.1.1 Handoff Manager Software Architecture

Handoff Manager의 소프트웨어 구조는 그림 4.1과 같다.

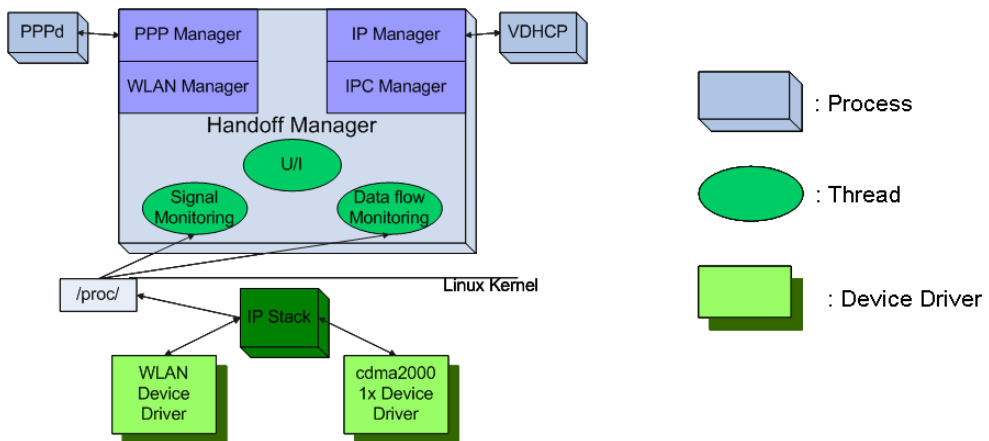


그림 4.1 Handoff Manager Software Architecture

Handoff Manager는 크게 3개의 프로세스로 동작하게 된다. PPP 연결을

담당하는 PPP daemon과 DHCP client daemon 역할을 담당하는 VDHCP, 핸드오프를 관리하는 Handoff Manager로 구성된다. Handoff Manager는 무선랜 모듈과 CDMA2000 모듈의 네트워크 연결과 라우팅 테이블 구성을 관리하게 된다. Handoff Manager 안에는 다시 3가지 스레드가 동작을 한다. U/I는 사용자 인터페이스를 담당한다. Signal Monitoring은 리눅스의 /proc/wireless를 감시하여 무선랜의 신호세기를 감시한다. Data flow monitoring은 핸드오프 시 데이터 송수신 내용을 모니터링 한다. 이 때 데이터 송수신이 일정 기간 없을 경우 단말의 상태는 Dormant가 되고 기존의 Handoff 시 설정되어있는 터널을 해제하고 기존 연결된 네트워크와 새로운 연결을 시도하게 된다.

4.1.2 Handoff Manager State machine

네트워크 연결 상태에 따라 Handoff Manager는 그림 4.2와 같은 상태도를 갖는다

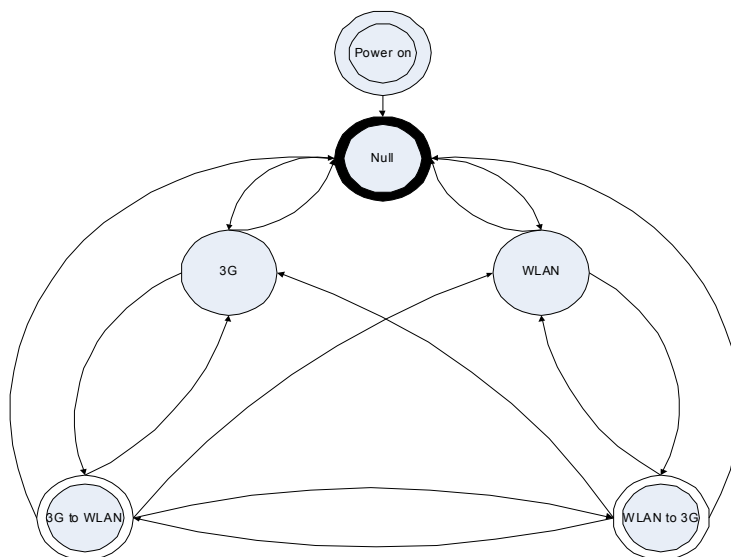


그림 4.2 Handoff Manager State Machine

단말의 전원을 켜는 상태를 시작 상태로 설정하고 네트워크와 연결이 되어있지 않는 상태를 Null로 둔다. 다음과 같은 조건에서 Null 상태가 설정된다.

- Power on한 직후
- 3G 상태일 때 무선랜으로 연결이 안 되는 상태로 접속이 끊어진 경우
- 무선랜 상태일 때 3G로 연결이 안 되는 상태로 접속이 끊어진 경우
- 3G to WLAN Handoff 상태일 때 3G 망으로 접속이 안 되는 상태로 접속이 끊어진 경우
- WLAN to 3G Handoff 상태일 때 무선랜으로 접속이 안 되는 상태로 접속이 끊어진 경우
- 3G idle 상태에서 무선랜으로 연결이 안 되고 접속이 끊어진 경우
- WLAN idle 상태에서 3G 망으로 연결이 안 되고 접속이 끊어진 경우

CDMA2000과 연결을 3G 상태로 무선랜과 연결된 상태를 무선랜으로 설정한다. CDMA2000에서 무선랜으로 Handoff 하는 상태를 3G to WLAN, 반대로 무선랜에서 CDMA2000으로 Handoff 하는 상태를 WLAN to 3G로 설정한다.

4.1.3 Handoff Manager User Interface

Handoff Manager는 사용자가 직접 모드를 결정할 수 있는 유저 모드와 무선랜 신호세기에 따라 접속할 망을 Handoff Manager가 선택해 주는 자동모드 두 가지로 나뉘어진다. 자동 모드의 경우 daemon 형태로 동작하며 설정에 따라 동작을 하게 된다. 자동모드의 사용자의 설정 화면은 그림 4.3과 같다.

