

## 유비쿼터스홈의 실현 : 위치인식 UWB 기술

오미경 · 김재영(한국전자통신연구원, 디지털홈연구단 차세대WPAN연구팀)

### 1. 서론

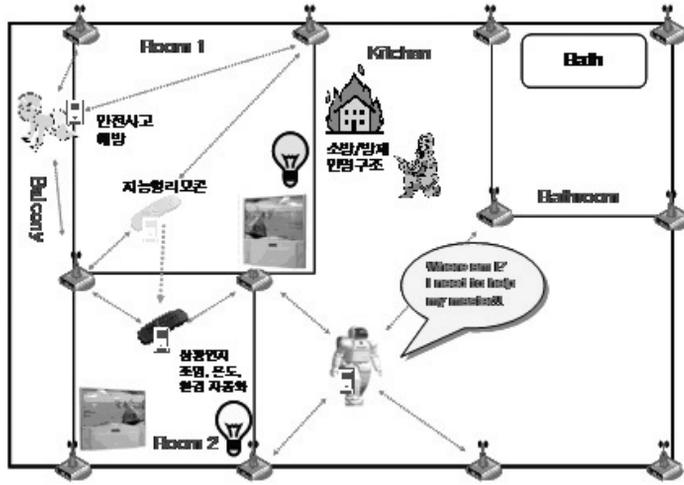
유비쿼터스 네트워크는 언제, 어디서나, 누구든지 이용할 수 있고, 모든 정보나 콘텐츠를 유통시킬 수 있는 정보통신 네트워크를 의미한다. 특히 유비쿼터스 네트워크와 다양한 센서의 활용으로 시간과 공간의 제한을 뛰어넘는 커뮤니티를 형성할 수 있고, 이를 매개로 사람, 사물과 같은 객체의 위치를 인식하고, 유용한 서비스를 제공하는 유비쿼터스 위치기반 서비스(Ubiquitous Location Based Services: u-LBS)가 중요한 서비스로 대두되고 있다. 이러한 u-LBS 제공을 위해 가장 중요한 기반 요소 기술중의 하나인 위치인식시스템 기술은 현재 선진 각국에서 활발한 연구가 진행되고 있다<sup>[1, 2]</sup>.

특히 초광대역(UWB) 기술은 저비용, 저전력 소비로 통신뿐만 아니라 실내나 음영지역에서 수십 cm급 이내의 정밀한 위치인식/추적 기능을 줄 수 있어, 유비쿼터스홈 실현을 위한 핵심 기술로 인식되고 있다<sup>[2]</sup>. 이에 위치기반의 저전력 물리계층(PHY) 표준을 목표로 2004년 3월 IEEE 802.15 Alternate Task Group(TG4a)이

발족되었으며, UWB가 표준의 하나로 채택이 되었다<sup>[3]</sup>.

UWB 무선 기술은 중심 주파수의 20% 이상의 점유 대역폭을 차지하거나 500MHz 이상의 점유 대역폭을 차지하는 기술을 일컫는다. 기존 협대역 시스템이나 광대역 CDMA 시스템에 비해 매우 넓은 주파수 대역에 걸쳐 상대적으로 낮은 스펙트럼 전력 밀도를 가지므로 기존의 통신 시스템과 양립할 수 있다는 것이 그 특징이다. 이러한 UWB 기술은 매우 넓은 주파수 대역 점유라는 특징을 이용하여 실내나 음영지역에서도 위치인식이 가능하고 비교적 좁은 영역에서 수십 cm이내의 정밀한 위치인식/추적 기능을 줄 수 있다<sup>[4, 5]</sup>. 따라서 위치인식 UWB 기술은 <그림 1>과 같은 유비쿼터스홈, 스마트 태그, 인명 구조 등의 위치추적 분야, 원격 센서, 위치인식 등을 기반으로 하는 각종 제어 분야, 신체 관리 모니터링 및 의료진 위치 파악 등을 요구하는 의료 관련 분야에 응용 될 수 있다<sup>[2]</sup>.

ETRI에서는 유비쿼터스홈을 실현하기 위해서 IEEE 802.15.4a 표준에 부합하는 위치인식 UWB 시스템을 개발하고 있다. 본 고에서는 IEEE



〈그림 1〉 유비쿼터스 홈 시나리오

802.15.4a UWB 표준에 대한 현황과 기술 동향에 대해서 살펴보고, ETRI에서 현재 개발중인 위치 인식 UWB 시스템에 대해 설명하고자 한다.

