

Koinonia 기반 무선 DVR 시스템의 구현

김용성 · 조진웅 · 홍대기[†]

전자부품연구원, [†]상명대학교 정보통신공학과

Implementations of Wireless DVR System on Koinonia Technology

Yong-Sung Kim, Jin-Woong Cho and Dae-Ki Hong[†]

KETI, [†]Department of Information & Telecommunications Engineering of SangMyung Univ.

ABSTRACT

In this paper, we first introduce a Koinonia technology. Then we present a wireless Digital Video Recorder (DVR) system based on the Koinonia technology. In addition we implement the wireless DVR system, which is composed of Wireless DVR-Slave (WDVR-S), Wireless DVR-Access Point (WDVR-AP), and Wireless DVR-Emergence Management System (WDVR-EMS). Also we present the acquired Korea Communication Commission (KCC) mark for the last products. The developed system will give a hint that the Koinonia technology can be adopted in wireless DVR systems to handle safety and security issues.

Key Words : ARIA, binary CDMA, Dual-band, ISM

1. 서 론

오늘날 무선통신과 관련된 기술개발은 눈부신 발전을 거듭하고 있으며 이에 따라 다양한 사회분야에서 점차 널리 사용되고 있다. 전 세계적으로 각종 강력범죄와 무차별적인 테러의 증가로 보안 및 방범 장비의 신규 수요 및 기존 장비의 업그레이드 수요가 증가하고 있는 상황에서 멀티미디어 전송 기술은 방범과 방재를 위한 핵심 기술로 점차 부각되고 있다[1]. 또한 산업현장이 복잡해지고, 무인화 자동화 설비가 증가 하면서 현장설비에 대한 원격감시 및 이동제어 등 무선화 설비의 필요성 역시 증가하는 추세이다[2]. 현재 유선 CCTV (Closed-Circuit TeleVision)에 비해 무선 멀티미디어 (오디오/비디오) 전송 시스템 (DVR : Digital Video Recorder)은 낮은 시장 진출 및 기술적 미비로 인해 시장이 넓게 형성되어 있지는 않으나, 무선의 이동성, 비용절약, 설치의 간편성 등이 점차 인식되면서 유선의 한계를 극복하려는 노력과 시도가 증가하는 추세이다[3].

무선 DVR에 적용할 수 있는 무선기술로는 대표적으로 WiFi[4], ZigBee[5], 그리고 Bluetooth[6]가 있다. 이 중에서 ZigBee나 Bluetooth등의 근거리 무선통신 시스템은 영상을 전송해야 하는 대역폭의 문제로 인해 무선 DVR에 적용할 수 없다. 그리고 무선 DVR 시스템은 실시간으로 영상정보를 전송할 수 있어야 하는데 WiFi에 적용된 MAC (Media Access Control layer) 프로토콜인 CSMA (Carrier Sense Multiple Access)로는 무선 DVR의 실시간 QoS (Quality of Service)를 만족시킬 수 없다. 따라서 WiFi도 무선 DVR에 적합한 기술이라 할 수 없다. 반면 Koinonia시스템은 MAC 기술로 시간 분할 다중 접속 (Time Division Multiple Access) 기술을 사용하기 때문에 실시간 QoS를 만족시킬 수 있는 장점이 있다. 더불어 Koinonia는 WiFi에 비해 가용 채널수가 많아 더 많은 노드에 서비스를 제공할 수 있기도 하다[7]. 이러한 특징 때문에 Koinonia 시스템은 무선 DVR을 위한 좋은 무선 기반 기술 후보임을 알 수 있다.

