

LBS를 위한 무선인터넷 지역방송 시스템

Wireless Internet Broadcasting System for LBS

오종택*, 이봉규**

Jong-Taek Oh, Bong-Gyou Lee

요약 인터넷을 기반으로 하는 정보방송 서비스가 널리 확대되고 있으나, 인터넷 프로토콜 고유의 한계로 인해 사용상에 제한이 있다. 본 논문에서는 기지국에 IP 주소변환 기능을 도입한 액세스망에서의 인터넷 방송 기술과 이를 이용한 위치기반서비스가 제안되었다. 수신기에 IP 주소가 할당되지 않아도 되며, 사전에 서버의 주소를 몰라도 정보를 수신할 수 있으며, 서버의 부하나 통신망 트래픽이 대폭 감소되는 장점이 있다.

ABSTRACT In spite of widely deploying information broadcasting services based on Internet, there are some limitations to use them due to the bound of Internet protocol. In this paper, a new Internet broadcasting technology for access network and Location Based Services are proposed by employing IP address translation function in base station. There are some advantages such as: no need to allocate IP address to receiver, no need to know web site address, and reduction of traffic for server and network.

주요어 : 위치기반서비스, 인터넷 방송 **Key word** : LBS, Internet broadcasting

1. 서론

인터넷을 통한 정보검색 및 교류가 급속하게 진행되고 있고, 향후에는 거의 모든 서비스 플랫폼이 인터넷을 기반으로 할 것으로 예측된다. 인터넷은 인터넷 프로토콜, 즉 IP나 TCP, UDP 등의 프로토콜을 사용하여 데이터통신을 수행하며, 기본적으로 IP 데이터그램을 목적지 노드로 전달하는 데는 세 가지 방식이 사용된다. 첫 번째는 유니캐스팅(unicasting) 방식으로 통신 노드간에 일대일로 데이터그램을 전송한다. 송신하는 데이터그램의 헤더에 목적지 IP 주소를 설정하면 인터넷 라우터들을 경유하여 목적지 노드에 전달되는 방식이다. 현재 인터넷에서 사용자의 정보를 데이터그램으로 전달하는데 사용되는 거의 유일한 방식이다. 즉, 현재의 인터넷 서비스는 일대일통신 서비스를 기반으로 하고 있다. 두 번째로는 멀티캐스팅(multicasting) 방식이다. 이 방식은 IGMP (Internet Group Management Protocol)을 사용하여 멀티캐스팅 사용자가 멀티캐스

팅 라우터에 멀티캐스팅 데이터그램의 수신을 등록하면, 멀티캐스팅 라우터가 멀티캐스팅 데이터그램을 수신하여 멀티캐스팅 사용자에게 전달해주는 방식이다. 이 방식이 인터넷을 통한 데이터그램의 방송 서비스에 가장 적합하지만, 멀티캐스팅용 IP 주소가 적고, 모든 인터넷망이 멀티캐스팅 라우터로 구성되어야 하므로 현실적으로 데이터 방송용으로는 사용이 불가하다. 따라서 현재 실시되고 있는 인터넷 방송도 유니캐스팅 방식을 사용하고 있다. 이런 문제를 해결하기 위해, 유니캐스팅 방식과 멀티캐스팅 방식을 혼합한 방식이 제안되기도 하였다.[1] 세 번째로는 브로드캐스팅(broadcasting) 방식이다. 목적지 IP 주소를 모두 1로 설정하면, 즉 255.255.255.255로 하면 라우터는 모든 출력포트로 데이터그램을 복사하여 전송한다. 또한 모든 수신기 노드는 방송용 데이터그램에 대해서 수신을 한다. 그러나 이 방식은 네트워크에 너무 많은 통신 트래픽을 발생시키므로 실제로 사용자 정보를 포함한 데이터그램의 전송에는 사용되지 못하고 대부분

* 한성대학교 정보전산학부 조교수

** 한성대학교 정보전산학부 부교수

jttoh@hansung.ac.kr

bong97@hansung.ac.kr

의 라우터들도 이 기능을 제공하지 않고 있다.

