

방송통신융합망 기반의 Dual Mode 융·복합 홈 게이트웨이 시스템 개발

論 文
9-1-6

The Development of Dual Mode Convergence Home Gateway System based upon Broadcast & Telecommunication Convergence Networks

박 노 진*
No Jin Park

Abstract

In this study, we realized the broadband home gateway system of dual mode based upon EDR 2~3Mbps transmission speed and 300Mbps of 802.11n, In broadcasting and telecommunication convergence networks to deliver multimedia services, high-quality home. The bluetooth module is designed to use general low rate data speed service and the 802.11n module also is designed to use high rate speed service at various home network situation. The dual mode home gateway system, bluetooth and 802.11n module, is well realized for many specification such as emission power, spurious power, impedance matching, frequency channel test.

Key words: home gateway, convergence network, UWB, IPTV, 802.11n, ISM Band

1. 서론

무선통신은 유선의 설치가 어려운 장소나 획기적인 비용 절감이 필요한 곳에 다양하게 응용될 수 있고 또한 외부로부터 인가되는 유선망은 거의 대부분의 건물에 이미 설치되어 있으므로 대내외에서 홈 네트워크용 무선통신을 이용할 경우 편리한 설치 등으로 비용 및 시간 절감 등 파급효과 기대된다[1]. 또한 통신망 구성이 미흡한 저개발 국가 등에서는 기존의 유선망에 홈 네트워크 무선통신 기술을 응용 및 적용함으로써 상대적으로 적은 비용으로 예산절감 시간단축 등 경제발전에 획기적인 통신 인프라 구성을 구축할 수 있는 계기를 만들어 줄 수 있을 것으로 판단한다.

우리나라는 네트워크 구성을 위한 홈 네트워크

분야에서는 선두에 속해 새로운 홈 네트워크 제품의 개념을 제시하고 표준화 활동을 활발히 펼치고 있으나, 아직까지 일부 제조업체를 제외한 국내 업체의 표준화 활동은 미미한 실정으로 홈 네트워크 산업은 각국의 선진 업체들이 향후 10년간 먹거리 산업을 예측하고 시장 선점을 위해 전력투구하고 있는 분야로서, 유·무선 홈 네트워크 기술과 미들웨어 기술의 상호연동을 제공하는 기술이 갈수록 중요해지고 있다. 홈 네트워크의 유/무선 적용 기술로는 Ethernet, PIC, Wireless LAN, UWB, Zigbee, Bluetooth 등이 검토되고 있다. 또한, 무선 통신을 이용한 홈 네트워크 통신 기술의 개발에 참여하고 있는 회사들은 전 세계적으로 약 10여개의 핵심 기술 업체가 있다. 이 중에는 미국의 TI, Motorola, Cisco, Marvell, 독일의 지멘스, 네덜란드의 Phillips, 일본의 Toshiba 등이 있다. 한국에서는 삼성전자와 같은 몇몇 대기업들과 중소·벤처 기업들이 이 기술 개발에 많은 심혈을 기울이고 있으나 외국의 다국적 기업 등의 회사를 제외하고는 거의 대부분

접수일자 : 2010년 2월 21일

최종완료 : 2010년 3월 20일

*포스텍솔루션

교신저자, E-mail : kamsasa@paran.com

표1. Bluetooth PSTN 기반 게이트웨이 시스템의 설계 개발 Spec.

Table 1. Bluetooth PSTN-based design and development of a gateway system Spec.

동작 주파수	2.4 ~ 2.4835 GHz ISM Band
대역 확산	Frequency Hopping and Adaptive Frequency Hopping
출력 전력	17dBm(Typical)
수신 감도	-90dBm@0.1%BER(Typical)
사용 반경	Up to 100m(Depends on Environment)

실패하거나 중도에 포기한 경우가 많았으며, 무선 통신을 이용한 홈 네트워크용 게이트웨이 제품에 대해서는 지금도 대부분이 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다[2].

사용자들은 기술이나 표준에 관심이 없고, 사용자들이 이용하는 기기 및 서비스에 관심이 있기 때문에 소비자 중심의 접근이 가능하고 소비자의 관심을 자극할 수 있는 사용자들이 원하는 기기 및 서비스의 발굴과 함께 제공이 매우 중요하기에 홈 네트워크 분야의 기반 기술로서 Bluetooth 및 802.11n기반의 Dual Mode무선 통신을 이용한 광대역 용·복합 홈 네트워크 구축기기의 개발이 무엇보다 중요하다[3]. 따라서 본 연구에서는 정보가전 제어 및 음성통신 기능을 수행하는 EDR 2~3Mbps의 Bluetooth PSTN Gateway와 무선 CCTV 카메라, 무선 IPTV, 인터넷 등에 연동된 방송통신융합망에서의 고품질 홈 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 300Mbps의 802.11n이 Dual Mode로 동작하는 광대역 홈 게이트웨이 시스템을 개발하고자 한다.