본 논문에서는 국내 순수 기술로 개발된 Binary CDMA (Code Division Multiple Access) 기반 Koinonia 무선기술[9-11]을 이용하여 기존의 유선 DVR 시장을

[†]E-mail : hongdk@smu.ac.kr

대체하는 무선 DVR 시스템을 제안 한다. 또한 개발된 무선 DVR 시스템의 기본 요소인 무선 DVR 단말장치(WDVR-S: Wireless DVR-Slave), 무선 DVR 멀티 채널 처리장치(WDVR-AP: Wireless DVR-Access Point), 그리고 무선 DVR 관리 소프트웨어(WDVR-EMS: Wireless DVR-Emergence Management System)에 대한 개발결과와 성능에 대하여 측정한 결과를 제시한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 2장에서는 기반기술로 사용된 Koinonia 기술을 소개한다. 기술소개는 표준기술과 더불어 SoC (System on Chip) 칩셋 (KWPA1200a: Koinonia Wireless Personal Area Network 1200a)을 포함한다. 3장에서는 Koinonia를 이용한 무선 DVR 시스템(WDVR-S, WDVR-AP, WDVR-EMS)을 구현한다. 4장에서는 연동시험 결과를 제시하며 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. Koinonia 기술

본 장에서는 ISO/IEC (International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission) 24771 표준으로 채택된 Koinonia 기술에 대해 소개한다[7]. 또한 표준을 이용해 구현한 KWPA1200a MAC (Media Access Control Layer)/PHY (PHYSICAL Layer) SoC 칩셋을 설명한다[8].

2.1. Koinonia 기술

Binary CDMA 기술은 기존 CDMA 시스템의 멀티 코드의 형태로 사용할 때 송신 신호 파형이 멀티 레벨로 나타나게 되어 시스템의 구조가 복잡해지고 가격이 비싸지는 단점을 해결하기 위해 멀티레벨의 신호를 위상신호로 전환하여 이진화하여 전송하는 기술이다 [7]. 전자부품연구원에서는 Binary CDMA 기술을 기반으로 하는 SoC를 구현하여 상용화를 완료(KWPA1200a) 하였으며 Koinonia로 명명했다. KWPA1200a SoC 칩셋을 이용한 무선 채널은 Fig. 1과 같이 시스템 클럭 설정에 따라 사용가능한 채널수와 대역폭이 달라진다. 만약 시스템 클럭이 22MHz 경우 채널 대역폭 8MHz 이고 채널수는 10개가 되며 시스템 클럭이 44MHz 경우 채널 대역폭 16MHz이고 채널수는 5개가 된다 [3].

2.2. KWPA1200a MAC/PHY SoC 칩셋

KWPA1200a SoC 칩셋은 Fig. 2와 같이 ARM/AMBA(Advanced RISC Machine/Advanced Microcontroller Bus Architecture) 기반으로 구성되었으며, ARM/AMBA 플랫폼은 SoC 내부 모듈들을 위한 공통 시스템 버스

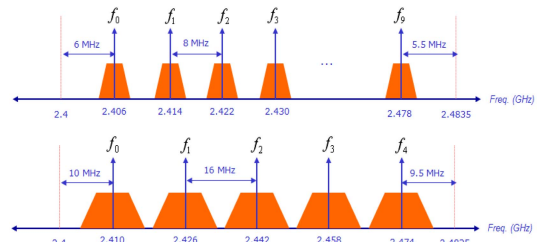


Fig. 1. Channel frequency of koinonia.

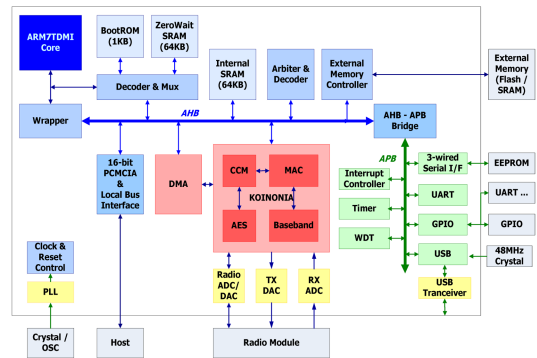


Fig. 2. KWPA1200a SoC block diagram.