인터넷 프로토콜을 이용한 인터넷 서비스에는 기본적인 한계가 있다. 우선 거의 모든 통신 서비스가 유니캐스팅 방식을 사용하므로 송수신 노드에 각각의 고유한 IP 주소가 설정되어 있어야 한다. 현재와 같이 IP 주소의 수가 충분하지 않은 상황에서 수많은 PC나 PDA, 휴대폰 등에 고유의 IP 주소를 배정한다는 것은 불가능하다. 따라서 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)와 같은 임시로 IP 주소를 할당하는 프로토콜을 사용해야 하고, 더구나 통신 노드가 이동하는 경우에는 서브넷 주소와의 일치치를 위하여 IP 주소의 변경과 관리가 불가피하다. 따라서 모바일 컴퓨팅 환경에서 인터넷 서비스의 범위와 그 편의성은 매우 제한적이다.

또한 현재의 거의 모든 인터넷 서비스는 클라이언트-서버 모델의 방식을 사용한다. 즉, 단말기에서 인터넷 프로토콜과 인터넷망을 통해 인터넷 서비스 서버에 접속하여 원하는 데이터를 검색하고 수신하는 형태이다. 따라서 사용자가 특정 인터넷 서비스를 받으려고 하면, 반드시 사전에 해당하는 서비스 서버의 주소를 알아야 한다. 즉 특정 서비스 서버의 IP 주소와 해당 서비스의 포트번호를 알아야 원하는 서비스를 제공받을 수 있다. 이 경우 사용자가 미리 서버의 주소를 모르거나 서버의 주소가 동적으로 변경되는 경우에는, 해당되는 서버의 주소를 찾기 위한 추가적인 조작이 있어야 한다. 이 경우 보행자나 차량 안에서 운전 중에 사용하는 경우와 같은 모바일 컴퓨팅 환경에서는 사용이 매우 어렵다.

또한 인터넷 서비스가 유니캐스팅 방식으로 서비스 서버에 접속하는 사용자의 수가 많을 경우 서버와 인터넷망의 부하가 급격하게 증가되어 서버와 통신망의 기능을 저하시킨다. 심지어 동일한 데이터를 방송하는 경우에도 유니캐스팅 방식을 사용하므로 부하가 급격히 증가되는 문제가 동일하게 발생된다.

한편 최근에 인터넷 프로토콜을 지원하고 인터넷망과 연동되는 여러 가지 무선망들이 연구되고 사용되고 있다.[2,3,4] 무선랜이나 블루투스나 같은 근거리 무선통신시스템이나 IMT-2000과 같은 매크로셀 시스템에서 인터넷 프로토콜을 사용하여 무선단말기 사용자가 인터넷망을 접속하고 인터넷 서비스를 사용하도록 하는 연구가 진행되고 있다. 무선통신시스템은 그 특성상 사용자가 이동하며 인터넷에 접속하는 모바일 컴퓨팅 환경에서 사용하는 경우가 많으므로 위에서 언급한 문제점들이 해결되어야 한다. 특히 무선랜의 경우는 현재 hot spot 서비스가 국내외에서 제공되고 있

으나 무선통신방식의 다양한 활용 가능성에도 불구하고 인터넷 웹사이트 접속 서비스만이 사용되고 있다.

본 논문에서는 망의 종단 장치에 IP 주소변환 기능을 추가하여 기존의 유무선 통신 프로토콜의 변화 없이 무선 인터넷 프로토콜을 사용하는 단말기에 지역 정보를 방송하는 새로운 개념의 서비스 방식과 이를 이용한 위치기반서비스가 제안되었다.

2. IP 주소변환기능 및 데이터저장기능

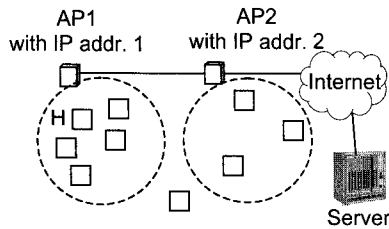
동일한 내용의 IP 데이터그램을 불특정 다수의 단말기로 전송하는 것은 인터넷망에서 불가능하다. 그러나 어느 특정 서브넷에 접속된 단말기들에게 동일한 내용의 IP 데이터그램을 전송하는 것은 가능하다.[5] 즉, 인터넷 규격에는 목적지 IP주소가 특정 서브넷 주소와 모두 1로 이루어진 호스트 주소인 경우에는 해당 서브넷 안에서 방송이 되도록 되어 있다. 예를 들어 특정 서브넷의 주소가 128.3.x.x/16인 경우, 목적지 IP 주소가 128.3.255.255로 설정된 IP 데이터그램은 해당 서브넷에 연결된 모든 단말기로 배달된다. 따라서 현재 데이터 방송의 목적으로 사용되고 있지는 않지만, 서브넷 단위의 인터넷 데이터 방송은 기존의 인터넷 규격으로 가능하다. 또한 라우터에 따라 이 기능이 제공되는 경우도 있다.