II. 방송통신융합망을 이용한 광대역 용·복합 홈게이트웨이

Bluetooth PSTN 게이트웨이 개발(EDR 2~3Mbps) 시스템은 정보가전 제어 및 홈내에서 무선 음성통신 서비스가 가능한 게이트웨이로 설계한다. 중요한 설계 요소들로는 핵심 RF Core 모듈 기술 개발 및 안테나 및 증폭기간 위상정합 기술 그리고 링크 매니저 프로토콜 및 알고리즘 개발, Adapted FH Selection 개발, Channel Quality Driven Data Rate Change 개발, Host & traffic Controller Algorithm 개발, 디지털 모뎀 신호 처리부 최적화(GFSK, 8DPSK, OFDM) 통합 데이터

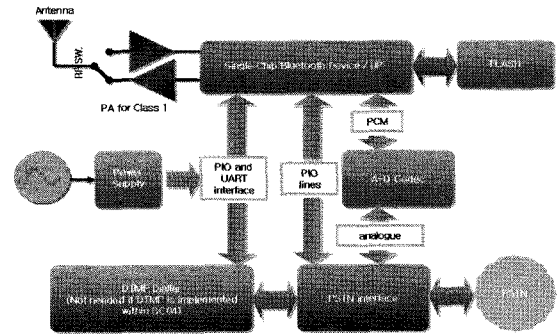


그림1. Bluetooth PSTN 기반 게이트웨이 블록도
Fig 1. Bluetooth PSTN-based gateway block diagram

전송 관리기술, Service Discovery & Message Sequency Protocol, Security Key Managy Protocol, Generic Access Algorithm, EDR 2~3Mbps를 갖는 블루투스 PSTN 게이트웨이 기술등이 연구 개발되어 졌다. 아래 그림.1은 Bluetooth PSTN 기반 Gateway 기본 블록도이다. 그리고 Low Version(Bluetooth V1.1 and V1.2)를 지원하고 고출력의 Class I를 지원하도록 설계한다. 또한 고속 데이터 전송시 Full Piconet 기능을 지원하고 사용반경은 약 100m를 기준으로 설계되어졌다. 다음은 Bluetooth PSTN 기반 게이트웨이 시스템의 설계 개발 Spec이다.

그리고 802.11n기반의 광대역 홈 게이트웨이 시스템은 영상신호 전송을 기본으로 설계된다. 무선 CCTV 카메라,무선 IP-TV,인터넷 등 고품질의 홈 멀티미디어 서비스 기능을 수행한다[4][5]. 따라서 EDR 300Mbps급으로 구현되어진다. 주요한 기능 블록으로는 디지털 신호 처리부 최적화 회로 설계, 게이트웨이 연동 기능 모듈 설계, Device Driver 프로그램 개발, VoIP TCS-Binary 설계/제작, 미들웨어 제어용 인터페이스 개발, Application

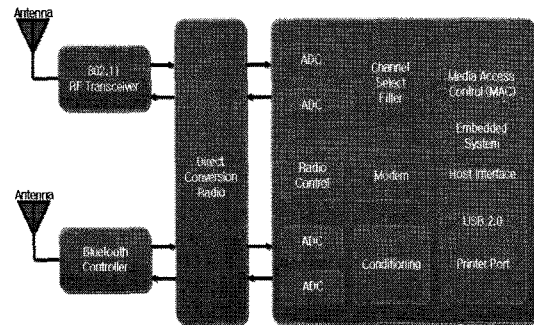


그림 2. 방송통신융합망에서 802.11n 기반의 용·복합 무선 홈 게이트웨이 시스템 블록도
Fig 2. 802.11n in the broadcasting and telecommunication network convergence and multiple home gateways based on the system block diagram

표 2. 802.11n 기반의 융·복합 무선 홈 게이트웨이 시스템 설계 개발 Spec.

Table 2. 802.11n-based convergence and multiple home gateway system design, development Spec.

