

휴대 인터넷 기술이 접목된 RFID에 대한 탐색적 소고

(Wibro RFID를 중심으로)

□ 강장묵, 정조남/세종대학교 전자 정보공학대학 컴퓨터공학과

I. 서론

차세대 통신 기술로 등장한 휴대 인터넷(WIBRO), DMB, 이동전화의 HSDPA(High Speed Down-link Packet Access)방식 등은 “휴대 인터넷 단말기를 이용하여 정지 및 이동 중에서도 언제, 어디서나 고속으로 무선 인터넷 접속이 가능한 기술”로서 유비쿼터스 네트워크 환경을 지향한다. 따라서 차세대 통신 기술은 T2T(Things to Things) 등 유비쿼터스 네트워크 환경을 지원하는 기반 기술로 발전해 나갈 것이며 다양한 기술 간의 융합이 예상된다.

장래 차세대 통신 기술은 통신과 방송의 융합, 유선과 무선의 통합으로 디지털 컨버전스 시대를 주도해나갈 전망이다. 특히 유선통신을 바탕으로 한 휴대 인터넷과 무선통신을 바탕으로 한 이동통신이 치열한 경쟁을 할 것으로 예상된다.

구체적으로는 휴대인터넷은 초고속 인터넷의 보완재의 개념으로 VoIP와 IP-TV와 같은 다양한 어플리케이션을 추가해나갈 것이고, 이동통신은 HSDPA 방식에서의 발전에 따른 대용량 콘텐츠를 제공할 것이다. DMB는 IP-TV 등과 경쟁력을 유지하기 위하여 양방향성을 제공받을 수 있도록 이동통신과의 제휴가 요구되어진다. 이와 같은 기술변화는 다양한 통신기술들의 결합을 통하여 새롭게 추가되는 기술의 장점을 도입하고 기존의 기술의 단점을 최소화할 수 있는 방향으로 다양한 기술 간의 융합이 모색되고 있다.

이와 같은 기술 환경의 변화 속에서 RFID는 유비쿼터스 센싱 네트워크(USN : Ubiquitous Sensing Network, 이하 USN으로 표기함)를 구축하는 기본 인프라로 자리매김할 전망이다. 따라서 RFID와 휴대인터넷(Wibro : Wireless Broadband Internet, 이하 WiBro로 표기함)의 접목은 각 기술의 장점을

도입하여 경쟁력을 강화하고 새로운 서비스를 구현할 수 있는 의미있는 시도가 될 것이다. 이미 KT 등에서는 이와 같은 가능성을 탐지하고 서비스 등을 위한 태스크포스 팀을 운영하고 있다.

본 소고에서는 이와 같은 기술 환경을 반영하여 두 가지 기술에 대한 개요와 접목된 WiBro RFID에 대하여 탐색적으로 고찰하여 기술이 가지는 장점들이 어떻게 구현되는지를 살펴보았다.

II. 차세대 통신 기술의 개요

1. WiBro의 기술 개요

WiBro란 휴대 인터넷, 무선 광대역 인터넷, 무선 초고속 인터넷 등으로 불리는 서비스로 WiBro 단말기를 이용하여 정지 및 이동 중에도 언제, 어디서나 고속으로 무선 인터넷 접속이 가능한 서비스로 정의된다.[1]

우리나라의 WiBro는 한국정보통신기술협회(ITT)를 중심으로 2003년 6월부터 표준화를 추진하였다. 상용화될 경우 개인컴퓨터, 노트북 컴퓨터, PDA, 차량용 수신기 등에 WiBro 단말기를 설치하여 시속 60km 이내로 이동하는 자동차 안에서도 이동전화처럼 자유롭게 인터넷을 이용할 수 있으며 지속적인 기술 개선으로 이동 속도와 전송 속도는 더욱 향상될 전망이다.

이와 같은 WiBro 서비스는 저속주행 중인 다양한 공공 교통 서비스에 확대·적용될 수 있으며 어디에서나 네트워크 환경을 지원한다는 의미에서 유비쿼터스 네트워크의 특징을 반영하는 차세대 기술이다.