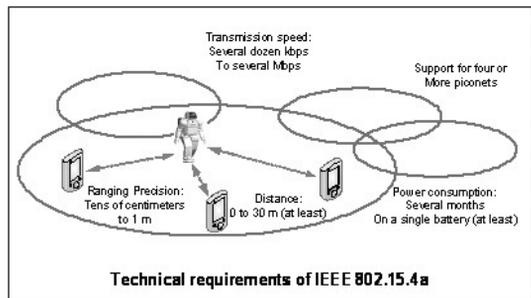
## II. 위치인식 UWB 표준 및 주파수 정책 현황

### 1. IEEE 802.15.4a 표준 현황

위치인식 UWB 기술 표준은 저속 WPAN Alternate PHY에 대한 표준인 IEEE 802.15.4a에서 진행 중이다. IEEE 802.15.4a 표준의 기술적 요구사항은 <그림 2>와 같으며, 통신거리 약 30m이내에서 수십 Kbps에서부터 수 Mbps까지의 데이터 통신을 제공해야 하고, 저전력 소비가 가능해야 하며, 무엇보다도 거리추정 정밀도가 1m 이내여야 한다<sup>[3]</sup>.

위와 같은 기술적 요구사항을 바탕으로 IEEE 802.15.4a는 2005년 1월을 기점으로 표준에의

제안을 모집하여 ETRI 등으로부터의 제안을 포함해 26건의 제안서를 받았다. 2005년 1월 개최된 IEEE 802.15.4a회의에서 각 제안서의 발표를 한 후 유사한 제안을 중심으로 통합작업이 개시되었다. IEEE 802.15.4a의 3월 회의에서는 각 제안의 조정에 의한 통합 작업이 진행되었으며, 최종적인 모든 제안에 대하여 일원화한 제안에 대해 투표한 결과, 100%의 찬성으로 표준 골자(Baseline)가 결정되었다. 이 표준 Baseline에는 UWB 방식과 CSS(Chirp spread spectrum) 방식이 모두 포함되었다. 현재 2007년 3월로 예정



〈그림 2〉 IEEE 802.15.4a 기술적 요구사항

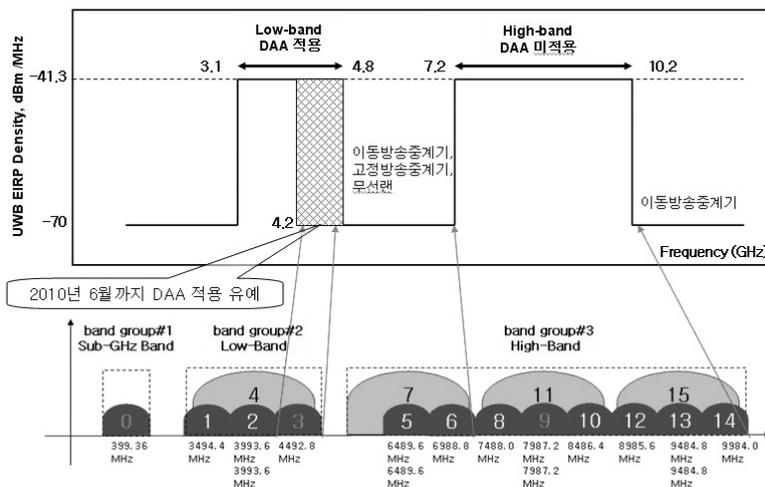
되어 있는 표준 완성을 목표로 채택된 표준 Baseline에 따라 상세한 표준안 작성 작업이 거의 완성된 단계이다.

## 2. IEEE 802.15.4a UWB 채널 및 국내 UWB 주파수 정책

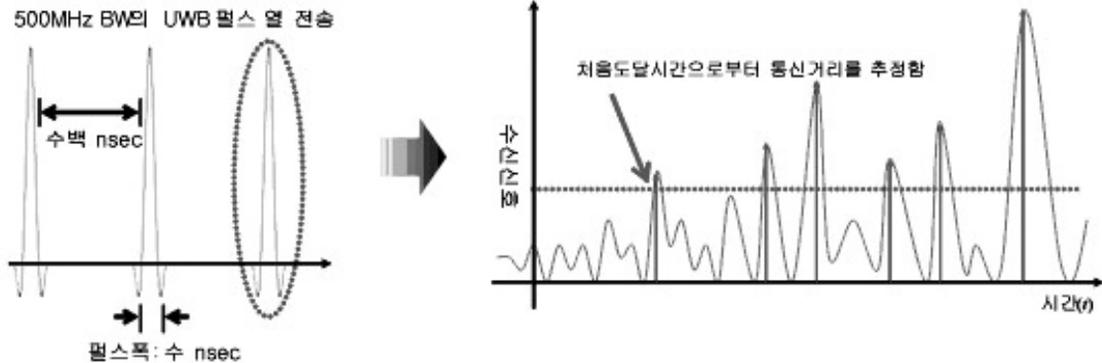
IEEE 802.15.4a에서는 FCC에서 통신용으로 허가한 3.1~10.6 GHz 주파수 대역 및 1 GHz 아래 주파수 대역을 <그림 3>의 아래와 같이 크게 Sub-GHz band, Low-band, High-band 3개의 대역으로 나누었으며, 모두 16개의 채널을 할당하였다. 그리고 채널 0번, 3번, 9번을 각 대역의 Mandatory 채널로 정하고 반드시 이 중 하나를 구현하도록 하고 있다<sup>[3]</sup>. 이와 같이 채널을 운용하였을 경우 여러 가지 장점이 있다. 그 중 하나는 향후 간섭문제를 피할 필요가 생겨났을 때 이에 유연하게 대응할 수 있다는 것이다. 특정 일부 대역이 어느 나라에서는 문제없이 UWB를 사용할 수 있으나 다른 나라에서는 다

