

터널링기술을 이용한 인터넷 푸쉬 서비스

Internet Push Service Using Tunneling Technology

오 종 택*
(Jong-Taek Oh)

요 약

인터넷과 인터넷 프로토콜을 사용하는 방송 서비스에 대한 연구가 활발하다. 본 논문에서는 특히 터널링 기반의 푸쉬 서비스 기술이 제안되었으며, 또한 기지국에서 사설 IP 주소를 사용하는 경우에 대한 적용 방안도 제안되었다. 지역정보 및 교통정보, 재난 방송 등의 특정 지역의 방송 수신 기술로 적합한 방법이다.

Abstract

Broadcasting services using Internet and Internet protocol have been developed actively. In this paper, push service technologies based on tunneling protocol and for the case of base stations using private IP addresses are proposed. This could be very proper to the broadcasting services for location & traffic information and disaster relief.

Key words: Push service, tunnel, internet, broadcasting, LBS

I. 서 론

3세대 이동통신 네트워크에서는 Cell Broadcasting [1] 서비스를 지원한다. 즉, 기지국 단위로 셀 내에 있는 모든 단말기에게 동일한 메시지를 네트워크 및 데이터 링크 계층에서 한 번에 전송할 수 있다. 특정 지역의 사용자들에게 재난 방송이나 긴급 메시지를 전송하는 것에 가장 적합한 기술이다. 이런 단방향 데이터 전송 서비스를 “푸쉬 서비스”라고 하며[2], 사용자가 서비스 서버에 접속하여 필요한 데이터를 요청하고 수신하는 “풀 서비스”와는 반대되는 개념이다. 푸쉬 서비스의 응용 예로는 전시

회 이벤트 공지, 주변 약국 또는 주차장 안내, 지역 광고, 경기 중간 점수 안내, 공항 게이트 안내, 교통 정보, 관광 정보, 특정 지역 사용자간의 메시징 서비스 등이 있다[1].

푸쉬 서비스는 통신 영역내의 모든 단말기에게 데이터를 전송하는 것이므로 방송 서비스에 해당되며 그 서비스 특성상 모든 지역에서 방송되는 것이 아니라 특정 지역에서만 방송되는 경우가 일반적이다. 따라서 방송 데이터를 푸쉬 서비스 서버에서 전달 네트워크를 거쳐 단일 또는 특정 그룹의 전달 네트워크의 최종 노드까지 전달해야 하며, 최종 노드에서는 통신 영역내의 모든 단말기에 전송하는

† 본 연구는 2008년도 한성대학교 교내연구비 지원과제임

* 주저자 : 한성대학교 정보통신공학과 부교수

† 논문접수일 : 2008년 7월 11일

† 논문심사일 : 2008년 7월 18일

† 게재확정일 : 2008년 8월 4일

구조를 갖는다. 3GPP 네트워크의 경우를 보면[3], CBC(Cell Broadcasting Center)와 RNC(Radio Network Controller)사이에서는 방송 데이터가 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 전달되지만, 그 이후에는 즉, RNC와 UE(User Equipment)사이에는 더 이상 인터넷 프로토콜이 사용되지 않는다. 즉, 3GPP 네트워크의 중단 부분에서는 Cell Broadcasting 서비스에서 인터넷 프로토콜이 사용되지 않고 고유의 전송 프로토콜이 사용된다.

한편, 인터넷 방송 수요의 증가에 따라 멀티캐스팅 서비스가 보장되지 못하는 기존의 인터넷에서 방송 데이터를 단말기까지 전달하기 위해 전달 네트워크에서의 유니캐스팅 서비스와 가입자 접속 네트워크에서의 브로드캐스팅 서비스를 연동시키는 기술이 제안되었다[4]. 이 방식은 전달 네트워크의 최종 노드인 기지국에서 인터넷 데이터그램의 목적지 IP 주소를 변경하는 방법으로 모든 단말기들이 사전에 별도의 설정 없이도 방송용 데이터그램을 수신하는 것이었다.