동작 주파수	2.412 ~ 2.462 GHz (FCC) 2.412 ~ 2.472 GHz (ETSI)
안테나	2 x 4dBi Fixed Dipole Antenna 1 x 4dBi Detachable Dipole Antenna
MAC 프로토콜	CSMA/CA with ACK
데이터 전송속도	802.11b: 11Mbps, 5.5Mbps, 2Mbps, and 1Mbps 802.11g: 54Mbps, 48Mbps, 36Mbps, 24Mbps, 18Mbps, 12Mbps, 9Mbps and 6Mbps 802.11n(draft): up to 300Mbps
보안 구성	Encryption: Hardware AES/TKIP, 64/128-bit WEP WPA: WPA/WPA-PSK, WPA2/WPA2-PSK SSID 제어
출력 전력	802.11b: 18dBm(Typical) 802.11g: 15dBm(Typical) 802.11n(draft): 14dBm(Typical)
수신 감도	802.11b: -84dBm(Typical) @ 11Mbps 802.11g: -72dBm(Typical) @ 54Mbps 802.11n(draft) : -70dBm(Typical) with HT40
동작 채널	1~11(US), 1~13(EU)

Programming Interface 설계, 보안 및 제어 관리를 위한 Interface Protocol 개발, 다중 네트워크 융합 포인트 Middleware 개발/적용, Security 정보 시스템 통합 데이터 전송 관리 기술 개발 및 시스템 적용, 프로세스 Interface IP 시스템 설계/제작, PSTN, IPTV, BcN 연동 Interface 회로설계/제작, PSTN, IPTV, BcN 융·복합 게이트웨이 Master Unit Main Platform 설계/제작 등으로 구성된다. 다음 그림.2는 방송통신 융합망에서 고품질의 서비스를 제공하기 위한 802.11n 기반의 Dual Mode 홈 게이트웨이 시스템이다.

본 논문에서 설계/제작한 융·복합 홈게이트웨이의 기본적인 기능 및 구성은 다음과 같다.

- IEEE 802.11n(Draft) and IEEE 802.11b/g 표준
- 4 x 10/100Mbps Auto-MDIX LAN Port and 1 x 10/100Mbps WAN Port

- Cable/DSL Modems 지원가능(정적·동적 IP, PPPoE, PPTP and L2TP 연결)
- 고속, 대용량 데이터 전송(300Mbps) 기능 (IEEE 802.11n(Draft))
- 데이터 고속전송, 사용 반경 확장위한 3개의 외부 안테나
- 방화벽 기능(Network Address Translation (NAT)), Traffic Control 기능, SSID 보안 기능, 인터넷 액세스 컨트롤 기능
- 사용 반경 약 150m(옥내), 약 400m(옥외)

III. 설계 제작한 융·복합 홈 게이트웨이 성능평가

1. EUT 일반 개요

1.1 Product Name

- (1) EDR v2.0 블루투스
- (2) 블루투스(EDR v2.0)/802.11 융·복합 Dual Mode 무선 네트워크 장치
- (3) 테스트 유닛 구성

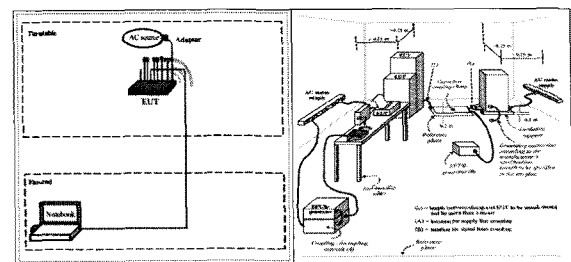


그림 3. 테스트 조건(Indoor/Outdoor)
Fig 3. Test conditions (Indoor / Outdoor)

1.2 Normal 테스트 규격

- (1) EDR v2.0 블루투스

표 3. Bluetooth PSTN Home Gateway 테스트 규격
Table 3. Bluetooth PSTN Home Gateway Test Standards

동작 주파수	2.4 ~ 2.4835 GHz ISM Band
출력 전력	17dBm(Typical), Class 1
수신 감도	-88dBm@0.1%BER(Typical)
사용 반경	약 50 ~ 80m (네트워크 환경에 따라 변화)

- (2) 블루투스 EDR v2.0/802.11 융·복합 Dual Mode 무선 네트워크 장치

표 4. 802.11n Home Gateway 테스트 규격
Table 4. 802.11n Home Gateway Test Standards

주요 특성	Bluetooth/802.11용·복합 Dual Mode 무선 네트워크 장치	
	Bluetooth (Class 2)	802.11
사용 주파수(Operating Frequency)	2.402 - 2.480GHz	2.412 - 2.462GHz
송신 전력(Transmitter Power)	v2.0 Port : +3dBm Typ.	+15dBm Typ.
수신 감도(Receiver Sensitivity)	-81dBm GFSK	-67dBm OFDM
기저대역 변조방식 (B/B Modulation)	GFSK, $\pi/4$ DQPSK, 8DPSK	OFDM, CCK

