

# 유비쿼터스 홈 구축을 위한 저속 위치인식 UWB 기술

Low Data-Rate Location Awareness UWB Technology for Ubiquitous Home

## 디지털 홈 특집

오미경 (M.K. Oh)	차세대WPAN연구팀 선임연구원
김명중 (M.J. Kim)	차세대WPAN연구팀 연구원
김재영 (J.Y. Kim)	차세대WPAN연구팀 팀장

## 목 차

- .....
- I. 서론
  - II. IEEE 802.15.4a 표준화 현황
  - III. 위치인식 UWB 기술 동향
  - IV. 맺음말

유비쿼터스 네트워크 시대가 도래함에 따라 위치인식 기반 응용 서비스 요구 증대에 따른 위치인식 무선 개인영역 네트워크(WPAN) 시스템이 주목을 받고 있다. 특히 초광대역(UWB) 기술은 저비용, 저소비전력으로 통신뿐만 아니라 실내나 음영지역에서 수십 cm급 이내의 정밀한 위치인식/추적 기능을 줄 수 있어, 유비쿼터스 홈을 구축하기 위한 핵심 기술로 인식되고 있으며, 저속 위치인식 WPAN 표준인 IEEE 802.15.4a의 물리계층(PHY)으로 채택되었다. 본 원고에서는 위치인식 UWB 기술과 관련한 IEEE 802.15.4a 표준화 현황과 기술 동향에 대해서 살펴보고자 한다.

## I. 서론

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 정밀한 위치인식/추적 기능을 줄 수 있어 위치인식 WPAN 시스템의 PHY로 주목 받아 왔다[1],[2].

UWB 기술을 이용한 위치인식은 실내나 음영지역에서도 위치인식이 가능하고 비교적 좁은 영역에서 수십 cm 이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 서비스를 제공할 수 있다[3]. 이와 같은 위치인식 서비스는 (그림 1)과 같은 유비쿼터스 홈, 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 응용될 수 있다.

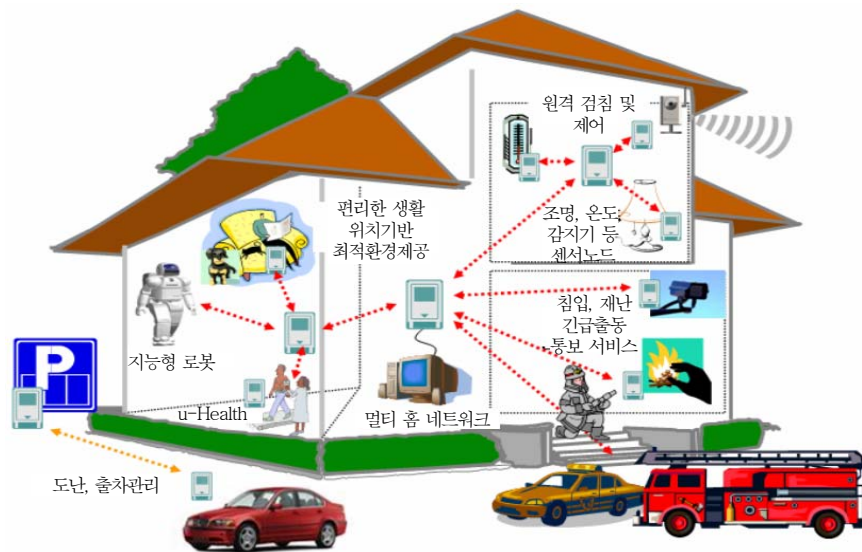
특히 언제 어디서나 사람과 객체의 위치를 인식하고, 이를 기반으로 유용한 서비스를 제공하는 유

비쿼터스 위치기반 서비스가 중요한 서비스로 대두되면서, 위치기반의 저전력 PHY 표준을 목표로 2004년 3월 IEEE 802.15 Alternate Task Group (TG4a)이 발족되었다. 2004년 5월에는 IEEE 802.15.4a 표준화를 위해 요구되는 기술 사양을 발표하였으며, 2005년 1월 총 26개의 제안서를 접수하여 UWB 방식과 CSS 방식을 기본골자로 하여 현재 막바지 표준화 작업이 진행중에 있으며 2007년 3월에 완료 예정이다.

본 원고에서는 2006년 7월 미국 샌디에고(San Diego) 회의까지의 IEEE 802.15.4a 표준화 진행 상황을 소개하고, 2006년 4월 배포된 드래프트(draft) 2차 버전을 바탕으로 채널 운용 상황, 시스템 송신 및 수신 구조 특성, ranging 기술, MAC 기술 동향을 살펴보고자 한다[4].

