

유비쿼터스 환경에서 위치인식을 위한 IR UWB 시스템에 관한 연구

A Study on the Coherent IR UWB System for Location-Aware in Ubiquitous Environment

장세인*, 김남성*, 김시관**

Se-In Jang*, Nam-Sung Kim* and Si-Gwan Kim**

요 약

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 적용이 가능한 위치인식 기술에 관하여 고찰하고 실내 고정밀 무선측위와 1Mbps급의 통신 기능을 동시에 제공하는 위치인식 WPAN 표준인 IEEE 802.15.4a IR UWB 기술에 대해 살펴 보았다. 또한, IR UWB 시스템의 위치인식 시스템 구현을 위한 송신단 구성을 통하여 시스템 구조 및 전송 펄스의 특성을 분석하였다.

Abstract

In this paper, we have investigated the technology of location-aware applicable for ubiquitous environment and considered IEEE 802.15.4a IR UWB of location-aware WPAN specification which is capable of both communication of 1Mbps and wireless localization. We analyzed both system structure and the characteristic of transmission pulse as comprising of the transmitter for wireless localization of IR UWB.

Key words : IEEE 802.15.4a, Impulse Radio, Ultra wideband, Location-aware

I. 서 론

홈 네트워크는 다양한 유·무선 네트워크 기술을 적용하여 실내의 모든 가전기기 및 휴대기기 등을 하나의 네트워크로 연결하여 실내 혹은 실외에서 제어할 수 있게 하는 유비쿼터스 환경의 핵심 기술이다. 이는 국가적 차원의 인프라 구축에 커다란 모티브를 제공하며 이를 통해 커다란 시장을 형성할 수 있는 미래의 신 성장동력 산업으로서 중요한 의미를 갖는다. 유비쿼터스 환경에는 무선 인터페이스가 필수적

이며 따라서 무선 홈 네트워킹 기술이 미래 통신산업의 핵심 기술로서 대두되고 있다.

무선 홈 네트워킹 기술에는 위치 측정 기술이 상당히 중요한데 실내에서는 위성 신호의 수신에 어려움이 있어 위치 기반 서비스의 위성항법을 적용할 수 없다. 따라서 초음파, 적외선, RFID, WLAN 등을 이용한 실내 무선 측위 기술이 개발 중에 있으며 기존 측위 기술의 경우 수~수십m의 측위 정확도를 보인다. 그러나 기존 기술은 실내 측위에서 multipath에 민감하며 고품질, 고성능의 위치기반서비스의 요구

* 한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스(Gumi Campus of Korea Polytechnic VI)

** 금오공과대학교(Kumoh National Institute of Technology)

· 제1저자 (First Author) : 장세인

· 투고일자 : 2009년 7월 13일

· 심사(수정)일자 : 2009년 7월 14일 (수정일자 : 2009년 8월 5일)

· 게재일자 : 2009년 8월 30일

가 증가하면서 대안 기술로 Impulse UWB가 대두되었다[1].

초광대역 임펄스 통신(IR UWB)은 캐리어를 사용하지 않고 나노초 이하의 짧은 펄스를 사용하는 특징을 가지는 근거리 무선 통신기술이다. 연속적인 에너지의 전송이 없기 때문에 초저전력 통신이 가능하며, 이에 따라서 센서네트워크나, 높은 해상도를 가지는 무선측위 시스템에 그 사용 가능성이 높아지고 있다 [1]-[2].

근래에 FCC에서 초광대역 통신의 사용을 허가함에 따라 이에 관련한 연구가 활발히 진행되고 있다 [3]. 국내에서도 이에 관하여 저전력 초광대역 통신 방식 및 칩셋 구현에 관한 연구가 진행되고 있다 [4]-[5]. 이 중 IR UWB 무선 측위 시스템은 수십 미터의 범위를 가지면서 30cm 이하까지의 해상도를 지원하는 것을 실용화 목표로 하여 현재 많은 연구 개발이 진행중이며, 이 측위기술은 IEEE 802.15.4a[6]에서 표준으로 채택되었다. 이러한 무선측위 시스템은 센서네트워크에서 센서나 태그의 위치 추적에 유용하게 사용될 수 있다. 기존의 무선측위 알고리즘은 크게 ToA(Time of Arrival)를 이용하는 방법, TDoA(Time Difference of Arrival)를 이용하는 방법, 그리고 AoA(Angle of Arrival)를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다. 이 중 ToA와 TDoA는 IEEE 802.15.4a의 표준에서 채택하고 있는 방법이다[6].