이와 같은 유비쿼터스 네트워크 환경에서 WiBro

는 크게 데이터 전용 인터넷 서비스와 음성을 포함한 서비스를 고려할 수 있다.

첫째, 데이터 전용의 서비스란 노트북이나 PDA를 이용하여 이동 중 인터넷을 사용할 수 있도록 하는 서비스이다. 무선 랜의 핫스팟 보다 진보된 이동형 초고속 인터넷 서비스를 구현할 수 있어야 기존의 경쟁에서 유리할 것으로 기대된다.

둘째, 음성 서비스는 이동통신 사업자와의 제휴에 의해 듀얼 모드의 단말기를 통한 음성 서비스를 제공하는 것과 VOIP를 통해 음성 서비스를 제공할 수 있다. WiBro는 현재 서비스 중인 이동 통신은 물론 차세대 이동 통신 서비스까지 경쟁의 관계가 성립될 것으로 예측되며 본 소고에서는 이러한 연유로 DMB, 이동통신 기술에 대한 개요를 추가적으로 살펴본다.

2. DMB의 기술 개요

DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 서비스란 일반적으로 라디오 방송을 디지털화하여 문자방송, 무선평출, 정지영상, 동영상 등의 멀티미디어 데이터 서비스를 실현하는 기술을 의미한다. 이러한 DMB는 지상파 DMB(Terrestrial DMB)와 위성 DMB(Satellite DMB)로 나누어 볼 수 있다.

위성 DMB는 위성을 통하여 방송 콘텐츠를 송출하여 가입자들이 옥외 또는 이동 중에 개인 휴대용 장치 또는 차량용 수신기 등을 통하여 CD 음질 수준의 오디오 방송 또는 다양한 멀티미디어 동영상 방송을 여러 채널로 청취하거나 시청할 수 있는 방송 서비스를 뜻한다. 또한 위성 DMB 서비스는 이동통신망을 리턴 패스(return path)로 이용할 경우 양방향 서비스가 가능한 통신과 방송의 융합 서비스를 구현할 수 있다.[2]

위성 DMB는 수신 방식에 따라, 첫째 위성 안테나를 통하여 수신하는 방식과 둘째 위성 중계국의 중계를 통해 수신하는 방식이 있다. 위성 안테나를 통하여 수신하는 방식을 직접 수신 방식이라 부르고 중계국의 중계를 거치는 방식을 간접 수신 방식이라 부른다. 간접 수신 방식에는 차량에서 사용하여 텔레매틱스(Telematics) 서비스로 활용할 수 있다.

지상파 DMB는 2001년 8월 차세대방송표준포럼에서 최초로 표준에 대한 공식적인 연구를 시작하였다. 그 후 2005년 12월 1일 수도권에서 5개 지상파 DMB 사업자가 본 방송을 개시하였다.

우리나라는 유럽식의 Eureka-147을 표준방식으로 결정하였는데, 이는 미국 방식인 IBOC와 미국 방식을 변형한 IBAC와의 비교평가에서 방송 서비스를 실시할 정도의 완성도가 높은 것으로 평가되었기 때문이다.

향후 DMB의 경우 영화, 동영상, TV 시청 등과 오디오, 데이터 방송이 주된 서비스가 될 전망이다. 일반적으로 DMB 서비스가 제한적인 양방향성을 가지는 것에 반해 WiBro 기술은 완벽한 양방향성을 제공한다. 동영상을 수신하는 방식은 DMB 서비스는 일대다(1:N)의 방송방식, WiBro 기술은 일대일(1:1)의 통신 방식을 따른다.

따라서 소비자의 선호도에 따라 메신저, 문자 채팅 등을 많이 사용하는 연령층은 WiBro 기술을, 영상물에 익숙하고 경제력이 있는 소비자는 DMB 기술을 채택한 단말기를 선호할 것이다.