## II. IEEE 802.15.4a 표준화 현황

WPAN과 관련된 표준은 <표 1>과 같이 IEEE 802.15에서 추진하고 있다. 이 중에서 UWB 기술을 사용하고 있는 표준은 고속 WPAN Alternate PHY에 대한 표준인 IEEE 802.15.3a와 저속 WPAN



(그림 1) 위치인식 시스템을 적용한 유비쿼터스 홈

Alternate PHY에 대한 표준인 IEEE 802.15.4a 이다.

그러나 고속 UWB에 대한 표준은 지난 2006년 1월 회의에서 MB-OFDM 진영과 DS-CDMA 진영 간의 의견차를 좁히지 못하여 결국 국제 표준화를 포기하고 각각 상용화를 시도하기로 한 실정이다. 따라서 UWB와 관련한 국제 표준은 IEEE 802.15.4a가 최초로 할 수 있겠다.

IEEE 802.15.4a는 저소비 전력으로 통신과 거리 측정을 동시에 가능케 하는 PHY 제정을 목표로 하고 있다[5]. 2005년 1월을 기점으로 표준에의 제안을 모집하여 ETRI 등으로부터의 제안을 포함해 26건의 제안서를 받았다. 2005년 1월 개체된 IEEE 802.15.4a 회의에서 각 제안서의 발표를 한 후 유사한 제안을 중심으로 통합작업이 개시되었다. IEEE 802.15.4a의 3월 회의에서는 각 제안의 조정에 의

한 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 방식이 모두 포함되었다. 현재 2007년 3월로 예정되어 있는 표준 완성을 목표로 채택된 표준 baseline에 따라 상세한 표준안 작성 작업이 진행중이다. 현재까지의 IEEE 802.15.4a 표준화 진행과정은 <표 2>와 같다.

### Ⅲ. 위치인식 UWB 기술 동향

표준화 추진 현황에서 살펴본 바와 같이 IEEE 802.15.4a에서 저속 위치인식 WPAN의 PHY로 UWB 및 CSS 기술이 채택되었다. 본 장에서는 2006년 4월에 배포된 draft 버전 2를 바탕으로 통신 및 측위용으로 채택된 UWB PHY의 기술 동향에 대해 살펴본다. 즉 UWB 채널 운용 상황을 알아보고 송수신 구조 및 특성, ranging 기술, MAC 기술에 대해 분석한다.

#### 1. UWB 채널 운용 상황

IEEE 802.15.4a에서는 FCC에서 통신용으로 허가한 3.1~10.6GHz 주파수 대역 및 1GHz 아래 주파수 대역을 (그림 2)와 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.

(그림 2)와 같이 채널을 운용하였을 경우 여러 가지 장점이 있다. 그 중 하나는 향후 간섭문제를 피할

<표 1> IEEE 802.15 WPAN 표준화

분류	주파수 대역	전송속도	전송거리
Bluetooth (TG15.1)	2.4GHz	1Mbps	10m
고속 WPAN (TG15.3)	2.4GHz	55Mbps	50m
고속 UWB (TG15.3a)	3.1~10.6GHz	1~480Mbps	10m
ZigBee (TG15.4)	868M/915M/2.4GHz	20~250kbps	30m
위치인식 UWB (TG15.4a)	3.1~10.6GHz	1Mbps	30m

<표 2> IEEE 802.15.4a 표준화 진행 과정

일자	주요 진행 과정
2004. 5.	첫 TG4a 미팅, 기술적 요구사항 작성
2004. 7.	기술사양 작성, Location awareness 위원회 구성
2004. 9.	Preliminary proposal 발표
2004. 11.	채널 모델에 대한 최종안 승인
2005. 1.	ETRI 등 26개안 제안서 발표
2005. 3.	UWB 기술과 CSS 기술 baseline 채택
2005. 11.	Letter ballot을 위한 PHY/MAC draft 완성
2006. 1.	Letter ballot 승인
2006. 7.	Comment resolution

#### ● 용어해설 ●

CSS(Chirp Spread Spectrum): 스펙트럼 확산 통신의 변조 방법 중에서 부호화(coding)를 사용하지 않고, 시간에 따라 반송파 주파수를 선형적으로 스윙핑시켜 수행이득(processing gain)을 구현하는 방법이다.

필요가 생겨났을 때 이에 유연하게 대응할 수 있다는 것이다. 특정 일부 대역이 어느 나라에서는 문제 없이 UWB를 사용할 수 있으나 다른 나라에서는 다른 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 (그림 2)에서 채널 4번, 7번, 11번, 15번을 제외하고 mandatory 채널을 포함한 나머지 채널의 주파수 대역폭이 같으므로 기본이 되는 무선기술은 수정하지 않아도 된다. 즉 기존 주파수 대역과 같은 기술을 적용할 수 있다.

