

무선랜과 Cdma2000 이동통신망간 고속 핸드오프를 위한 이중 모드 단말의 설계 및 구현

정회원 김준하*, 조진성**, 김태현***, 이지철*, 이상도*, 이성원*

Design and Implementation of a Dual Mode Terminal for Fast Handoff between WLAN and Cdma2000 Mobile Networks

Jun Ha Kim*, Jinsung Cho**, Taehyoun Kim***,
Jicheol Lee*, SangDo Lee*, Sungwon Lee* *Regular Members*

요 약

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. 그러므로 무선랜과 cdma2000 이동통신망을 연동하여 사용한다면 효율적인 서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 기존 cdma2000 이동통신망과 무선랜의 효율적인 연동을 통해서 끊임 없는 서비스를 받을 수 있는 망 연동 방안을 제안하고 이중 모드 단말을 구현한다. 제안하는 망 연동 방안은 기존의 밀결합 연동의 단점을 보완한 망 구조를 가지고 있으며, 이중 모드 단말은 무선 네트워크의 상태를 파악하여 네트워크를 선택하고 자동으로 연결을 관리하도록 한다. 또한 구현된 시스템 하에서 성능 특정을 통하여 우수성을 보인다.

Key Words : 무선랜, cdma2000, 버티컬 핸드오프, 고속 핸드오프, 모바일 IP

ABSTRACT

The cdma2000 mobile network covers a wide area but its characteristics are high cost and low bandwidth. On the other hand, WLAN covers a small area like a hot spot area but its characteristics are large bandwidth and low cost. Thus we can provide efficient services when we employ an integration network between WLAN and cdma2000 mobile networks. In this paper, we propose an integration scheme between WLAN and cdma2000 mobile networks. In addition, we design and implement the dual mode terminal which receives seamless data services in the integrated network. The proposed dual mode terminal manages connections by monitoring the signal strength of WLAN and selecting a proper network. We validate the functions through the implementation of VOD and show the effectiveness through the performance measurement.

I. 서 론

현재 무선 상에서의 패킷 데이터 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 더 빠르고 고속의 서비스가 필요로 하게 되었다. 이에 대해 cdma2000 데이터

서비스와 무선랜 서비스와 같이 패킷 데이터 서비스를 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

※ 본 연구는 과학기술부 과학재단 목적기초연구(R01-2005-000-10267-0)지원으로 수행되었음

* 삼성전자 (junha.kim@samsung.com, sardor.lee@samsung.com, dr. leesungwon@gmail.com), ** 경희대학교 (chojs@khu.ac.kr)

*** 서울서립대학교(thkim@uos.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-06-292, 접수일자 : 2006년 6월 30일, 최종논문접수일자 : 2007년 4월 9일

작은 지역만을 커버할 수 있지만 대역폭이 크고 비용이 낮은 특성이 있다. 이러한 특성을 상호 보완적으로 이용하여 실내에서는 무선랜에 접속하여 음성 및 데이터 서비스를 제공하고, 옥외로 이동시에 3G 이동통신망에 접속하여 실내에서 끊김 없는 서비스를 사용자에게 전달할 수 있게 된다. 따라서 이러한 장점을 갖는 무선랜과 cdma2000 망간의 연동에 대해 활발히 연구가 진행되고 있다^[1,2,3,4].

현재 cdma2000의 표준화를 담당하고 있는 3GPP2에서는 Mobile IP를 이동성 프로토콜로서 채택하였으며, 특히 Mobile IP는 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 있고 6단계 시나리오에 따라 표준화가 진행되고 있다^[4]. 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 효율적인 연동망을 제안하고 제안하는 연동망에서 핸드오프를 관리하여 끊김 없는 서비스를 제공할 수 있는 이중 모드의 단말 시스템을 설계 및 구현한다. 구현된 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 기존 연구에 대해 알아보고 3절에서 본 논문에서 구현한 이중 모드 단말이 동작하는 연동 망의 구조와 동작을 설명한다. 4절에서는 이중모드 단말의 구조와 구현 사항을 제시한다. 5절에서는 본 논문에서 제안한 단말의 성능평가 및 분석을 하고 6절에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

무선랜과 3G망의 연동은 활발히 연구되고 있으며 망의 독립성에 따라 밀결합 연동(Tightly-coupled Integration)과 소결합 연동(Loosely-coupled Integration)의 두 가지로 나눌 수 있으며 여러 단계에서 연구와 표준화가 진행되고 있다^[1-5,12,13].