본 논문에서는 인터넷을 코어 네트워크로 사용하고 단말기까지 인터넷을 사용하는 ALL IP 서비스 환경에서, 터널링 방법을 이용하여 인터넷 푸쉬 서비스를 제공하기 위한 기술과 IP 주소가 부족하여 사설 IP 주소를 기지국에서 사용하거나 유동 공용 IP 주소를 사용하는 경우에 대한 방법이 제안되었다. 또한 끝으로, WiBro 네트워크에서의 인터넷 푸쉬 서비스 기술 적용방안에 대해 제안되었다.

II. 터널링 기반의 인터넷 푸쉬 서비스

인터넷에서 인터넷 데이터그램과 다른 종류의 패킷을 원하는 목적지까지 전달하기 위해 터널링 기술이 다양한 용도로 사용되어 왔다[5-7]. IETF(Internet Engineering Task Force)에서 제정한 RFC 1234[5]에는 UDP(User Datagram Protocol) 헤더가 추가된 IPX(Internet Packet Exchange) 패킷의 앞부분에, 통상적인 20byte의 IP 헤더를 추가하여(인캡슐레이션 과정), 인터넷 프로토콜을 사용하는 네트워크에서 IPX 패킷을 전달할 수 있게 하였으며, RFC

Delivery header	GRE header	Payload packet
-----------------	------------	----------------

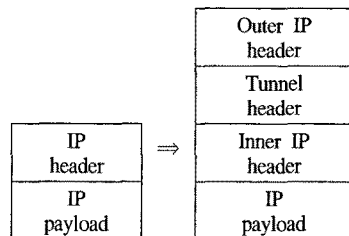
<그림 1> 인캡슐레이션된 GRE 패킷 형식
<Fig. 1> Encapsulated GRE packet format

1701[6]에서는 <그림 1>과 같이 GRE(Generic Routing Encapsulation) 프로토콜을 정의하여 좀 더 일반적으로 인캡슐레이션 기술이 사용될 수 있도록 하였다.

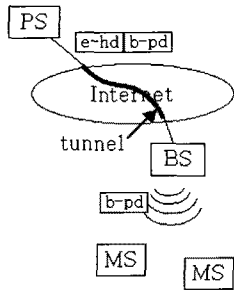
또한 RFC 1853[7]에는 IP 데이터그램의 앞에 인캡슐레이션 헤더를 추가하고 다시 그 앞에 IP 헤더를 추가하여 목적지까지 인캡슐레이션된 IP 데이터그램을 전송하는 방법이 설명되어 있다.

이렇게 헤더부분의 인캡슐레이션을 통한 터널링 기술은 MIP(Mobile IP)와 같은 라우팅 프로토콜이나 IPSec과 같은 보안 프로토콜에서 흔히 사용되는 방법이다. 즉, 중간에 위치한 인터넷 노드들에 관계없이 인터넷 프로토콜을 이용하여 다양한 형태의 패킷을 end-to-end로 전송할 수 있다.

한편, 방송용 패킷을 인터넷 전달 네트워크의 최종 노드까지 유니캐스팅이나 멀티캐스팅의 방식으로 전달하더라도, 그 이후에 가입자 단말기로 푸쉬 서비스의 형태로 전송하기 위해서는 방송용 패킷의 헤더 부분이 방송용에 적합하도록 수정되어야 한다. [4]에서는 방송용 데이터그램의 헤더 부분에서 목적지 IP 주소를 방송용 IP 주소로 변경하고 헤더 체크섬을 수정하는 방법이 제안되었다. 이 방식은 별도의 프로토콜 계층을 추가하지 않지만 네트워크 계층 관리기능에서 마치 NAT(Network Address Translation)과 같이 목적지 IP 주소와 체크섬을 변경해야 한다. 그러나 이 방식과 다르게 터널링 기술을 이용하여 푸쉬 서비스가 가능하다.