우리나라에서도 3.1~4.8GHz 및 7.2~10.2GHz의 주파수 대역을 UWB용으로 사용하도록 허가하였다[7]. 그러나 3.1~4.8GHz 대역에서는 간섭회피 기술(DAA)을 적용하여야 하며, 단 4.2~4.8GHz 대역에서는 DAA 적용을 2010년 6월까지 유예하기로 하였다[6],[7]. 따라서 IEEE 802.15.4a 표준에 부합하는 위치인식 WPAN 시스템 개발 시, 주파수 대역 현황을 잘 살펴야 할 것이다.

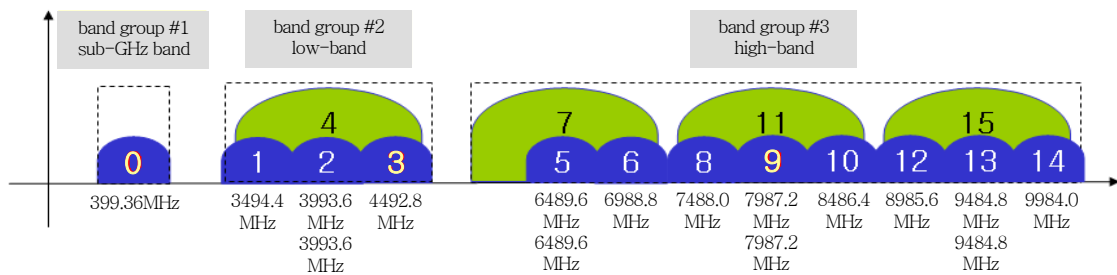
## 2. UWB PHY 시스템 기술

### 가. UWB PHY 시스템 규격

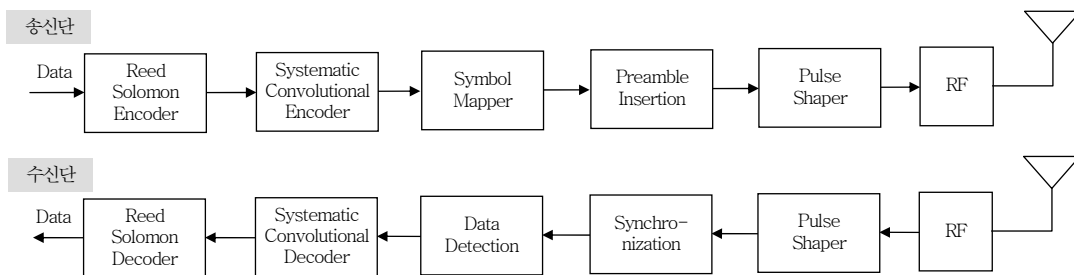
UWB PHY는 임펄스(impulse) 방식에 기반을 두고 있으며, 각각의 주파수 대역에서 고유의 획득 코드를 이용하여 2개의 PAN을 구성할 수 있다. (그림 2)에서 0, 3, 9번 주파수 대역 중 한 개의 대역에서 2개의 PAN을 반드시 구현하도록 되어 있다. 그리고 칩레이트(chip rate)는 위 세 가지 mandatory 주파수 대역에 대해 모두 499.2MHz로 동일하다.

UWB PHY를 위한 변조 방식은 동기수신과 비동기 수신을 모두 지원하기 위해서 BPM과 BPSK를 결합한 형태를 취하고 있으며, 각 심볼은 UWB 펄스 여러 개를 모아놓은 burst로 구성되어 있다. 여기서 burst의 길이를 조절함으로써 다양한 데이터 서비스를 제공한다.

(그림 3)은 UWB PHY 시스템의 전반적인 신호 흐름도를 나타내는 것으로 송신단에서는 RS 부호기, 길쌈부호기, 심볼 매핑(mapper), 프리앰블 삽입기, 펄스 shaper, RF단, 안테나를 거쳐 채널로 나가



(그림 2) IEEE 802.15.4a 주파수 운용 상황



(그림 3) UWB PHY 송수신단 신호 흐름도

게 되어 있다. 수신단에서는 RF를 통해 들어온 신호를 펄스 shaper, 동기부, 데이터 복조부, 길쌈복호기, RS 복호기를 거쳐 송신신호를 복원한다.