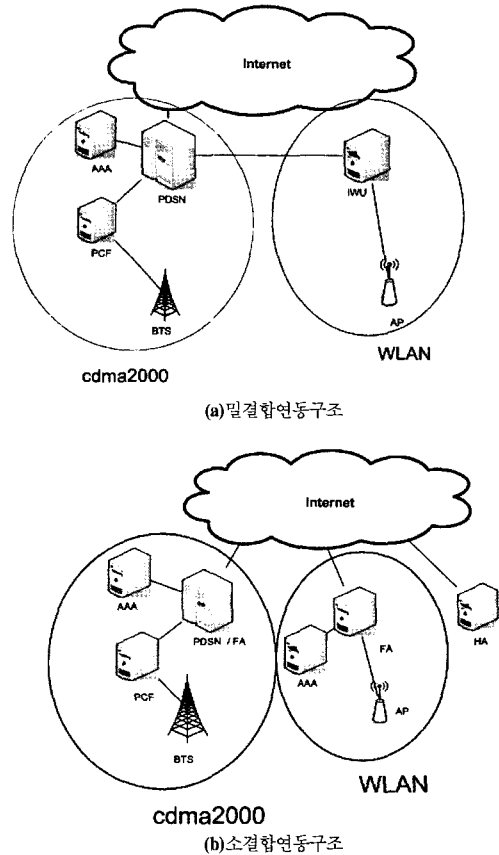


그림 1. WLAN-3G 연동망 구조

밀결합 연동 구조는 그림 1(a)에서 보는 것과 같이 무선랜이 cdma2000 이동통신망 안에 위치한다. 이 구조에서는 무선랜과 cdma2000 이동통신망을 하나의 접속점으로 분류하며 무선랜의 게이트웨이로는 cdma2000 이동통신망의 PDSN을 사용한다. 그리고 무선랜의 AP (Access Point)와 cdma2000 이동통신망의 PDSN사이에 IWU (InterWorking Unit)을 두어 망간 연동을 제공하고 이동성 지원과 인증, 권한, 과금의 동작은 cdma2000 이동통신망의 프로토콜을 사용 한다. 반면에 소결합 연동 구조는 cdma2000 이동통신망과 무선랜이 직접 연결되지 않는다. 그림 1(b)의 구조와 같이 무선랜과 cdma2000 이동통신망의 데이터 핵심망은 각각 독립적으로 인터넷에 연결되며 각 망에서 사용자의 연결을 설정하고 다른 망으로의 이동을 지원한다.

소결합 연동 구조는 주로 Mobile IP^[9]의 이동성 방법을 주로 선택하여 타 망으로의 이동성을 제공한다. 무선랜의 게이트웨이와 cdma2000망의 PDSN이 Mobile IP의 Foreign Agent같은 mobile agent의

역할을 담당한다.