3. 이동통신의 개요

이동통신 기술은 cdma2000 1x와 EV-DO의 기술을 바탕으로 제공되고 있다. 이동통신의 발전단계로 살펴볼 때, 3.5G 통신 기술인 3GPP의

WCDMA(R5) 표준 규격인 HSDPA가 유력하다.[3]

HSDPA와 EV-DO를 비교해보면, HSDPA가 넓은 대역폭과 빠른 하향 전송 속도를 제공한다. 하향 전송 속도인 다운로드의 경우, HSDPA가 14Mbps로 EV-DO보다 7배 정도 효율적이다. 이와 같은 장점은 빠른 속도로 이동 중에 대용량의 멀티미디어의 다운로드와 고속 인터넷 사용이 가능하게 될 전망이다. 이동 통신은 셀 반경이 1km-3km로 넓으며, 음성 및 무선 인터넷 서비스를 250km/h까지의 고속에서도 가능하다는 장점을 가지고 있다.

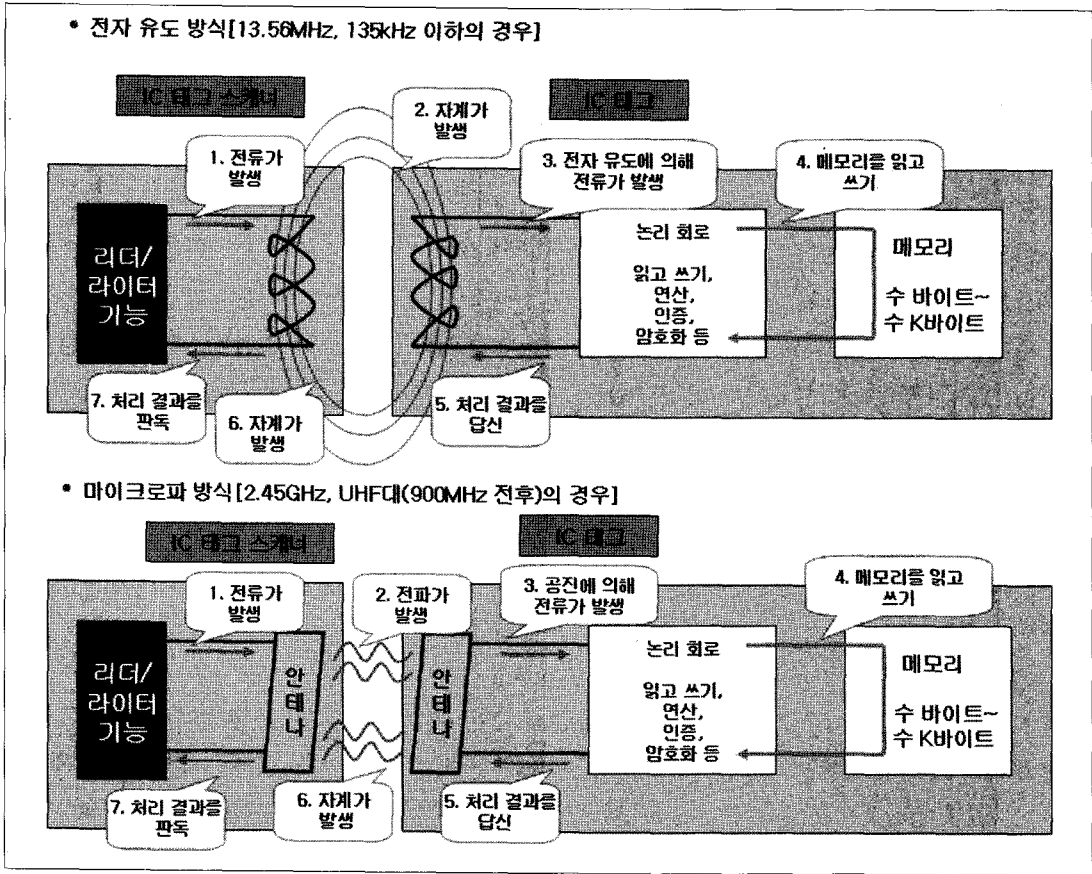
장래에 WiBro 기술은 기존의 이동통신망을 이용하여 음성통신 서비스를 제공할 수 있다. 이를 위해서는 음성의 무선재판매, MVNO(Mobile Virtual Network Operator)의 형태로 서비스, 이동통신 사업자와의 제휴 등에 의해 가능할 것이다. 이는 기술의 발전에 따른 서비스의 진화의 관점에서 이해될 수 있으며 다양한 융합은 시장 환경에 따라 변화할 것이다.