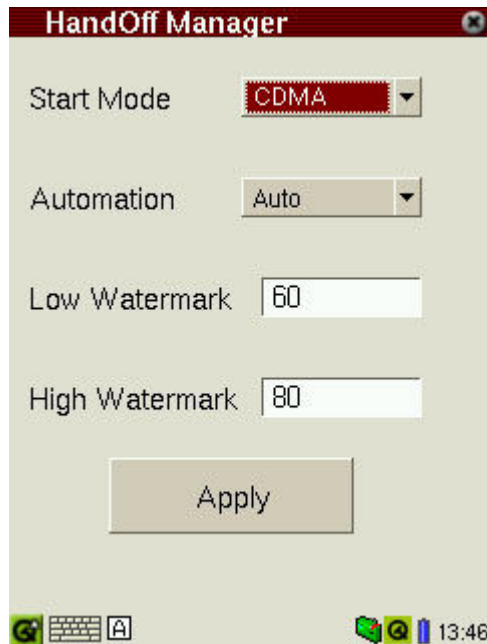


그림 4.3 Handoff Manager configuration

Start Mode는 단말 전원을 켰을 때 먼저 검색할 네트워크를 뜻한다. 그리고 Automation은 단말 핸드오프 방식이 자동 모드인지 사용자 지정 모드인지를 결정한다. 핸드오프 시점을 결정하기 위해 Low Watermark와 High Watermark 두 가지 기준을 정하게 된다. 두 Watermark와 무선랜의 신호세기를 비교하여 핸드오프를 결정하게 되며 소프트 핸드오프는 High Watermark와 Low Watermark 두 수치를 모두 사용하고 하드 핸드오프의 경우 CDMA2000에서 무선랜으로 핸드오프 시 High Watermark를 반대의 경우 Low Watermark를 기준으로 사용한다. 기준이 되는 무선랜의 신호세기는 Linux의 /proc/wireless의 Link Quality(dB)값을 참고한다. 그림 4.4는 Soft Handoff일 때 무선랜 신호세기에 따른 이동 모습을 보여준다.

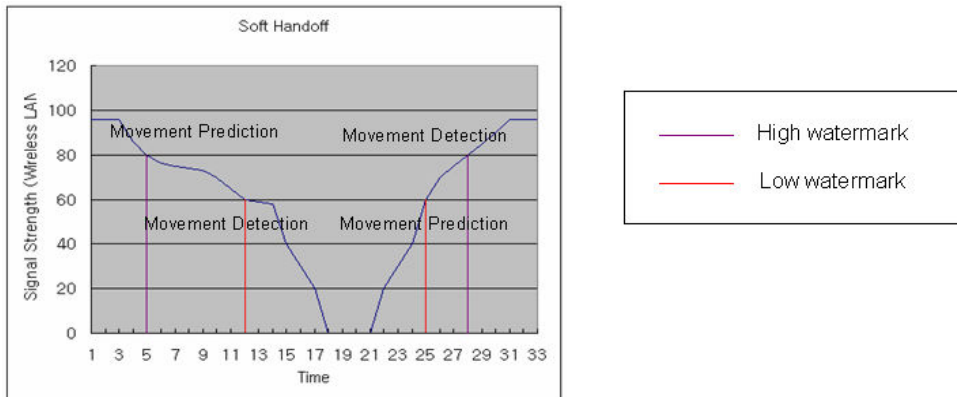


그림 4.4 무선랜 신호세기에 따른 단말의 상태

단말은 무선랜으로 통신을 하고 있다가 무선랜의 신호세기가 80dB(High watermark) 이하로 떨어지면 이동을 예측하고 Movement Prediction을 하고 CDMA2000망으로 연결을 하게 된다. 그리고 무선랜의 신호세기가 60dB(Low watermark) 이하로 떨어지면 이동을 감지하고 CDMA2000망으로 연결을 하고 무선랜과의 연결을 끊는다. CDMA2000 망에서 무선랜의 신호 세기가 60dB(Low watermark) 이상으로 올라가면 무선랜과 연결을 설정하고 무선랜의 신호 세기가 80dB(High watermark) 이상으로 올라가면 무선랜을 사용하고 CDMA2000의 연결을 끊는다.

사용자 모드의 경우 User Interface로 직접 핸드오프 설정과 핸드오프가 가능하다. 그림 4.5는 사용자 모드의 인터페이스 모습을 보여준다.

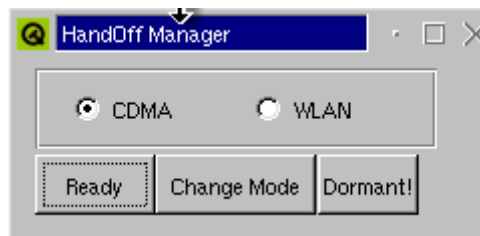


그림 4.5 Handoff Manager User Interface (User Control mode)

사용자 모드에서는 config 파일의 설정에 따라 소프트 핸드오프 모드와 하드 핸드오프 모드를 결정할 수 있다. 사용자 모드에서는 라디오 버튼으로 현재 연결된 망을 선택할 수 있다. 끊임 없는 서비스를 위한 소프트 핸드오프를 기준으로 구현해서 3개의 버튼이 사용된다.

- Ready : 이동할 망에 대한 핸드오프 준비
- Change mode : 다른 망으로 핸드오프
- Dormant : 데이터 통신이 끝났을 경우 기존 핸드오프 설정을 끊고 기존 네트워크와 새 연결 설정

하드 핸드오프 모드의 경우 Change mode 버튼을 사용하지 않고 Ready 버튼으로 다른 망으로 핸드오프를 시도하게 된다. 하드 핸드오프 모드에서도 데이터 통신이 끝났을 때 Dormant 버튼으로 새 연결 설정이 가능하다.