른 통신과의 간섭이 심각한 상황일 수 있다. 이러한 경우 간섭을 피하기 위해 어느 지역에서는 특정 대역을 사용하지 않도록 할 필요가 있다. 이때 그 대역을 포함하고 있는 대역을 사용하지 않음으로써 이 문제에 대응할 수 있다. 또한 채널 4번, 7번, 11번, 15번을 제외하고 Mandatory 채널을 포함한 나머지 채널의 주파수 대역 폭이 같으므로 기본이 되는 무선기술은 수정하지 않아도 된다. 즉 기존 주파수 대역과 같은 기술을 적용할 수 있다.

우리 나라에서도 <그림 3>의 위 그림과 같이 3.1~4.8GHz 및 7.2~10.2GHz의 주파수 대역을 UWB 용으로 사용하도록 허가하였다<sup>[7]</sup>. 그러나 3.1~4.8GHz 대역에서는 간섭회피기술(DAA: Detection and Avoid)을 적용 하여야 하며, 단 4.2~4.8GHz 대역에서는 DAA 적용을 2010년 6월까지 유예하기로 하였다<sup>[6, 7]</sup>. 따라서 IEEE 802.15.4a 표준에 부합하는 위치인식 WPAN 시스템 개발 시, 주파수 대역 현황을 잘 살펴야 할 것이다. 예를 들어 <그림 3>의 IEEE



<그림3> IEEE 802.15.4a 주파수 운용 상황 및 국내 UWB 주파수 정책



〈그림 4〉 위치인식 UWB 시스템 개요

802.15.4a 주파수 운용 상황과 국내 UWB 주파수 정책을 비교해보면 국내에서 2010년 6월까지의 표준의 Mandatory 3번 채널에서 DAA 없이 이용할 수 있으나, 궁극적으로는 High-band 주파수 대역을 사용할 수 있는 위치인식 UWB 시스템을 개발해야 할 것으로 보인다.

### III. 위치인식 UWB 기술 동향

본 장에서는 위치인식 IEEE 802.15.4a UWB 기술 동향에 대해서 살펴본다. 먼저 위치인식 UWB 기술에 대해 간략히 언급하고, UWB Ranging 기술, UWB PHY의 핵심 블록, MAC 기술에 대해 설명하고자 한다.

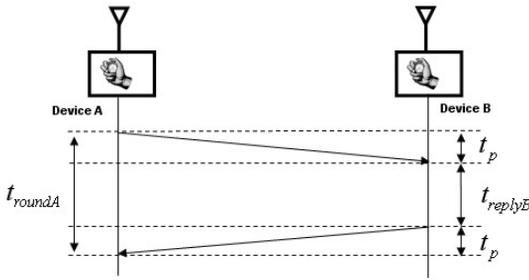
#### 1. 위치인식 UWB 기술 개요

위치인식 UWB 시스템은 송신단에서 500MHz 대역폭에 해당하는 수 nsec의 펄스를 수백 nsec 간격으로 전송한다. 수신단에서는 〈그림 4〉와 같이

다중경로 채널을 통해 수신된 신호로부터 신호의 처음도달 시간을 추정하여 통신거리를 추정하는 시스템이다. 이와 같이 UWB 신호를 이용한 시스템이 기존의 협대역 시스템에 비해 가지는 장점은 거리추정 정밀도가 뛰어나다는 점이다. 그 이유는 UWB 신호가 시간영역에서 수 nsec의 폭을 가지므로 〈그림 4〉처럼 수신단에서 시간 분해능이 우수하기 때문이다. 그리고 전송신호가 연속적이지 않고, 필요한 부분에서만 펄스를 보내는 방식으로 Low duty cycle (LDC) 특징을 가진다. 이는 저소비 전력의 시스템 구현이 가능함을 의미한다. 이러한 장점으로 인해 고정밀 위치인식 시스템으로 UWB가 주목 받고 있으며, IEEE 802.15.4a에서 UWB 기술을 표준으로 채택한 것이다.