그러나 실제로 인터넷망을 구축할 때에 배당된 IP 주소의 개수와 건물 등의 지역적인 상황에 따라 서브넷이 구성되므로, 서브넷의 구분을 동일한 인터넷 방송 수신자 그룹으로 분할하기는 어렵다. 특히 모바일 컴퓨팅 환경에서 사용하는 경우는 위에서 지적한 인터넷 프로토콜의 한계성 때문에 무선 인터넷을 통한 지역 정보 방송을 수신하는 것이 매우 어렵다.

한편 목적지 IP 주소가 모두 1로 설정되는 경우는, 즉 255.255.255.255인 경우는 지역 서브넷에 접속되어 있는 모든 수신기들에게 IP 데이터그램이 배달된다.[5] 따라서 지역 서브넷의 주소나 단말기의 IP 주소에 상관없이 서브넷에서 방송되는 모든 IP 데이터그램은 수신기의 IP 계층까지 전달된다. 물론 이 때 데이터링크 계층의 주소 또한 방송용 주소로 설정되어 있어야 한다.

본 논문에서 제안된 방식은, 인터넷에 접속되고 인터넷 프로토콜을 사용하는 무선 랜의 AP(Access Point)나 블루투스의 마스터(Master), 이동 통신 기지국에서, 수신된 IP 데이터그램의 목적지 주소를 모두 1로 변환하여 무선망으로 전송함으로써, 무선망내의 모든 수신기들이 인터넷 방송 데이터를 수신하도록

하는 것이다.

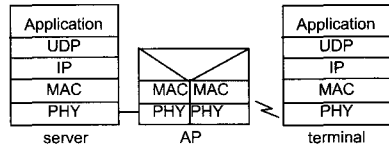


〈그림 1〉 무선 인터넷 지역 방송 시스템 구성도 (H: 호스트)

〈그림 1〉은 무선랜을 사용한 무선 인터넷 지역 방송 시스템의 구성도이고 지역방송용 데이터그램을 전송하는 서비스 서버와 AP, 단말기로 구성되어 있다. 무선 랜 AP의 경우 무선 통신 환경이 약 수십 미터 정도이고 이 통신영역 내에는 다수의 단말기가 있게 된다. 각각의 무선 랜 AP에는 고유의 IP 주소가 할당되어 있어 관리자는 특정 지역을 그 지역에 설치된 AP의 IP 주소로 구분할 수 있다. 따라서 서비스 서버에서는 특정 지역에 특정 데이터를 방송할 경우 해당되는 IP 주소로 데이터그램을 전송하면 된다. 각 AP는 자신에게 할당된 IP 주소의 데이터그램이 수신되면 이 데이터그램의 목적지 IP 주소를 255.255.255.255로 변환하여 무선 랜 방식으로 통신 영역 내로 송신한다. 무선 통신 영역내의 모든 단말기에서는 수신된 IP 데이터그램의 목적지 주소가 모두 1이므로 방송용임을 확인하고 이를 상위 트랜스포트(transport) 계층으로 전달하게 된다. 즉, 무선 통신 영역내의 인터넷 프로토콜을 사용하는 불특정 다수의 수신기에서 방송데이터의 수신이 가능해진다. 이때 필요하다면 데이터링크 계층 또는 매체접근제어계층(MAC: Media Access Control)의 주소를 방송용으로 설정해야 한다.

〈그림 2〉는 무선랜과 Ethernet을 사용한 무선 인터넷 지역 방송 시스템의 프로토콜 스택이다. 방송 서비스이므로 트랜스포트 계층에서는 UDP(User Datagram Protocol)를 사용하며 네트워크 계층에서는 IP(Internet Protocol) 프로토콜을 사용한다. IP 계층의 하위 프로토콜로 서버와 AP의 접속은 Ethernet 방식을 사용하고 있으며, AP와 단말기 사이에는 무선랜 프로토콜을 사용한다. 서버 접속은 필요에 따라 ADSL이나 전용선 등으로 대체될 수 있고, 무선 접속은 블루투스나 DSRC(Dedicated Short Range Communication), 무선 가입자망, 이동통신망 등으로 대체될 수 있다. IP 계층에서의 방송용 IP