2. 용·복합 홈 게이트웨이 시제품 테스트 구성

2.1 Single 및 용·복합 Dual Mode 정합 테스트

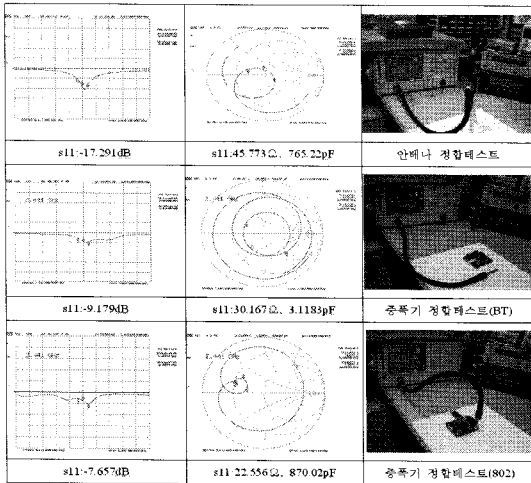


그림 4. 정합 테스트
Fig 4. Matching Test

2.2 기저대역 Master Unit 제작 및 테스트

(1) EDR v2.0 블루투스

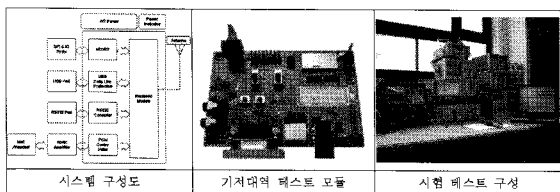


그림 5. 기저대역 Unit 정합 테스트
Fig 5. Baseband Unit Matching Test

(2) 블루투스(EDR v2.0)/802.11 용·복합 Dual Mode

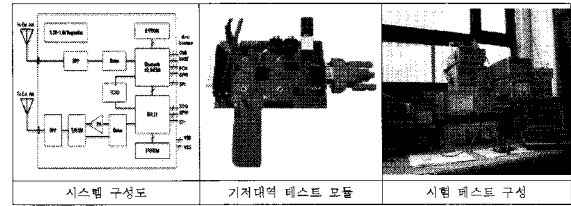


그림 6. 기저대역 Unit 정합 테스트
Figure.6 Baseband Unit Matching Test

3. 실효 방사 전력

3.1 테스트 조건 :

- (1) 테스트 유닛(E.U.T) : 어댑터를 통한 외부 전원 공급
- (2) TX PEAK 전력 : Max Peak 전력, TX Ave. 전력 : 평균 Peak 전력
실제 피크 전력 = Tx Peak + Cable Loss
- (3) ETSI 주파수 영역 : 2400MHz ~ 2483.5MHz

3.2 결과

표 5. 실효방사 전력
Table 5. Effective radiated power

테스트 조건	피크 방사 전력		
	TX Peak(dBm)	TX Ave.(dBm)	Cable Loss(dB)
CH. 01	9.57	8.79	5.80
CH. 07	9.7	9.11	5.80
CH. 13	8.98	8.00	5.90
Limit	TX Peak : 23 dBm/-7 dBW TX Ave. : 20 dBm/-10 dBW		

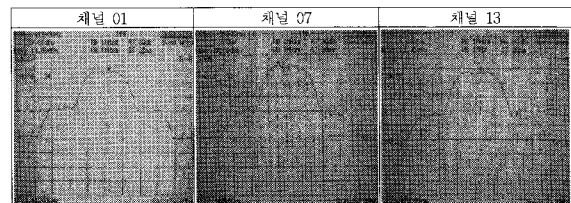


그림 7. 실효방사 전력 실험치
Fig 7. Effective radiated power experiment

4. 사용 주파수

4.1 테스트 조건 :

- (1) 테스트 유닛(E.U.T) : 어댑터를 통한 외부 전원 공급

(2) ETSI 주파수 영역 : 2400MHz ~ 2483.5MHz

표 6. 동작 주파수에 따른 피크 방사 전력
Table 6. The operating frequency of the peak radiation power

테스트 조건	피크 방사 전력		
	TX Peak(dBm)	TX Ave.(dBm)	Cable Loss(dB)
CH. 01	9.57	8.79	5.80
CH. 07	9.7	9.11	5.80
CH. 13	8.98	8.00	5.90
Limit	TX Peak : 23 dBm/-7 dBW TX Ave. : 20 dBm/-10 dBW		