본 논문에서는 기존의 무선 측위 알고리즘들을 분류하고 IEEE 802.15.4a 표준에서 채택하고 측위기술로의 실용화 가능성이 큰 무선 동기방식을 이용한 IR UWB 시스템의 동기복조 성능을 분석한다.

II. 위치인식 기술동향

2-1 적외선 신호기반 위치인식 기술

AT&T는 적외선 신호를 이용한 위치인식기술인 Active Badge 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 위치노드에서 자신의 ID를 적외선 신호를 이용하여 주기적으로 전송한 후, 위치노드를 추적하면서 그 위치를 데이터베이스에 저장하는 적외선 신호기반 위치

인식 시스템이다. Evolution robotics사가 개발한 NorthStar는 적외선 프로젝터가 천정에 적외선 Beacon을 투사하고 NorthStar Detector가 반사된 비콘을 수신하여 삼각측량 방식을 통해 위치를 추정한다. 국내의 하기소닉사가 개발한 StarGazer는 시스템에 탑재된 적외선 프로젝트에서 투사된 적외선이 천장에 부착되어 있는 랜드마크에서 반사되고 이때 적외선의 ID는 StarGazer 내부에 장착된 렌즈를 통하여 영상으로 입력되며, 입력된 영상을 분석하여 위치를 추정한다. 이때 랜드마크는 적외선을 반사하는 재질로서 각각의 ID를 전달하는 기능을 한다. 측정범위는 2.5m~3m 정도의 천장높이이며 정밀도는 5mm 정도로 매우 정확한 위치측정이 가능하나 많은 수의 랜드마크를 설치해야 하는 단점이 있다. 이상과 같이 적외선 위치인식 시스템은 전체적으로 수 m 거리반경에서 수 cm 급의 높은 정밀도를 갖지만 적외선 신호를 이용하므로 빛의 간섭이 있으며 작은 장애물도 통과하지 못하고 네트워크를 위한 통신 채널이 없기 때문에 유비쿼터스 환경에 적용하기에는 적합하지 않다[7].

2-2 초음파 신호기반 위치인식 기술

RF 신호와 초음파 신호를 사용하여 위치를 추정하는 방식으로, 먼저 RF 베이스스테이션에서 주기적으로 RF 신호를 보낸 다음 그 신호를 받은 송신기들은 초음파 신호를 전송한다. 그 후, 수신기에서 처음 베이스 스테이션으로부터 받은 RF 신호와 송신기로부터 받은 초음파 신호의 시간차를 이용하여 송신기와의 거리를 측정하고, 이는 중앙 컴퓨터로 전송되어 TDoA 알고리즘을 사용하여 수신기의 위치를 추정한다. 이러한 초음파 신호기반 위치인식 기술의 예로 캠브리지 대학에서 개발한 Active Bat 시스템과 MIT에서 개발한 Cricket 시스템이 있다[8]-[10].

액티브 배트는 송신기와 수신기 사이의 측정된 거리를 바탕으로 삼각측량법으로 송신기의 위치를 파악한다. 즉, 사람이나 사물에 부착된 송신기가 짧은 펄스의 초음파를 발생시켜 천장에 달려있는 수신기까지의 도달 시간을 측정한다. 도달 시간에 음속을 곱해주면 송신기와 수신기 사이의 거리를 쉽게 계산할 수 있다.

MIT에서 개발한 크리켓은 핸드셋 기반의 위치 측정 시스템으로, 천장에 거리 측정을 위한 신호를 송신하는 비컨이라 불리는 장치를 부착하고 거리 측정의 대상이 되는 사람이나 사물에는 수신기를 부착하게 된다. 비컨은 거리 측정을 위하여 초음파 신호와 RF 신호를 동시에 송출한다. 초음파와 RF 신호는 전파속도가 서로 다르기 때문에 수신기에 RF 신호가 먼저 도착하고 초음파 신호는 그 후에 도착하게 된다. 이러한 두 신호의 도달 시간차를 이용하면 비컨과 수신기 간의 거리 측정이 가능하고, 3개 이상의 비컨들과 수신기 간의 거리들을 측정하면 삼각측량법을 사용하여 수신기의 위치를 계산할 수 있다.