한편, 이를 기반으로 망 연동 시 발생할 수 있는 핸드오프 지연과 그로 인한 데이터 손실을 줄이기 위한 연구가 수행되고 있다. [1]에서는 밀결합 연동 방안을 위해 GPRS와 무선랜 각 망에 interworking component를 이용한 망 연동을 제안하였고, [2]에서는 네트워크들을 무선랜 측에 게이트웨이를 개발하여 이를 이용하여 밀결합과 소결합 연동을 동시에 지원할 수 있는 방안을 제안하고 있다. [3]에서는 Mobile IP를 이용하여 망 통합을 제공할 수 있는 게이트웨이를 직접 구현하였다. 그리고, [6]에서는 Mobile IPv6를 사용하여 WLAN과 GPRS간 이동성을 제공하고 L2 Triggering을 이용한 Fast Mobile IPv6를 사용하여 핸드오프의 딜레이를 감소시키는 방안을 제공한다. [7]에서는 Connection Manager와 Virtual Connectivity manager를 이용하여 WLAN과 GPRS의 이동을 제공하였으며, [8]에서도 [6]과 유사하게 Mobile IPv6를 사용하여 이동성을 제공하였으나, Mobile IPv6의 네트워크 동작을 수정하여 빠른 이동성을 제공하고자 하였다. 하지만 이들은 망 전체와 단말에 대한 통합적인 설계 및 구현이 부족하여, 본 논문에서는 밀결합 연동 방안과 소결합 연동 방안의 하이브리드 방안을 고려하여, 좀 더 구현이 쉽고 망간 통합이 용이한 연동 망 구조를 제안하고 이를 위한 단말을 구현한다.

III. 연동망 구성 및 연동 방안

본 논문에서 제안하는 망 구성은 그림 2와 같다. 제안하는 망의 무선랜 영역은 여러 대의 AP를 담당하며 IWU 역할을 하는 APC(Access Point Control)를 사용한다. APC는 cdma2000 이동통신망의 PDSN과 터널 구축을 통하여 망 사이의 이동성을 제공한다. 하지만 APC는 인터넷과 연결되어 기존 밀결합 연동과는 다르게 단말에 직접 데이터 서비스를 제공한다. 제안하는 연동망의 주소 관리는 PDSN과 APC에서 독립적으로 이루어지며, PDSN과 APC에서 DHCP 서버를 기능을 하여 단말에 DHCP^[10] 방법을 통해 주소를 할당한다. 아래에서 자세한 동작을 설명한다.

본 논문에서 제안하는 연동방안의 상태는 전원을 켜고 때, 무선랜에서 cdma2000 네트워크로 이동하는 경우, cdma2000 네트워크에서 무선랜으로 이동하는 경우로 나누어진다. 먼저 단말의 전원을 켜면 무선랜 신호를 검색하여 무선랜이 검색된 경우에는

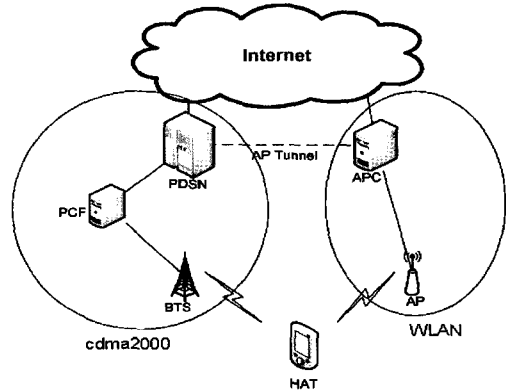
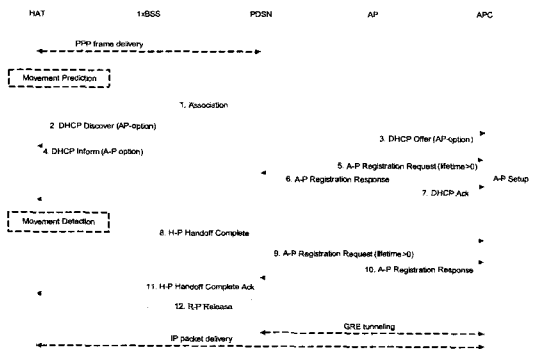


그림 2. 제안하는 연동망 구조

APC와 DHCP 설정을 하게 되고 주소를 할당 받는다. 이후에는 무선랜을 통하여 서비스를 받는다. 한편, 무선랜의 신호가 검색되지 않는 경우에는 cdma2000망에 연결을 시도하게 된다. 이 경우에는 cdma2000망에 PPP^[11] 연결을 시도하고 DHCP로 주소를 할당하고 데이터 통신을 한다.