를 정의함으로써 선택 사항에 따라 쉽게 플랫폼을 구성 및 변경할 수 있으며 재사용을 강화시키는 장점을 제공한다[4]. AHB (Advanced High performance Bus) 버스는 AHB 버스의 마스터를 결정하는 Arbitrator, 메모리 영역을 디코딩하기 위한 어드레스 디코더, 프로그램 코드와 데이터를 저장하기 위한 내부 메모리, 외부 메모리의 내용을 내부 메모리에 매핑하기 위한 외부 메모리 인터페이스 등으로 구성된다.

그리고 KOINONIA 모듈과 메모리 사이에 빈번한 데이터 전송을 효과적으로 제어하기 위하여 버스 마스터로 DMA (Direct Memory Access) 가 있다. 또한 본 시스템이 컴퓨터의 서브시스템으로 사용될 수 있도록 16-bit PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) 슬레이브 모듈을 지원한다. APB (Advanced Peripheral Bus) 버스에는 비교적 저속의 블록들이 연결된다. Timer와 WDT (Watch-Dog Timer)의 인터럽트 신호 발생 간격은 ARM 프로세서가 설정할 수 있게 하여 활용성을 높였다.

KWPA1200a SoC 칩셋의 무선 전송 기능을 담당하는 블록은 크게 MAC과 PHY블럭으로 구성된다. MAC 블록은 데이터 흐름에서 되도록 프로세서의 부담을 덜어주기 위해서 DMA를 사용했을 뿐만 아니라 MAC의 일부 기능을 하드웨어로 설계하였다. 특히

Table 1. KWPAN1200a transmission rates

Mode	RATE	CACB 확산이득	데이터율 계산식	변조방식	데이터율 (Mbps)
시스템클럭 22 MHz 사용시	RATE 1	1	$(5.5M/16) \times 1$	QPSK	0.34375
	RATE 2	3	$(5.5M/16) \times 3$	QPSK	1.03125
	RATE 3	9	$(5.5M/16) \times 9$	QPSK	3.09375
	RATE 4	9	$(5.5M/16) \times 18$	QPSK	6.1875
	RATE 5	X	$5.5M \times 2$	DQPSK	11
	RATE 6	X	$5.5M \times 3$	16QAM	16.5
	RATE 7	X	$5.5M \times 4$	32QAM	22
	RATE 8	X	$5.5M \times 5$	64QAM	27.5

MAC의 상태 (송신, 수신, IDLE, 비콘구간, 경쟁구간) 천이 관리, 정확한 타이밍을 요하는 슈퍼프레임 동기화, 데이터 송/수신 그리고 경쟁구간에서 사용하는 CSMA 프로토콜 처리 등이 이에 포함된다. 전력 소모를 최소화하기 위하여 IDLE 모드를 사용하며 암호화를 지원한다.

PHY 블록은 송신부와 수신부로 구분되는데, 송신부는 프리앰블과 헤더, 페이로드 생성하는 프레임 생성블럭과 헤더체크섬, 페이로드 체크섬, 데이터 랜덤화 스크램블러, 그리고 CACB (Constant Amplitude Coded Biorthogonal) 부호화기 및 QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 변조기 등으로 구성된다. CACB 부호화 및 변조방식에 따라서 데이터율은 아래 Table 1과 같이 나타난다. Table 1은 시스템 클럭을 22MHz 로 가정했을 때의 각 RATE 별 전송 속도를 나타낸다. RATE1부터 RATE4는 CACB 방식을 사용하여 부호화를 한 후 QPSK 변조하여 송신한다. RATE5부터는 CACB 방식을 사용하지 않으며, 전송속도를 높이기 위해서 일반 DQPSK (Differential PSK) 변조 및 QAM-TCM (Quadrature Amplitude Modulation-Trellis Coded Modulation)을 이용하여 변조한다. 수신부는 DC (Direct Current) 옵셋 제거기, 자동 이득 제어, 주파수 옵셋 제거기, 위상 옵셋 제거기, 타이밍 동기, 프리앰블 상관기, CACB 복호화기, 결정 제환 등화기, Viterbi 디코더 등으로 구성된다.