나. UWB PHY 송신 구조

1) UWB 프레임 구조

UWB 프레임의 형태는 (그림 4)의 첫번째 그림과 같이 SHR 프리엠블, PHY 헤더, 페이로드로 구성된다. SHR 프리엠블은 신호 획득, 동기, 채널 추정, ranging을 위한 leading edge detection 등의 수신단 알고리즘을 수행하기 위한 것이고, PHY 헤더에는 프리엠블 모드, 데이터 전송률, 페이로드 길이 정보 등이 포함되어 있다. 그리고 페이로드는 전송해야 할 MAC 데이터이다. 이러한 UWB 프레임을 생성해 내기 위한 송신 구조는 (그림 4)의 두번째

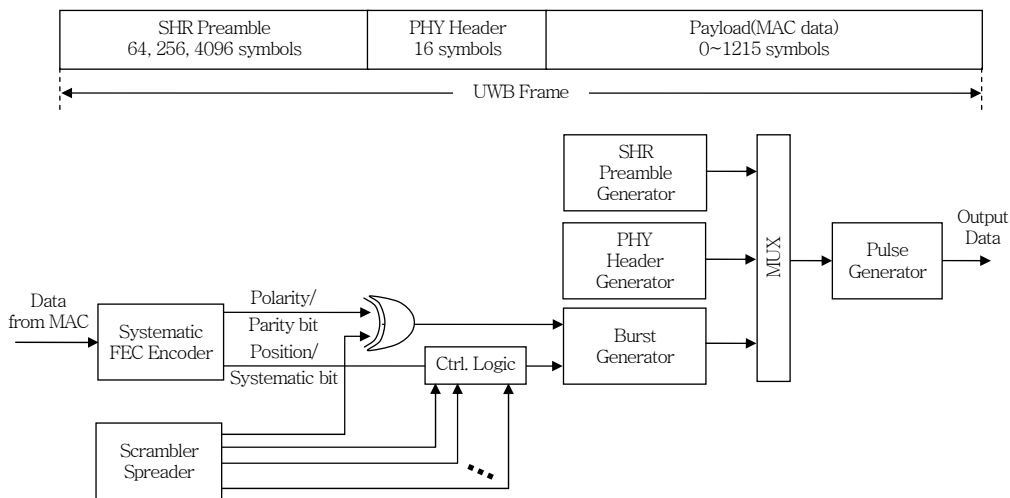
그림과 같다.

2) SHR 프리엠블

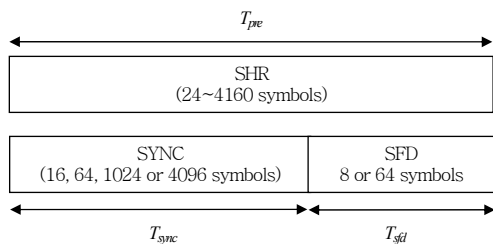
앞서 언급한 바와 같이 SHR 프리엠블은 AGC, 신호 획득, 주파수오프셋 추정, 패킷 동기, 채널 추정, ranging 등 수신단 알고리즘을 위해 사용되며 (그림 5)와 같이 프리엠블 심볼이 반복하는 구간인 SYNC 구간과 프리엠블이 끝났음을 알리는 SFD 구간으로 나뉘어져 있다.

IEEE 802.15.4a에서 제시하고 있는 프리엠블 심볼은 길이가 31 또는 127인 ternary 코드(+1, -1, 0으로 이루어진 코드)이다. 각 채널마다 두 개의 ternary 코드가 할당되어 있으며, 한 예로 low-band에 해당하는 채널 1, 2, 3번에 대해서는 <표 3>과 같다.

이 ternary 코드는 periodic correlation 특성이



(그림 4) UWB 프레임 형태 및 이를 생성하기 위한 송신 구조



(그림 5) SHR 프리엠블 구조

<표 3> Ternary 코드

Ch. #	Code
1	-000+0-0++++0+-000+----00+0-00
1	+0+0-0+0+000-++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

자신의 코드가 곱해졌을 때 peak값을 가지고 나머지 부분에서는 모두 0이기 때문에 서로 다른 PAN을 구분하는 코드로도 사용된다.

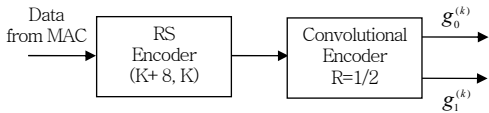
3) PHY Header

(그림 4)의 PHY header는 데이터 전송률, 프리앰블 구간 길이, ranging을 알리는 플래그(flag) 정보를 가지고 있는 rate 필드 8비트와, 전송해야 할 페이로드의 길이 정보를 가지고 있는 length 필드 8비트로 구성되어 있으며 이는 뒤에서 설명할 BPM+BPSK 변조 방식을 통해 변조된다.

4) FEC 부호기

(그림 4)의 FEC 부호기는 RS 부호기와 길쌈부호기를 (그림 6)과 같이 연직하여 사용한다.