III. RFID 기술의 개요

1. RFID의 정의

RFID(Radio Frequency Identification)는 전용의 리더(reader)와 라이터(writer) 장치의 요구에 따라 내장 메모리로부터 데이터를 읽거나 외부로부터 데이터를 기록할 수 있는 장치를 뜻한다. 즉 초소형 칩(IC칩)과 무선 통신을 통해 사람과 사람, 사람과 동식물, 사람과 상품, 사람과 사물, 사람과 인공 및 자연 환경 등 다양한 개체의 정보를 관리할 수 있는 차세대 인식 기술이다.[4]

RFID는 생산에서 판매에 이르는 전 과정의 정보



〈그림 1〉 RFID의 통신 방식[5]

를 IC칩에 내장시켜 이를 무선주파수로 추적할 수 있도록 한 기술로서, 전자태그, 무선식별, 전자 라벨, 스마트 태그, 스마트 카드 등으로 불린다. 본 소고에서는 RFID로 통일하여 부른다.

2. RFID의 구성, 분류 그리고 통신 방식

RFID의 기술적 구성 요소로는 가로, 세로 2mm 보다 작은 초소형의 무선 통신 초소형 칩(IC칩)과 안테나로 구성된다. 보다 세분화하여 살펴보면 RFID는 판독 및 해독 기능을 하는 리더 장치와 정보를 제공하는 태그(tag)로 구성된다. 예를 들면, 제품에 붙이는 태그에 생산, 유통, 보관, 소비의 전 과정에 대

한 정보를 담고, 리더 장치로 하여금 RFID 안테나를 통해서 태그 정보를 읽도록 한다. 또는 이동전화나 인공위성 그리고 휴대용 개인 단말기(PDA, MP3, Notebook, Digital camera 등)와 연계된 정보시스템(RFID 시스템을 구성하는 서버)과 통합하여 사용된다.

최종 제품으로 분류하면 카드형, 코인형, 종이에 안테나를 인쇄한 실 형태 등 형태나 크기가 다양하다. 건전지의 내장 여부로 분류하면 크게 비접촉형(건전지를 내장하는 것, 능동형)과 접촉형(내장하지 않는 것, 수동형)으로 나누어진다. 현재는 접촉형이 주류가 되고 있다. 비접촉형은 무선 통신의 거리는 늘어나지만 사용 기간의 제한과 제조비용이 높아지

는 제약으로 특정 환경에서만 사용하는 추세이다.

RFID는 무선통신의 방식에 따라 마이크로파 방식과 전자 유도 방식으로 분류된다. 즉 무선 통신의 방식은 (그림 1)과 같이 무선 주파수에 따라 분류할 수 있다. 무선 주파수는 125k~135kHz와 13.56MHz의 전자 유도 방식, 2.45GHz의 마이크로파 방식이 사용되고 있다.

전자 유도 방식은 자계의 발생에 의해 전류가 발생하는 '전자 유도'를 (그림 1)과 같이 이용한다. RFID 리더기의 코일에 전류가 흐르면 자계가 발생하고 그 자계에 의해 RFID 내의 코일형 안테나에 전류가 발생한다. 이 전류에 의해 RFID 태그가 활성화 된다.

마이크로파 방식은 전파를 이용해 신호를 주고받는 방식이다. 리더기의 안테나에서 발생시키는 전파를 RFID 태그의 안테나가 수신하고 안테나 내부 공진에 의해 전류가 발생한다.

3. RFID 정보 발신원에 따른 분류[6]

RFID 시스템은 태그에 의한 정보 발신원에 따라 크게 인간, 상품, 환경의 3종류의 정보 발신원으로 분류할 수 있다.

첫째, 인간이 발신하는 것은 개인 식별 번호와 같은 자신에 관한 개인 정보 등이다. 정보가 저장된 RFID 태그를 가지고 다니거나 몸에 이식함으로써, 개인의 행동, 이력, 라이프스타일 등의 정보를 네트워크를 통해 서버에 전송할 수 있다. 특히 대중교통 사용 이력, 종업원의 회사 빌딩의 출입 관리, 운전면허증 및 여권 등에 RFID 태그가 삽입된 신형 카드의 적용이 전 세계적으로 늘어갈 전망이다.