4.2 VOD (Video of Demand)

Handoff Manager의 핸드오프 시험을 위해서 VOD(Video of Demand) 서비스를 시연하였다. 시연한 VOD는 망 대역폭에 맞는 서비스를 제공한다. 무선랜에 연결되어있는 경우 160x120의 해상도의 10fps의 서비스를 제공한다. 그림 4.6은 무선랜과 연결 시 VoD 시연 장면을 보여 준다.

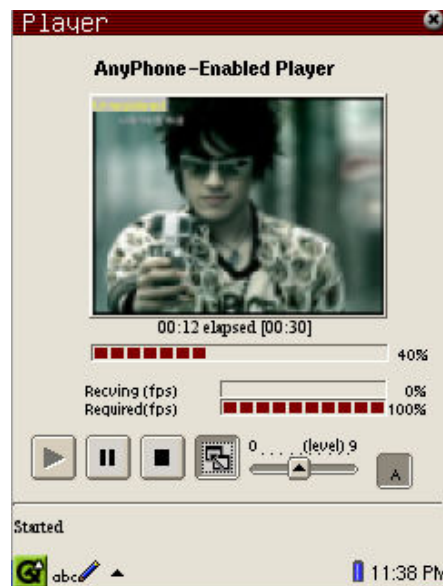


그림 4.6 VoD Service (in Wireless LAN)

CDMA2000 망의 연결되어있는 경우 100x75의 해상도의 최소 1fps 서비스를 제공하여 대역폭에 맞는 QoS를 보장한다. 그림 4.7은 CDMA2000망과 연결되어있을 경우의 VOD 서비스를 보여준다.

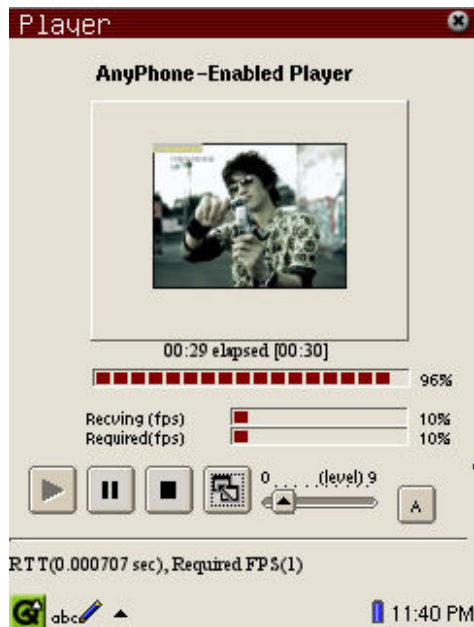


그림 4.7 VOD Service (in CDMA2000 network)

VOD는 UDP를 사용하여 전송하였고 네트워크 이동시 자동으로 이동을 감지하여 화면사이즈와 fps(frame per second)를 변경시키도록 하였다. 망 이동을 실험하기 위해 삼성전자의 BTS, BSC, PCF망을 사용하였으며 제안하는 네트워크를 위해 변경된 PDSN이 사용되었다. 그림 4.6과 그림 4.7의 모습처럼 성공적으로 VOD 서비스가 시연되었다.

4.3 Mobile IP Handoff Manager

제안하는 단말과 비교 대상으로 Mobile IP에 대한 Handoff manager를 구현하였다. 제안하는 Handoff Manager와 같은 구조를 지니고 VDHCP를 대신하여 Mobile node daemon이 동작한다. MIP Handoff Manager의 구조는 그림 4.7과 같다.

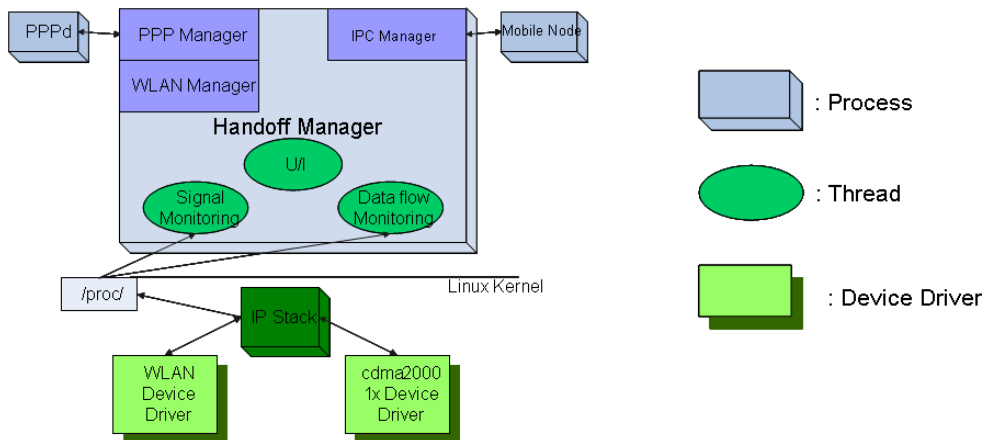


그림 4.8 Mobile IP Handoff Manager

Mobile node와 각 노드에서 사용되는 Mobile Agent는 헬싱키공대에서 개발한 Dynamics Mobile IP 0.81 버전을 사용하였다. MIP Handoff Manager에서 각 프로세스와 스레드의 역할은 제안하는 Handoff Manager와 동일하게 동작한다. Mobile IP의 동작 절차는 그림 2.4와 그림 2.5와 같다.

