

무선 USB 기술을 활용한 무선웹캠 구현 및 적용방법

채정식¹ · 반태학² · 정희경^{2*}

Wireless Webcam Implementation and Application Utilizing Wireless USB Technology

Jung-Sik Chae¹ · Tae-Hak Ban² · Hoe-kyung Jung^{2*}

¹Co. Ltd HanshinIT, Daejeon 302-809, Korea

²Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

요 약

최근 들어 스마트 TV나 안드로이드 셋톱박스의 보급이 확대되면서, 기존 컴퓨터에서 구동되던 Skype등 인터넷 전화를 스마트TV나 셋톱박스를 통해 사용할 수 있으며, 이를 활용한 다양한 화상 교육 프로그램이 출시되고 있다. 하지만 기존 웹캠을 활용하게 되면, 사용자는 스마트TV나 셋톱박스 앞으로 이동하여 사용 해야만 한다.

본 논문에서는 사용자의 환경 변화에 따른 기존 웹캠의 문제점을 근본적으로 해결할 수 있는 기술을 제안한다. 제안기술은 기존 컴퓨터 앞이 아닌 거실처럼 사용자와 TV간 거리가 떨어져 있는 경우 사용이 가능한 무선 웹캠 구현에 관한 기술이다. 실험결과 다소 거리의 문제에 대한 단점은 존재하였으나, 거실과 같은 근거리 사용상에서는 높은 신뢰성을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

These days as smart TVs or android set top boxes have come into wide use, VoIP(Voice over Internet Protocol) services such as the Skype which can be used on computer system, can be also accessed by smart TVs or set top boxes. and the various kinds of distance learning programs have been developed on smart TVs or set top boxes. but when users have utilized a webcam with smart TVs or set top boxes, users have to go in front of smart TVs or set top boxes

In this research paper, the new technology can be solved the problem of webcam use according to changed environment. This tech is related with the wireless webcam one which can be applicable to open spaces such as living room with some distance between user and smart TV. There are few problems in long distance. the test results show high reliability in living room with some distance.

키워드 : 무선, 웹캠, 인터넷전화, 화상강의, UWB

Key word : Wireless, WebCam, Internet phone, Video lectures, Wireless USB

접수일자 : 2013. 12. 30 심사완료일자 : 2014. 01. 07 게재확정일자 : 2014. 01. 21

* **Corresponding Author** Hoe-Kyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.3.569>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 들어 스마트 TV나 스마트 셋톱박스의 보급이 활발해지고, Skype와 같은 인터넷 전화의 사용이 증가하면서, 기존 전화영어 교육시스템이나, 지인들 간의 통화방식이 화상을 이용하는 사례가 증가하고 있다.

기존 컴퓨터를 사용한 화상전화는 Skype 등을 이용하여 컴퓨터 앞에서 상대방과 통화하는 사용 패턴이 대부분이다. 하지만 스마트TV나 셋톱박스에 안드로이드 등의 운영체제를 탑재하여 보급되면서, 컴퓨터의 기능을 대신하고 있으며, 사용자들의 화상전화 사용 환경도 이를 활용하는 경우가 늘어나고 있다.

하지만 이러한 사용자 패턴의 변화를 만족시키기 위해서는 두 가지의 주변장치들이 기술적으로 변화해야 한다. 기존 컴퓨터를 사용하여 화상전화를 사용했을 경우 다수의 문제점이 발생할 수 있다[1-3].

첫 번째 문제점으로 스마트 TV나 셋톱박스에 웹캠을 연결하게 되면 웹캠의 위치가 TV의 뒷면에 위치하게 되는데, 이 경우 사용자는 거실의 소파에 앉아서 화상전화를 할 경우 카메라의 방향과 줌기능을 사용할 수 밖에 없는데 이 경우 웹캠의 방향과 줌을 수동으로 맞추어야 하는 불편함이 있다[4].

두 번째 심각한 문제점으로는 마이크이다. 마이크는 웹캠과 같이 위치해야하기 때문에 사용자의 음성을 주변 노이즈 없이 인식하기 위해서는 고가의 마이크를 사용해야 한다. 하지만 이는 현실적으로 저변확대를 위한 걸림돌이 되고 있다[5,6].