둘째, 상품에 의한 발신은 물류를 시작으로 최대의 수요가 예상되는 응용 분야이다. 일단 본격적인

적용이 시작되면 모든 상품에 부착될 태그가 수십억 개~수 천억 개라는 큰 수요가 예상된다. 이미 전 세계에서는 1년에 수 십 조개에 달하는 상품이 만들어지고, 그 중 일부에 시범적으로 RFID 태그를 붙이고 있는 실정이다. 따라서 가까운 장래에 RFID 태그와 연동하여 네트워크에 연결되는 상품은 수 조개가 된다. 더욱이 RFID 시스템과 태그 부착을 통한 사회 시스템이 정착하게 되면 RFID의 수요가 급격히 증가할 것으로 예상된다. 이미 대형 유통업체가 물류의 효율화를 목표로 도입을 결정하였으며, 택배나 항공 수화물과 같은 분야에서도 RFID 태그의 적용이 시도되고 있다.

셋째, 사람과 상품에 부착된 RFID 태그에 의해 많은 상품이나 사람에 관한 정보의 발신이 시작되면, 그 주변을 둘러싸는 자연 및 인공의 환경도 점점 변화되어 간다. 즉, 도로의 전봇대나 보도, 빌딩 벽이나 바닥 그리고 나무나 잔디 등에 RFID 태그를 설치하거나, 도심의 주요 도로 아스팔트 속에 RFID 태그를 설치함으로써 주위의 환경 정보를 네트워크에 발신하도록 한다.

RFID 태그의 사용영역이 인공 및 자연 환경으로 확장되면 거리를 걸으면서 실시간 정보를 얻을 수 있는 환경을 구축할 수 있다. 이와 같은 인공 및 자연 환경에 RFID 태그가 심어지게 되면 인간에게 최적화된 서비스를 지원하기 위해 환경이 인간에게 다가오는 유비쿼터스 시대를 열게 될 것이다. 즉 유비쿼터스 시대 이전에는 사람이 필요한 서비스를 제공받기 위하여 사람이 직접 특정한 환경으로 이동하여야 했다. 그러나 인공 및 자연 환경에 유비쿼터스 기술을 심게 된다면 사람의 이동에 따라 인공 및 자연 환경이 따라와 필요한 서비스를 준비하는 상황인지와 조용한 기술이 구현될 것인데 그 핵심 기술이 RFID이다.

〈표-1〉 고정형 RFID와 이동형 RFID의 비교[7]

비교 항목	고정형 RFID	이동형 RFID
정의	리더기의 고정 설치, 이동하는 RFID 태그로 인한 인식	RFID 태그 고정 설치, 리더기가 내장된 휴대용 단말기로 인식
시스템의 구축 비용	리더기 및 설치 공사비	대상물에 저가의 RFID 태그 부착, 기존의 휴대용 단말기에 리더기능을 추가
운영센터 미들웨어	대용량 처리, 복잡한 필터링 등의 고기능	단순 기능
운영 비용	리더기의 통신 회선료 및 유지 보수	리더기를 단말기에 내장
프라이버시 위협	큼	적음
사업	물류, 공공, 복지 서비스	인터넷 콘텐츠 연계 및 엔터테인먼트

IV. WiBro RFID 기술의 개요

2. WiBro RFID 기술의 개념

1. Mobile RFID의 개요

지금까지 RFID 기술은 RFID 태그의 형태에 따라 수동형(Passive RFID)과 능동형(Active RFID) 기술로 분류하였다. 이는 태그에 건전지가 내장되는 여부로 분류된 것이며 다른 용어로는 리더기와 RFID 태그의 접촉방식에 따라 접촉형과 비접촉형으로 불리기도 한다.

하지만 RFID 기술도 계속 발전 중에 있는 기술로서 분류하는 기준에 따라 다양한 종류로 나뉘질 수 있다. 본 소고에는 리더기의 형태에 따라 고정형(Fixed RFID)과 이동형(Mobile RFID)으로 분류한다. 따라서 WiBro기술이 접목된 RFID 기술은 이동형 RFID에 채택할 수 있다. 고정형과 이동형의 RFID를 비교하면 [표 1]과 같다.