#### 2. UWB Ranging 기술

IEEE 802.15.4a에서는 수십 cm 급의 위치인식 정밀도를 요구하고 있다. 이를 위한 측정 방법은 두 개의 노드(Node) 사이에 전파 도달 시간을 측정하여 위치를 구하는 TOA (Time of



〈그림 5〉 UWB Ranging을 위한 TWR 기법

Arrival), 두 개의 신호원으로부터 전파도달 시간의 상대적인 차를 측정하는 TDOA (Time Difference of Arrival), Array 안테나를 사용하여 수신기로부터 보내온 신호의 도래각을 측정하여 신호원을 기준으로 수신기로부터 오는 신호의 방향을 찾아내어 위치를 측정하는 방식인 AOA (Angle of Arrival) 등이 있으나, 본 고에서는 TOA를 기반으로 하는 Ranging에 대해서만 간략히 설명하기로 한다.

Ranging을 위해서는 기본적으로 동기가 맞지 않는 두 노드 사이에 메시지를 주고 받는 Two-way-ranging (TWR) 기법이 사용될 수 있다. 먼저 〈그림 5〉와 같이 노드 A에서 Ranging 메시지를 보낼 때 자기 자신의 카운터(Counter)를 동작시킨다. 노드 B는 노드 A로부터 해당 Ranging 메시지를 받으면 신호 처음 도달 시간으로부터 노드 A로 메시지를 보낼 때까지의 수신처리시간  $T_{replyB}$  시간을 Counter를 동작시켜 구한 다음 이 값을 ACK 메시지에 담아 노드 A로 보낸다. 그러면 노드 A에서는 노드 B로부터 메시지를 받는 순간 카운터를 중단시키고, 〈그림 5〉에서 도시한 것처럼 RTT (Round-trip time)  $T_{roundA}$  값을 얻어 낸다. 따라서 TOA에 해당하는  $T_p$ 는 아래의 수식과 같이 계산될 수 있다<sup>[3]</sup>.

$$T_p = \frac{T_{roundA} - T_{replyB}}{2}$$

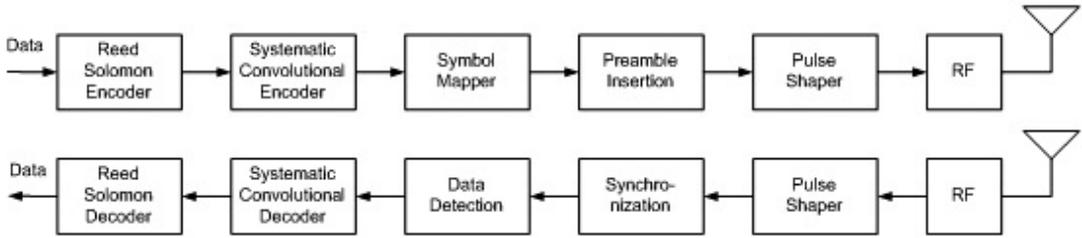
위와 같은 TWR을 기반으로 TOA를 구하는 경우, 신호의 처음도달 시간 추정, 카운터 정밀도, Crystal offset, 송수신기 내부 지연 문제 등으로 오차가 발생할 수 있다. 따라서 이를 고려하여 정밀한 Ranging을 할 수 있는 방법에 대한 연구가 진행 되어야 한다. 이 중에서 정확한 Ranging을 위해 가장 중요한 부분 중 하나가 처음도달 시간 추정 (Leading edge detection)이며 현재 많은 연구가 진행 중이다<sup>[5]</sup>.

### 3. 위치인식 UWB PHY 기술

IEEE 802.15.4a UWB 시스템은 단순히 Ranging을 위한 시스템이 아니라 동시에 수 Kbps에서 수 Mbps의 데이터 통신을 지원하는 시스템이다. 이를 위한 IEEE 802.15.4a의 Transceiver 구조는 〈그림 6〉과 같다<sup>[3]</sup>. 송신단에서는 RS 부호기, 길쌈 부호기, 심볼 매핑(Mapper), 프리앰블 삽입, 펄스 Shaper, RF단, 안테나를 거쳐 채널로 나가게 되어 있다. 수신단에서는 RF를 통해 들어온 신호를 펄스 Shaper, 동기부, 데이터 복조부, 길쌈 복호기, RS 복호기를 거쳐 신호를 복원한다. 이 중에서 UWB 시스템 특성상 중요한 블록에 대해서만 설명하도록 한다.

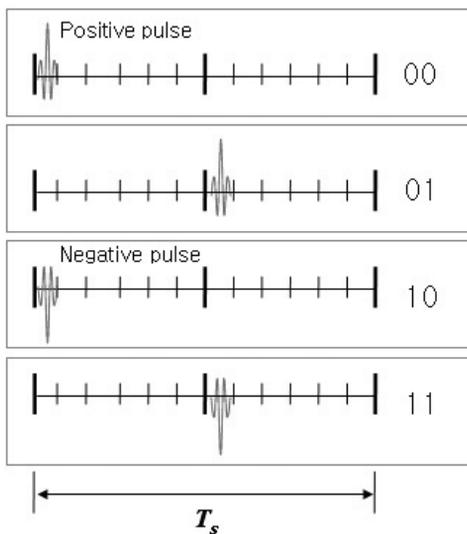
#### 가. UWB 펄스 변조방식

IEEE 802.15.4a UWB 변조방식은 동기식, 비동기식의 수신기를 지원할 수 있도록 페이로드 구간에서 BPM (Burst position modulation) + BPSK 변조 방식을 도입하였다<sup>[3]</sup>. 이 변조 방식