본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 웹캠과 마이크를 동일한 USB(Universal Serial Bus)허브에 연결하여 구성하고 무선으로 구현함으로써, 웹캠의 위치를 TV주변이 아닌 사용자 주변으로 자유롭게 이동하면서 화상전화를 할 수 있는 방법 및 기술을 구현하는 것이다.

본 논문의 구성은 2장에서는 관련연구에 대하여 설명하고 3장에서는 실제 사용 환경을 분석하여 기술적인 해결방법을 도출 및 정리한 것을 설명하며, 4장에서는 도출 및 정리된 것을 토대로 무선웹캠을 구현하는 것을 설명한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

최근 스마트폰 및 스마트 셋톱박스 등이 활발히 보급되고, 일반 컴퓨터 사용자도 컴퓨터 앞이 아닌 침대 또는 소파 등에서 화상전화를 하고자 하는 욕구가 증대되고 있다. 이는 컴퓨터를 이용한 화상전화의 경우 카메라의 한계성 때문에 1:1의 한계를 가지지만, 근거리에서 이용할 경우 다수의 사용자가 같이 카메라를 보면서 화상회의를 할 수 있다. 하지만 이 경우 마이크의 위치가 컴퓨터에 위치되어 있기 때문에 음성전송의 문제점이 발생한다.

본 논문에서 연구되어 지는 것은 이러한 문제점을 해결할 수 있는 근본적인 웹캠시스템의 방식을 혁신적으로 바꿀 수 있는 새로운 방식의 웹캠에 대한 연구이다. 기존의 웹캠은 USB방식으로 직접 컴퓨터나 셋톱박스 등에 USB 웹캠을 연결하여 사용하는 방식이나, 이를 무선으로 구현하여 웹캠을 자유롭게 이동하면서 사용함으로써, 사용자의 편의성을 극대화하는 것이 이번 연구의 목적이다. 이번 연구는 실질적으로 활용되기 위해서 만족해야 하는 가격적인 부분, 성능적인 부분 등을 종합적으로 고려하여 진행하였으며, 최종적으로 Wireless USB 기술인 UWB(Ultra WideBand)기술을 이용하여 무선웹캠을 구현하는 방안으로 진행되었다.

본 논문에서 가장 핵심적인 부분은 무선기술이외에 타 무선기술과의 차별성 및 무선채널 사용 시 채널간의 중첩문제로 인한 속도저하의 문제점 등을 고려하여, 사용자들이 실 사용 환경에서 이루어 질 수 있는 다양한 사용환경 등을 고려하고, 무선 채널의 우선순위에 따른 간섭 등의 영향까지 고려하여 진행하였다.

III. 무선기술을 활용한 무선웹캠 구현 및 고찰

기존 USB 방식의 웹캠을 스마트TV나 스마트 셋톱박스에서 활용하기 위해서는 사용자가 TV앞에 가까이 위치하여 사용하는 방법에서 탈피하여, 웹캠을 무선으로 구현하여, 사용자의 위치에 웹캠을 위치시키는 방법이 가장 효율적이다.

이러한 무선웹캠을 구현하기 위한 방법은 여러 가지 무선기술을 활용하는 방법이 있지만 가장 현실적인 대

안은 Wi-Fi 기술을 이용하는 방법과 무선 USB를 이용하는 방법이 있다. 일반적인 Wi-Fi 기술을 이용할 경우 영상 및 음성을 전송해야하기 때문에 MCU, Codec 및 다수의 기술들이 접목되어야하기 때문에 상용화하기에는 너무 고가이며, 또한 활발히 보급되고 있는 무선 AP와 주파수 간섭 등으로 인하여 성능을 저하될 수 있는 단점을 지니고 있다[2,3,6].