3. 무선 DVR 시스템 구현

본 장에서는 먼저 Koinonia 기술을 이용하여 무선 DVR 시스템을 구축하기 위한 Koinonia 네트워킹 기술에 대해서 살펴본다. Fig. 3에는 무선 DVR 시스템의 구조도가 나타나 있다. Koinonia 기반 무선 DVR 시스템은 크게 WDVR-S, WDVR-AP 그리고 WDVR-EMS로

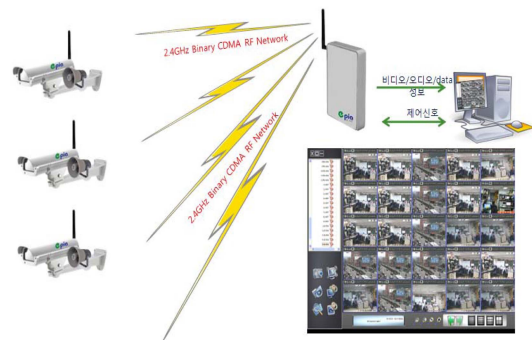


Fig. 3. Block diagram of wireless DVR system

구성된다. 본 절에서는 각 부를 설명하도록 한다.

3.1. 무선 DVR을 위한 Koinonia 네트워킹

Fig. 4는 주파수 대역폭을 8 MHz 가정 했을 때 채널 (0번부터 9번까지)에 따라 형성될 수 있는 일반적인 Koinonia 무선 네트워크 구성의 예를 보여주고 있다. 먼저 하나의 주파수 채널에는 하나의 무선 네트워크를 형성할 수 있고 이러한 무선 네트워크를 피코넷이라고 하며 여러 개의 피코넷을 구별하기 위하여 PNID (PicoNet IDentification)를 부여하며 이 값은 유일한 상수 값을 갖는다.

피코넷 내부에는 마스터 (Master)와 슬레이브 (Slave)가 존재하며 마스터는 슬레이브와 동기를 맞추기 위해서 비콘 (Beacon) 신호를 주기적으로 송신하며 피코넷 당 하나만 존재할 수 있다. 슬레이브는 마스터에서 보내는 비콘 신호에 따라 마스터와 유기적으로 동작하면서 데이터를 서로 송수신할 수 있고 피코넷 내에서 복수 개로 존재할 수 있다. 이때 마스터와 슬레이브는 스케줄링 방법에 따라 양방향 송수신 및 단방향 송수신이 가능하며 슬레이브간의 통신도 가능하다. 양방향 송

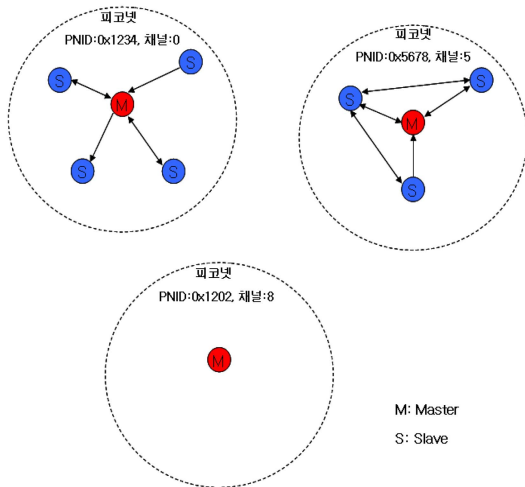


Fig. 4. Koinonia network configuration for wireless DVR.