초음파 신호기반 위치인식 시스템은 수 cm 급의 매우 정확한 위치 정밀도를 얻을 수 있으나 인프라를 구축하기 위해서는 고가의 설치 비용이 소요되고 인식거리가 10m 이내로 협소하며 네트워크를 위한 별도의 통신채널이 필요한 단점이 있어 유비쿼터스 환경에 적용하기에 적합하지 않다.

2-3 GPS 신호기반 위치인식 기술

1970년대 미국 국방성에 의해서 개발된 GPS(Global Positioning System)는 인공위성을 이용하여 지구 전체에 대한 위치정보를 제공할 수 있는 네비게이션 시스템이다. 약 20,000 km 상공에 위치한 24개의 인공위성은 위치 및 시간 정보를 제공한다. GPS 위치인식 시스템은 위성들로부터 수신한 신호 사이의 TOF(time of Flight)를 측정하고 그 차이를 이용하여 위치를 측정하는 방식으로 상업화된 제품에서 DGPS(Differencial GPS) 방식을 사용하여 약 5m 이내의 정확도를 확보할 수 있다. 하지만, GPS 시스템은 위성으로부터 송출되는 무선신호를 이용하기 때문에 실외에서만 사용가능하며, 실내에서 사용할 수 없는 단점이 있으며 또한 위치 정보만을 제공하고 통신 및 네트워크 기능이 없어 단말기간의 네트워크를 구성할 수 없기 때문에 유비쿼터스 환경에 적용하는 데에는 한계가 있다. 현재 전 세계적으로 42개 정도의 회사에서 GPS 수신과 관련된 칩을 개발하여 판매하고 있으며, 러시아에서는 GLONASS (Global Navigation Satellite System)을 GPS와 유사한 방식으로 개발하였고, 최근에는 유럽연합을 wdntla으로

2003년부터 Galileo라는 프로그램을 개발하여 위성을 이용한 위치정보 시스템을 개발하고 있다.

2-4 WLAN 통신기반 위치인식 기술

WLAN 통신기반 위치인식기술은 무선신호의 수신신호강도(RSSI)를 이용하여 거리 및 위치를 추정한다. 무선신호는 송신기로부터 수신기까지의 거리가 멀어질수록 신호세기의 강도가 약해진다. 따라서 송신신호의 세기와 수신신호의세기와의 차이를 측정하면 대략적인 거리 및 위치측정이 가능하다. 하지만 송신신호가 무선채널을 통과하면서 다중경로 페이딩과 채널환경의 변수로 인하여 동일한 거리에서 수신되는 신호의 세기가 일정하지 않은 문제가 발생하기 때문에 정밀한 위치 측정이 근본적으로 어려운 단점이 있다. 그러나 WLAN은 현재 국내에 폭넓게 인프라가 구축되어 있어서 대략적인 위치인식 추정에 도움이 될 것으로 전망된다. 현재 개발된 대표적인 시스템으로는 마이크로소프트사에서 개발한 RADAR 시스템, Intel의 Place lab 등이 있으며, 현재까지 WLAN 통신기반 위치추정기술은 2~3m 정도의 위치 정밀도를 갖으며 신뢰도가 낮은 단점이 있다.

2-5 Zigbee 통신기반 위치인식 기술

Zigbee 통신기반 위치인식기술은 저전력, 저가격을 모토로 하는 IEEE 802.15.4 저속 통신 네트워크의 표준으로 유비쿼터스 환경구조에 가장 적합한 통신 방식이라고 할 수 있다. 그러나, Zigbee 시스템 역시 별도의 위치인식을 위한 기능을 가지고 있지 않기 때문에 무선 수신신호강도(RSSI) 특성을 이용할 수 밖에 없다. 이러한 원인으로 정밀도와 신뢰가 낮은 단점이 있다. 그러나 저전력, 저가격 특성으로 인해 유비쿼터스 환경 인프라에 가장 적합하여 다양한 센서네트워크 분야에 활용되고 있다.