이러한 주파수 간섭은 성능에 치명적인 영향을 끼칠 수 있기 때문에 기존 Wi-Fi와 주파수 간섭이 없는 무선 USB 기술의 하나인 UWB기술을 접목함으로써, 기존 USB웹캠을 그대로 활용하면서 이를 무선으로 연결하기 위한 UWB 기술의 접목을 통하여 향후 상용화시에도 가격적인 부분과, 성능적인 부분을 만족시킬 수 있는 방안으로 연구를 진행하였다.

UWB는 현존하는 무선기술 중 가장 저렴하면서 가장 효율적인 무선전송 기술이라 할 수 있다. 그림 1은 무선기술별 주파수 사용에 관한 그림이다. 그림 1에서 보듯이 UWB는 -41dBm이하에서 3.1GHz~10.6GHz의 광대역을 사용하기 때문에 무선 웹캠을 구현하기 위한 통신기술이라 할 수 있다[1,6].

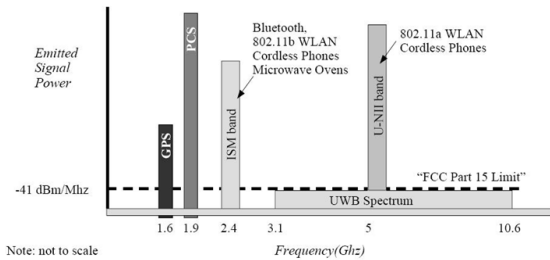


그림 1. 주파수 사용
Fig. 1 Using of frequency

이러한 UWB 기술을 응용하여 무선 웹캠을 구현하기 위하여 UWB모듈 개발 및 성능 테스트가 이루어 졌는데, 가장 중점적으로 검토한 사항은 실제 환경하에서 사용자들이 전원 인가만으로 UWB 모듈간 연결이 이루어도록 하는 방안과, 같은 공간에서 수대의 무선 웹캠이 존재했을 경우 채널 우선순위의 배정에 관한 것이다.

첫 번째 UWB 모듈간 연결에 관련해서는 특정한 TV나, 셋톱박스에 연결되는 무선웹캠은 한 개이기 때문에

사용자가 다수의 무선 웹캠중에 하나를 선택할 여지가 없기 때문에 UWB Host & Device에 동일한 pairing code를 부여하고, 전원인가 시 Host Module은 스캔을 통해서 동일한 pairing code가 있는 Device가 검출될 경우 자동 연결한다[7-9].

두 번째 스마트 TV나 셋톱박스의 경우 주로 가정내에 설치되는 장비이기 때문에 동일공간에 존재할 수 있는 장비의 수는 1개 또는 최대 2개로 한정하고, 이 환경에서 최대한의 성능을 보장하는 채널을 우선순위로 지정함으로써, 최적의 무선 환경을 구축하는 것이다.

UWB의 채널은 크게 TFI와 FFI로 나누어진다.

FFI 채널은 UWB의 Fixed 채널이며, TFI(Time Frequency Interleaving)채널은 FFI(Fixed Frequency Interleaving)채널을 Hoping하여 사용하는 채널이다. 다음 표 1은 Wimedia Alliance의 UWB채널(BG1,BG6) 채널 우선순위이다[10-12].