무선랜과 cdma2000망 사이에 다른 망으로의 이동의 경우 다시 두 가지 방법으로 나누어진다. 먼저 단말이 이동할 네트워크를 인식하였고 연결 시간이 충분할 경우와 빠른 속도로 다른 네트워크 지역으로 이동하였을 경우로 나누어진다. 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 (soft handoff) 방식을 사용하게 된다. 그림 3(a)는 cdma2000 망에서 무선랜으로 이동 할 경우 제안하는 방안의 소프트 핸드오프 절차를 나타낸다.



(a) cdma2000 to WLAN

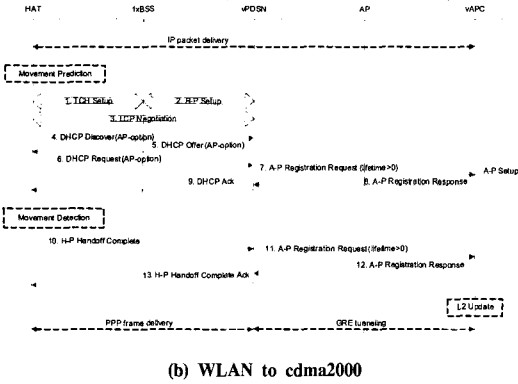


그림 3. 제안하는 핸드오프 절차

단말은 주기적으로 무선랜 신호의 세기를 감지하고, 설정된 무선랜 신호 세기(low watermark)보다 높아지는 순간 핸드오프를 준비하게 된다. 이때, 핸드오프 시작 기준과 관련하여, 그림 4와 같이 high/low watermark 알고리즘을 사용한다. 핸드오프 준비를 위해 무선랜과 연결하고 APC와 DHCP 설정을 시도한다. 동시에 APC와 PDSN은 상호간 터널을 생성하고 핸드오프를 준비한다. 모든 설정이 끝나면 무선랜 연결은 잠시 중단한다. 그리고 두 번째 설정 신호(high watermark)보다 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. 이 경우의 데이터 흐름은 다음과 같다. 인터넷 -> PDSN -> APC -> AP -> MS.

한편, 그림 3(b)는 무선랜에서 cdma2000망으로 이동할 경우 제안하는 방안의 소프트 핸드오프 절차를 나타낸다. 무선랜의 신호세기가 일정 수준 아래로 낮아지면 단말은 cdma2000망과 PPP 접속을

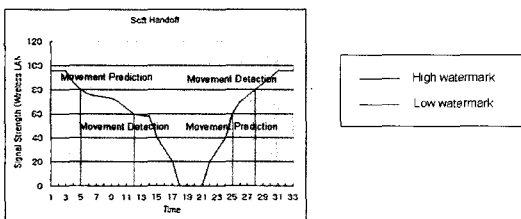


그림 4. 무선랜 신호 세기에 따른 단말의 상태

시도한다. 그리고, 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. 이 경우의 데이터 흐름은 다음과 같다. 인터넷 -> APC -> PDSN -> BSS -> MS.

그러나, 사용자가 현재 접속망의 위치에서 핸드오프를 준비할 시간이 없을 정도로 빠르게 이동할 경우를 고려해야 한다. 이 경우 네트워크 접속이 끊어진 이후 이동한 네트워크에서 다시 연결을 설정해야 하며 이는 하드 핸드오프(hard handoff)로 고려할 수 있다. 이 경우에도 PDSN 및 APC간 터널링을 통해 핸드오프 지연 및 패킷 손실을 최소화할 수 있으나, 본 논문에서는 지연 제약 상 생각한다.