<그림 2> IP 안에 IP 터널링을 위한 헤더 형식
<Fig. 2> Header format for IP tunneling



<그림 3> 터널링 기술을 이용한 푸쉬 서비스 개념도
 <Fig. 3> Push service concept using tunneling
 (PS: push server, BS: base station,
 MS: mobile station, e-hd:
 encapsulation header, b-pd:
 broadcasting payload)

<그림 3>은 무선통신 네트워크에서 본 논문에서 제안된 터널링 기술을 이용한 푸쉬 서비스 기술에 대한 개념도이다. 푸쉬 서버와 인터넷 전달 네트워크의 최종 노드인 기지국은 일반 인터넷에 접속되어 있다. 따라서 멀티캐스팅 프로토콜이 적용 가능할 수도 있고 그렇지 못할 수도 있다. 기지국에는 고유의 공인 IP 주소가 할당되어 있고 푸쉬 서버에는 유니캐스팅용 IP 주소뿐만 아니라 멀티캐스팅용 IP 주소도 할당되어 있다.

푸쉬 서버와 기지국 사이에는 인캡슐레이션된 방송용 데이터그램(e-hd + b-pd)을 사용하여 터널이 구성되며 따라서 방송용 데이터그램의 내용에 상관없이 푸쉬 서버에서 기지국으로 방송용 데이터그램을 전송할 수 있다. 기지국에 전송된 인캡슐레이션된 방송용 데이터그램은 기지국의 해당 계층 프로토콜에서 인캡슐레이션 헤더(e-hd) 부분이 삭제되고 방송용 데이터그램은 그대로 기지국을 통해 무선으로 모든 단말기로 전송된다. 이 때, 방송용 데이터그램의 목적지 IP 주소는 푸쉬 서버에서 이미 방송용 IP 주소로 설정되어 있어서, 모든 단말기들이 수신할 수 있게된다. 즉, 수신된 방송용 데이터그램들은 통신 영역내의 모든 단말기들의 네트워크 계층을 통과하여 UDP와 같은 트랜스포트 계층으로 전달된다. 그러므로 단말기에서는 방송 데이터 수신을 위해 사전에 수신용 IP 주소를 설정할 필요가

인캡슐레이션 헤더		방송용 IP 주소	송신지 IP 주소	페이로드
목적지 IP 주소	송신지 IP 주소			

(a) 터널 헤더가 생략된 경우

인캡슐레이션 헤더			방송용 IP 주소	송신지 IP 주소	페이로드
목적지 IP 주소	송신지 IP 주소	GRE 헤더			

(b) GRE와 같은 터널 헤더가 있는 경우

인캡슐레이션 헤더			DLL 주소	방송용 IP 주소	송신지 IP 주소	페이로드
목적지 IP 주소	송신지 IP 주소	GRE 헤더				

(c) 데이터링크 계층 주소를 포함한 경우

<그림 4> 방송용 IP 주소가 포함된 방송용 데이터그램이 인캡슐레이션된 간략화된 패킷 형식
 <Fig. 4> Encapsulated data frame format

없으며, 방송 데이터를 수신만 하는 경우에는 단말기에서의 고유 IP 주소가 불필요하므로 IP 주소 부족의 문제가 없다. 기존의 방식[4]과는 다르게, 기지국에서는 목적지 IP 주소와 체크섬의 변환이 불필요하며 단지 디캡슐레이션 기능만 수행하면 된다.

<그림 4>는 여러 가지 경우의 인캡슐레이션된 방송용 데이터그램의 간략화된 형식이다. (a)의 경우는 방송용 데이터그램의 목적지 IP 주소를 방송용 IP 주소로 설정하여 모든 단말기들이 수신할 수 있도록 한 것으로, 인캡슐레이션 헤더의 주소 정보에 의해 푸쉬 서버에서 기지국까지 터널의 경로가 설정된다. (b)의 경우는 RFC 1701과 RFC 1853에서 표준화된 방법으로 GRE를 이용하여 인캡슐레이션한 것이다. GRE 프로토콜에서는 트래픽을 구분하기 위하여 GRE key가 사용될 수 있다[8]. 이 기능을 이용하여 방송 채널 구분과 같이 방송 데이터의 종류를 구분하기 위하여 GRE key를 사용할 수 있다.