먼저 RS 부호기에서는 330비트( $b_0, \dots, b_{329}$ ) 데이터에 48개의 parity를 붙여 378비트( $b_0, \dots, b_{329}, p_0, \dots, p_{47}$ )를 생성한다. 길쌈부호기에서는 부호율(code rate)  $R=1/2$ , 구속장  $K=3$ , 생성 다항식(generator polynomial)이 각각  $[010]_2$   $[101]_2$ 를 사용하여 syste-



(그림 6) FEC 부호기(RS 부호기, 길쌈부호기)

matic 비트인  $g_0^{(k)}$  과 parity 비트  $g_1^{(k)}$  을 생성시킨다.

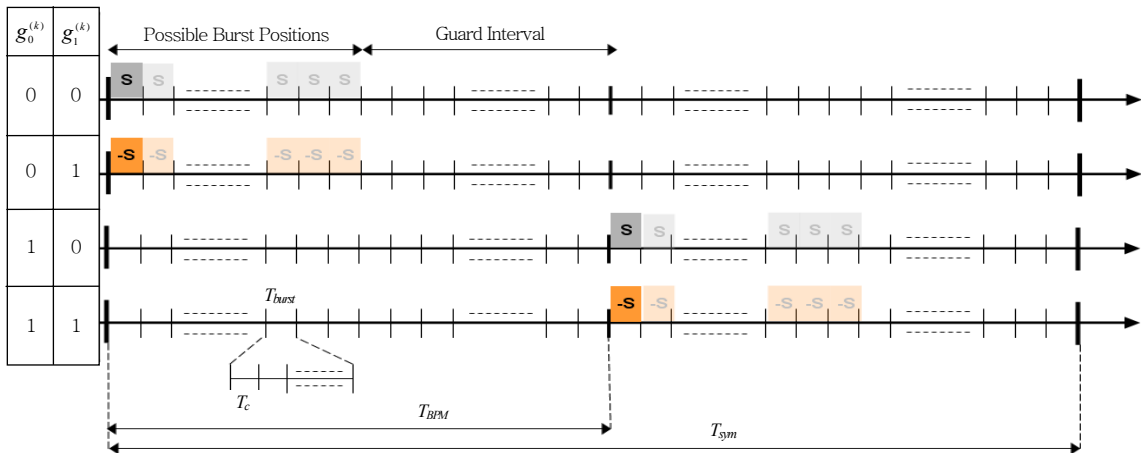
5) UWB PHY 변조

FEC 부호기를 통해 생성된  $g_0^{(k)}$ ,  $g_1^{(k)}$  는 BPM+BPSK 변조 방법에 의해 변조된다. BPM+BPSK 변조 방식에 의해 변조된 UWB 시스템의  $k$ 번째 전송 신호는 수식 (1)과 같이 표현된다.

$$x^{(k)}(t) = [1 - 2g_1^{(k)}] \sum_{n=1}^{N_{cpb}} [1 - 2s_{n+kN_{cpb}}] p(t - g_0^{(k)}T_{BPM} - h^{(k)}T_{burst} - nT_c) \quad (1)$$

이 수식에서 보는 바와 같이  $k$ 번째 심볼은 두 개의 정보 비트인  $g_0^{(k)}$ ,  $g_1^{(k)}$  를 전송한다. 여기서  $g_0^{(k)}$  은 burst의 위치정보로 변조되며,  $g_1^{(k)}$  은 burst의 극성 정보로 변조된다. 시퀀스  $s_{n+kN_{cpb}} \in \{0,1\}$ ,  $n = 0,1, \dots, N_{cpb} - 1$ 은  $k$ 번째 전송 신호를 위한 확산 코드(spreading code)이며,  $h^{(k)}$ 는  $k$ 번째 burst의 hopping 위치를 결정한다. 그리고  $p(t)$ 는 안테나 입력에서의 전송 펄스 파형이다.

(그림 7)은 가능한 ( $g_0^{(k)}$ ,  $g_1^{(k)}$ ) 입력 값에 대해 BPM-BPSK 변조방식을 도시한 것이다. (그림 7)에서 보는 바와 같이 UWB PHY 한 심볼은  $T_{sym}$  구간 동안 전송되며,  $T_c$ 의 시간길이를 가지는 총  $N_c$  칩으로 구성되어 있다.  $T_{BPM} = T_{sym}/2$ 로써,  $g_0^{(k)}$  비트가 0이면  $[0, T_{BPM}]$  시간 구간에,  $g_0^{(k)}$  비트가 1이면  $[T_{BPM},$