표 1. Wimedia UWB채널 부팅우선순위
Table. 1 Wimedia UWB Channel Boot Priority

Channel	Band Group	TFC	Bands	Comments	Lower Frequency (MHz)	Center Frequency (MHz)	Upper Frequency (MHz)
9	1	1	1-2-3-1-2-3	TFI, 3 band hopping	3168		4752
10	1	2	1-3-2-1-3-2	TFI, 3 band hopping	3168		4752
11	1	3	1-1-2-2-3-3	TFI, 3 band hopping	3168		4752
12	1	4	1-1-3-3-2-2	TFI, 3 band hopping	3168		4752
13	1	5	1-1-1-1-1-1	FFI, fixed Band	3168	3432	3696
14	1	6	2-2-2-2-2-2	FFI, fixed Band	3696	3960	4224
15	1	7	3-3-3-3-3-3	FFI, fixed Band	4224	4488	4752
72	1	8	1-2-1-2-1-2	TFI, 2 band hopping	3168		4224
73	1	9	1-3-1-3-1-3	TFI, 2 band hopping	3196		4752
74	1	10	2-3-2-3-2-3	TFI, 2 band hopping	3696		4752
49	6	1	1-2-3-1-2-3	TFI, 3 band hopping	7392		8976
50	6	2	1-3-2-1-3-2	TFI, 3 band hopping	7392		8976
51	6	3	1-1-2-2-3-3	TFI, 3 band hopping	7392		8976
52	6	4	1-1-3-3-2-2	TFI, 3 band hopping	7392		8976
53	6	5	1-1-1-1-1-1	FFI, fixed Band	7392	7656	7920
54	6	6	2-2-2-2-2-2	FFI, fixed Band	7920	8184	8448
55	6	7	3-3-3-3-3-3	FFI, fixed Band	8448	8712	8976
112	6	8	1-2-1-2-1-2	TFI, 2 band hopping	7392		8448
113	6	9	1-3-1-3-1-3	TFI, 2 band hopping	7392		8976
114	6	10	2-3-2-3-2-3	TFI, 2 band hopping	7920		8976

상기 표 1에서 보듯이 UWB채널은 TFI채널을 우선 부팅 순위로 정하고 있다.

하지만 무선 웹캠에 적용되는 채널 부팅 우선순위는 BandGroup순으로 FFI채널을 우선부팅 순위로 정하고, TFI 채널은 후순위로 하였으며, 이에 대한 채널을 UWB모듈에 매핑 하였다.

다음 표 2는 부팅 우선순위를 변경한 후의 채널부팅 순서이다.

표 2. 무선웹캠용 UWB채널 부팅순위

Table. 2 Wireless Webcam for UWB Channel Boot Priority

Channel	Band Group	TFC	Bands	Comments	Lower Frequency (MHz)	Center Frequency (MHz)	Upper Frequency (MHz)
13	1	5	1-1-1-1-1-1	FFI, fixed Band	3168	3432	3696
14	1	6	2-2-2-2-2-2	FFI, fixed Band	3696	3960	4224
15	1	7	3-3-3-3-3-3	FFI, fixed Band	4224	4488	4752
53	6	5	1-1-1-1-1-1	FFI, fixed Band	7392	7656	7920
54	6	6	2-2-2-2-2-2	FFI, fixed Band	7920	8184	8448
55	6	7	3-3-3-3-3-3	FFI, fixed Band	8448	8712	8976
9	1	1	1-2-3-1-2-3	TFI, 3 band hopping	3168		4752
10	1	2	1-3-2-1-3-2	TFI, 3 band hopping	3168		4752
11	1	3	1-1-2-2-3-3	TFI, 3 band hopping	3168		4752
12	1	4	1-1-3-3-2-2	TFI, 3 band hopping	3168		4752
72	1	8	1-2-1-2-1-2	TFI, 2 band hopping	3168		4224
73	1	9	1-3-1-3-1-3	TFI, 2 band hopping	3196		4752
74	1	10	2-3-2-3-2-3	TFI, 2 band hopping	3696		4752
49	6	1	1-2-3-1-2-3	TFI, 3 band hopping	7392		8976
50	6	2	1-3-2-1-3-2	TFI, 3 band hopping	7392		8976
51	6	3	1-1-2-2-3-3	TFI, 3 band hopping	7392		8976
52	6	4	1-1-3-3-2-2	TFI, 3 band hopping	7392		8976
112	6	8	1-2-1-2-1-2	TFI, 2 band hopping	7392		8448
113	6	9	1-3-1-3-1-3	TFI, 2 band hopping	7392		8976
114	6	10	2-3-2-3-2-3	TFI, 2 band hopping	7920		8976

한 첫 번째 방안으로 UWB 모듈간의 데이터 전송에 대해서 아래의 그림 2와 같이 구성 후 테스트를 진행하였다.