IV. 이중모드 단말의 설계 및 구현

4.1 핸드오프 관리자(Handoff Manager)

본 절에서는 3절에서 제안한 연동망을 위한 이중모드의 단말을 설계하고 이를 구현한 내용을 소개한다. 제안하는 이중모드 단말은 핸드오프 관리자라는 응용 프로세스를 통해 단말의 핸드오프를 지원한다. 단말의 하드웨어로는 cdma2000 모듈을 내장한 PalmPlam Tech사의 Tynux BOX XE 개발 보드를 사용하였고 임베디드 리눅스를 기반으로 개발하였다. 무선랜 모듈은 IEEE 802.11b CF 무선랜 카드를 사용하였다. 핸드오프 관리자의 그래픽 인터페이스는 Troll Tech사의 QTopia 1.5버전을 이용하여 구현하였다.

우선, 핸드오프 관리자의 소프트웨어 구조는 그림 5와 같다. 핸드오프 관리자는 크게 3개의 프로세스로 동작하게 된다. PPP 연결을 담당하는 PPP 데몬과 DHCP 클라이언트 데몬 역할을 담당하는 VDCHP, 핸드오프를 관리하는 핸드오프 관리자

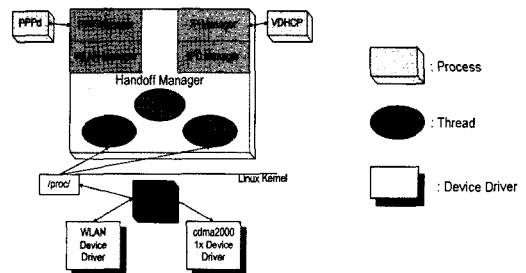
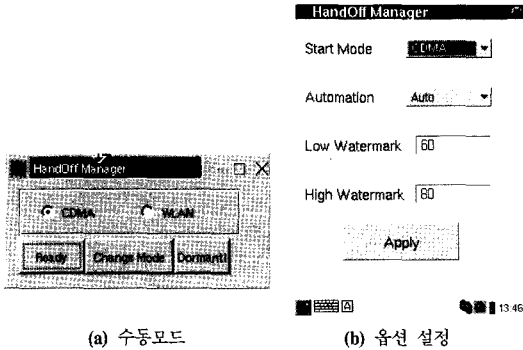


그림 5. 핸드오프 관리자의 소프트웨어 구조



(a) 수동모드

(b) 옵션 설정

그림 6. 단말의 사용자 인터페이스

구성된다. 핸드오프 관리자는 무선랜 모듈과 cdma2000 모듈의 네트워크 연결과 라우팅 테이블 구성을 관리하게 된다. 핸드오프 관리자는 다시 3가지 스레드로 구현된다. UI 스레드는 사용자 인터페이스를 담당한다. 신호 감지 (signal monitoring) 스레드는 무선랜의 신호세기를 감시한다. 데이터 감지 (data flow monitoring) 스레드는 핸드오프 시 데이터 송수신 내용을 모니터링 한다. 이 때 데이터 송수신이 일정 기간 없을 경우 단말의 상태는 idle 상태가 되고 기존의 핸드오프 시 설정되어있는 터널을 해제하고, 기존 연결된 네트워크와 새로운 연결을 시도하게 된다.

핸드오프 관리자는 사용자가 직접 모드를 결정할 수 있는 수동 모드와 무선랜 신호세기에 따라 접속할 망을 핸드오프 관리자가 선택해 주는 자동모드 두 가지로 나누어 구현하였다. 자동 모드의 경우 데몬 형태로 동작하며 설정에 따라 핸드오프를 수행한다.

수동 모드의 경우 그림 6(a)와 같이 직접 핸드오프 설정이 가능하다. 수동 모드에서는 설정 화일의 내용에 따라 소프트 핸드오프 모드와 하드 핸드오프 모드를 결정할 수 있으며, 라디오 버튼으로 핸드오프 할 망을 선택할 수 있다. 끊김 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 버튼

을 사용하지 않고 Ready 버튼으로 다른 망으로 핸드오프를 시도하게 된다. 하드 핸드오프 모드에서도 데이터 통신이 끝났을 때 Dormant 버튼으로 새 연결 설정이 가능하다.

