

무선 인터넷 지역 방송에서 복수전송과 재전송기술의 효과 연구

정회원 오종택*

A Study on the Effect of Redundant and Repetitive Transmission for Wireless Internet Local Broadcasting

Jong-taek Oh* *Regular Member*

요약

무선랜과 스마트폰이 활성화됨에 따라 IP 지역 방송 기술이 개발되고 있으며, 무선방송 채널 환경에서 오류발생시의 해결방법이 필요하다. 푸시 방송의 특성상 방송서버와 수신기가 일대일로 접속되는 것은 불가하며, 방송 채널 환경의 상태에 따라 방송 데이터 프레임의 길이 조정과 동일한 프레임을 여러 번 전송하는 횟수, 제한적인 재전송 요구 방법을 적용하여 방송 효율을 극대화시키는 기술이 본 논문에서 제안되었다.

Key Words : 지역방송, 복수전송, 반복전송, 프레임길이, 무선랜

ABSTRACT

With the proliferation of wireless LAN and smart phones, IP local broadcasting technology has been developed, and the new solution should be studied for error corrupted frames in the wireless broadcasting channel. In push service system using point-to-multi-point connection among broadcasting server and receivers, the technology proposed in this paper provides an effective data broadcasting system by employing frame length adjustment, redundant transmission, and repetitive transmission method.

1. 서론

인터넷과 무선랜 네트워크를 연동하여 무선랜 AP가 설치된 장소의 쇼핑, 생활, 교통 정보 등의 지역정보를 신호 수신지역내의 모든 수신기로 일방적으로 전송하는 IP 지역방송 기술이 제안되었으며 시스템이 개발 중에 있다^[1]. 이 방식은 수신기에서 방송 정보 수신을 위해 사용자가 설정하지 않아도 되며 방송 정보를 요청하지 않는 일종의 “push” 서비스이므로 사용이 편리하고 개인정보 문제가 없다는 장점이 있다. 특히 최근 들어 스마트폰과 스마트 패드의 보급이 급속히 확대되면서 무선랜 기능이 내장된 단말기가 일반

화되었으며 항상 단말기의 전원이 켜져 있으므로 방송 정보의 수신이 편리해졌다. 또한 인터넷 전화와 스마트폰의 보급과 함께 무선랜 AP의 설치도 대폭 확장되어 무선랜을 통한 인터넷의 접속이 많은 장소에서 가능해 졌다. 또한 무선랜의 성능이 고급화되어 데이터 전송률이 100Mbps가 넘으므로 무선랜을 이용한 다양한 서비스들이 출현하고 있다. 그 중에 한 가지로, 무선랜을 통해 고화질 동영상 정보를 방송하려는 연구도 진행 중에 있다^[2]. 무선랜의 높은 가격 대비 성능으로 향후에도 다양한 기능들이 연구 개발될 것이며, 그 중에서도 무선랜 AP에서 수신 지역 내의 수신기로 동영상 데이터를 방송하는 기술도 연구될 것이다. 이

* 본 연구는 한성대학교 교내연구장려금 지원과제임

* 한성대학교 정보통신공학과 무선지능망 연구실(jtoh@hansung.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-10-497, 접수일자 : 2011년 10월 25일, 최종논문접수일자 : 2011년 12월 2일

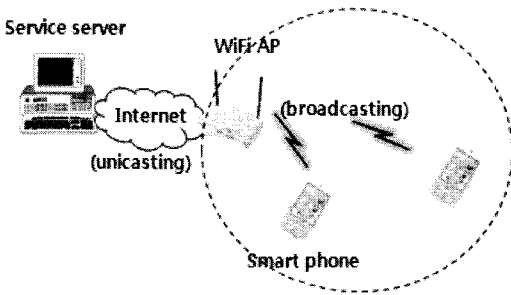


그림 1. IP 지역방송 기술 개념도^[1]

방식은 기존의 수신기가 인터넷 방송 서버에 일대 일로 접속하여 방송 데이터를 수신하는 “pull” 서비스와는 다르며, 무선랜에서 멀티캐스팅이나 브로드캐스팅 기술을 사용하므로 무선 데이터 트래픽이 대폭 줄어든다는 장점이 있다^[3]. 물론 방송 수신자들이 동일한 콘텐츠의 방송 데이터를 수신할 때만 효과적이므로, 공중파 방송이나 지역 방송 등의 수요가 큰 방송 데이터에 국한될 것이다.