데이터그램이 모든 단말기에 수신되기 위해서는 IP 계층의 하위 프로토콜에서 방송방식으로 데이터 프레임이 단말기에 전달될 수 있어야 한다. 무선랜을 사용하는 경우 AP에서 송신하는 프레임의 목적지 주소 48비트를 모두 1로 설정하면, 모든 단말기가 이 프레임을 수신하게 된다.[6] 따라서 서버에서 송신한 IP 데이터그램은 AP에서 목적지 주소가 방송용 IP 주소로 변환되고, 또한 목적지 MAC 주소도 방송용으로 설정되어 무선랜 통신영역으로 송신된다. 무선랜 AP의 전파 전달 거리 내에 위치한 단말기들에서는 수신된 MAC 프레임이 방송용이므로 MAC 계층을 통과하고 IP 주소 또한 방송용이므로 IP 데이터그램은 IP 계층을 통과하여 UDP 프로토콜로 전달된다.



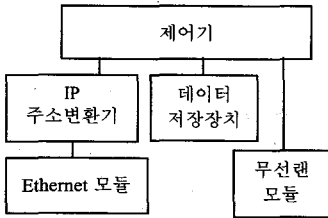
〈그림 2〉 무선 인터넷 지역 방송 시스템의 프로토콜 스택

〈그림 3〉은 간단화된 IP 데이터그램의 형식이다. 서버에서 방송용 데이터를 전송할 때 UDP 프로토콜을 사용하므로 프로토콜 번호(Protocol ID)는 17로 설정되어야 하고, 목적지 IP 주소는 해당되는 위치의 AP에 할당된 주소이며, UDP 포트번호는 사전에 인터넷 지역 방송 서비스용으로 약속된 번호를 사용한다.

Protocol ID	Dest. IP addr.	Source IP addr.	UDP port No.	UDP data
-------------	----------------	-----------------	--------------	----------

〈그림 3〉 간단화된 IP 데이터그램 형식

무선 인터넷 지역 방송의 특성상 동일한 데이터를 반복적으로 전송할 필요가 있다. 특히 도로변에서 지역 교통정보를 방송하는 경우는 차량이 고속으로 무선 통신영역을 통과하므로 통신영역 내에 체류하는 기간이 짧으므로, 자주 동일한 정보를 방송해야 한다. 그러나 매번 서비스 서버에서 동일한 데이터를 전송하면 불필요한 통신 트래픽이 발생하므로, AP내에 데이터 저장장치를 두어 여기에 저장된 데이터는 사전에 정해진 주기와 기간 동안 주기적으로 통신영역 내에 방송된다. 〈그림 4〉는 무선랜 AP의 블록도이고, 제안된 방식으로 인해 추가된 IP 주소 변환기와 데이터 저장장치를 확인할 수 있다.



〈그림 4〉 무선랜 AP의 블록도

각 망 요소에서의 기능을 정리하면 다음과 같다.

2.1. 서비스 서버

- 방송용 IP 데이터그램의 헤더에서 프로토콜 번호를 17로 설정
- 목적지 IP 주소를 해당 AP의 IP주소로 설정
- 방송용 UDP 패킷의 헤더에서 포트번호를 인터넷 방송용 서비스 번호로 설정

2.2. AP

- 수신되는 IP 데이터그램의 목적지 IP 주소를 지속적으로 관찰하다가 해당 AP에 할당된 IP 주소의 데이터그램이 수신되면 이 데이터그램의 목적지 IP 주소를 모두 1로 변환
- 무선랜의 데이터 프레임을 전송할 때에 목적지 IP MAC 주소를 모두 1로 설정
- 반복적인 데이터 방송을 위해 데이터를 저장장치에 저장하고 방송데이터의 헤더에 설정된 명령에 따라 반복 방송 수행

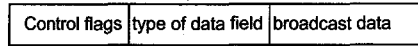
2.3. 단말기

- 단말기가 무선랜 AP의 전파 통달 범위에 들어오면 무선랜의 MAC 프레임이 수신되고 방송용 MAC 프레임은 상위 IP 계층으로 전달
- IP 계층에서는 방송용 IP 데이터그램이 수신되었고 프로토콜 번호가 17이면 UDP 프로토콜로 전달
- UDP 계층에서는 포트번호가 인터넷 방송용 서비스 번호인 경우, 패킷을 단말기의 방송데이터 재생 프로그램으로 전달

3. 데이터 필터링

서비스 서버에서 AP에 전송되는 인터넷 방송 데이터는 그 내용이 매우 다양할 수 있다. 다량의 방송 데이터가 단말기에서 재생될 경우 사용자는 자신이 필요한 정보와 아닌 것을 구분하는 것이 매우 어렵다. 따

라서 방송 데이터 패킷의 헤더에 방송 데이터의 종류를 구분하는 필드를 두어 사용자가 원하는 종류의 정보를 단말기에서 재생할 수 있도록 한다.