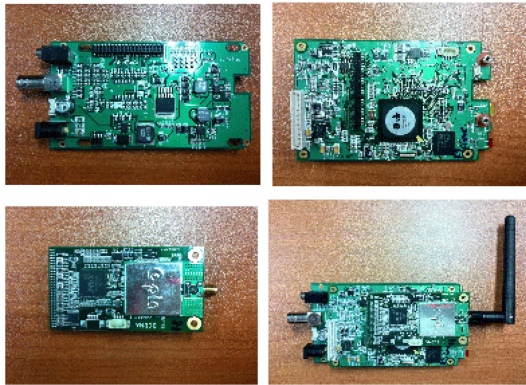


Fig. 5. WDVR-S mounting.

수신은 주로 카메라의 자세제어, 마이크 송출 등에 사용되며, 단방향 송수신은 감시영상의 전송시에 주로 사용된다.

3.2. WDVR-S

Fig. 5의 Koinonia 기반 무선 DVR 단말장치 즉 WDVR-S는 전원 보드, 호스트프로세서 보드, Koinonia 모듈 보드로 구성된다. 전원보드는 12V의 DC 전압을 입력 받아 단말장치의 전원을 공급하고 있으며 오디오 및 비디오 인터페이스를 제공한다. 호스트 프로세서 보드는 DVR 카메라로부터 영상데이터를 입력받고, 외장 마이크를 통해 음성데이터를 입력받아 H.264 압축을 수행한다. 그리고 무선 멀티미디어 전송 단말장치의 전체 기능을 제어하는 역할까지 수행한다. Koinonia 모듈 보드는 호스트 프로세서에서 처리된 멀티미디어 데이터를 무선구간으로 송수신하며, 호스트 프로세서보

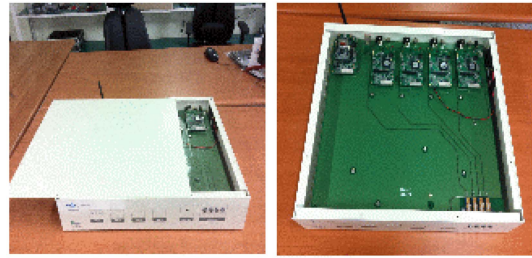


Fig. 6. WDVR-S mounting.

드와 60핀 로컬버스로 인터페이스 된다. 단말장치의 개수에 따라 전송속도 가변으로 조절가능하며 이러한 기능은 Koinonia 모듈보드에 탑재된 Koinonia MAC 펌웨어에서 수행하게 된다. 호스트 프로세서 보드에는 Linux 커널이 내장되어 각종 드라이버들이 탑재되어 있다.

3.3. WDVR-AP

Fig. 6에는 WDVR-AP의 실장 사진이 나타나 있으며, 이때 WDVR-S의 전원보드는 다르게 설계되었다. WDVR-AP의 전원은 대표적으로 DC 12V 전원을 인가받아 내부적으로 레귤레이터를 통해 필요한 전원을 추출하였고, 수신된 비디오 신호를 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 프로토콜을 사용하여 유선이더넷으로 WDVR-AP 시스템과 연동되게 되어 있으며 기본적 프로토콜은 HTTP (Hyper-Text Transfer Protocol)를 사용한다. 그리고 WDVR-AP에는 수신된 비디오신호를 내부적으로 H.264로 복호화할 수 있어서 직접 DVR이나 LCD (Liquid Crystal Display)등 외부장치로 전송할 수 있도록 설계되었다. 이 기능은 WDVR-AP에서도 멀티미디어 데이터를 디스플레이 가능토록 제작되었음을 의미한다.