한편, 기존의 인터넷 방송 기술은 TCP(Transport Control Protocol)/IP(Internet Protocol) 프로토콜 기반으로 수신기가 일대 일로 인터넷 방송 서버에 접속하여 수신된 방송 데이터 프레임에 오류가 있는 경우 해당 프레임의 재전송을 요구하는 방식이었다. 또는 UDP(User Datagram Protocol)/IP 프로토콜 기반으로 오류 있는 프레임으로 인해 동영상 화질이나 음질에 열화가 생겨도 이를 감수하고 사용하였다. 통신 채널과 동일하게 방송 채널에서도 항상 오류가 발생할 수 있으며, 무선랜이나 IP 또는 TCP/UDP 계층에서 특별한 오류 정정 부호를 사용하지 않으므로, 오류가 없는 데이터 수신을 위해서는 재전송(ARQ: Automatic Repeat Request) 기술이 사용되었다. 그러나 인터넷 push 방송 서비스에서는 다수의 수신기들에게 동시에 방송 데이터를 전송하므로 재전송 기술이 사용될 수 없다. 그럴 경우 push 기술의 효과가 크게 줄어들기 때문이다.

그 대안으로 방송 데이터 프레임의 복수 전송 기술이 제안되었다^[4]. 즉, 무선랜 AP에서 동일한 방송 데이터 프레임을 여러 번 브로드캐스팅하고, 수신기에서는 수신된 여러 개의 동일한 프레임 중에서 오류가 없는 프레임을 골라서 사용하는 방식이다. 이 기술은 비용이 비싼 오류 정정 부호 기술과 재전송 기술을 사용하지 않고, 실제적인 프레임 오류율(FER: Frame Error Rate)을 대폭 낮추는 효과가 있다. 특히 방송 채널의 비트 오류율(BER: Bit Error Rate)이 낮은 경우에 더 큰 효과를 볼 수 있다. 무선랜의 데이터 전송률

이 매우 높으므로 동일한 데이터를 여러 번 전송하는 비효율은 큰 문제가 되지 않으며, 무선랜을 이용한 무선 인터넷 지역 방송 서비스의 수신지역을 더 넓히는 효과가 있다.

그러나 동일 방송 데이터 프레임을 여러 번 전송하여 FER을 낮추는 것에는 한계가 있다. 특히 방송 채널의 상태가 좋지 않은 상황에서는 더욱 그렇다. [1]에서 제안된 IP 지역 방송 기술에서는 수신기에서 무선랜 AP로 방송 요청 트리거 신호를 전송할 수 있게 되어 있으며, 이를 변형하여 수신기에서 수신한 방송 데이터 프레임에 오류가 발생했을 때에 해당 프레임의 재전송을 요청할 수 있다. 이 방식은 기존의 TCP 프로토콜을 이용하는 것이 아니라 UDP 프로토콜을 사용한다. 따라서 본 논문에서는 방송 데이터 프레임의 복수 전송 방식과 함께 수신기에서 수신한 동일한 프레임들에서 모두 오류가 발생했을 때에, 수신기가 무선랜 AP를 통해 방송 서버에 해당 방송 데이터 프레임의 재전송을 요구하는 방식을 제안되었으며, 그 효과가 분석되었다.

II. 방송 데이터 프레임 길이와 복수 전송 효과

2.1 방송 데이터 프레임 길이의 효과

방송 데이터 프레임의 길이에 따른 FER을 계산하기 위해 다음의 과정을 설명한다. 전송하는 방송 데이터 프레임의 길이를 D 비트라고 할 때에, D 비트의 방송 데이터 프레임 중에 특정 비트에 오류가 발생할 확률은 다음과 같다^[5,6].

$$P(1 - P)^{D-1} \quad (1)$$

이 때 P는 방송 채널의 BER이다.

또한, 이 경우 크기가 D 비트인 방송 데이터 프레임의 FER, E는 다음 식(2)과 같다.

$$E = \sum_{i=1}^D \binom{D}{i} P^i (1 - P)^{D-i} \quad (2)$$

이 때 i는 방송 데이터 프레임 중 오류 비트의 수이다. 이 결과를 분석해 보면, 방송 채널의 상태, 즉 BER에 따라 방송 데이터 프레임의 길이가 커질수록 급격하게 FER이 증가하는 것을 알 수 있다.