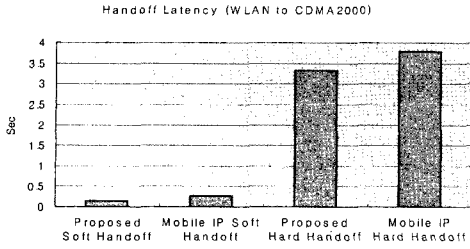
사용자의 설정 화면은 그림 6(b)와 같다. Start Mode는 단말 전원을 켰을 때 먼저 검색할 네트워크를 뜻한다. 그리고 Automation은 단말 핸드오프 방식이 자동 모드인지 사용자 지정모드인지를 결정한다. 핸드오프 시점을 결정하기 위해 Low Watermark와 High Watermark 두 가지 기준을 정하게 된다. 두 watermark와 무선랜의 신호세기를 비교하여 핸드오프를 결정하게 되며 소프트 핸드오프는 high watermark와 low watermark 두 수치를 모두 사용하고 하드 핸드오프의 경우 cdma2000에서 무선랜으로 핸드오프 시 high watermark를 반대의 경우 low watermark를 기준으로 사용한다. 기준이 되는 무선랜의 신호세기는 Linux의 /proc/wireless의 Link Quality(dB)값을 참고한다.

한편, PDSN 및 APC의 구현은 본 논문의 범위를 벗어나며, 실제 삼성전자의 cdma2000 시험망에서 구축되었다. 그러나, 성능 측정은 cdma2000 무선 접속을 직렬(serial interface)통신으로 에뮬레이션 한 환경에서 이루어졌음을 밝혀둔다.

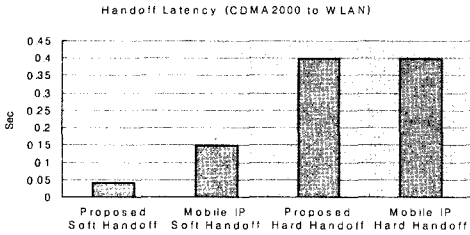
V. 성능 측정

성능 측정에는 많은 시간이 소요되어 실제 삼성전자 cdma2000 시험망을 이용하지는 못하였다. 그러나, BSS/PCF emulator를 Linux PC에 구현하여, 단말과는 serial port로 연결하고, PDSN과 IP로 연결함으로써 성능 측정을 수행하였다. 즉, cdma2000 무선 접속 부분이 serial interface로 대체된 것을 제외하면 동일한 환경에서 성능 측정이 이루어졌다.

본 논문에서 구현한 핸드오프 관리자의 성능을 비교하기 위해, 기존의 Mobile IP에 의한 소결합 연동 구조를 함께 구현하였다. 즉, Mobile IP 핸드오프를 위한 시스템과 단말을 추가로 구현하였다. 구현한 Mobile IP는 헬싱키 공과 대학의 Dynamics Mobile IP를 수정하여 사용했고 cdma2000과 무선랜 간 핸드오프를 위한 Mobile IP 사용을 위해서는 PDSN이 Mobile IP의 Foreign Agent의 기능을 지원하고 무선랜 측의 라우터에서 Foreign Agent의 기능을 지원한다.



(a). WLAN to cdma2000



(b) cdma2000 to WLAN

그림 7. 핸드오프 지연시간

우선, 그림 7은 다른 망으로 핸드오프 시 핸드오프 지연시간을 나타낸다. 무선랜에서 cdma2000망으로 핸드오프의 경우 PPP 설정 시간이 3초가량 소요된다. 따라서 하드 핸드오프의 경우 PPP 설정 지연이 끊어져 있기 때문에 핸드오프 지연시간이 된다. 그림 7에서 보듯이 제안하는 핸드오프 방법이 소프트 핸드오프 및 하드 핸드오프 모두 Mobile IP에 기반한 방법보다 작은 지연시간을 보임을 알 수 있고, 소프트 핸드오프의 지연시간이 매우 작음을 알 수 있다. 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.