WiBro RFID는 WiBro단말기에 소형 RFID 리더기를 내장하여 WiBro단말기를 통하여 RFID 태그를 읽고 다양한 서비스를 이용할 수 있도록 하는 것을 뜻한다. 여기서 모바일 RFID 기술과는 WiBro 단말기를 사용함으로써 이동 전화기보다 넓은 화면, 빠른 데이터 전송 속도, 저렴한 요금 등의 장점을 가지고 있다.

[표 2]와 같이 이동형 RFID는 기존의 이동전화로 단말기가 제한되지만, WiBro RFID는 디지털 기기 중에서 WiBro 서비스가 가능한 모든 단말기에 구현할 수 있는 장점이 있다. 특히 노트북 등 개인 컴퓨터에 RFID 리더기를 내장함으로써 넓은 화면을 통해 편리한 인터페이스를 제공할 수 있다. 또한 현재 이동 전화 등에서의 데이터 이용, 인터넷 이용 등의 요금이 높게 책정된 것에 비하여 저렴한 비용으로 고

〈표-2〉 이동형 RFID와 WiBro RFID의 비교

비교 항목	이동형 RFID	WiBro RFID
요금	높음	낮음
단말기 형태	이동전화	노트북, PDA 등
단말기 화면의 크기	작음	단말기에 따라 다름, 전반적으로 큼
전송 속도	하향 : 14.4 M 상향 : 5.76 M	하향 : 20 M 상향 : 6M

품질의 콘텐츠를 활용할 수 있다는 측면에서 다가오는 UCC(User Created Contents)환경에 최적화된 기술로 사료된다.

3. WiBro RFID 기술의 응용

WiBro RFID는 WiBro 망의 이동성, 광대역성의 특징을 활용하여 다양한 이동형 RFID 서비스를 구현할 수 있는 기술이다.

특히 WiBro 단말기는 기존의 단말기에서 제공하기 힘든 넓은 화면, 빠른 데이터 처리, 빠른 전송 속도, 프라이버시의 위협이 거의 없음 등이 다른 기술과는 차별된다. 특히 프라이버시에 대한 위협이 적다는 특징은 유비쿼터스 네트워크 환경에서 침해한 문제로 대두될 개인 정보 노출 및 프라이버시 위협이라는 역기능을 최소화할 수 있는 기술적인 대안으로 각광받을 수 있을 것으로 사료된다. 프라이버시 문제는 기업이 서비스를 구현하기 이전에 반드시 프라이버시 영향 평가, 프라이버시 민감도 분석 등 프라이버시에 관한 위협을 사전적으로 점검하고 예방해야한다는 측면에서 WiBro RFID의 효용성을 높일 전망이다. 특히 아래와 같이 구체적으로 실현 가능한 서비스를 제공할 때 염려되는 프라이버시의 침해 문제를 해결한 기술적 솔루션으로서 WiBro RFID는 다양한 응용 서비스와 시장 경쟁력을 가지게 될 것이다.

구체적으로 가능한 서비스로는 상품의 진품 여부를 확인하는 서비스, 자녀 및 노인의 안심한 귀가 서비스, CD 및 DVD의 음반 듣기 서비스, 유비쿼터스 커머스 서비스, 버스 노선 안내 서비스, 도로 및 정거장에 대한 정보 제공 서비스, 할인 쿠폰 제공 서비스, 할인 주차증 제공 서비스, 이동 중 실시간 광고 및 쿠폰 발행 서비스, 차량 정보 제공 서비스 등을

구현할 수 있다.

즉 지도 보기, 물건 구매, 정보 조회, 메시지, 북마크 등의 서비스를 프라이버시의 위협 없이 구현할 수 있으며 다양한 응용 서비스가 가능하다.