2.2 복수 전송 효과

수신기에서의 FER을 감소시키기 위해 동일한 방송

데이터 프레임을 여러 번 전송하는 복수 전송 기술에 대해, 수신기에서의 실제적인 FER, E_e 를 구하는 식은 다음과 같다.

$$E_e = E^j \quad (3)$$

여기서 j 는 복수 전송의 횟수이다. 그림 2에서처럼 한 번 전송했을 때 보다 두 번 전송하면 실제적인 FER이 크게 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 방송 채널의 상태가 좋지 않을 때는 방송 데이터 프레임의 길이를 줄이면서 복수 전송 기술을 적용해야 큰 효과를 볼 수 있다.

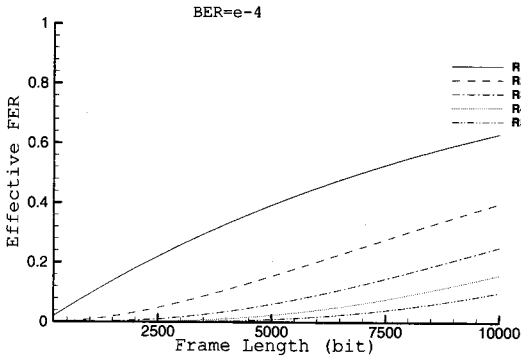


그림 2. 방송 채널의 BER이 10^{-4} 일 때, 방송 데이터 프레임의 길이와 복수 전송 횟수에 따른 FER 값 (실선:1회, 줄선:2회, 일점쇄선:3회, 점선: 4회, 이점쇄선:5회)^[4]

III. 복수 전송과 재전송의 결합 기술

3.1 재전송 방식에 대한 전송 효율 분석

먼저 단일 전송의 경우에 대해, 재전송 방식을 적용할 때의 전송 효율을 계산한다. 하나의 수신기에서 수신한 방송 데이터 프레임에 오류가 발생하여 재전송을 k 번 수행할 확률은 다음과 같다.

$$(1 - E) E^{k-1} \quad (4)$$

따라서 이 경우 평균적으로 방송 데이터 프레임을 재전송하는 횟수는 다음과 같다.

$$N = \sum_{k=1}^{\infty} k(1 - E) E^{k-1} = \frac{1}{1 - E} \quad (5)$$

그러므로 방송 데이터 프레임 재전송 방식에서의

방송 데이터 전송 효율은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\rho = \frac{D}{N \cdot D} = \frac{1}{N} \quad (6)$$

즉 전송 효율은 방송 데이터 프레임의 재전송 횟수의 역수이다. 재전송 횟수가 작을수록 효율적인 방송 시스템이다.

3.2 복수 전송과 재전송 기술의 결합시의 효율 분석

이번에는 복수 전송과 재전송을 동시에 적용할 때의 효율을 분석하기 위하여, 먼저 수신기에서 수신한 j 개의 동일한 방송 데이터 프레임에 모두 오류가 있어, 또 다시 j 개의 동일한 방송 데이터 프레임을 재전송 요구하는 횟수가 k_e 번일 확률은 다음과 같다.

$$(1 - E_e) E_e^{k_e-1} \quad (7)$$

따라서 평균적으로 동일한 방송 데이터 프레임을 j 번 복수 전송하는 횟수는 다음 수식과 같다.

$$N_e = \sum_{k_e=1}^{\infty} k_e (1 - E_e) E_e^{k_e-1} = \frac{1}{1 - E_e} \quad (8)$$

또한 이때의 방송 데이터 전송효율, ρ_e 는 다음과 같다. 따라서 방송 채널의 BER과 방송 데이터 프레임의 길이, 복수 전송 횟수 j 에 따라 전송 효율은 달라진다.

$$\rho_e = \frac{D}{N_e \cdot j \cdot D} = \frac{1}{N_e \cdot j} \quad (9)$$

계산 결과를 분석해 보면, 방송 채널 환경이 나쁠수록 전송 효율이 전반적으로 줄어드는 것을 확인할 수 있으며, 특히 방송 데이터 프레임의 길이가 커질수록 그 차이가 매우 커지는 것을 확인할 수 있다. 특히 BER이 10^{-3} 인 경우는 프레임 길이가 2500비트 이상이 되면 전송 효율이 매우 떨어진다. 따라서 방송 채널의 상태가 좋지 않은 경우는 방송 데이터 프레임의 적절한 크기를 결정하는 것이 매우 중요하다. 그러나 BER이 10^{-5} 인 경우는 복수전송을 3회 시행하는 경우 방송 데이터 프레임의 길이가 10,000비트까지는 효율의 저하가 전혀 발견되지 않는다. 이 때 3회 복수전송하는 경우 3개의 수신 프레임에 모두 오류가 발생하