〈그림 6〉 IEEE 802.15.4a Transceiver 구조

은 <그림 7>과 같다. 기본적으로 두 비트를 한 심볼로 Mapping 하는 방법으로, “00”은 펄스가 심볼 주기인  $T_s$ 에서  $(0, \frac{1}{2}T_s)$  구간 안에 위치하면서 +의 극성을 가지고, “01”은  $(\frac{1}{2}T_s, T_s)$  구간 안에 위치하면서 -극성을 가지는 것이다. “10”과 “11”의 경우도 마찬가지로 Mapping할 수 있다. 참고로 <그림 7>에는 펄스 한 개를 도시하였으나, Mandatory인 경우 16개의 펄스가 들어가 있어 확산이득을 가진다.



〈그림 7〉 펄스기반 BPM+BPSK 변조방식

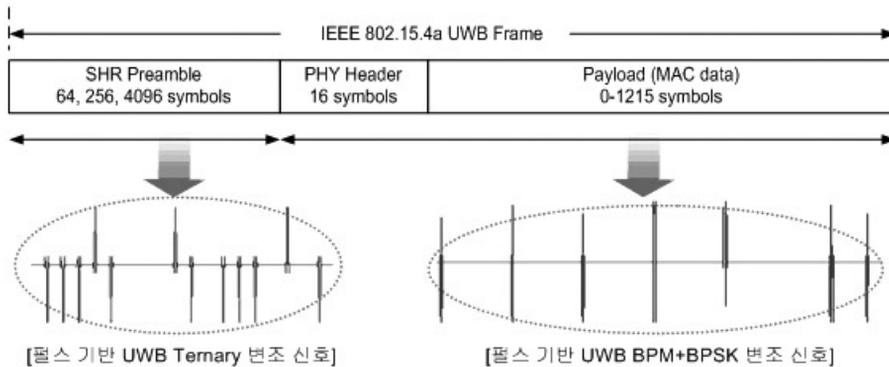
또한 프리앰블 구간에서는  $\{-1,0,1\}$ 의 값을 가지는 Ternary 코드를 펄스로 Mapping하도록 하였다. <그림 8>는 IEEE 802.15.4a UWB 프레임 구조와 각 구성요소들의 변조신호를 도시한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 IEEE 802.15.4a UWB 통신시스템은 시간영역에서 연속적인 신호를 갖는 기존의 통신시스템과는 달리 심볼 구간 중 1/32에 해당하는 구간에서만 신호를 갖는 펄스 방식의 통신시스템인 것을 알 수 있다.

#### 나. UWB 펄스 Shaper

IEEE 802.15.4a에서는 UWB PHY의 기저대역 펄스  $p(t)$ 는 기준 펄스인 500MHz 대역폭, Roll-off factor 0.6의 Root-raised-cosine (RRC) 펄스와 Cross correlation을 취하였을 경우 그 값이 0.8 이상인 펄스를 사용하도록 하고 있다<sup>[3]</sup>. 이러한 조건을 만족하는 UWB 펄스를 생성시키는 것은 IEEE 802.15.4a UWB 시스템 구현을 어렵게 하는 부분 중 하나이다. 참고로 <그림 8>에 나와 있는 펄스는 기준펄스인 RRC 펄스를 사용했을 경우의 변조 신호이다.

#### 다. 동기 및 비동기 방식 UWB 수신기

앞서 설명한 대로 IEEE 802.15.4a에서는 동기



〈그림 8〉 IEEE 802.15.4a UWB 프레임과 변조 신호

및 비동기 방식의 수신기를 설계할 수 있도록 변조방식을 채택하였다. 즉 펄스의 극성정보 없이 위치만을 가지고 신호를 복원할 수 있는 비동기 방식의 수신기를 설계할 수 있다. 동기방식 UWB 수신기의 경우는 우선 비동기방식 대비 거리추정 정밀도가 향상된다. 그리고 변조방식 및 확산이득, 채널부호기 등 송신신호 특성을 이용하여 수신 성능을 향상할 수 있고, Fully-digital 방식의 모뎀 개발로 RF 주파수 대역에 독립적인 모뎀 개발이 가능하다는 장점이 있다. 그리고 IEEE 802.15.4a 요구규격인 4-SOP (Simultaneous operating piconet) 구성을 위해서는 프리앰블 구간에서 동기식 수신에 필수인 만큼 동기방식의 UWB 시스템 개발이 중요하다고 할 수 있다.