통상적으로 인터넷 프로토콜 계층에서는 네트워크 계층의 역할만을 수행하지만, 이종망이 연동되

는 경우에는 데이터링크 계층의 기능을 푸쉬 서버에서 담당할 수도 있어야 한다. 즉, WiBro 네트워크와 같이 IEEE 802.16e 프로토콜을 담당하는 ASN(Access Service Network)과 인터넷 프로토콜 기능을 담당하는 CSN(Connectivity Service Network)가 연동되는 경우, 필요에 따라 무선 프로토콜의 기능 일부를 CSN 노드에서 수행할 수도 있다. (c)의 경우는 푸쉬 서비스용 데이터 링크 계층 주소를 푸쉬 서버에서 설정하여 기지국으로 전송하는 예이다. 이 경우 기지국에서는 데이터 링크 계층 주소 할당을 별도로 하지 않고 수신된 주소를 사용하게 된다. 이 예에 대한 상세한 내용은 뒤에서 다루기로 한다.

여기서 네트워크의 상태나 푸쉬 서비스의 목적에 따라 여러 가지 시나리오를 구성할 수 있다.

1. 단일 기지국에서만 푸쉬 서비스를 제공하는 경우

인터넷 코어 네트워크에서 멀티캐스팅 기능을 지원하지 못하거나 단일 기지국에서 푸쉬 서비스를 제공해야 하는 경우에는 푸쉬 서버에서 특정 기지국으로 인캡슐레이션된 방송용 데이터그램을 유니캐스팅 방식으로 전송하게 된다. 이 때 인캡슐레이션 헤더의 목적지 IP 주소는 특정 기지국의 공인 IP 주소이다. 물론 방송용 데이터그램의 목적지 IP 주소는 255.255.255.255와 같은 방송용 IP 주소가 설정되어 있다.

2. 특정 기지국 그룹에서 푸쉬 서비스를 제공하는 경우

인터넷 코어 네트워크에서 멀티캐스팅이 가능하며 특정 복수의 기지국들에게 동일한 방송용 데이터그램을 전송하는 경우에는 멀티캐스팅 방식을 사용하는 것이 효율적이다. IPv4의 경우, IGMP(Internet Group Management Protocol)을 사용하여 기지국에서 방송 수신을 라우터에 등록하고 멀티캐스팅 트리가 구성되면 푸쉬 서버에서 전송한 인캡슐레이션된 방송용 데이터그램이 기지국까지 도달하게 된다. 기지국에서는 수신된 패킷에서 인캡슐레

이션된 부분을 삭제하고 단말기로 전송한다.

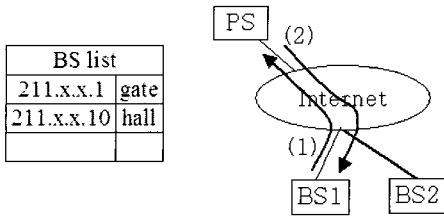
3. 방송 채널을 구분하는 경우

푸쉬 서비스에 의해 방송되는 콘텐츠의 내용을 구분할 필요가 있다. 즉, 단말기에서의 방송 채널의 구분이 필요하며, 이 목적으로 GRE key, 목적지 IP 주소, 포트 번호, 데이터 링크 계층 주소 등이 사용될 수 있다. GRE key의 경우 푸쉬 서버와 기지국 사이에서 GRE 터널에 의해 구성되므로 GRE 계층의 관리 기능에서 방송 채널을 구분하고 처리하는 것이 가능하다. 푸쉬 서버와 기지국 사이에서 하나의 멀티캐스팅 또는 유니캐스팅 IP 주소 자원을 사용하면서 그 안에서 GRE key로 방송 채널의 구분이 가능한 장점이 있다.