4.2 결 과

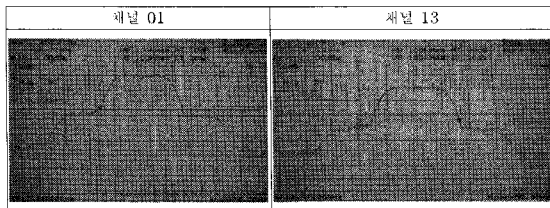


그림 8. 동작 주파수 영역
Fig 8. Operating frequency range

5. 불요 방사 전력

5.1 채널 01

표 7. 송신 Spurious
Table 7. Transmit Spurious

주파수 (MHz)	Level (dBm)	Limit (dBm)	Margin (dBm)
1608.33	-57.61	-30.00	-27.61
1820.83	-62.64	-30.00	-32.64
4823.91	-56.47	-30.00	-26.47
7236.61	-47.14	-30.00	-17.14
9649.32	-58.93	-30.00	-28.93

5.2 채널 13

표 8. 송신 Spurious
Table 8. Transmit Spurious

주파수 (MHz)	Level (dBm)	Limit (dBm)	Margin (dBm)
1647.92	-56.09	-30.00	-26.09
4944.03	-54.87	-30.00	-24.87
7415.83	-36.53	-30.00	-6.53
9887.64	-48.53	-30.00	-18.53
12359.44	-51.16	-30.00	-21.16

IV. 결 론

본 연구에서는 방송통신융합망 기반의 광대역 융·복합 홈 게이트웨이 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 블루투스 기반 2~3Mbps의 데이터 전송 속도를 가지는 PSTN연동 기능과 CSMA/CA with ACK의 MAC를 가지고, 고품질의 융·복합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 802.11n 기반의 300Mbps의 Dual Mode 시스템 기능으로 동작하는 광대역 융·복합 홈게이트웨이를 설계하였다. Bluetooth 기반의 모듈은 일반적인 정보가전 제어, 홈네트워크에서의 무선 음성통신 기능 서비스의 저속 서비스에 주안을 두고 설계되었으며 802.11n 모듈은 향후 IPTV, 디지털방송시스템, 영상통신서비스, CCTV 영상전송, 인터넷 기반의 고품질 멀티미디어 서비스 기능을 두고 설계되었다.

테스트 유닛을 통한 실험에서 실효방사전력은 각 채널에서 평균 8.00~9.11dBm을 보이고 있으며 Cable Loss는 평균 5.8dB로 나타났다. 안테나 및 증폭기 임피던스 정합 테스트에서는 송신전력이 대체로 반사되지 않고 잘 전달됨을 알 수 있었다. 따라서 홈 내에서의 간단한 2~3Mbps의 데이터 통신을 이용하는 서비스와 300Mbps급 이상의 방송통신융합망에서의 고품질 융·복합 서비스를 제공하기 위해 필요에 따라 적절하게 스위칭하여 사용할 수 있는 Dual Mode기능의 융·복합 홈 게이트웨이 시스템은 설계 기준에 맞게 구현하였다.

[참고문헌]

- [1] 김형준, 노상영, 신민영, 최규태, 박승권 “케이블TV전송망의 디지털 신호전송 평가,” 대한전자공학회 학술대회 논문집, 제30권, 제1호, pp.782-786, 1997.
- [2] 박광로 “Home Gateway 시스템 전송기술 현황 보고서” ETRI Journal, 2004.
- [3] V. Jacobson and M. J. Karels, "Congestion avoidance and control," in *Proceedings ACM SIGCOMM '88*, pp. 314-329, 1988.
- [4] W. R. Stevens, *TCP/IP Illustrated Volume 1 : The Protocols*, Addison Wesley, 1994.
- [5] H. Balakrishnam "A Comparison of Mechanism For Improving TCP Performance Over Wiless Links," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol 5, NO 6, pp. 756-769, 1997.
- [6] Chander Dhawan, "Mobile Computing," McGraw-Hill, pp. 579, 1997.

Biography



박 노 진

1992년 서울산업대학교 (방송)매체공학과 졸업

1997년 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)

2002년 광운대학교 전자통신공학과(공학박사)

2006년 서정대학 정보통신과 전임교수

2007년 ~ 현재 네오정보시스템 이사

2010년 ~ 현재 포스텍솔루션 대표

<관심분야> 방송통신융합망, IPTV, 3DTV 시스템, 디지털 방송시스템

<e-mail> kamsasa@paran.com