#### 4. IEEE 802.15.4a MAC 기술

IEEE 802.15.4a MAC은 기본적으로 IEEE 802.15.4 MAC을 따른다. 즉 IEEE 802.15.4 MAC의 특징인 슈퍼프레임 구조를 이용함으로써 저전력 기능을 수행할 수 있도록 하였다. IEEE 802.15.4a MAC에서 특징적인 것은

Ranging과 관련하여 UWB PHY 방식에 의해 서비스 접근점 (Service Access Point : SAP)인 MLME-DPS와 MLME-DITHER의 추가이다<sup>[3]</sup>. MLME-DPS는 UWB PHY에서 Ranging시에 정상 모드와 다른 프리앰블을 사용함으로써 “Spoof Attack”을 방지할 수 있는 DPS (Dynamic Preamble Selection) 설정에 관한 프리미티브 (Primitive)이다. 그리고, MLME-DITHER는 UWB PHY에서 TWR ranging시 다른 디바이스가 Ranging에 관여하지 못하도록 ACK 메시지 응답 시간에 “Dither time”을 주기 위한 프리미티브이다.

#### IV. 위치인식 UWB 시스템 구현

ETRI에서는 지난 2006년부터 IEEE 802.15.4a UWB 표준에 부합하는 동기 방식의 위치인식 UWB 시스템을 구현하고 있다. ETRI에서 개발중인 위치인식 시스템 규격은 <표 1>과 같다. 이 시스템은 Fully-digital 동기 방식이므로 이를 구현하기 위한 모뎀 시스템이 가장 핵심이며 본 장에서

〈표 1〉 위치인식 UWB 시스템 규격

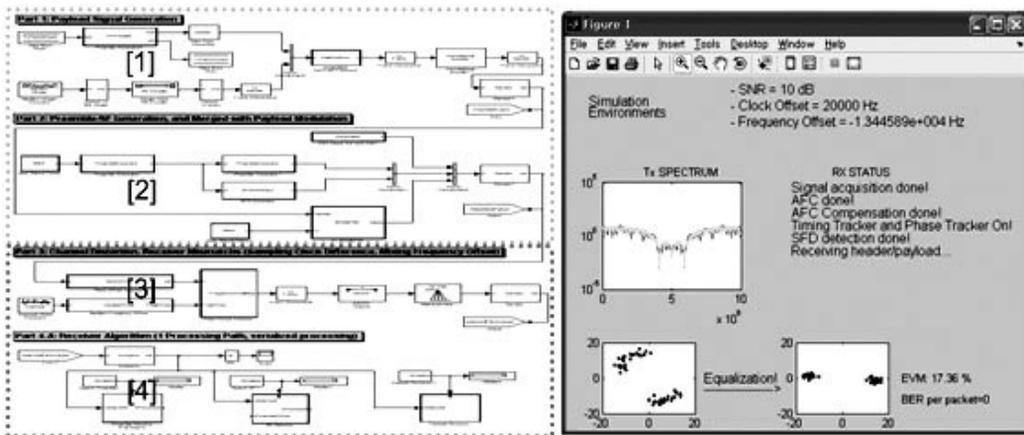
사용주파수	3494.4, 3993.6, 4492.8MHz
채널 대역폭	499.2MHz
변조방식	BPM+BPSK
UWB 펄스	499.2MHz BW의 RRC
프리앰블 길이	64
전송속도	0.85Mbps
Chip rate	499.2MHz
채널 코딩	RS 코드, 길쌈 코드
확산 이득	12dB
지원 SOP수	6
수신기 방식	Fully-digital 동기방식
대상 규격	IEEE 802.15.4a Draft D4

는 모뎀 시스템 구현을 중심으로 설명하고자 한다.

### 1. 위치인식 UWB 모뎀 검증 시뮬레이터

〈표 1〉 규격의 위치인식 UWB 시스템을 개발하기 위해 위치인식 UWB 모뎀 알고리즘 및 하드웨어 구현 검증용 GUI 기반의 S/W Tool을 개

발하였다. 검증 Tool은 하드웨어(FPGA 구현)와 동일한 방식으로 구현하기 위해 Simulink로 제작하였으며 UWB 모뎀 알고리즘, Leading edge detection 알고리즘 검증뿐만 아니라 하드웨어 구조 도출용으로도 이용 가능하도록 설계하였다. 성능 측정을 위한 처음 단계로 송신 프레임 패턴을 생성시키고, 이를 IEEE 802.15.4a에서 선정된 UWB 채널 및 송수신단 오실레이터 Mismatch로 인해 발생하는 Frequency offset, Timing offset 등 하드웨어 불완전성으로 인한 왜곡 효과를 가한 후, 수신단에서는 왜곡된 송신신호를 복원해 내는 과정을 거친다. 송신부의 성능으로는 Spectrum Mask 등을 측정할 있고, 수신부의 성능으로는 등화성능을 보여주는 Constellation 이외에 Phase/Time tracking 성능 등을 측정할 수 있다. 또한 각 블록마다 UWB 신호가 디지털 신호 처리되는 과정을 Simulink Scope를 통해 측정할 수 있도록 하여 실제 하드웨어(FPGA)에서 생성된 신호와 비교가 용이하도록 하였다. 〈그림 9〉는 검증용 시뮬레이터를 나타낸다.