3.4. WDVR-EMS

WDVR-AP와 연동되는 전송 관리 소프트웨어인 WDVR-EMS는 WDVR-AP의 이더넷 포트를 이용하여 멀티미디어 데이터를 클라이언트에서 직접 디스플레이 가능토록 설계된 관리 소프트웨어이며 이를 시연한 사진이 Fig. 7에 나타나 있다. 이때 WDVR-AP에는 여러 개의 WDVR-S가 Koinonia 무선 전송기술을 통해 무선으로 접속 되어 있고, 각 WDVR-S는 고유 MAC 주소와 고유 IP 주소, 고유의 포트 주소를 가져야 한다. WDVR-AP와 WDVR-S는 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 데이터를 전송하고 WDVR-AP 와 WDVR-EMS가 설치된 PC (Personal Computer) 간에는 HTTP 프로토



Fig. 7. WDVR-EMS demonstration.

콜을 이용하여 데이터 전송하게 된다. WDVR-EMS는 WDVR-AP에서 보내주는 멀티미디어 데이터를 모니터 상에 출력해 주고, 정지화면 캡처, 영상녹화 등 추가적인 기능을 제공할 뿐만 아니라, 최대 64 채널까지 화면을 출력 할 수 있다.

4. 실험 및 결과

본 장에서는 WDVR-S 및 WDVR-AP의 무선 성능을 시험을 통해 확인하도록 한다. 먼저 기저대역 신호로 QPSK 신호와 단일 반송파 파형을 발생시켜 RF (Radio Frequency) 최종단의 상태를 점검하고, RF 무선 연동시험을 수행하였다. 무선 단에 대한 성능은 RSSI (Received Signal Strength Indication), SNR (Signal to Noise Ratio), PER (Packet Error Rate)을 기준으로 판단한다. 또한 환경시험은 공인 인증기관을 통해 실시하였다.

Table 2에는 WDVR-S와 WDVR-AP 상호 RF 연동 시험 결과를 보여주고 있다. 전송률 변화에 따른 다양한 수치를 보여주고 있는데 먼저 RATE2에 대해서는 최악의 RSSI -96dBm에서 최소 SNR이 5dB 측정되었으며 PER은 약 1%정도의 성능을 나타내었다. 보통 원활한 통신을 위해서는 약 10% 이하의 PER이 필요한

Table 2. RF Interconnection test results between WDVR-S and WDVR-AP

RATE	RSSI (dBm)	SNR (dB)	PER(%)
2	-92~-94	8	0
2	-93~-94	6	0
2	-96~-95	5~6	(10/1004)
3	-92	10	0
3	-94	9	0
3	-93	8	(10/1004)
4	-81	20	0
4	-91	12	0
4	-93	11	8/1004
5	-86	17	0
5	-88	15	0
5	-89	14	30/753
6	-82	18	0
6	-82	17	0
6	-86	16	(5/1004)

데 본 무선 DVR 시스템은 이 기준을 충분히 만족함을 알 수 있다. RATE2에서는 SNR이 6dB를 넘어서면 PER이 0이 된다. 따라서 RATE2는 매우 좋은 성능을 나타낸다고 결론을 지을 수 있다. RATE3에서도 역시 비슷한 해석이 가능하다. RATE2에 비해 약 3dB 정도 열악한 성능을 보인다. 이는 이론적으로도 맞는 결과이다. RATE4일 경우에는 RATE2나 RATE3에 비해 더 높은 RSSI나 SNR이 필요하며 이러한 현상은 RATE5나 RATE6일 경우 더 심해짐을 알 수 있다. 본 결과에 의하면 구현된 무선 DVR 시스템은 RATE6에서 RSSI -82 dBm만 보장된다면 10%이하의 PER을 얻을 수 있

Table 3. WDVR-S environmental test results

시험항목	시험조건	결과
온/습도사이클시험	습도 50~90%, 온도 25~50, 6시간 3회	동작 및 외관에 이상없음
고온 고습 시험	습도 90%, 온도 36, 48시간 유지	
저온 동작 시험	온도 -25, 18시간유지	
열 충격 시험	온도 -25~85, 1시간 72회	
저온 방치 시험	온도 -30, 24시간방치	
정전기 방전	접촉 4 KV, 공기 8 KV	
서지 (신호선)	10/700uS + -4KV + 1.5KV	
서지 (입력직류)	1.2/50 uS, (8/20) 0.5 KV	

다는 결론을 얻을 수 있으며 전반적으로 매우 우수한 성능을 나타냄을 알 수 있다.