5. 성능 측정

논문의 실험을 위해 Linux PC에 PCF를 구현했다. CDMA2000 모듈과 동일한 동작을 위해 Serial Port를 사용하도록 구현했고 RS-232 케이블을 통해 PCF와 연결된다.

5.1 Handoff Latency

본 논문의 성능평가를 위해서 구현된 Handoff Manager와 이동통신망 노드, APC를 사용하였다. 제안하는 망과 Handoff Manager의 성능을 비교하기 위해 표준으로 정해진 Mobile IP 망과 Handoff Manager를 사용했다. 그림 5.1과 5.2는 다른 망으로 핸드오프 시 핸드오프 Latency를 보여준다.

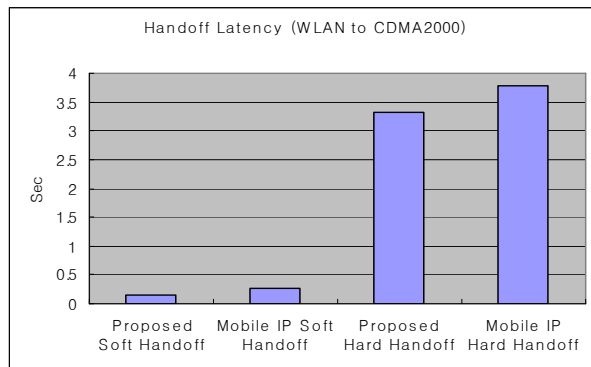


그림 5.1 Handoff Latency (WLAN to CDMA2000)

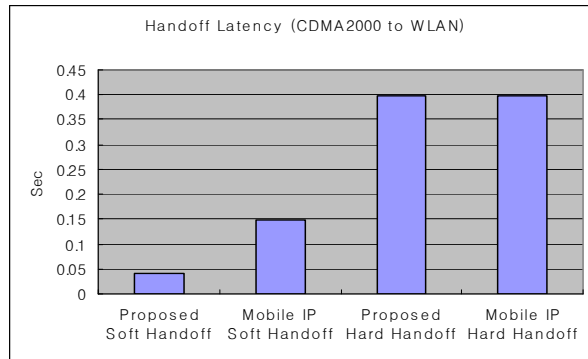


그림 5.2 Handoff Latency (CDMA2000 to WLAN)

무선랜에서 CDMA2000망으로 핸드오프의 경우 PPP 설정 시간이 3초가량 소요된다. 따라서 Hard Handoff의 경우 PPP 설정 시 연결이 끊어져 있는 시간이기 때문에 Handoff Latency로 잡는다. 제안하는 Handoff 방법이 DHCP 메시지를 사용하여 Mobile IP의 메시지의 크기보다 크지만 인증 과정이 망간 Private한 터널 설정으로 이루어지기 때문에 시간이 적게 걸리게 된다.

CDMA2000망에서 무선랜으로의 이동의 경우 무선랜의 대역폭이 CDMA2000망보다 훨씬 크기 때문에 CDMA2000망으로 이동하는 경우에 비해 시간이 적게 걸렸다. 이는 무선랜의 큰 대역폭으로 인해 설정 메시지의 교환시간이 적게 걸리는 이유이다. soft handoff는 메시지 수가 적은 제안하는 Handoff 방법이 시간이 적게 걸렸지만, Hard Handoff의 경우 아주 근소한 차이로 Mobile IP가 좋은 성능을 보였다.

Handoff Latency의 정확한 측정을 위해 각 단계별로 소요시간을 이론적으로 계산했고 실제 소요 시간과 비교했다. 이론적인 계산으로 CDMA2000 망은 115200bps로 byte당 전송 시간을 계산하여 실제 Packet size를 대입하여 나온 결과이다. 각 신호의 메시지 크기는 표 5.1 과 같다.

	Message	Size
Proposed Handoff	DHCP Discover	289 byte
	DHCP Offer	318 byte
	DHCP Inform	293 byte
	DHCP ACK	298 byte
	DHCP Complete Inform	293 byte
	DHCP Complete ACK	298 byte
	AP Tunneling Msg	129 byte
Mobile IP	Agent Solicitation	60 byte
	Agent Advertisement (AA)	106 byte
	Registration Request (RRQ)	217 byte
	Registration Reply (RRP)	256 byte

표 5.1 Signal Message Size

이 값이 시스템의 1 tic (리눅스는 10msec이다)보다 작은 경우 0.01초로 계산했다. 각 메시지는 단말을 기준으로 측정했다. 표 5.2과 표 5.3는 soft handoff의 소요 시간을 나타낸다.

Proposed Soft Handoff	DHCP Inform	DHCP ACK	if down	total
무선랜 to CDMA2000 예상 결과	0.01	0.111	0.01	0.131
무선랜 to CDMA2000 측정 결과	0.011	0.112	0.013	0.136
CDMA2000 to 무선랜 예상 결과	0.01	0.02	0.01	0.04
CDMA2000 to 무선랜 측정 결과	0.01	0.021	0.011	0.042

표 5.2 제안하는 soft handoff의 메시지 별 소요 시간(초)

Mobile IP Soft Handoff	Solicitation	AA	RRQ	RRP	Connected	Total
무선랜 to CDMA2000 예상 결과	0.01	0.043	0.01	0.194	0.01	0.267
무선랜 to CDMA2000 측정 결과	0.008	0.049	0.011	0.197	0.007	0.272
CDMA2000 to 무선랜 예상 결과	0.01	0.021	0.01	0.071	0.01	0.122
CDMA2000 to 무선랜 측정 결과	0.014	0.023	0.011	0.091	0.009	0.148

표 5.3 Mobile IP soft handoff의 메시지 별 소요 시간(초)

제안하는 soft 핸드오프는 예상과 결과가 비슷하게 측정된 결과를 볼 수 있었다. DHCP ACK에서 시간이 오래 걸린 이유는 그림 3.3과 그림 3.4에서처럼 AP(APC-PDSN) 터널 설정 시간이 추가되기 때문이다. 하지만 제안하는 Soft Handoff의 경우 설정 시간동안 bi casting을 하기 때문에 실질적으로 네트워크와 연결이 끊어져있는 시간은 없다. Mobile IP의 경우는 망을 통해 Home Agent로 메시지가 전송되고 터널을 생성하는 Registration Reply(RRP)에서 시간이 오래 걸리는 것을 볼 수 있다. 시스템의 성능과 환경의 변수로 실제 예상한 시간보다 시간이 오래 걸리는 모습을 볼 수 있다.