한편, 방송용 IP 주소를 방송용 데이터그램의 목적지 IP 주소로 사용하면, 사전에 어떤 설정이 없어도 모든 단말기가 수신한다는 장점은 있으나, 방송 채널을 구분하기 위해 사전에 푸쉬 서버에서 정의된 복수의 특정 IP 주소들을 사용하여 방송 채널을 구분할 수 있다. 이 경우 단말기는 별도의 방송 정보 안내 채널(이 경우에는 방송용 IP 주소 사용)을 통해 방송 내용과 해당 IP 주소를 확인하고, 원하는 목적지 IP 주소의 방송용 데이터그램만을 수신하는 것이 가능하다. 동일한 방식으로 UDP 헤더내의 포트 번호를 사용하여 방송 채널을 구분하고 수신하는 것이 가능하다.

III. 유동 공인 IP 주소를 사용하는 기지국에 적용 방안

무선랜 AP나 펌토셀 WiBro 기지국의 경우 프리미엄 인터넷이 아닌 일반 인터넷에 접속될 가능성이 높다. 이 경우 멀티캐스팅이 지원되지 못할 뿐만 아니라 고정된 공용 IP 주소를 사용하지 못하고 유동 공용 IP 주소나 사설 IP 주소가 AP나 기지국에 할당될 수 있다. 이 경우 푸쉬 서버에서는 기지국의 IP 주소와 위치정보를 파악하지 못하므로 기지국에서 먼저 서버에 접속해야 한다.



<그림 5> 유동 공용 IP 주소를 사용하는 기지국에서의 푸쉬 서비스

<Fig. 5> Push service using dynamic public IP address

<그림 5>에서와 같이, 기지국은 먼저 푸쉬 서버에 접속하여 통신 세션을 설정한다. 또한 해당 기지국의 위치 정보 등을 서버로 전송하여 푸쉬 서버에서는 해당 기지국의 IP 주소와 설치 위치 정보의 데이터 베이스를 구축한다. 기지국과 서버의 통신 세션이 유지되는 동안에는 데이터 베이스가 유효하며 해당 지역으로 전송할 방송 데이터는 해당 IP 주소로 전송된다.

기지국에서 사실 IP 주소를 사용하는 경우에도 동일한 방식이 가능하다. 그러나 기지국에서 NAT를 거쳐 인터넷에 접속되는 경우에는 푸쉬 서버에서는 NAT의 공용 IP 주소와 포트 번호를 통해 기지국에 방송 데이터를 전송할 수 있으므로, 방송 채널의 구분에 포트 번호를 사용하는 경우에는 유의해야 한다.

IV. WiBro 네트워크에서의 적용 방안

WiFi 프로토콜은 IEEE 802.11 무선 접속 규격과 인터넷 프로토콜을 사용하며 호 제어나 무선 자원 관리, 이동성 관리 등의 복잡한 기능이 없고, 무선 구간에서 패킷 전송을 브로드캐스팅 방식으로 하므로, 무선 프로토콜과 인터넷 프로토콜의 연동이 매우 쉽고 자연스럽다. 따라서 위에서 제안된 기술의 적용이 쉽다.

한편, WiBro 네트워크 시스템은 크게 IEEE 802.16e[9]의 무선 접속 시스템과 인터넷 프로토콜을 사용하는 네트워크 장비로 구성되어 있다. IEEE 802.16e 규격에서는 물리 계층과 MAC 계층, 그리고 인터넷과의 연동 서비스 계층에 대한 정의를 하고

있고, 인터넷 프로토콜에 관한 규격은 기존의 IETF RFC 표준을 사용하며, 그 외의 네트워크 구조 및 장치의 기능과 메시지 규격은 WiMAX 포럼에서 개발 중에 있다. WiBro는 무선 구간에서 일대 다지점 통신 방식을 사용하므로, 기존의 인터넷 프로토콜을 적용하는 것에 비효율이 있으며, 또한 현재 시점에서 MCBCS(Multicast Broadcast Service)에 대한 네트워크 구조 정립 작업이 진행 중인데, WiMAX 포럼에서는 단말기가 방송 데이터를 요청하고 수신하는 동적 멀티캐스팅 방식과, 기지국에서 이미 방송 데이터를 전송 중에 있고 이를 단말기가 수신하기 위한 정적 멀티캐스팅 또는 브로드캐스팅 방식으로 구분하였다. 본 논문에서는 제안된 기술을 적용하여 WiBro 네트워크에서 브로드캐스팅 서비스를 구현하는 방안에 대해 제안한다.