2-6 비표준 UWB 신호기반 위치인식 기술

위치인식 UWB 기술은 원래 레이더 응용을 위해 탄생된 배경이 있는 임펄스 기반 UWB 기술에 초점을 맞추었다. 이 기술은 2007년 이전까지는 국제표준

이 제정되지 않아 소수업체를 중심으로 비공개 독자 기술로 개발하였으며, 대표적인 개발 업체는 Time domain, Multispectral Solutions(MSSI), Ubisense 있다. 이러한 업체들은 임펄스 신호의 TDoA 시간차를 측정하여 30cm 급의 비교적 정밀한 위치인식을 수행하는 RTLS 제품을 출시하였다. 그러나 1.3GHz 이상의 넓은 주파수 대역폭을 사용하는 비표준 주파수 대역을 이용하며, 인프라 설치비용이 크고 태그센서노드와 수신기로 구성된 단방향 채널로 인해 네트워크를 구성할 수 없어 유비쿼터스 환경에 적용하기에는 한계가 있다[11].

2-7 표준 CSS 신호기반 위치인식 기술

Nanotron은 2.4GHz 대역의 CSS(Chirp Spread Spectrum)방식을 사용하여 통신 및 위치인식을 할 수 있는 NanoLOC 시스템을 개발하였다. 이 위치인식 기술은 무선 반송파 주파수를 스위핑하는 레이더 기술을 접목한 것으로 IEEE 802.15.4a 협대역 표준으로 채택되었다. 이 시스템은 저전력 및 저가 구현이 가능하며 Zigbee 통신기반 위치인식기술 보다 향상된 위치인식 정밀도를 제공한다. 그러나, 2.4GHz 대역에서 기존의 고출력 무선기기와의 간섭으로 인해 성능이 저하되고 실내 다중경로 환경에서는 2m 정도의 위치인식 오차가 발생한다.

2-8 표준 UWB 신호기반 위치인식 기술

저전력, 저비용으로 통신과 위치인식을 동시에 실현하는 IEEE 802.15.4a UWB 표준은 기존의 협대역 또는 고아대역 시스템 보다 매우 넓은 주파수 대역을 사용하여 상대적으로 낮은 전력밀도 특성을 가지므로 기존 통신 시스템과 간섭을 줄이며, 2ns 이하의 짧은 펄스를 사용하여 타 실내 위치인식 기술에 비해 뛰어난 위치 정밀도 획득이 가능하다. 국제 표준에 따라 시제품을 선보인 대표적인 업체로서 프랑스의 TES Electronic Solutions 사는 국제 표준 부합하는 비동기 수신 방식의 IP를 개발하였음을 보도하였다. 이 제품의 특징은 RF 아날로그 전단부를 0.25um SiGe 공정으로 제작하였고 모뎀은 FPGA를 이용한 플랫폼으로 제작되었다. 또한 6~9GHz 대역의 섬유타입의

UWB 안테나를 제작하였다. 그러나 비동기 수신방식으로 인한 위치인식 정밀도는 현저하게 떨어질 것으로 예상된다. 벨기에의 IMEC은 국제 표준 부합의 90nm CMOS 공정의 송신기와 수신기를 제작하였다. 개발된 송신기는 디지털 펄스 생성기술을 이용하여 3~10GHz 주파수 동작 범위를 갖으며, 저전력 구현이 가능하지만 역시 모뎀은 FPGA 단계로 검증하고 있다[12]-[13].

III. Coherent IR UWB 시스템 모델

3-1 IR UWB 신호 모델

전형적인 coherent IR UWB 시스템 송신단에서 다음과 같은 가우시안 모노사이클 펄스 $p(t)$ 를 수신단으로 전송한다고 가정한다[14].

$$p(t) = 2A \sqrt{\pi e} \left(\frac{t}{\tau_p} \right) e^{-2\pi(t/\tau_p)^2} \quad (1)$$

여기서, A 는 펄스의 크기를 나타내는 상수이고, τ_p 는 펄스폭을 결정하는 파라미터이다. 식 (1)의 전송 펄스 $p(t)$ 가 송신단 및 수신단 안테나의 미분 특성에 의한 영향을 받으면 수신단의 에너지 윈도우 बैं크에는 이 펄스를 미분한 형태의 새로운 펄스가 입력된다. 수신단 에너지 윈도우 बैं크에 입력되는 펄스 $w(t)$ 는 다음 식과 같이 표현될 수 있다[7].