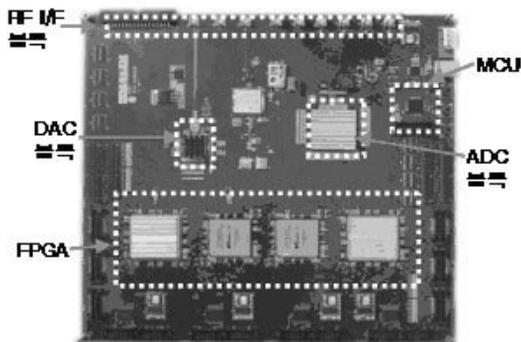


〈그림 9〉 위치인식 UWB 모뎀 검증 시뮬레이터 : [1], [2] UWB 송신 프레임 생성부, [3] 채널 및 하드웨어 왜곡부, [4] 수신단 알고리즘부

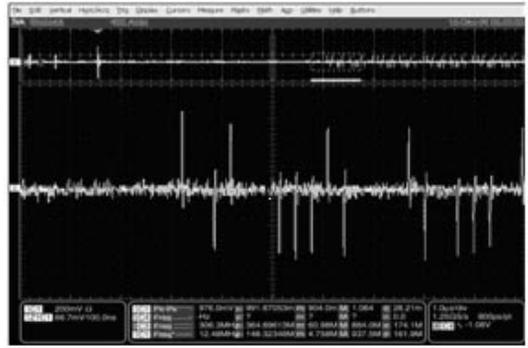
## 2. 위치인식 UWB 모뎀 구현

<그림 9>를 통해 검증된 UWB 모뎀 알고리즘 및 하드웨어 구현구조를 바탕으로 이를 FPGA에 구현하였다. <그림 10>은 실제 하드웨어를 구현하기 위해 제작된 위치인식 UWB 모뎀 플랫폼이다. 크게 모뎀 및 MAC 하드웨어 구현을 위한 FPGA, RF 인터페이스 블록, MAC 소프트웨어 구현을 위한 MCU 블록으로 구성되어 있다. <표 1>에서 언급한 바와 같이 Fully-digital UWB 모뎀을 구현하는 플랫폼이므로 시스템의 구성은 간단하다고 할 수 있다.

송신단 구현은 IEEE 802.15.4a UWB 규격대로 송신 프레임을 생성시킨 후 UWB 펄스 Shaping을 하는 것이다. <그림 11>은 프리앰블 구간 약 2nsec 펄스 신호를 오실로스코프로 측정된 것으로 규격대로 잘 생성되고 있는 것을 확인하였다. 그리고 페이로드 구간에서도 16개 펄스를 모아놓은 32nsec의 Burst 펄스를 오실로스코프로 확인하였다. 수신단에서는 <그림 11>과 같은 펄스 신호를 동기식으로 수신한다. 즉 ADC 출력을 Matched filtering한 후, 프리앰블 구간을



<그림 10> 위치인식 UWB 모뎀 처리를 위한 플랫폼



<그림 11> 프리앰블 구간 펄스 신호 측정

이용하여 동기부를 구현하였고, BPM+BPSK로 변조되어 확산이득 및 스펙트럼 Smoothing을 위해 Spreading된 페이로드 구간을 동기방식으로 복조하도록 구현하였다. 이에 대한 성능 검증은 송수신간 파일 전송으로 확인하였다.

## V. 향후 전망 및 결론

유비쿼터스 네트워크 시대가 도래함에 따라 위치인식 기반 응용 서비스 요구 증대에 따른 위치인식 시스템이 주목을 받고 있다. 특히 실내나 음영지역에서도 위치인식이 가능하고 비교적 좁은 영역에서 수십 cm이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 서비스의 필요성이 크게 증가하고 있다. 이 중에서 맥내 환경에서 방재, 위치인식 지능형 로봇 도우미, 어린이 안전사고 예방, 실시간 신체관리 모니터링을 통한 u-Health 서비스 등을 제공하는 “유비쿼터스홈”을 구축하기 위해서는 기존의 무선 통신 시스템을 이용한 위치인식 시스템과는 차별화된 시스템이 필요하다.

본 고에서는 위치인식과 통신기능을 제공하는 위치인식 시스템 표준인 IEEE 802.15.4a UWB

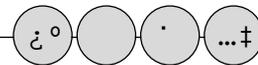
표준화 현황 및 기술에 대해 설명하였다. 통신 및 측위 용 표준 기술로 채택된 UWB 기술은 수십 cm 이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 기능을 제공해 줄 수 있을 뿐만 아니라 IEEE 802.15.4의 PHY를 대체할 수 있을 것으로 예상하고 있다. 그 이유는 수십 Kbps에서부터 수 Mbps의 데이터 전송 속도를 가질 뿐만 아니라, 통신 거리의 확장, 저전력 소모 등으로 그 장점이 많기 때문이다. 이러한 중요성으로 인해 국내 외적으로 활발한 연구개발이 진행되고 있으며, 현재 ETRI에서는 IEEE 802.15.4a 표준 기반의 위치인식 UWB 시스템을 플랫폼 형태로 개발하고 있으며 이에 대해 살펴보았다.