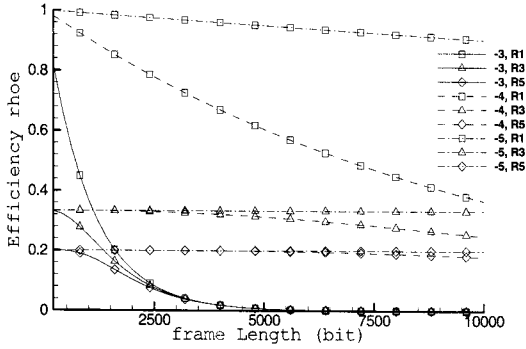


그림 3. 방송 채널의 BER과 방송 데이터 프레임의 길이, 복수 전송 횟수에 따른 효율 ρ_e (실선: BER 10^{-3} , 출선: BER 10^{-4} , 일점쇄선: BER 10^{-5} , 사각형: rep. 1, 삼각형: rep. 3, 마름모: rep. 5)

는 가능성이 거의 없다는 것이며, 한 프레임의 방송 데이터를 전송하는데 3개의 프레임을 전송하므로 효율은 1/3이 된다. 또한 방송 채널의 상태가 좋은 경우는 단순한 재전송 알고리즘을 도입했을 때 효율의 저하도 작으면서 오류 없는 방송 수신이 가능해진다.

3.3 다수의 수신기를 고려한 복수 전송과 재전송 결합 기술의 효과

이번에는 무선랜 AP의 방송 신호의 수신 영역 내에 복수 개의 수신기가 있는 경우에 대해 분석한다. 계산의 간편성을 위해 각 수신기에서 수신하는 데이터에서 발생하는 비트나 프레임 오류는 서로 독립적이고 확률은 동일하다고 가정한다. 이 경우 M개의 수신기들에서 동시에 수신한 동일한 j개의 방송 데이터 프레임 중에서 모든 프레임에 오류가 발생할 확률은 다음과 같다.

$$E_M = \sum_{l=1}^M \binom{M}{l} E_e^l (1 - E_e)^{M-l} \quad (10)$$

여기서 l은 수신한 j개의 프레임 모두가 오류인 단말기의 수이다.

모든 프레임이 오류이므로 M개의 수신기들 중에 임의의 하나 이상의 수신기들이 재전송을 요구하여, 총 k_M 번의 재전송을 수행할 확률은 다음과 같다.

$$(1 - E_M) E_M^{k_M-1} \quad (11)$$

또한 j개의 동일한 방송 데이터 프레임을 재전송하는 평균 횟수는 다음 식과 같다.

$$N_M = \sum_{k_M=1}^{\infty} k_M (1 - E_M) E_M^{k_M-1} = \frac{1}{1 - E_M} \quad (12)$$

최종적인 방송 데이터 프레임의 전송 효율 ρ_M 은 다음과 같다.

$$\rho_M = \frac{D}{N_M \cdot j \cdot D} = \frac{1}{N_M \cdot j} \quad (13)$$

그림 4의 계산 결과를 분석해 보면, 방송 채널의 상태가 BER값이 10^{-3} 정도이고 복수개의 수신기가 있을 경우 복수 전송과 재전송 기술을 결합해도 전송 효율이 매우 나쁜 것을 확인할 수 있다. 이런 경우에는 강력한 오류 정정 부호를 사용하여 BER을 낮추는 방법을 병행해야 한다. BER값이 10^{-4} 정도이면 수신기의 수가 20개일 때 5회의 복수전송을 하면 방송 데이터 프레임의 길이가 7,000비트일 때에 전송 효율이 약 10%이다. 즉, 5회의 복수전송을 2회 재전송하면, 즉 동일한 방송 데이터 프레임을 10회 전송하면, 20대의 수신기들이 오류가 없는 방송 데이터 프레임을 수신할 수 있다. 그러나 수신기들의 수가 100대 정도이면 10회 정도의 복수전송으로도 실용적인 전송 효율을 확보하기 어렵다. 방송 채널의 BER 값이 10^{-5} 인 경우에는 복수전송과 재전송 기술이 결합되어 큰 효과를 보이고 있다. 수신기수가 20개이고 프레임 길이가 10,000비트인 경우, 복수전송을 하지 않고 재전송만 사용하면 전송 효율이 12.2%이고, 2회의 복수전송과 재전송을 사용하면 41.3%로 전송 효율이 대폭 개선되며, 5회의 복수전송인 경우에는 20%이다.