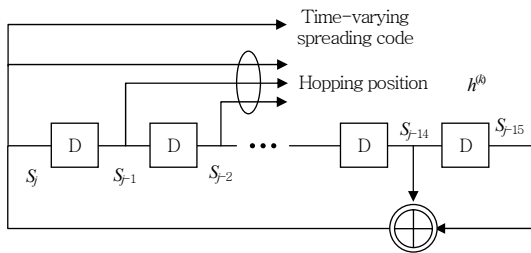


(그림 7) BPM+BPSK 변조 방식

$T_{sym}$  시간 구간에 펄스의 burst가 놓이게 된다. 그리고 burst는 확산 코드의 길이인  $N_{cpb}$ 개의 연속적인 칩으로 이루어져 있으며  $T_{burst} = N_{cpb}T_c$ 이다. 여기서 길이가  $N_{cpb}$ 인 확산 코드  $S$ , 즉 burst는 (그림 7)에서 보는 바와 같이  $h^{(k)}$  값에 따라  $T_{BPM}$ 의 1/2 되는 구간 안에 위치할 수 있다.  $T_{BPM}$ 의 나머지 1/2 구간은 guard 구간으로써 멀티패스 영향으로 인한 간섭을 줄이고자 함이다. 마지막으로  $g_1^{(k)}$  비트는 극성 정보로써 확산 코드  $S$ 의 부호를 결정한다.

6) UWB PHY 확산 코드 생성기

앞서 설명한 길이  $N_{cpb}$ 의 확산 코드  $S$ 와 hopping 위치를 결정하는  $h^{(k)}$ 를 생성하는 LFSR 구조는 (그림 8)과 같다.



(그림 8) LFSR 구조

• 기저대역 임펄스 응답

IEEE 802.15.4a에서는 UWB PHY의 펄스  $p(t)$ 는 기준 펄스인  $r(t)$ 와 cross correlation을 취하였을

경우 0.8 이상이 되도록 명시하고 있다. 기준 펄스인  $r(t)$ 는 RRC 펄스로 (2)와 같이 표현된다.

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

여기서  $\beta$ 는 0.6이며 mandatory 채널에 대해서  $T_p$ 는 2ns이다.

7) 프리앰블, 전송률, 프레임 파라미터

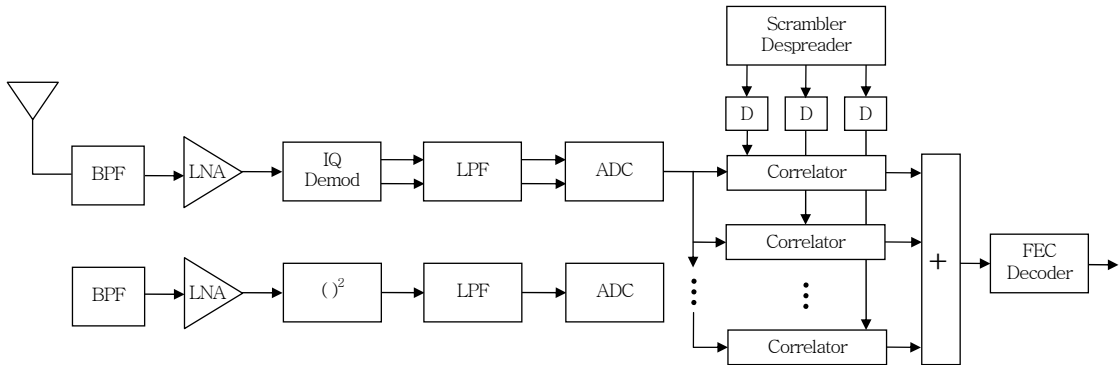
Mandatory 채널에 대한 UWB PHY의 프리앰블, 전송률, 프레임 파라미터는 <표 4>와 같다. 표에서 처럼 burst의 길이, FEC 부호율 등을 조절함으로써 다양한 데이터 전송률을 제공할 수 있다.

다. UWB PHY 수신 구조

앞서 언급한 바와 같이 UWB PHY의 송신부는 동기(coherent) 수신과 비동기(non-coherent) 수신을 모두 지원할 수 있도록 BPM+BPSK로 변조되어 있다. (그림 9)는 동기 수신과 비동기 수신 구조를 도시한 것이다. 동기 수신은 I/Q로 신호를 분리한 후 각각 ADC를 취한 후 역확산 및 correlator bank를 통하여 (그림 7)에서 도시한 신호의 위치정보와 극성정보를 찾아내는 구조이다. 이에 반해, 비동기 구조는 수신 burst 신호의 에너지가 앞 부분에