V. 결론

유비쿼터스 네트워크 환경은 기존의 유선 환경에서 이동성을 극대화시켜 실시간 서비스를 가능하게 하여 언제 어디서나 이음새 없는(seamless) 서비스를 가능하게 할 것이다. 특히 유선과 무선의 통합, 통신과 방송의 융합 등 다양한 기술 간의 벽의 사라지고 융합하여 새로운 블루오션(blue ocean) 기술을 창조할 것이다.

따라서 현재 태동하고 있는 WiBro라는 경쟁력 있는 기술과 RFID라는 USN을 위한 기반기술의 융합은 WiBro RFID라는 새로운 용어와 기술적 가능성으로 검토해볼 수 있다.

WiBro RFID는 기존의 WiBro의 장점을 극대화하여 넓은 화면, 저렴한 요금, 높은 통신 효율성을 제공할 것이다. 동시에 RFID의 아킬레스건으로 보 급화에 가장 큰 걸림돌이 되고 있는 개인정보 및 프라이버시의 위협이라는 단점을 RFID의 휴대용 리더기의 기능을 통한 서비스 구현을 통하여 최소화 하였다.

이처럼 새로운 두 가지 이상의 기술이 단순한 결합의 성격을 넘어 프라이버시 문제를 해결하고 저렴하면서도 빠른 전송속도를 가지고 넓은 화면을 제공하는 단말기라는 새로운 기술적인 가치를 실현할 수 있다는 측면에서 WiBro RFID는 전망이 밝은 기술이다. 유비쿼터스 네트워크 환경에서의 기술은 과거와 비교할 수 없는 새로운 보안의 취약점에 노

출될 것으로 예상되며 특히 개인에게 특화된 경쟁력있는 서비스를 제공하고 제공받기 위해 이동하는 개인정보에 대한 수집은 필수불가결한 요구사항인 만큼 그 위협은 심각한 수준이 될 것으로 전망된다. 이와 같이 예상되는 문제점을 해결하기 위한 기술적인 대안으로 WiBro RFID는 선택될 수 있으며 특

히 개인정보를 보호하기 위한 암호 및 인증 프로토콜을 노트북 등의 빠른 CPU를 가진 단말기서 처리할 수 있다는 장점이 있다.

본 소고를 통하여 WiBro RFID에 대한 관심과 기술개발에 많은 관심을 가지는 계기가 되기를 기대한다.

● 참고 문헌 ●

- [1] 홍대형, 강중구, 조용수, "2.3GHz 휴대인터넷 기술의 국내 표준화", TTA저널, 제 92호, pp. 109-114.
- [2] 김수현, "위성 디지털 멀티미디어 방송서비스의 산업파급효과", SK Telecom, Telecommunications Review, 제13권 제1호, pp. 576-583.
- [3] 육준연, 이동주, 최홍식, "와이브로와 HSDPA 도입에 따른 시장변화와 경쟁관계 분석", 한국경영정보학회, 춘계학술대회, 2006권, 2006, p. 843.
- [4] 강장묵, 「강교수의 UC특강(유비쿼터스 컴퓨팅과 개인정보)」, 인터뷰전, 2006, pp. 10-30.
- [5] Keizo Watanabe 외 7인, 「유비쿼터스 RFID」, 성안당, 2005, p. 24의 표 인용
- [6] 강장묵, 이재홍, "RFID 시스템 환경 하에서 프라이버시의 위협과 기술적 보호에 관한 탐색적 소고", 국제통상정보학회, 추계학술대회, 2006.
- [7] 김석훈, 송순용, 정현섭, "KT의 와이브로 RFID 서비스 개발", IT서비스 학회, 2006추계학술대회, 2006, [표 2]의 수정 인용.

필자 소개



강 장 묵

- (현) 세종대학교 컴퓨터공학과 교수
- 고려대학교, 상명대학교, 서울여자대학교, 서울디지털대학교, 서경대학교 등 출강
- 고려대학교 석사, 공학박사(정보보호 전공)
- 연구분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅(AR), 프라이버시(PET), 저작권(UCC)



정 조 남

- (현) 세종대학교 컴퓨터공학과 교수
- 인하대학교, 서울여자대학교, 서경대학교 등 출강
- 서울기능대학 전임교수
- 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
- 인하대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
- 연구분야 : 컴퓨터비전, 유비쿼터스, 인터넷 교육등