이 경우 2회의 복수전송인 경우 재전송의 경우도 발생하는 것을 알 수 있으며 5회의 복수전송인 경우는 별도의 재전송이 불필요한 것을 알 수 있다. 따라서 이 경우에는 5회의 복수전송을 사용하는 것보다 2회의 복수전송을 사용하는 것이 전송 효율의 측면에서 더 효과적이다. 즉, BER과 방송 데이터 프레임의 길이, 수신기의 대수에 따라 복수전송의 최적 횟수가 달라진다.

이것은 다음 그림 5를 통해 확인할 수 있다. 즉, 방송 데이터 프레임의 길이가 1,000비트이고 80대의 수신기에 대해 BER이 10^{-4} 인 경우에는 3회의 복수전송이 가장 효율적이며, 이에 비해 BER이 10^{-5} 인 경우에는 2회의 복수전송에서 가장 높은 전송 효율을 보이고 있다. 또한 그림 6의 방송 데이터 프레임의 길이가

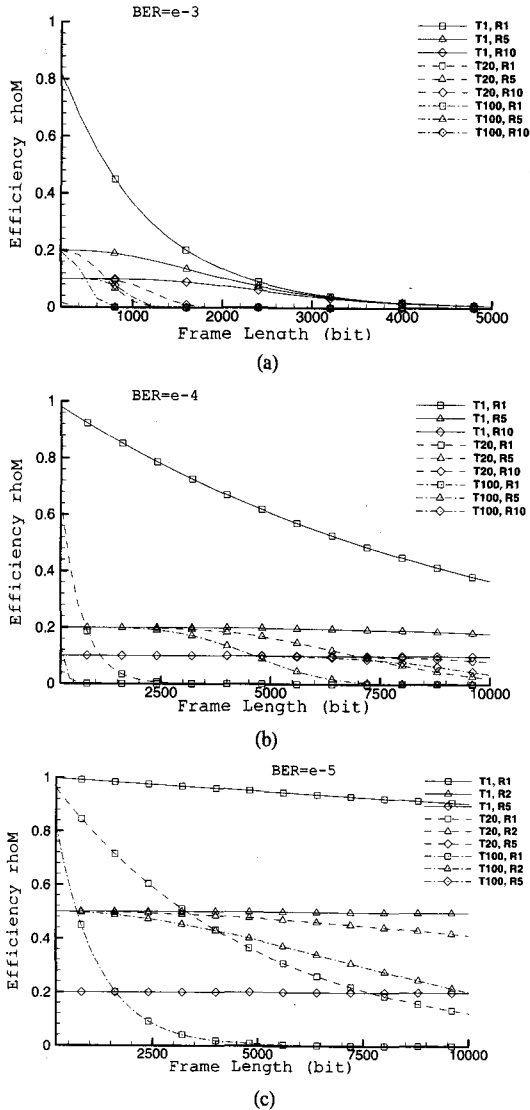


그림 4. 방송 채널의 BER과 방송 데이터 프레임의 길이, 복수 전송 횟수, 수신기 수에 따른 효율 ρ_M (a: BER 10^{-3} , b: BER 10^{-4} , c: BER 10^{-5} , 실선: 수신기 1대, 줄선: 수신기 20대, 일점쇄선: 수신기 100대, 사각형: rep. 1, 삼각형: rep. 2, 마름보: rep. 5)

10,000비트인 경우를 보면, BER이 10^{-5} 이고 수신기의 대수가 50대 이하이면 복수 전송을 2회 적용하는 것이 효율적이며 50대가 넘으면 3회의 복수 전송을 적용하는 것이 더 효율적이다.

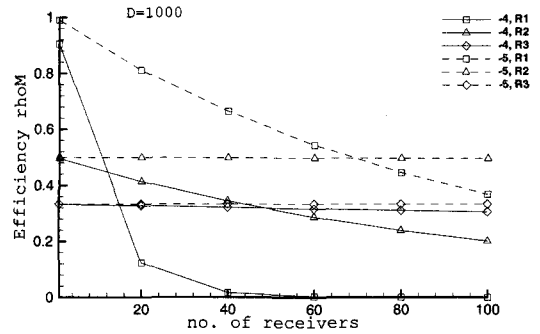


그림 5. 방송 채널의 BER과 1000비트의 방송 데이터 프레임의 길이, 복수 전송 횟수에 따른 효율 ρ_M (실선: BER 10^{-4} , 줄선: BER 10^{-5} , 사각형: rep. 1, 삼각형: rep. 2, 마름보: rep. 3)