$$w(t) = A' \left(1 - \frac{4\pi t^2}{\tau_p^2} \right) e^{-2\pi(t/\tau_p)^2} \quad (2)$$

위 식에서 A' 은 크기를 나타내는 적절한 상수이다. 한편, 송신단에서 사용되는 변조 방식은 Coherent IR UWB 수신기에서 용이하게 검출할 수 있도록 신호를 발생시켜야 한다. Coherent IR UWB 시스템에서 널리 이용되고 있는 BPM, PPM, OOK 변복조 방식의 전송신호는 다음과 같다[15].

$$s_{BPM}(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} c_j \cdot w(t - jT_f) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} s_{bPM,j}(t) \quad (3)$$

$$s_{PPM}(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} w(t - jT_f - b_j\Delta_T) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} s_{bPM,j}(t) \quad (4)$$

$$s_{OOK}(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} b_j \cdot w(t - jT_f) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} s_{OOK,j}(t) \quad (5)$$

본 논문에서는 IEEE 802.15.4a 표준에서 적용되고 있는 BPM-BPSK 변조방식을 고려한다.

송신 신호는 다중경로 채널을 통과하게 되는데 본 논문에서는 시스템의 성능 실험을 위해 사용되는 채널 모델로써 IEEE 802.15.4a에 의해 제안된 채널모델을 고려하였다. 제안된 채널 모델은 다음과 같이 표현된다.

$$h(t) = \sum_{l=0}^{L-1} \alpha_l \delta(t - \tau_l) \quad (6)$$

여기서 $h(t)$ 는 채널응답, α_l 와 τ_l 은 l 번째 다중경로의 크기와 지연시간. L 은 다중경로의 수를 나타낸다. 다중경로 채널을 통과하여 수신된 신호는 식 (7)과 같이 표현된다.

$$r(t) = p(t) * h(t) + n(t) = \sum_{l=0}^{L-1} \alpha_l p(t - \tau_l) + n(t) \quad (7)$$

여기서, $n(t)$ 는 백색잡음이고 *는 컨볼루션을 뜻한다.

IEEE 802.15.4a 표준에서 제시하는 Coherent IR UWB 시스템의 전송 신호 및 수신단 reference 신호와 cross correlation 예는 그림 1과 같다.

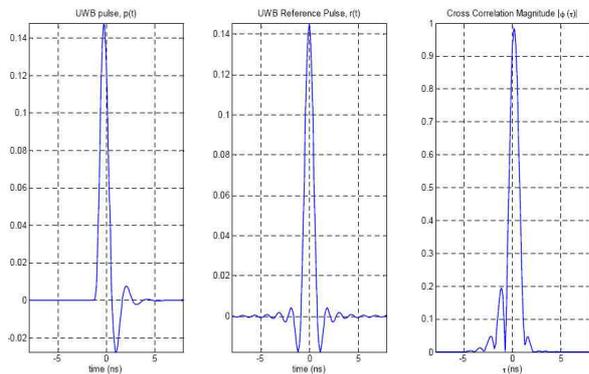


그림 1. IR UWB Compliant pulse
Fig. 1. IR UWB Compliant pulse

3-2 IEEE 802.15.4a IR UWB 시스템

IEEE 802.15.4a 국제표준은 Zigbee의 물리계층 기술인 IEEE 802.15.4의 대체 물리계층 기술로 그림 1과 같은 패킷을 송수신한다. 데이터 통신과 함께 고정밀 Ranging 기능을 주기 위해 시간영역에서 매우 짧은 임펄스를 이용하여 패킷 통신을 수행한다. IEEE 802.15.4a IR UWB 시스템은 그림 1의 블록도와 같이 IR UWB 패킷을 생성하는 송신부와 패킷을 수신받아 데이터를 복원하면서 Ranging을 위해 필수인 Leading Edge 검출을 수행하는 수신부로 나뉘어져 있다[6].