표 3. FFI 채널 및 TFI 채널 속도 비교

Table. 3 FFI Channels and TFI Channels Speed Comparison

	FFI		TFI	
	Channel	전송속도	Channel	전송속도
Module 1	13	400Mbps	9	200Mbps
Module 2	14	400Mbps	10	200Mbps
Module 3	15	480Mbps	11	200Mbps

IV. 무선웹캠 구현 방법

무선웹캠 구현은 첫 번째로 UWB 모듈간에 Pairing을 통한 상호간의 연결 및 데이터 전송 구현에 대한 부분과 웹캠을 연결하여 무선으로 영상 전송 구현에 대한 부분으로 구성된다.

첫 번째 무선 웹캠을 구현하기 위해서는 사전에 셋톱박스나 TV, 웹캠 사이에 무선 환경을 구현하여야 한다. 테스트 진행시 무선채널은 TFI와 FFI채널별로 다양하게 테스트를 진행하였으며, 1개 세트의 UWB 호스트와 디바이스의 동작 시에는 채널별 속도 차이는 근소한 차이만 발견했을 뿐, 동작상에 영향을 줄 만한 결과는 발견하지 못했다.

하지만 실제 동작상황에서 발생할 수 있는 같은 공간에서 수대의 장비가 존재했을 경우를 가상하여 3개 세트의 호스트와 디바이스를 연결 후 FFI와 TFI채널별로 무선 속도에 대한 측정을 시도하였다.

3개 세트 모두 FFI 채널을 적용했을 경우 속도 저하는 발생하지 않았다. 하지만 3개 세트를 모두 TFI채널을 적용한 경우 속도 저하를 측정할 수 있었다.

표 3은 FFI채널과 TFI채널에 대해서 3개의 UWB 모듈을 같은 공간에 배치한 후 실 테스트 진행 후 평균값을 추출한 것으로 이처럼 같은 공간에서의 동시 사용시에 FFI 채널이 우수함을 파악할 수 있었다.

상기의 결과값을 가지고 무선 웹캠을 구현하기 위

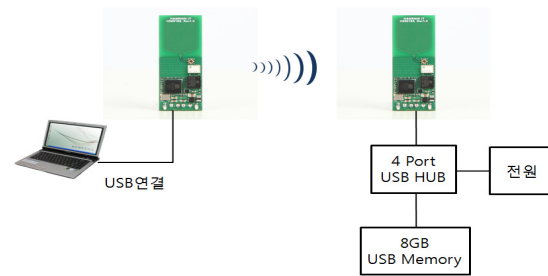


그림 2. 모듈 테스트 환경

Fig. 2 Module test environment

테스트 진행시 무선 채널은 FFI 채널로 고정을 시킨 후 구현은 그림 2와같이 UWB Host 모듈을 셋톱박스나 스마트 TV 대신 노트북의 USB포트와 연결하고 USB Device 모듈은 네 개의 HUB포트에 연결하여, 전원을 인가하고 HUB에 8GB USB 메모리를 연결한 후 Host와 Device를 Pairing을 통해 전원 인가 시 자동으로 연결되도록 구현하였으며, 이를 통하여 USB의 데이터를 Device 모듈에 연결된 8GB USB 메모리에 데이터를 Read/Write하여 신뢰성 테스트를 진행하였다.

상기와 같은 테스트 진행시 USB HUB에 USB 마이크를 연결하여, PC에 USB 마이크 인식하는 것을 확인하였으며, 마이크 테스트 결과 정상적으로 동작하는 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 웹캠의 영상 이외에도 무선으로 마이크를 동작시킬 수 있는 것을 확인할 수 있었다. 다음 표 4는 테스트에 적용된 UWB 모듈에 대한 명세서 및 테스트 결과에 대한 값이다.

표 4. UWB 모듈 명세 및 테스트 환경
Table. 4 UWB module spec and test environment

항 목	사 양
PHY Data Rate(Mbps)	53.3, 80, 106.7, 160, 200, 320, 400, 480
사용 BandGroup	BandGroup 1, 3, 6
사용 Wimedia Channels	TFC1-10(TF1, FFI, TF12) total 30Channel
Test Channel	CH49
Real Troughput	400Mbps

이 처럼 무선 모듈에 대한 통신 시험을 마친 후 웹캠을 연결한 후 실질적인 무선웹캠 구현 및 Skype를 통한 화상전화를 구현하였다.