WDVR-S에 대한 환경실험 결과가 Table 3에 나타나 있다. 시험 항목으로서는 온/습도 사이클 시험, 고온 고습 시험, 저온 동작 시험, 열 충격 시험, 저온 방치 시험, 정전기 방전, 서지(신호선), 서지(입력직류)등을 수행하였다. 동작 및 외관에 이상이 없음을 확인 하였다. 또한 KCC (Korea Communication Commission) 인증 획득을 위한 전자파 적합 시험과 방송통신기자재 시험을 수행하여 두 가지 항목 적합 판정을 받았다.

5. 결 론

본 논문에서는 Koinonia 기술을 이용한 무선 DVR 시스템을 구현하여 전송시험을 통한 성능을 분석하고 제품화를 위한 신뢰성시험과 KCC 인증시험을 수행하여 그 결과를 제시하였다. 본 제품에 대한 시험 결과를 토대로 개발된 시스템은 국내뿐 아니라, 국외에서도 무선 DVR 시스템 분야에서 활발하게 적용될 것으로 예상된다. 향후 시스템 구축시 발생되는 다양한 문제점들을 분석하여 수정 및 보완을 통해 안정된 시스템을 구축할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 2013년 상명대학교의 교내연구비 지원에 의한 연구 결과입니다.

참고문헌

1. Soon-hwa Lee, Jae-yeon Kim, Kab-keun Oh and Wan-pyo Hong, "Future and Development of Wireless Communications for Disaster and Safety," The Korea Institute of Electronic Communication Sciences Conference (Fall), Vol. 4, No. 1, pp. 289-293, 2010.5.
2. Seung-Hyun Yoon, Soon Mook Jung, Dong Won Choi, Kyung Min Lee, Key Ho Kwon and Jae Wook Jeon, "Remote Control of the Unmanned surveillance robot using Smartphone," HCI Society of Korea, Conference of the HCI Society of Korea, pp. 50-52, 2012.1.
3. H.S. Chun, "A Study on the Development and Market Trends of Digital Video Recorder", Electronics and Telecommunications Research Institute, Electronics and Telecommunications Trends, No. 117, 2009.6.
4. IEEE Draft supplement to IEEE Std 802.11, "Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications, High Speed Physical Layer in the 5GHz Band", 1999.
5. IEEE Std 802.15.4™-2003 Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs), 2003.
6. Bluetooth Special Interest Group, Specification of the Bluetooth System Version 1.1B, Specification Vol. 1&2, Core, February 2001.
7. "Information Technology-Telecommunications and Information Exchange between Systems-MAC/PHY Standard for Ad Hoc Wireless Network to Support QoS in an Industrial Work Environment," *ISO/IEC JTC 1 FDIS 24771*, 2008.
8. KETI, KWPA1200A Datasheet, 2008
9. Yong-Sung Kim, Yong-Seok Lim and Dae-Ki Hong, "Low Power SoC Modem Design for High-Speed Wireless Communications," *Journal of KSDT*, Vol. 9, No. 2., pp 7-10, 2010. 6.
10. Jang-Youn Lee, Jin-Woong Cho and Dae-Ki Hong, "Improved Binary CDMA Modem Design for High-Speed Wireless Communications," *Journal of KSDT*, Vol. 9, No. 2., pp 11-14, 2010. 6.
11. Dae-Ki Hong, "Signal Measurement Algorithm for 3GPP WCDMA Measurement Equipment," *Journal of KSDT*, Vol. 10, No. 1. pp. 7-15, 2011. 3.

접수일: 2013년 1월 8일, 심사일: 2013년 2월 7일,
게재확정일: 2013년 2월 28일