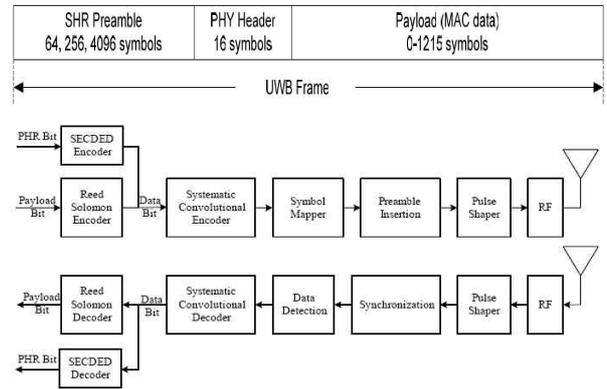


그림 2. IEEE 802.15.4a IR UWB 패킷 및 송수신부 블록 다이어그램

Fig. 2. IEEE 802.15.4a IR UWB Packet and TRx Block Diagram

그림 2에서 PHY Header 및 Payload 구간에서는 BPM(Burst position modulation)-BPSK 변조방식을 도입하였다. 이 변조방식은 펄스의 위치와 극성에 정보를 실을 수 있으므로 2비트를 1심볼로 맵핑하는 방법이다. 또한 펄스 한 개를 보내는 대신 4개 또는 16개를 보낼 수 있도록 되어있어 확산이득을 얻을 수 있도록 하였다. 여기서 펄스의 극성에 실리는 정보는 송신부의 Systematic Convolutional Encoder의 parity이기 때문에 비동기방식의 수신단을 도입하여 펄스 극성을 복원하지 못하는 경우에도, 성능 열화는 발생하지만 데이터 통신을 할 수 있도록 하였다.

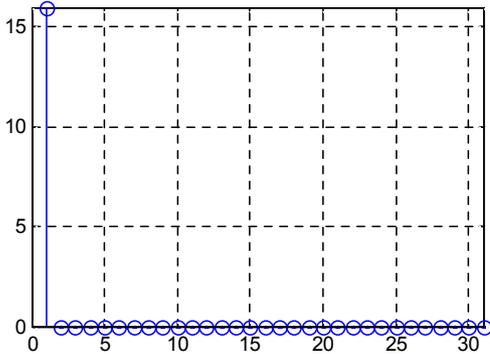
IR UWB 패킷에서 시간/주파수 동기, 채널추정, Ranging 등을 위한 Preamble과 SFD 구간에서는 앞서 설명한 BPM-BPSK 변조방식과 다른 방법을 사용하여 신호를 맵핑한다. 송수신단간에 서로 알고 있는

코드로 이루어진 Preamble 및 SFD 구간에서는 {1,0,-1}로 이루어진 길이 31의 Ternary code가 1 Preamble 심볼이며, 이 심볼을 나타내는 방법은 0의 값에서는 펄스를 사용하지 않고, 1 또는 -1의 값에서는 펄스의 극성으로 맵핑하였다. IEEE 802.15.4a에서 제시하고 있는 프리앰블 심볼은 길이가 31 또는 127인 Ternary 코드이다. 각 채널마다 두 개의 Ternary 코드가 할당되어 있으며 Low band에 해당하는 채널 1,2,3번에 대해서는 그림 3 (a)와 같다. 그림 3 (a)의 ternary 코드는 Periodic correlation 특성이 자신의 코드가 곱해졌을 때, 그림 3 (b)와 같이 Peak 값을 가지고 나머지 부분에서는 모두 0이기 때문에 서로 다른 PAN을 구분하는 코드로도 사용된다.

Ch. #	Code
1	-0000+0-0+++0+ -000+ -+++00+-+0-00
1	+0+0-0+0+0000-++0+- ---00+00++000
2	--0++000--++00++0+00-0000-0+0-
2	0000+-00-00-++++0+-+000+0-0++0-
3	-0+-00+++--000-++0++0-0+0000-00
3	++00+00---+ -0++-000+0+0-+0+0000

(a) Ternary 코드

Coherent Receiver: Periodic Autocorrelation Function



(b) ternary 코드의 Periodic correlation 특성
 그림 3. Ternary 코드 특성

Fig. 3. Characteristic of Ternary code

그림 4는 Ternary 코드길이 31로 구성된 프리앰블 구조를 시뮬레이션을 통하여 구현한 신호패턴을 보여주고 있다.