<표 4> 채널 1, 2, 3번에 대한 UWB PHY 파라미터

Mode		Coding			Data							
Chip rate (MHz)	Preamble code length	Viterbi rate	RS rate	Overall FEC rate	#Burst per symbol	#Hop burst	#Chips per burst	#Chips per symbol	Symbol duration (ns)	Symbol rate (MHz)	Bit rate (Mbps)	Mean PRF (MHz)
499.2	31	0.5	0.87	0.44	32	8	128	4096	8205.13	0.12	0.11	15.60
499.2	31	0.5	0.87	0.44	32	8	16	512	1025.64	0.98	0.85	15.60
499.2	31	0.5	0.87	0.44	32	8	2	64	128.21	7.80	6.81	15.60
499.2	31	1	0.87	0.87	32	8	1	32	64.10	15.60	27.24	15.60
499.2	31	0.5	0.87	0.44	128	32	32	4096	8205.13	0.12	0.11	3.90
499.2	31	0.5	0.87	0.44	128	32	4	512	1025.64	0.98	0.85	3.90
499.2	31	0.5	0.87	0.44	128	32	2	64	128.21	7.80	6.81	3.90
499.2	31	1	0.87	0.87	128	32	1	32	64.10	15.60	27.24	3.90



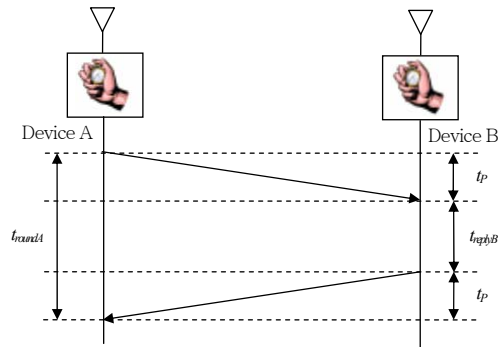
(그림 9) UWB PHY 동기/비동기 수신기 구조

위치하는지 뒷부분에 위치하는지를 판단하여 위치 정보만을 복원한다. 이때, 복원된 위치정보는 길쌈 복호기를 거치지 않고 RS 복호기만을 거치게 된다. 즉 길쌈부호기의 parity 정보가 극성정보로 변조되었음을 감안할 때 극성정보를 복원하지 못하는 비동기 구조에서는 길쌈복호기를 거칠 필요가 없다.

현재 이와 같은 형태의 동기 및 비동기 방식의 수신기 구현은 ETRI에서 연구개발이 진행되고 있는데, 2006년 하반기에 FPGA 형태의 모뎀이 개발될 예정이다.

### 3. Ranging 기술

IEEE 802.15.4a에서는 수십 cm급의 위치인식 정밀도를 요구하고 있다. 이를 위한 위치 측정 방법은 두 개의 노드 사이에 전파 전달 시간을 측정하여 위치를 구하는 TOA 방법이 있다. 이외에도 AOA, TDOA 등이 있으나, TOA를 기반으로 하는 ranging에 대해서만 간략히 설명하기로 한다.



(그림 10) TWR Ranging

Ranging을 위해서 기본적으로 동기가 맞지 않는 두 디바이스 사이에 메시지를 주고 받는 TWR 기법이 사용될 수 있다. 먼저 (그림 10)과 같이 디바이스 A에서 ranging 메시지를 보낼 때 자기 자신의 카운터를 동작시킨다. 디바이스 B는 디바이스 A로부터 해당 ranging 메시지를 받으면 카운터를 동작시키고 수신처리시간  $T_{replyB}$  시간 후에 디바이스 A로 ACK 메시지를 보낸다. 그러면 디바이스 A에서는 디바이스 B로부터 메시지를 받는 순간 카운터를 중단시키고 (그림 10)에서 도시한 것처럼 RTT  $T_{roundA}$  값을 얻어 낸다.  $T_{roundB}$  값은 메시지에 실어 보내는 등의 방법을 통해 디바이스 A에서 알 수 있으므로 TOA에 해당하는  $t_p$ 는 (3)과 같이 계산될 수 있다.

$$t_p = \frac{t_{roundA} - t_{replyB}}{2} \quad (3)$$

물론 위와 같은 TWR를 기반으로  $t_p$ 를 추정할 때, 신호의 leading edge detection 문제, 카운터의 정

● 용어해설 ●

**AOA(Angle of Arrival):** Array 안테나를 사용하여 수신기로부터 보내온 신호의 도래각을 측정하여 신호원을 기준으로 수신기로부터 오는 신호의 방향을 찾아내어 위치를 측정하는 방식

**TDOA(Time Difference of Arrival):** 두 개의 신호원으로부터 전파도달 시각의 상대적인 차를 측정하여 위치를 측정하는 방식



밀도 문제, crystal offset, 송수신기 내부 지연 문제 등으로 오차가 많이 발생할 수 있다. 따라서 이를 고려하여 정밀한 ranging을 할 수 있는 알고리즘이 도출되어야 할 것이다.