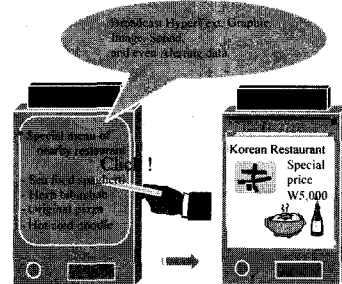


〈그림 5〉 인터넷 방송용 UDP 패킷 형식

인터넷 방송용 데이터를 포함한 UDP 패킷의 앞부분에 제어 플래그(control flag)와 데이터 종류 필드(type of data field)를 둔다. 제어 플래그는 방송용 데이터를 반복해서 전송하기 위한 것으로 반복 주기와 기간 등을 포함하며, 데이터 종류 필드는 방송 데이터의 종류를 구분하는 구분자에 해당한다. 따라서 데이터 종류 필드를 이용하여 단말기는 마치 라디오 방송을 수신하는 것과 같이 사전에 방송국에 대한 정보가 없어도 원하는 데이터의 종류를 재생프로그램에 설정하여 원하는 방송 데이터만을 재생시킬 수 있다.

4. 인터넷 지역방송기술을 이용한 위치정보서비스

인터넷 지역방송기술을 이용한 위치정보서비스는 매우 그 형태가 다양하다. 사용자가 단말기를 가지고 지역방송영역에 진입하면 아무런 사전 설정 없이 그 지역의 정보를 일방적으로 수신할 수 있다. 해당 지역의 정보를 살펴 보다 관심이 있는 항목이 있으면 그 항목을 선택하고, 그러면 바로 이어서 양방향 통신에 의해 해당 웹사이트로 이동하게 된다. 즉, 방송 기능과 통신 기능이 융합되어 각각의 장점을 활용할 수 있게 되었다.



from just seeing into interactive service

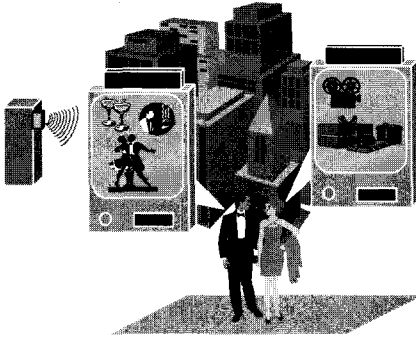
〈그림 6〉 인터넷 지역방송을 통한 방송과 통신 서비스의 융합

또한 예상되는 인터넷 지역방송기술을 이용한 위치

정보서비스는 다음과 같다.

4.1. 지역 쇼핑정보 제공 서비스

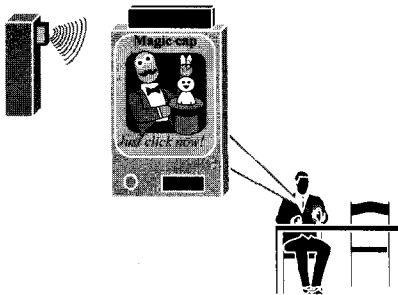
상가에 설치된 무선망을 통하여 단말기를 휴대한 보행자 또는 운전자에게 근처의 쇼핑정보를 방송하여 정보 제공 및 광고 기능을 제공하는 서비스이다. 사용자는 검색의 불편함이 없이 각종 정보를 수신할 수 있다.



〈그림 7〉 지역 쇼핑정보 제공 서비스

4.2. 인터넷 쇼핑 방송 서비스

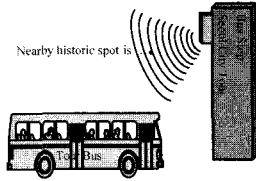
지역방송기술을 이용하여 인터넷 쇼핑 방송 서비스를 제공할 수 있다. 사용자는 케이블 TV의 쇼핑 방송과 동일한 형태로 쇼핑 프로그램을 시청하다가, 구매 의사나 문의사항이 있을 때는 그 항목을 선택하여 바로 해당 웹사이트로 이동하고 쇼핑을 진행한다.