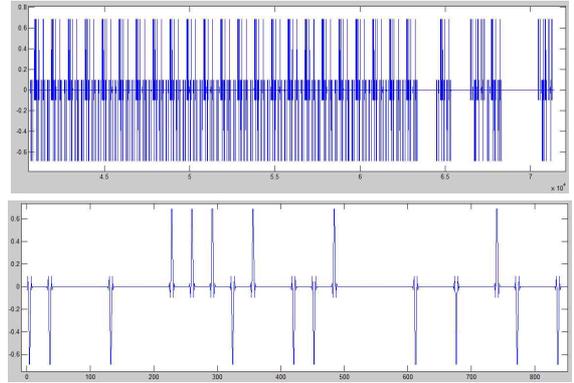


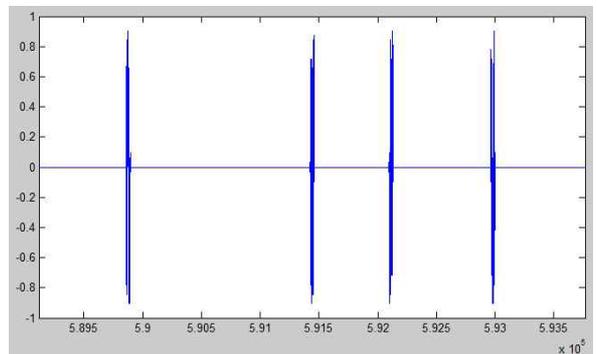
그림 4. Ternary 코드길이 31로 구성된 프리앰블 패턴
 Fig. 4. Preamble pattern of Ternary code length 31

변조는 RS Encoder 및 Convolutional Encoder를 거친 후 스크램블러 및 Spreading 블록을 거친 후 Spreading sequence 및 hopping position을 사용하여 BPM-BPSK 변조를 수행한다. 최종적으로 SHR 변조된 데이터와 PHY Headr, PSDU 변조된 데이터를 입으로 받아 IR UWB pulse shaping을 수행하게 된다. IEEE 802.15.4a에서는 UWB PHY의 펄스 p(t)는 기준 펄스인 r(t)와 cross correlation을 취했을 경우 0.8 이상이 되도록 명시하고 있다. 기준 펄스인 r(t)는 Root Raised Cosine(RRC) 펄스로 다음과 같이 표현된다[6].

$$r(t) = \frac{4\beta}{\pi\sqrt{T_p}} \frac{\cos[(1+\beta)\pi t/T_p] + \frac{\sin[(1-\beta)\pi t/T_p]}{4\beta t/T_p}}{(4\beta t/T_p)^2 - 1} \quad (8)$$

여기서, β 는 0.6이며 mandatory 채널에 대해서 T_p 는 2ns이다.

그림 5는 pulse shaping 후의 최종 전송되는 IR UWB 변조 신호를 나타내고 있다.



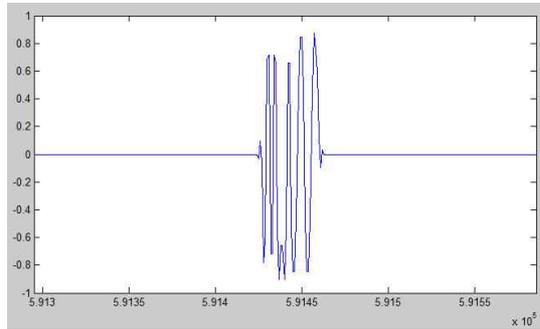


그림 5. BPM+BPSK 변조된 IR UWB 신호
Fig. 5. BPM+BPSK modulated IR UWB Signal

IV. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 적용이 가능한 위치인식 기술에 관하여 고찰하고 실내 고정밀 무선 측위와 1Mbps급의 통신 기능을 동시에 제공하는 위치인식 WPAN 표준인 IEEE 802.15.4a IR UWB 기술에 대해 살펴보았다. 또한, IR UWB 시스템의 위치인식 시스템 구현을 위한 송신단 구성을 통하여 시스템 구조 및 전송 펄스의 특성을 분석하였다.