WiBro 시스템의 경우 단말기는 고유 MAC 주소를 가지고 있지만 이것은 초기 네트워크 접속 시에만 사용되고 데이터 트래픽의 전송을 위해서는 상향 및 하향 링크가 동일한 CID(Connection Identifier) 번호를 사용한다. 방송 데이터의 전송에서도 MCID(Multicast CID)가 사용되며 방송 콘텐츠 또는 채널에 따라 MCID가 다르다. 따라서 단말기는 사전에 사업자에 따라 정해진 방송 수신용 MCID를 파악하고 있던지 방송 정보 데이터를 수신하여 원하는 방송에 해당하는 MCID를 파악해야 한다. WiBro 사업자의 입장에서는 방송 콘텐츠와 MCID 번호를 함께 관리하는 것이 방송 서비스 관리에 적합하므로 MCID의 할당을 방송 서버에서 수행하는 것이 적절하다. 따라서 이 경우에는 푸쉬 서버에서 <그림 4>의 (c)와 같이 방송용 데이터그램의 앞에 MCID를 추가한 후 터널링을 위한 헤더를 인캡슐레이션 시키는 방법이 적합하다. 물론 이 경우에도 방송용 데이터그램의 헤더의 목적지 IP 주소는 방송용 IP 주소이던지 방송 채널을 구분하기 위한 IP 주소가 사용된다.

V. 결 론

본 논문에서는 인터넷 터널링 기술을 방송 서버

스에 적용하는 것에 관한 것으로, 실제적인 WiBro 네트워크의 특성을 고려하였고 처음으로 터널링 기술을 푸쉬 서비스 기술에 적용한 의미가 있다. 인터넷을 통한 무선 통신 네트워크에서의 방송 서비스가 중요해짐에 따라 제안된 기술이 위치 정보 서비스나 텔레메틱스 서비스, 재난 관리 등에 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Cell Broadcast Forum, *Advantages and services using cell broadcast*, Feb. 2002.
- [2] M. Hauswirth and M. Jazayeri, "A component and communication model for push systems," Springer Software Engineering ESEC/FSE '99, Lecture Notes in Computer Science, 1999.
- [3] 3GPP TR25.925: Technical Specification Group Radio Access Network; Radio interface for broadcast/multicast services(Release 1999), 3GPP, 2001.
- [4] J. T. Oh and Z. Haas, "A scheme for location-based Internet broadcasting and its applications," *IEEE Comm. Magazine*, vol. 45, no. 11, pp. 136-141, Nov. 2007.
- [5] RFC 1234: Tunneling IPX Traffic through IP Networks, IETF, June 1991.
- [6] RFC 1701: Generic Routing Encapsulation (GRE), IETF, Oct. 1994.
- [7] RFC 1853: IP in IP Tunneling, IETF, Oct. 1995.
- [8] RFC 2890: Key and Sequence Number Extensions to GRE, IETF, Sept. 2000.
- [9] IEEE 802.16e: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands, IEEE, 2005.

저자소개



오 종 택 (Oh, Jong-Taek)

2000년 3월 ~ 한성대학교 정보통신공학과 부교수
 1993년 12월 ~ 2000년 2월 : 한국통신 무선통신연구소 ITS연구실장
 1989년 3월 ~ 1993년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사 과정 졸업
 1987년 2월 ~ 1989년 3월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사 과정 졸업
 1982년 3월 ~ 1986년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 학사 과정 졸업