위치인식 UWB 시스템은 IEEE 802.15.4a UWB 표준이 2007년 3월 완료되고 나면 향후 2~3년 이내 이와 관련한 상용제품들이 나올 것으로 전망되며 유비쿼터스홈 실현에 있어 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 그러나 무엇보다도 이 위치인식 UWB 시스템은 저 가격, 저소비전력을 모토로 하고 있기 때문에 이를 위한 적극적인 연구개발이 필요할 것으로 예상된다.

## 참고문헌

- [1] 김재호, 김영섭, 박옥선, 김성희, “유비쿼터스 위치기반 서비스 및 위치인식시스템 연구 동향,” ETRI 주간기술동향, 2003년 12월.
- [2] 오미경, 김명중, 김재영, “유비쿼터스홈 구축을 위한 저속 위치인식 UWB 기술,” 전자통신동향분석 제 21권 제 5호 pp. 30-39, 2006년 10월.
- [3] “Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LRWPAN),” Draft P802.15.4a/D4, Sept. 2006.

- [4] S. Gezici, Z. Tian, G. B. Giannakis, H. Kobayashi, A. F. Molisch, H. V. Poor, and Z. Sahinoglu, “Localization via Ultra-Wideband,” IEEE Signal Processing Magazine, pp. 70-84, July 2005.
- [5] Joon-Yong Lee, Rober A. Scholtz, “Ranging in a dense multipath environment using an UWB radio link,” IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 20, no. 9, pp. 1677-1683, Dec. 2002.
- [6] 윤영근, 황택진, 홍헌진, “전파자원의 효율적 이용을 위한 제도 및 기술 동향,” 전자통신동향분석 제 21권 제 4호 pp. 70-79, 2006년 8월.
- [7] 윤두영, 전수연, “UWB 기술 개요 및 주파수 정책 동향,” 정보통신정책 제 18권 13호 통권 397호, 2006년 7월.



### UPnP(Universal Plug and Play)

UPnP는 PC의 아키텍처에 채용되고 있는 플러그 & 플레이를 네트워크 레벨까지 넓히려고 표준으로, PC, 주변장치, 지능형 가전제품, 무선 장비 등과 같은 장치들을 네트워크에 접속시켰을 때, 인터넷과 웹 프로토콜을 사용하여 서로를 자동으로 인식할 수 있도록 해주는 표준이다. UPnP를 이용하면, 사용자가 어떤 장치를 네트워크에 추가하면 그 장치는 스스로 구성을 완료하며, TCP/IP 주소를 받고, 다른 장치들에게 자신의 존재를 알리기 위해 인터넷 HTTP에 기반을 둔 발견 프로토콜을 사용하게 된다.

## 저자소개



오 미 경

2000년 중앙대학교 전기전자제어공학부 졸업(학사)  
 2002년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(석사)  
 2006년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학박사)  
 2002년 9월~2004년 2월 미국 미네소타주립대학 연구원  
 2006년 3월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
 주관심분야 UWB 통신시스템, WPAN 시스템, Synchronization, Channel coding, Wireless Sensor Network.



김 재 영

1990년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)  
 1992년 연세대학교 전자공학과 졸업(석사)  
 1996년 연세대학교 전자공학과 졸업(공학박사)  
 1996년 9월~1999년 2월 대우전자 선임연구원  
 1999년 3월~현재 한국전자통신연구원 차세대WPAN 연구팀 팀장  
 주관심분야 UWB 통신시스템, WPAN 시스템, RFIC, Channel coding, Wireless Sensor Network.

## 용 어 해 설

## FH/DS

일반적으로 사용되는 혼합 스펙트럼 확산 변조 방식 중의 하나로 반송파가 주기적으로 도약하는 직접확산(DS) 스펙트럼방식을 말한다. DS 스펙트럼 확산 시스템보다 훨씬 더 넓은 스펙트럼 확산을 할 수 있으며, 하나의 도약 내의 DS의 확산 부호의 길이가 짧으므로 포착 시간이 단축되며, RF 신호를 스펙트럼 확산시킬 수 있다. 한 채널에서 동시에 많은 통화가 가능한 다원 접속이 가능하다.

## CSS (Chirp Spread Spectrum)

스펙트럼 확산 통신의 변조 방법 중에서 부호화(coding)을 사용하지 않고, 시간에 따라 반송파 주파수를 선형적으로 스위핑시켜 수행이득(Processing gain)을 구현하는 방법이다.