아래의 그림 3은 Skype를 통한 무선 웹캠 구현에 대한 시나리오이다.

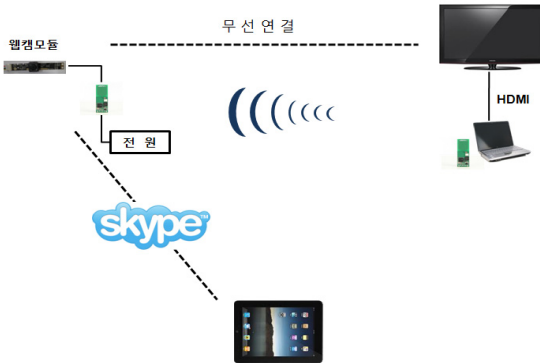


그림 3. 구현 시나리오
Fig. 3 Implementation scenario



그림 4. 구현 화면
Fig. 4 Implementation screen

그림 3과 같은 웹캠 구현 시나리오를 기준으로 실질적인 테스트를 진행하였으며, 아이패드 사용자와 노트북을 통해 무선웹캠을 구현한 사용자간의 화상채팅을 통해서 무선웹캠의 성공적인 성능 시험을 마무리 하였다. 동작 거리는 공간이 협소한 관계로 5m까지 연장하여 무선으로 테스트를 진행하였으며, 5m 거리까지는 영상 품질이나 통화품질에서 유선 연결 시와 차이를 발견하지 못하였다. 다음 그림 4는 실질적인 무선웹캠 구현 화면이다.

V. 결 론

최근 들어 급속히 보급되고 있는 스마트 TV 및 스마트 셋톱박스는 기본적으로 인터넷브라우저 및 PC에서 사용하던 각종 어플리케이션을 지원하기 때문에 사용자들의 컴퓨터 사용패턴의 변화를 이루고 있다.

특히 인터넷 화상강의 등 화상 서비스가 증가하고, 인터넷을 통한 교육 프로그램들이 강화되면서, Skype나 전용 화상 교육프로그램을 이용한 온라인 양방향 강의 등이 증가하고 있으나, 기존 웹캠의 한계성으로 인하여, 컴퓨터 앞에서 화상강의를 청취하고 있다.

하지만 기존 웹캠의 유선의 문제점을 해결하고, 본 논문에서 제시한 무선웹캠 시스템이 상용화 된다면, 사용자들은 컴퓨터 앞이 아닌 거실 등에서 대형 스크린을 통해서 양방향 화상강의를 진행할 수 있을 것으로 판단 된다.

현재 스마트 TV나 스마트 셋톱박스의 보급으로 인하여 이미 Skype 등을 통한 교육 이외에도 기존 유선전화로 이루어지던 통신방식이 거실에서 Skype 등을 통하여 지인이나, 부모님과 대화하는 사례가 늘어나고 있으며, 해외에서는 보편화되어 가고 있다.

하지만 최근 출시되는 제품들의 특징은 모두 동일한 측면이 있다. 카메라를 이동하지 못하고 유선으로 연결을 하되, 고성능 마이크를 채택한 Skype전용 웹캠이거나, 카메라를 조정할 수 있는 리모콘을 채택한 제품들이다. 가장 대표적인 제품이 Skype전용 프로그램을 내장하고, 고성능 마이크를 채택한 Skype전용 카메라가 있는데, 이 경우 Skype 전용이라는 부분과 가격이 고가라는 부분이 있다.

본 논문에서 해결하고자 하는 것은 Skype이외에 기

존 스마트 TV나 스마트 셋톱박스 등 보편화된 장비에 연결할 수 있는 무선 웹캠에 대한 기술적인 해결로, 기존 보편화된 웹캠 기술과 UWB기술 등을 접목한 방법이다. 웹캠은 보편화된 영상 입력 장치이며, 이와 유사한 영상 장비들이 생활 주변에 존재하고 있고, 이러한 다수의 영상 장비들을 무선으로 구현할 수 있으며, 마이크로 무선으로 구현할 수 있다는 것을 실질적으로 구현함으로써, 향후 이와 관련된 다양한 IT 발전 가능성을 제안하고자 한다.