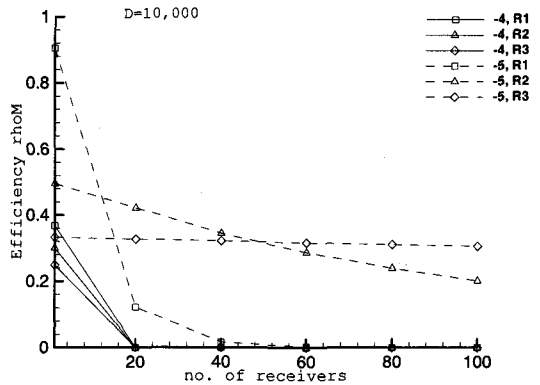


그림 6. 방송 채널의 BER과 10,000비트의 방송 데이터 프레임의 길이, 복수 전송 횟수에 따른 효율 ρ_M (실선: BER 10^{-4} , 줄선: BER 10^{-5} , 사각형: rep. 1, 삼각형: rep. 2, 마름보: rep. 3)

IV. 결론

본 논문에서는 무선랜을 이용한 IP 지역 방송 시스템과 같이 방송 데이터 프레임에 오류가 발생하는 환경에서, 방송 데이터 프레임의 길이와 복수 전송 기술, 재전송 방식을 적용할 경우의 수신기 대수에 따른 방송 데이터 전송 효율을 분석하였다. 본 논문에서 제안된 기술들은 기존의 무선랜 AP와 스마트폰 및 스마트 패드에 바로 적용할 수 있으며, 오류정정부호 등의 추가적인 비용 없이 방송 채널의 환경에 따라 프레임 길이와 복수 전송 횟수를 조정하여 최적의 방송 데이터 수신율을 확보할 수 있다. 무선랜 AP에서 다수의 모든 수신기들에게 일대 다수의 방식으로 방송 데이터 프레임의 방송하는 "push" 기술의 속성상 모든 수신기들에게 오류가 없을 때까지 재전송을 보장할 수는 없으며, 본 논문에서 제안된 기술을 적용하여 적정 수준에서 방송 데이터 프레임의 오류를 보완하는 것이

실용적인 방법이다. 따라서 중요한 데이터는 짧은 길이의 방송 데이터 프레임으로 여러 번 전송하고, 동영상이나 음악 파일등은 오류에 둔감한 재생 코덱을 사용하여 오류를 감수하는 방법이 적절하다. 화질이 중요한 동영상 파일은 TCP와 같은 수신기와 방송 서버가 일대일로 접속과 재전송 기법을 사용함으로써, 방송 서비스의 목적에 따라 적절한 기술을 선택적으로 사용한다.

참 고 문 헌

- [1] J. Oh and Z. Haas, "A scheme for location-based Internet broadcasting and its applications," *IEEE Comm. Mag.*, 45(11), pp. 136-141, Nov. 2007.
- [2] P.Ferre, D.Agrafiotis, T.K.Chiew, A.R.Nix, and D.R. Bull, "Multimedia Transmission over IEEE 802.11g WLANs: Practical Issues and Considerations," *ICCE 2007*, pp.1-2, Las Vegas. Jan. 2007
- [3] Y. Chu et al., "Enabling Conferencing Applications on the Internet Using an Overlay Multicast Architecture," *SIGCOMM '01*, pp.55-67, San Diego, CA, Aug. 2001
- [4] 오종택, "인터넷 지역 방송에서 데이터 프레임 길이와 복수 전송에 관한 연구," *한국인터넷방송통신학회 논문지*, 11권, 제3호, pp.123-127, 2011. 6.
- [5] A.S.Tannenbaum, *Computer network*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1981
- [6] D.Cristain, "LLC-MAC analysis of general packet radio service in GSM," *Bell Labs Technical Journal*, (3), pp. 37-60, April 1999

오 종 택 (Jong-taek Oh)

정회원



1986년 2월 한양대학교 전자통신공학과 학사

1989년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사

1993년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사

1993년 12월~2000년 2월 한

국통신 무선통신연구소 선임연구원

2000년 3월~현재 한성대학교 전자통신공학과 교수
<관심분야> 지능형 무선통신 서비스, 개인환경서비스, 신호처리