본 논문에서 살펴 본 IEEE 802.15.4a 표준 기반 IR UWB 시스템은 현장 안전관리 시스템, 유비쿼터스 홈, 지능형 로봇, 물류 추적 및 방재 등의 서비스 제공에 있어서 실내나 음영지역에서 수십 cm 급의 측위 정밀도가 요구되는 분야에 적용이 가능한 시스템으로 향후 수신 시스템 구현을 통해 정밀한 측위성능 개선에 관하여 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] I. Oppermann, M. Hamalainen, and J. Iinatti, *UWB Theory and Applications*, Wiley, 2004.
[2] Oppermann, I. Stoica, L. Rabbachin, A. Shelby, Z. Haapola, J., "UWB wireless sensor networks : UWEN-a practical example", *IEEE Communications Magazine*, vol. 42, Issue 12 S27-S32, Dec. 2004.
[3] Rirst report and order, FCC, Washington, DC, FCC 02-48, Apr. 2002.
[4] 이순우, 박영진, 김관호, "고속 디지털 샘플러 기

술을 이용한 저전력, 저복잡도의 초광대역 임펄스 무선 통신 시스템 신호처리부 연구", *전자공학 회론문지*, 제43권 TC 12호, pp. 9-15, 2006. 12.
[5] 강지명, 박영진, 이순우, 김관호, 김문현, "IR-UWB 통신의 새로운 충돌 패러다임에 관한 연구", *전자공학회론문지*, 제44권 TC 10호, pp. 47-54, 2007. 11.
[6] IEEE 802.15.4a TG4a, "Part 15.4 : Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area networks (LRWPAN)." Draft P802.15.4a, march 2007.
[7] 오정열, 김재영, "우치인식서비스를 이용한 실시간 재난관리시스템", *전자공학회지*, 제35권 12호, pp. 94-109, 2008. 12.
[8] L. Zhu and J. Zhu, "A new Model and its Performance for TDOA Estimation," *IEEE Vehicular Technology Conference 2001*, Vol.4, Oct. 2001, pp.2750-2753.
[9] L. Doherty, L. El Ghaoui and K. S. J. pister, "convex Position Estimation in Wireless Sensor Networks," *Proceedings of Infocomm 2001*, April 2001
[10] Y. Shang, W. Rumi, Y. Zhang and M. Fromherz, "Localization from Mere Connectivity," *In proceedings of the Fourth ACM Symposium on Mobile Ad-Hoc Networking and Computing (MobiHoc)*, Annapolis, MD June 2003
[11] 이동희, 손명규, "IEEE 802.15.4a 기반 위치인식 테스트베드 설계 및 구현", *대한임베디드공학회 추계학술대회*, pp. 361-365, 2006. 10.
[12] UWB-LDR with Sub-meter ranging. TES Electronic Solutions, Rev. 1, Feb., 2007.
[13] Julien R. 외 6인, "A 0.65-to-1.4nJ/burst 3-to-10Ghz UWB Digital TX in 90nm CMOS for IEEE 802.15.4a, ISSCC, 2007.
[14] M. Z. win and R. A. Scholtz, "Impulse radio : How it works", *IEEE Commun. Lett.*, vol. 2, no. 2, pp. 679-691, April 2000.
[15] 김세권, 김재운, 신요안, "Coherent IR-UWB 시스템을 위한 펄스 반복 전송 기반의 선택적 검출

기법”, *전자공학회논문지*, 제45권 TC 3호, pp. 19-26, 2008. 03.

장 세 인 (張世寅)



1987년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1989년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 2008년 3월~현재 : 금오공과대학교 소프트웨어공학과 박사과정 재학중
 1989년 1월~1994년 12월 : (주)LG

정보통신

1995년 4월~2004년 2월 : (주)삼성전자 외
 2004년 3월~현재 : 한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스 정보통신시스템과 교수
 관심분야 : 센서네트워크, 병렬처리

김 남 성 (金南成)



1988년 2월 : 한국항공대학교 항공통신공학과 (공학사)
 1990년 8월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학석사)
 2007년 2월 : 목원대학교 IT공학과 (공학박사)
 1990년 8월~1995년 11월 : (주)통일

중공업

1995년 12월~1996년 4월 : (주)대우전자부품
 1996년 5월~현재 : 한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스 디지털 디스플레이전자과 교수

관심분야 : USN, 위치인식, 네트워크

김 시 관 (金時寬)



1982년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1984년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 (공학석사)
 2000년 : 한국과학기술원 전산학과 (공학박사)
 2002년 ~ 현재 : 금오공과대학교

컴퓨터공학부 교수

관심분야 : 초고속통신, 센서네트워크, 병렬처리