표 5.4과 표 5.5는 Hard handoff의 소요 시간을 나타낸다.

Proposed Hard Handoff	if up	DHCP Discover	DHCP offer	DHCP Inform	DHCP ACK	Total
무선랜 to CDMA2000 예상 결과	3	0.01	0.066	0.01	0.146	3.232
무선랜 to CDMA2000 측정 결과	3.064	0.011	0.08	0.011	0.153	3.319
CDMA 2000 to 무선랜 예상 결과	0.03	0.01	0.031	0.01	0.111	0.192
CDMA2000 to 무선랜 측정 결과	0.029	0.022	0.073	0.011	0.264	0.399

표 5.4 제안하는 Hard handoff의 메시지 별 소요 시간(초)

Mobile IP Hard Handoff	if up	Solicitation	AA	RRQ	RRP	Connected	Total
무선랜 to CDMA 2000 예상 결과	3	0.01	0.043	0.01	0.194	0.01	3.145
무선랜 to CDMA 2000 측정 결과	3.308	0.015	0.178	0.012	0.253	0.011	3.777
CDMA 2000 to 무선랜 예상 결과	0.03	0.01	0.031	0.01	0.111	0.01	0.202
CDMA2000 to 무선랜 측정 결과	0.047	0.022	0.074	0.023	0.221	0.011	0.398

표 5.5 Mobile IP hard handoff의 메시지 별 소요 시간(초)

Hard handoff에서 CDMA2000망으로 Handoff 할 때 PDSN과 PPP 연결을 필요로 하게 된다. 리눅스에서 ppp0의 인터페이스를 사용하기 위해 PPP를 연결하는 시간(if up)이 3초가량 소요되게 된다. 다른 메시지의 부분은 Hard handoff도 soft handoff와 비슷한 시간을 소요하게 된다. Hard handoff도 시스템의 성능과 환경의 변수로 실제 예상한 시간보다 시간이 오래 걸리는 모습을 볼 수 있다.

5.2 Data Loss

제안하는 handoff 방안과 기존 Mobile IP 망의 성능 측정을 위해 handoff 시 데이터 손실을 측정했다. 48byte 씩 384bps에서 38400bps까지, 128byte, 256byte, 512byte로 각 4096bps에서 102400bps까지 Packet 손실을 측정했다. 그림 5.3에서 그림 5.6까지는 성능 측정 시 데이터 손실을 나타낸다.

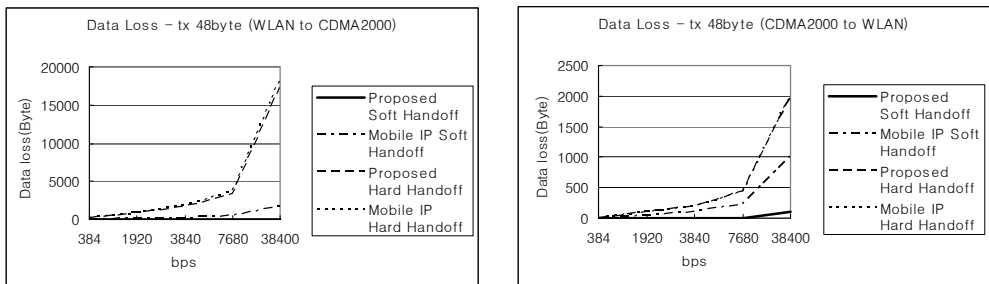


그림 5.3 Data loss (48byte)

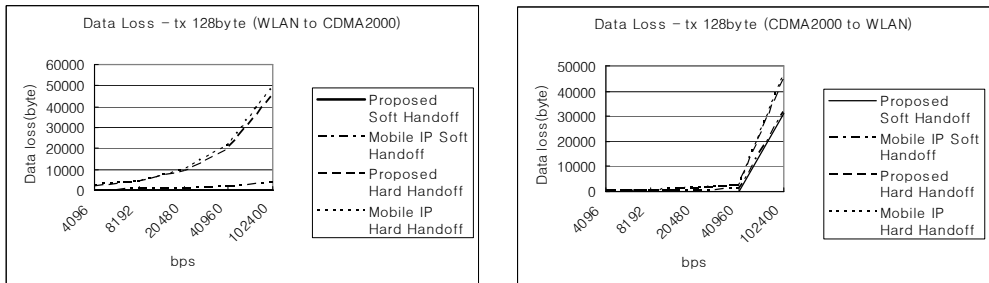


그림 5.4 Data loss (128byte)

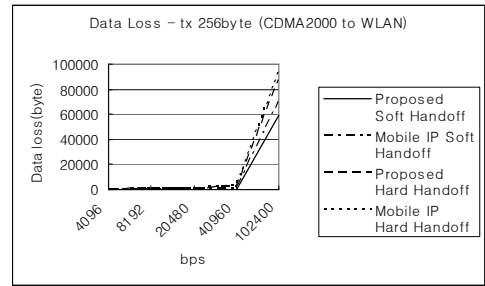
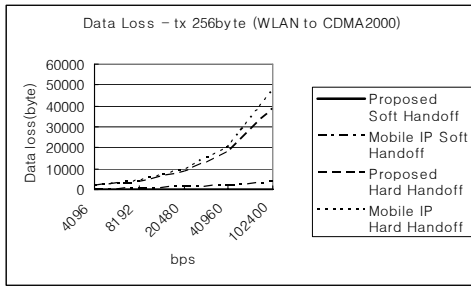