최근 들어 케이블TV 사업자등에서 이러한 무선 웹캠에 대한 수요 요구가 발생하기 시작했으며, 무선 웹캠 이외에도 다양한 무선 영상 기기들에 적용됨으로써, 향후 수년 내에 보편화 될 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] C.B.Cho "Directivity Gain Improvement Method for UWB Coplanar Patch Antenna", *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol.49, no.6, pp.63-70, Jun. 2012.
- [2] Tan N. Le, K.G Kim, Yoan Shin, "An Improved To A Estimation in a Compressed Sensing-based UWB System", *Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 36, no.6, pp 376-383, Jun. 2011.
- [3] D.E, D.J Lim, S.T Kahang, S.S Lee, S.S Choi, "Compact Antenna Design for the UWB Lower Half-Band WVAN Gbps Data-Rate Transceiver", *Journal of Korean Institute of electromagnetic engineering and science*, vol.23,no.3,pp. 283-291,Mar. 2012.
- [4] K.B Kim, H. k.Ryu, J.M.Woo, "A Printed, Wideband Folded Monopole Antenna Coupling with a Parasitic Inverted-L Element for Bluetooth, WiMAX and UWB Systems", *Journal of the Korean Institute of electromagnetic engineering and science*, Vol.22, no.11, pp.1101-1110, Nov. 2011.
- [5] D.O Kim, C.Y Kim, "Design of Dual Band-Notched UWB Antenna with the Hilbert-Curve Slots", *Journal of the Korean Institute of electromagnetic engineering and science*, vol.22, no.12, pp.1184-1187,Dec. 2011.
- [6] H.S.Choi, K.Choi, H.Y.Hwang, "A UWB Antenna with the Adjustable Second Rejection Band Using a SIR", *Journal of the Korean Institute of electromagnetic engineering and science*, vol.23, no.9, pp.1019-1024, Sep. 2012.
- [7] H.C.Kim, J.W.Jung, H.J.Lee, Y.S.Lim, "Planar Monopole Antenna with Modified Ground Plane for UWB Communications", *Journal of the Korean Institute of electromagnetic engineering and science*, vol.22, no.3, pp.275-281, Mar.2011.
- [8] J.H.Kim, H.S.Kim.S.H.Cho, "A Ranging Algorithm for IR-UWB in Multi-Path Environment Using Gamma Distribution", *Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol.38, no.2, pp.146-153, Feb. 2013.
- [9] C.J.Lee, S.H.Kim, Y.B.Park, M.S.Lee, "A Design of a Planar UWB Antenna with Notched WLAN band by Using Slot and Slit", *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol.49, no.6, pp.105-110, Jun. 2012.
- [10] J.H.Kim, M.H.Koo, H.S.Lee, J.H.Shin, "An Effective Transmission for Vice Traffic in UWB Mobile Ad Hoc Network", *Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol.38, no.4, pp.279-290, Apr. 2013.
- [11] K.Heo,"Design of SoQ-based Cooperative Communication Protocol for UWB-based Distributed MAC/WUSB Systems", *Journal of Korea Multimedia Society*, vol.15, No.3,pp.345-355, Mar. 2012.
- [12] H. S.Choi, K.Choi, H.Y.Hwang, "A Miniaturized and Band Rejection Characteristic of Bow-Tie Monopole UWB Antenna", *Journal of the Korean Institute of electromagnetic engineering and science*, vol.23, no.3, pp.300-305, Mar. 2012.



채정식(Jeong-Sik Chae)

1994년 한남대학교 전자계산학과(공학사)
 2011년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2012년 ~ 현재 ㈜한신정보기술 대표이사
 2013년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 ※관심분야 : 초대역무선통신 회로설계 및 제어



반태학(Tae-Hak Ban)

2011년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2013년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2013년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 박사과정
※ 관심분야 : 차세대 인터넷, USN, 웹서비스, MPEG, 영상처리



정회경(Hoe-Kyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, XML, SVG, Web Services, Semantic Web, MPEG-21, Ubiquitous Computing, USN