〈그림 8〉 인터넷 쇼핑 방송 서비스

4.3. 지역 관광 정보 안내 서비스

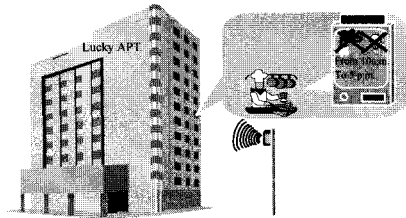
주요 관광지나 기념물 근처에 설치된 무선망을 통해, 사용자가 접근 시에 단말기에 관련 정보를 표시하거나 음성으로 재생하여 안내하는 서비스이다. 각국 언어로 방송이 가능하며, 사용자는 단말기의 설정 모드에서 원하는 언어를 선택할 수 있다.



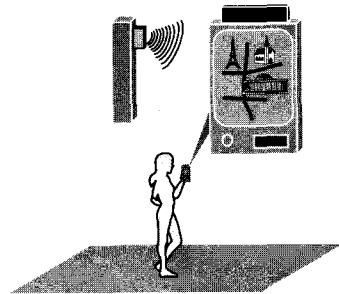
〈그림 9〉 지역 관광정보 안내 서비스

4.4. 지역 정보 제공 서비스

사용자가 있는 지역의 각종 정보를 단말기를 통해 방송으로 제공한다. 제공 정보의 내용은 지역 생활정보이거나 지역 지리정보, 대규모 시설물에서의 옥내 지리정보 등이다. 사용자는 방송데이터의 수신 중에 관심 있는 항목이 있으면 선택하여 해당 웹사이트로

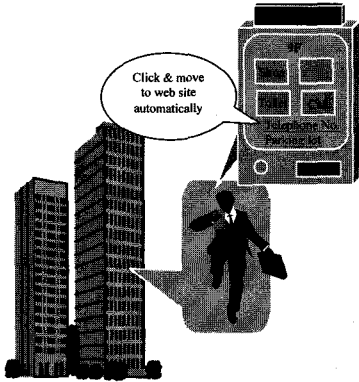


〈그림 10〉 지역 생활정보 제공 서비스

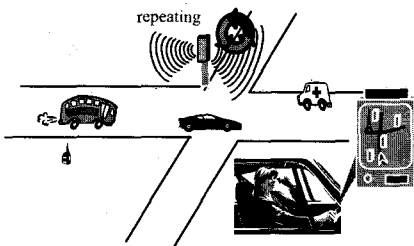


〈그림 11〉 지역 지리정보 제공 서비스

이동한다. 지역 생활정보의 경우 인구 밀집지역에서 관광공사나 상점, 행사장, 부동산 중개소 등의 알림 정보를 최소한의 통신 트래픽으로 제공하는 장점이 있다. 또한 지역 교통정보의 경우, 자신의 위치를 파악할 필요 없이 해당 지역의 교통정보를 일방적으로 수신하므로 차량항법장치와 연계하여 저렴한 비용으로 최적경로정보를 추출할 수 있다.



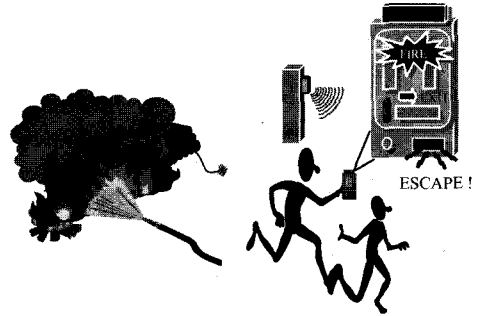
〈그림 12〉 옥내 지리정보 제공 서비스



〈그림 13〉 지역 교통정보 제공 서비스

4.5 긴급 상황 경보 서비스

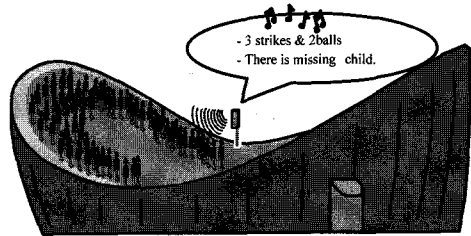
긴급 상황 발생시에 구내나 실외에 설치된 무선망을 통해 사용자의 단말기에 경보 및 대피 정보를 제공하는 서비스이다. 단말기에 따라 대기 모드에서 경보 데이터를 수신했을 때, 자동으로 기능이 활성화되도록 설계될 수도 있다. 또한 무선랜 AP내에 데이터 저장장치와 배터리가 내장된 경우에는, 긴급 상황 초기에 저장된 방송데이터를 통신망이나 전력망이 손상된 후에도 일정 시간동안 반복적인 방송이 가능하므로 대피 유도 방송에 가장 적합하다.