그림 7의 핸드오프 지연시간은 제안하는 방안과 기존 Mobile IP 방안의 차이가 아주 많은 차이를 보이지 않았으나, 핸드오프 지연시간 내의 데이터 손실 측면에서는 터널을 이용하는 제안하는 방안이 우수하며 그림 8에서 이를 검증한다.

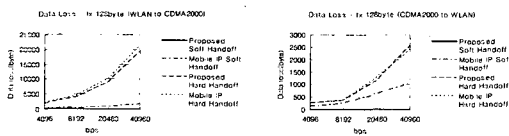


그림 8. 핸드오프시의 패킷 손실

그림 8에서 보듯이, 소프트 핸드오프의 경우 제안하는 방안은 데이터 손실이 거의 발생하지 않았다. 그러나, Mobile IP의 경우 기존의 연결을 해제하여야 새로 연결된 인터페이스로 Mobile IP 설정을 하게 되므로, 이러한 설정 시간에는 주소 할당이 안 되어있기 때문에 데이터 손실이 발생하게 된다. 하드 핸드오프는 기존의 연결을 끊고 새 연결을 설정하기 때문에 소프트 핸드오프보다 데이터 손실이 매우 큼을 알 수 있다. 또한, 핸드오프 지연시간의 결과와 같이 데이터 손실도 cdma2000망으로 핸드오프의 경우 제안하는 핸드오프 방법이 손실이 적었고 무선랜으로 핸드오프의 경우 제안하는 핸드오프 방법이 Mobile IP와 서로 비슷하거나 조금 나은 결과를 보였다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 cdma2000망과 무선랜의 연동방안과 연동시의 끊김 없는 서비스를 위한 고속 핸드오프 방안을 구현하였다. 제안하는 연동방안에서 무선랜의 IWU의 역할로 APC를 두어 밀결합 연동을 시도했고 PDSN과 APC간 사설 터널의 설정으로 기존의 Mobile IP보다 효율적인 성능을 발휘 하였다. 그리고, PDA 형태의 단말에 이 기능을 구현하여 실제 동작을 검증하였으며, 성능 측정을 통해 우수함을 보였다. 특히, 무선랜의 신호 세기에 따라 자동으로 핸드오프를 수행하는 자동 모드와 사용자가 직접 제어 할 수 있는 수동 모드 두 가지를 구현하였다. 한편, 본 논문에서 제안한 단말과 시스템은 삼성전자의 cdma2000 실험망에서 기능을 검증하였으며, 에뮬레이터 환경에서 성능을 검증하였다.

향후, 버티컬 핸드오프 시의 인증, 보안, 과금 체계에 대한 연구를 통하여 구현에 보완할 계획이다. 실제 상용망에서 운용되기 위해서는 이러한 사항이 필수적이기 때문이다. 또한 QoS에 관한 연구를 진행하여 구현에 포함시킬 계획이다. 그리고 현재 표준화가 진행 중인 휴대 인터넷(WiBro)의 인터페이스가 추가 된다면 휴대인터넷 망으로의 핸드오프 지원도 본 논문의 방안에 의해 지원될 수 있으며, 쉽게 구현될 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] A. K. Salkintzis, "Interworking Techniques and Architectures for WLAN/3G Integration

Toward 4G Mobile Data Networks," IEEE Wireless Communications Magazine, Vol. 11, No.3, pp. 50-61, 2004.

[2] H. Luo, Z. Jiang, B.J. Kim, and P. Henry, "Integrating Wireless LAN and Cellular Data for the Enterprise," IEEE Internet Computing Magazine, Vol. 7, No. 2, pp. 25-33, 2003.