그림 5.5 Data loss (256byte)

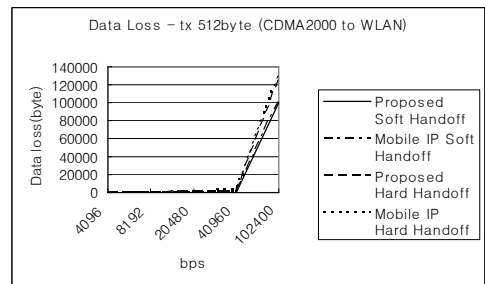
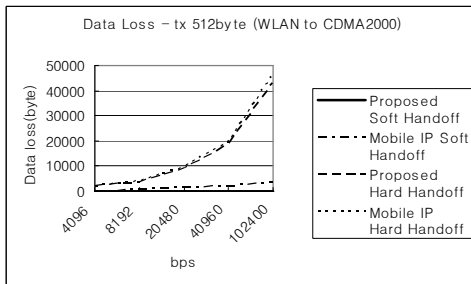


그림 5.6 Data loss (512byte)

구현 시 CDMA2000망의 PCF와 단말의 연결은 115200bps로 구현을 했다. 100Kbps의 전송률이 사용 가능할 것을 예상하고 실험을 진행하였지만 데이터가 망과 장치 사이에 정체가 되었고 Handoff시 정체되어있던 데이터는 모두 손실되었다. 대역폭의 사용은 가능했지만 64Kbps 이상의 전송률을 송수신 하였을 경우 CPU 사용률에서 75%를 상회하는 사용률을 나타내어 단말 상에서 처리가 늦어지기 때문에 정체가 발생했고 대량의 데이터 손실이 발생했다. 따라서 자세한 성능 측정을 위해 40960bps까지 다시 측정했고 측정한 결과는 그림 5.7에서 그림 5.9와 같다.

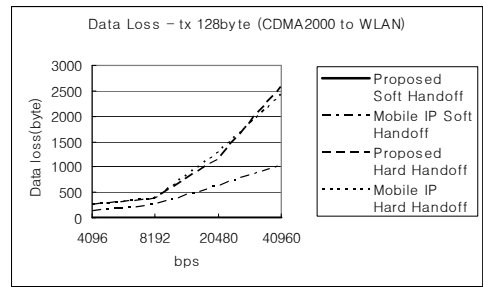
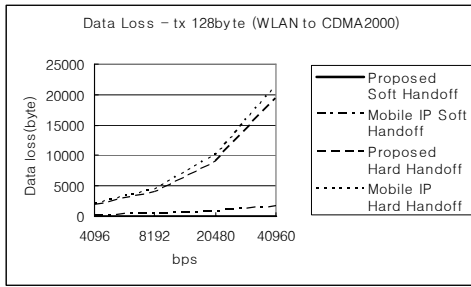


그림 5.7 Data loss (128byte)

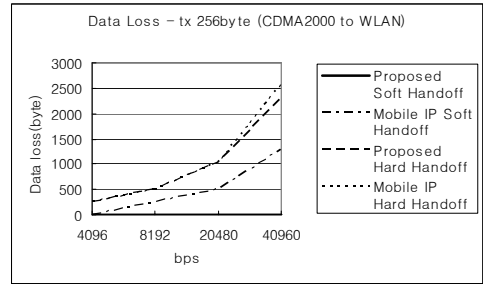
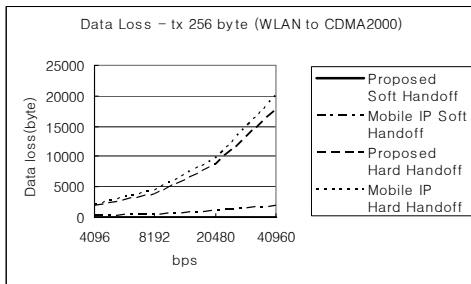


그림 5.8 Data loss (256byte)

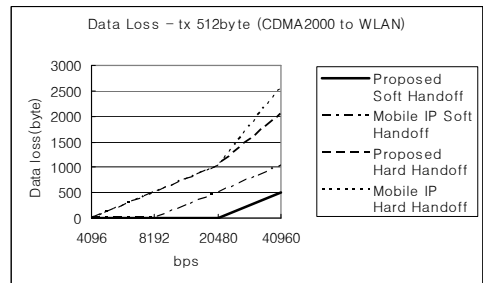
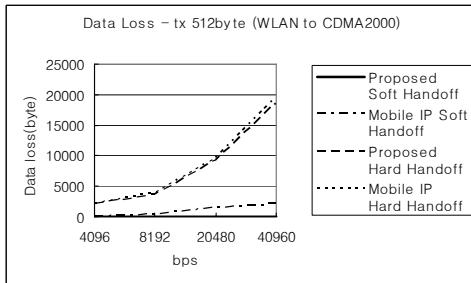


그림 5.9 Data loss (512byte)

1회 데이터 전송량과 관계없이 데이터 전송률에 따라 데이터 손실은 거의 비슷하게 측정되었다. 제안하는 soft handoff는 터널이 설정되어있는 경우 bi casting을 하기 때문에 데이터 손실이 거의 발생하지 않는다. Mobile IP의 경우 기존의 연결을 끊어야 새로 연결된 인터페이스로 Mobile IP 설

정을 한다. 설정 시간에는 주소 할당이 안 되어있기 때문에 데이터 손실이 발생하게 된다. Hard handoff는 기존의 연결을 끊고 새 연결을 설정하기 때문에 soft handoff보다 데이터 손실이 크고 Handoff latency의 결과와 같이 데이터 손실도 CDMA2000망으로 핸드오프의 경우 제안하는 핸드오프 방법이 손실이 적었고 무선랜으로 핸드오프의 경우 제안하는 핸드오프 방안이 Mobile IP와 서로 비슷하거나 조금 나은 결과를 보였다.