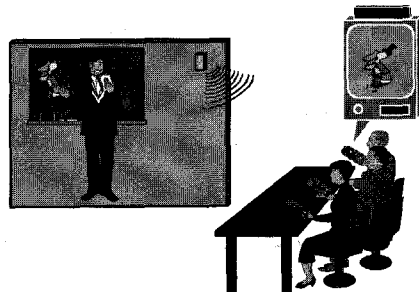
〈그림 14〉 긴급 상황 경보 서비스

4.6 사설 라디오 방송 서비스

경기장이나 대단위 건물, 체인점, 고속도로 등의 동일한 환경에 있는 사용자들에게 인터넷 지역방송기술을 이용하여 사설 라디오 방송 서비스를 제공할 수 있다. 이 때 콘텐츠의 형태는 음성, 문자, 동영상 등의 다양한 정보 형식을 갖는다. 방송데이터의 전송기술이 방송형식이므로 하나의 무선 채널로 무한히 많은 사용자에게 방송이 가능하므로, 방송데이터를 일대일 전송 기술로 전송하는 지역 포털 서비스의 한계를 극복할 수 있다.



〈그림 15〉 사설 라디오 방송 서비스



〈그림 16〉 사설 라디오 방송 서비스를 이용한 교육 시스템

5. 결론

인터넷과 무선통신기술은 향후 통신 서비스의 양대 기둥이 될 것이며, 특히 역세스망은 고속화 및 이동성을 지원하면서 무선인터넷이 주류를 이룰 것이다. 또한 이동하는 사용자의 관점에서 볼 때, 위치기반서비스는 그 효용성이 매우 크며 새로운 정보통신 서비스의 영역으로 확대될 것이다. 본 논문에서 제안된 인터넷 지역방송 기술은 양방향 통신 시스템에 인터넷 방송 기능을 추가한 것으로 방송과 통신 기능을 융합시켜 새로운 효과를 발생시키는 것으로, 인터넷 서비스의 새로운 지평을 연 것이며, 특히 위치기반서비스에 그 효용성이 매우 크다.

참고문헌

[1] Juyoung Park, Seok Joo Koh, Shin Gak Kang, and Dae Young Kim, "Multicast Delivery Based on Unicast and Subnet Multicast," IEEE Communications Letters, vol. 5, no. 4, p.181-183, April 2001.

[2] Rolf Kraemer, "Bluetooth Based Wireless Internet Applications for Indoor Hotspots," Proc. Annual IEEE Conference on Local Computer Networks, pp.518-524, Nov. 2001, Tampa, FL, USA.

[3] George Xylomenos and George C. Polyzos, "Internet Protocol Performance over Network with Wireless Links," IEEE Network, pp. 55-63, July/Aug. 1999.

[4] Tao Zhang, Prathima Agrawal, and Jyh Cheng Chen, "IP-based Base Station and Soft Handoff in All-IP Wireless Networks," IEEE Personal Communications, pp.24-30, Oct. 2001.

[5] Jeffrey Mogul, "Broadcasting Internet Datagrams in the Presence of Subnets," Internet RFC 922, Oct. 1984.

[6] Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer Specifications, ANSI/IEEE Std802.11, Aug. 1999.



오종택

1982년 한양대학교 졸업(학사)
 1989년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사)
 1993년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(박사)

1993년~2000년 한국통신 무선통신연구소 팀장
 2000년~현재 한성대학교 정보전산학부 조교수
 관심분야: 무선통신, ITS



이봉규

1988년 연세대학교 졸업(학사)
 1992년 Cornell University 졸업(석사)
 1994년 Cornell University 졸업(박사)

1993년~1997년 Cornell University 조교수

1997년~현재 한성대학교 정보공학부 부교수
 관심분야: GML, LBS, Telematics 등