[3] 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 Magazine, Vol. 41, No. 11, pp. 90-100, 2003.

[4] K. Ahmavaara, H. Haverinen, and R. Pichna, "Interworking Architecture between 3GPP and WLAN Systems," IEEE Communications Magazine, Vol. 41, No. 11, pp. 74-81, 2003.

[5] 3GPP, "3GPP system to WLAN interworking: Functional and architectural definition," 3GPP TR 23.934, Aug, 2002.

[6] Massimo Bernaschi, Filippo Cacace, "Vertical Handoff Performance in heterogeneous networks," Proc. of IEEE ICCPW, 2004

[7] Qian Zhang, Chuanxiong Guo, "Efficient Mobility Management for Vertical Handoff between WWAN and WLAN," IEEE Communication Magazine, pp. 102-108, Nov. 2003.

[8] Rajiv Chakravorty, Pablo Vidales, "Performance Issues with Vertical Handovers - Experiences from GRPS Cellular and WLAN Hot-spots Integration," Proc. of IEEE PERCOM'04, 2004.

[9] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3344, Aug., 2002.

[10] R. Droms, "Dynamic Host Configuration Protocol," IETF RFC 2131, Mar., 1997.

[11] W. Simpson, "The Point-to-Point Protocol (PPP)," IETF RFC 1661, Jul., 1994.

[12] 조진성, 김정근, "연속적인 서비스를 위한 휴대 인터넷과 cdma2000 이동통신망의 연동 방안," 한국통신학회논문지, Vol. 29, No. 11B, 2004.

[13] 김석훈, 김철홍, 조진성, 장홍성, 유인태, 박성수,

이동학, 정원석, "3G-WiBro 고속 핸드오프를 위한 연동방안," 한국통신학회논문지, Vol. 30, No. 5B, 2005.

김 준 하 (Jun Ha Kim)

정회원



2004년 경희대학교 컴퓨터공학과 학사

2006년 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사

2006년~현재 : 삼성전자 정보통신총괄 무선사업부 근무중

<관심분야> 무선망통합, 이동통신

신 시스템

조 진 성 (Jinsung Cho)

정회원



1992년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사

1994년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사

2000년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사

1998년 IBM T.J. Watson Research

Center Visiting Researcher

1999년 9월~2003년 삼성전자 책임연구원

2003년~현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 조교수

<관심분야> Mobile Computing & Network,

Embedded System & Software

김 태 현 (Taehyou Kim)

정회원



1994년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사

1996년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사

2001년 서울대학교 대학원 전기 컴퓨터공학부 박사

2001년~2005년 지씨티 리씨치

책임연구원

2005년~현재 : 서울시립대학교 기계정보공학과 조교수

<관심분야> Wireless Computing & Network,

Embedded Systems, Real-Time Systems

이 지 철 (Jicheol Lee)

정회원



1995년 포항공과대학교 전자계산
학과 학사
1998년 포항공과대학교 대학원
전자계산학과 석사
1998년~2000년 삼성전자 선임연
구원
2001년~2004년 포디홈네트(주)

네트워크 팀장

2004년~현재 삼성전자 책임연구원
<관심분야> 모바일 네트워크 및 시스템

이 성 원 (Sungwon Lee)

정회원



1994년 경희대학교 전자계산공학
과 학사
1996년 경희대학교 전자계산공학
과 석사
1998년 경희대학교 전자계산공학
과 정보통신전공 박사
1999년~현재 : 삼성전자 정보통

신총괄 연구원

<관심분야> 이동통신 시스템, MAC계층설계/개발

이 상 도 (SangDo Lee)

정회원



1999년 경북대학교 전자공학과
학사
2001년 경북대학교 전자공학과
석사
2001년~현재 : 삼성전자 정보통
신총괄 연구원
<관심분야> IP 네트워크, 이동통

신시스템, 무선채널