5.3 CPU Usage

네트워크 성능뿐만 아니라 단말의 성능평가를 위해서 CPU 사용률에 대한 성능측정을 했다. 그림 5.10과 5.11은 핸드오프 시 단말의 CPU 사용률을 보여준다.

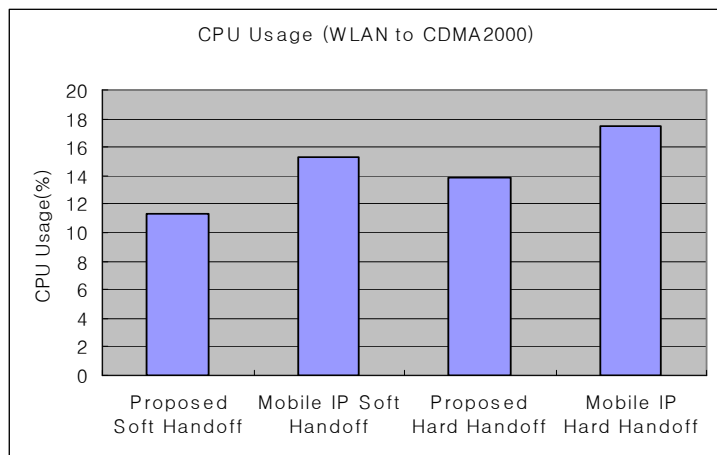


그림 5.10 CPU usage (WLAN to CDMA2000)

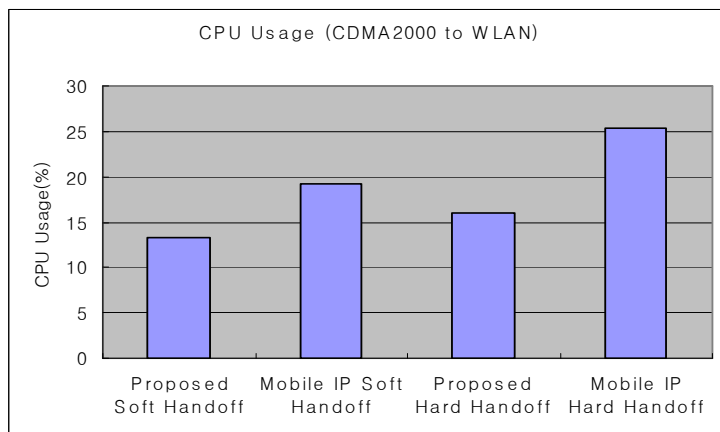


그림 5.11 CPU usage (CDMA2000 to WLAN)

전체적으로 Mobile IP가 제안하는 핸드오프보다 CPU 사용률이 높은 결과가 나왔다. Mobile IP가 MD5의 암호화 알고리즘을 사용하고 NAI 같은 인증을 사용하기 때문에 PDSN과 APC간 사설 터널을 설정하는 제안하는 핸드오프 방안보다 CPU 사용률이 높다. 또한 제안하는 Soft Handoff를 보면 소프트웨어로 동작하는 PPP 인터페이스를 사용하는 것보다 무선랜 CF 카드 같은 외장 하드웨어 모듈을 사용하고 연결을 설정하는 것이 시간이 걸리고 CPU 사용률도 높게 나타났다.

6. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 CDMA2000망과 무선랜의 연동방안과 연동시의 끊김 없는 서비스를 위한 고속 핸드오프 방안을 구현하였다. 제안하는 연동방안에서 IWU의 역할로 APC를 두어 밀결합 연동을 시도했고 PDSN과 APC 간 사설 터널의 설정으로 기존의 Mobile IP보다 나은 효과를 얻고자 하였다. 단말의 경우 무선랜의 신호 세기에 따라 자동으로 Handoff를 해주는 모드와 사용자가 직접 제어 할 수 있는 두 가지 모드를 구현하였다. 본 논문에서 제안한 단말과 시스템은 삼성전자에서 실제 BTS를 사용하여 VOD 서비스를 시연함으로써 구현 테스트를 했다. 성능적인 측면에서도 기존의 Mobile IP보다 나은 성능을 확인할 수 있었다.

서로 다른 특성을 가진 망 사이를 본 논문에서 제안하는 Handoff Manager를 사용한 이중모드 단말을 사용하게 되면 수직적 핸드오프 시 최소한의 데이터 손실로 타 망간의 이동성과 끊김 없는 서비스를 보장할 수 있다.

향후 과제로 아직 미구현 부분인 AAA(Authentication, Authorization, Account) 부분이 있다. 망 통합 측면에서 적절한 인증, 보안, 과금 체계에 대한 연구가 필요할 것이다. 또한 QoS에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다. 그리고 현재 표준화가 진행 중인 휴대 인터넷(WiBro)의 인터페이스가 추가 된다면 휴대인터넷 망으로의 핸드오프 지원이 손쉽게 가능할 것이라 예상된다.