#### 4. MAC 기술

IEEE 802.15.4a MAC은 기본적으로 IEEE 802.15.4 MAC을 따른다. IEEE 802.15.4 MAC의 특징인 슈퍼프레임 구조를 이용함으로써 저전력 기능을 수행할 수 있도록 한다. 그리고, 채널 접근을 위하여 기본적으로 CSMA-CA 방식을 사용하며, UWB PHY에만 적용할 수 있도록 ALOHA 방식을 활용하여 데이터 전송률 및 적용 거리의 유동성을 증가시켰다.

IEEE 802.15.4a MAC에서 특징적인 것은 ranging과 관련하여 UWB PHY 방식에 의해 서비스 접근점(SAP)인 MLME-DPS와 MLME-DITHER의 추가이다. MLME-DPS는 UWB PHY에서 ranging시에 정상 모드와 다른 프리앰블을 사용함으로써 “Spoof Attack”을 방지할 수 있는 DPS 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. 맺음말

전 세계적으로 유비쿼터스 환경에 대한 중요성이 부각되면서 위치 정보를 갖는 각종 기기들의 개발 및 보급이 진행됨에 따라, 언제 어디서나 사람과 객체의 위치를 인식하고, 이를 기반으로 한 위치기반 서비스가 중요한 서비스로 대두되고 있다. 특히 실내나 음영지역에서도 위치인식이 가능하고 비교적 좁은 영역에서 수십 cm 이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 서비스의 필요성이 크게 증가하고 있다. 이 중에서 맥내 환경에서 방재, 위치인식 지능형 로

봇 도우미, 어린이 안전사고 예방, 실시간 신체관리 모니터링을 통한 u-Health 서비스 등을 제공하는 “유비쿼터스 홈”을 구축하기 위해서는 기존의 무선 통신 시스템을 이용한 위치인식 시스템과는 차별화된 시스템이 필요하다.

본 원고에서는 위치인식과 통신기능을 제공하는 위치인식 WPAN 시스템 표준인 IEEE 802.15.4a의 표준화 현황과 기술 동향에 대해 살펴보았다. 통신 및 측위용 표준 기술로 채택된 UWB 기술은 비교적 좁은 영역에서 수십 cm 이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 기능을 제공해 줄 수 있어 현재 국내외적으로 활발한 연구개발이 진행되고 있다. 따라서 IEEE 802.15.4a 표준이 2007년 3월 완료되고 나면, 향후 2~3년 이내 이와 관련한 상용제품들이 나올 것으로 전망되며 유비쿼터스 네트워크 실현을 위한 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 그러나 무엇보다도 이 위치인식 WPAN 시스템은 저 가격, 저 소비전력을 모토로 하고 있기 때문에 이를 위한 연구개발이 필요할 것으로 예상된다.

### 약 어 정 리

ACK	Acknowledgment
ADC	Analog to Digital Converter
AGC	Automatic Gain Controller
AOA	Angle of Arrival
BPM	Burst Position Modulation
CSMA-CA	Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance
CSS	Chirp Spread Spectrum
DAA	Detection and Avoid
DPS	Dynamic Preamble Selection
DS-CDMA	Direct Sequence Code Division Multiple Access
FEC	Forward Error Correction
LFSR	Linear Feedback Shift Register
MB-OFDM	Multi-Band Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PHR	PHY Header
PHY	Physical layer
PRF	Pulse Repetition Frequency

RRC	Root Raised Cosine
RTT	Round-Trip Time
SAP	Service Access Point
SFD	Start Frame Delimiter
SHR	Synchronization Header
SYNC	SHR Synchronization
TDOA	Time Difference of Arrival
TOA	Time of Arrival
TWR	Two-Way Ranging
UWB	Ultra Wide Band
WPAN	Wireless Personal Area Network

## 참 고 문 헌

- [1] J. Foerster, E. Green, S. Somayazulu, and D. Leeper, "Ultra-Wideband Technology for Short or Medium Range Wireless Communications," *Intel Technology Journal*, Q2, 2001.
- [2] 윤두영, 전수연, "UWB 기술 개요 및 주파수 정책 동향," 정보통신정책, 통권 397호, 제 18권 13호, 2006년 7월, pp.1-20.
- [3] 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*, July 2005, pp.70-84.
- [4] "Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks(LRWPAN)," Draft P802.15.4a/D2, Apr. 2006.
- [5] IEEE 802.15.4a 회합 홈 페이지 URL, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4a.html>
- [6] 윤영근, 황택진, 홍현진, "전파자원의 효율적 이용을 위한 제도 및 기술 동향," 전자통신동향분석 제 21권 제 4호, 2006년 8월, pp.70-79.
- [7] 전파법 제 9조(주파수 분배안), 2006년 7월.
- [1] J. Foerster, E. Green, S. Somayazulu, and D. Leeper, "Ultra-Wideband Technology for Short or Medium