참고 문헌

- [1] 3GPP, "3GPP system to WLAN interworking: Functional and architectural definition", 3GPP TR 23.934, Aug., 2002.
- [2] Massimo Bernaschi, Filippo Cacace, "Vertical Handoff Performance in heterogeneous networks", IEEE ICCPW 2004
- [3] Qian Zhang, Chuanxiong Guo, "Efficient Mobility Management for Vertical Handoff between WWAN and WLAN", IEEE Communication Magazine, pp 102~108, Nov 2003
- [4] Rajiv Chakravorty, Pablo Vidales, "Performance Issues with Vertical Handovers - Experiences from GPRS Cellular and WLAN Hot-spots Integration", IEEE PERCOM'04
- [5] A. K. Salkintzis, C. Fors, and R. Pazhyannur, "WLAN-GPRS integration for next-generation mobile data networks", IEEE Wireless Communications, Vol. 9, No. 5, pp.112~124, Oct., 2002.
- [6] H. Luo, Z. Jiang, B.-J. Kim, and P. Henry, "Integrating wireless LAN and cellular data for the enterprise", IEEE Internet Computing, Vol. 7, No. 2, pp.25~33, Apr., 2003.
- [7] M. M. Buddhikot, G. Chandranmenon, S. Han, Y.-W. Lee, S. Miller, and L. Salgarelli, "Design and implementation of a WLAN/CDMA2000 interworking architecture", IEEE Communications, Vol. 41, No. 11, pp.90~100, Nov. 2003.

- [8] C. Perkins "IP Mobility Support", IETF RFC 2002, 1998. 8
- [9] C. Perkins "IP Mobility Support for IPv4", IETF RFC 3344, 2002. 8
- [10] E. Gustavsson, A. Jonsson and C. Perkins "Mobile IP regional registration", IETF Internet draft work, September 2001
- [11] H. Soliman, C. Castelluccia "Hierarchical MIPv6 mobility management" IETF Internet draft February 2001
- [12] K. Malki, P. Calhoun, T. Hiller, J. Kempf, P. McCann, A. Singh, H. Soliman, and S. Thalanany, "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4", Internet Draft, Mobile IP Working Group, 2002.
- [13] R. Koodli, "Fast handover for Mobile IPv6", IETF Internet Draft, Feb. 2004
- [14] Klaus Wehrle, "The Linux Networking Architecture", Pearson, Prentice Hall, 2005
- [15] C. Perkins, "Mobile IP: Design Principles and Practices", Addison Wesley Longman, 1998
- [16] "Dynamics -HUT Mobile IP", Helsinki University of Technology, <http://dynamics.sourceforge.net>
- [17] 이건백, 조진성, "휴대인터넷과 cdma2000망의 밀결합 연동방안", 정보과학회 춘계학술대회 2004년 4월

[18] 서기남, 임재성, "버티컬 핸드오버 환경에서 종단간 이동성 관리 및 TCP 흐름 제어기법", 한국통신학회 논문지, Vol 30, pp 387-395, 2005-6

[19] 이종민, 김성우, 김태석, "Mobile IP의 학내망 사용을 위한 테스트베드 구현", 멀티미디어 학회 논문지 7권 1호, pp 64-72, 2004년 1월

Abstract

Design and Implementation of a Dual Mode Terminal for WLAN and CDMA2000 Networks

Jun Ha Kim

Dept. of computer engineering

Graduate school of KyungHee univ.

The packet data service of the CDMA2000 mobile network covers a wide area but its characteristics are high cost and low bandwidth. On the other side, the Wireless LAN covers a small area like a hot spot area but its characteristics are large bandwidth and low cost. So, we get so much effective results using a intergration network between the CDMA2000 mobile network and the wireless LAN.

In this paper, we propose integrated network between the CDMA2000 mobile network and the wireless LAN. And we design and implement the dual mode terminal which receive the seamless data service in integrated network. The proposed dual mode terminal monitors the wireless network state, selects network and manages connections. So, the end-user could receive seamless data services during handoff.

감사의 글

2년간의 대학원 생활을 마치고 힘들고 어려울 때 곁에서 도와주신 지인들 덕분에 무사히 졸업을 하게 되었습니다.

대학원에 진학해서 부족한 저에게 공부하는 방법과 연구하는 방법을 알려주시고 언제나 따뜻한 조언과 격려를 해 주신 조진성 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 사회에 나가서도 교수님의 지도를 잊지 않고 항상 노력하겠습니다. 더불어 논문을 지도해주신 한치근 교수님, 유인태 교수님, 홍충선 교수님께도 감사드립니다.

그리고 처음부터 연구실 생활을 같이 하며 함께 연구 한 건백형, 두경형, 대영이에게 감사를 전하며 또 연구실 생활을 함께한 경환형, 충용형, 권택, 상하, 재호, 용규에게도 감사를 전합니다. 또 대학원 생활 동안 버팀목이 되준 친구들과 기도로 도와 준 교회 사람들에게 감사를 전합니다.

그리고 전자정보대학에서 함께한 조교분들과 선생님들, 유급조교로써 또 선배로써 많은 조언을 해준 영준형에게도 감사를 드립니다.

함께 연구를 같이하고 논문을 쓰는데 많은 도움을 주신 삼성전자의 이지철 책임, 이상도 선임, 이성원 책임, 공동건 책임, 정은영 연구원께 감사를 드리고 함께 논문 구현을 같이한 정현이에게도 감사를 전합니다.

그리고 대학원 기간 동안 물심양면으로 많이 도와주시고 격려해 주신 아버지와 선희에게 감사를 드립니다. 대학원 기간이 정말로 가족의 소중함을 알게 한 시간이었고 가족이 가장 든든한 버팀목이라는 것을 안 소중한 시간이었습니다.

저를 지켜봐 주셨던 모든 분들께 다시 한 번 깊은 감사를 드립니다.

끝으로 논문이 나오게 도와주신 하나님께 감사를 드리고 영광을 돌립니다.

2005년 겨울 김 준 하