

主題

# UWB 무선 통신 기술

세종대학교 송형규, 유영환, 박현진

차례

- I. 서론
- II. UWB 시스템 기술
- III. UWB 응용 기술 및 표준화 동향
- IV. 결론

## I. 서론

UWB(Ultra-WideBand) 무선 통신 기술은 매우 낮은 전력을 사용하여 초광대역의 주파수 대역으로 디지털 데이터를 전송하는 획기적인 차세대 무선 전송 기술이다. 현재 무선 통신 분야에서는 한정된 주파수 자원에 비해 주파수에 대한 수요는 급증하고 있다. 이러한 문제를 해결하는 한 방법으로 기존의 통신 시스템의 주파수 스펙트럼을 공유함으로써 주파수 자원을 좀 더 효율적으로 사용할 수 있는 UWB 통신 방식이 관심을 모으고 있다.

초광대역 무선 통신은 100년 전 Guglielmo Marconi가 영국의 Wight섬에서 Cornwell섬까지의 최초로 무선통신의 성공에서부터 시작된다. 그 후 무선 통신은 아날로그 기술에서 현재의 디지털 기술까지 발전되어 왔다. 그동안 과학자들의 발명과 노력으로 여러 가지 다양한 기술이 개발 되었으며, 70년대 후반부터 80년대 초반부에 초광대역 분야에서 Larry Fullerton은 현재의 TM-UWB(Time-

Modulated UWB) 방식을 이용해서 낮은 전력을 사용하는 임펄스 무선 통신 기술의 실용성을 증명했다. 그 후로 짧은 펄스를 만드는데 많은 노력을 해왔으며, 최근 전자 기술의 발달로 nanosecond 이하

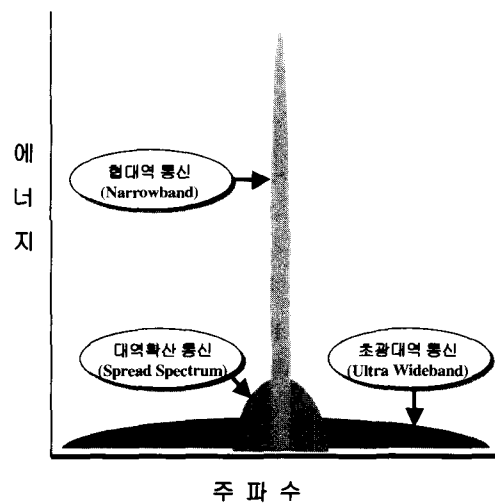


그림 1. UWB의 주파수 특성

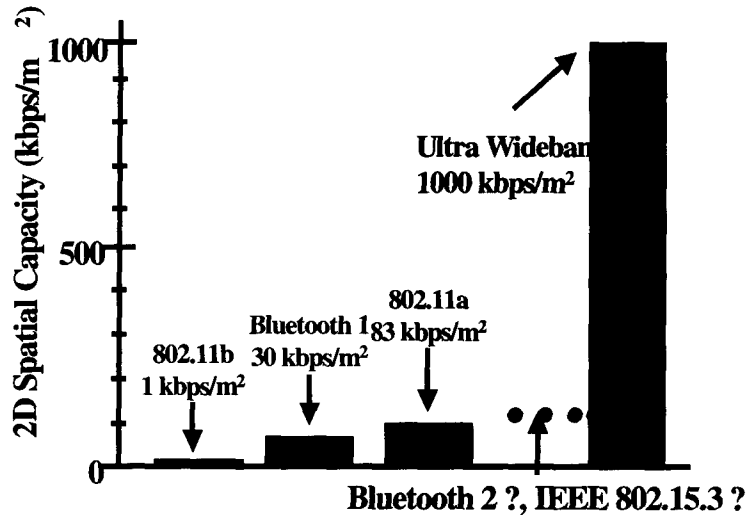


그림 2. Spatial Capacity 비교

의 극히 짧은 펄스를 이용한 레이더와 통신 기기의 개발이 가능해짐에 따라 이 기술을 이용한 UWB 무선 통신이 나타나게 되었다. FCC(Federal Communications Commission)에서는 fractional 대역폭이 0.25보다 크거나 1.5GHz 이상의 대역폭을 사용하는 기기를 UWB 기기로 정의하고 있다. UWB의 주파수 특성을 기존의 통신 시스템과 비교하면 그림 1과 같으며, 경쟁 관련 기술과의 spatial capacity를 비교하면 그림 2와 같다.

UWB 무선 통신 기술은 매우 낮은 전력으로 초고속, 고성능의 무선 네트워크를 구축하여 신뢰성 있는 통신이 가능한 무선 통신 기술이다. 또한, UWB 무선 통신 기술은 인터셉과 검파 확률이 낮은 장비, 비행체 등에 대한 충돌 방지 장비, 비행기와 다른 항공 시설에서 지상으로부터의 고도를 측정하는 고도계, 위치 추적 등의 특별히 안전한 통신이 요구되는 중요한 국방 기술로도 쓰이며, 뿐만 아니라 환자의 상태 점검, 산모의 태아 상태 점검, 사람의 신체 상태 점검 등을 UWB 무선 통신을 이용함으로써 의학 기술에도 많은 영향을 가져올 수 있는 중요한 기술이다. UWB 무선 통신 기술을 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 초광대역의 신호를 발생시키기 위한 초단 펄스 폭(0.2~1.5 nanoseconds)이 필요함
- 아주 낮은 전력 스펙트럼 밀도를 가짐
- 보통 650MHz에서 5GHz 사이의 중심 주파수를 가짐
- 수 milliwatt의 전력으로 수 km의 전송 거리 가능
- 다른 무선 통신 시스템으로부터의 간섭에 대한 대처 능력이 뛰어날 뿐만 아니라 현재 사용하고 있는 주파수 대역의 사용자에게 간섭을 일으키지 않음

이러한 특징을 갖는 UWB 무선 통신 기술을 사용함으로써 다음과 같은 장점을 갖는다.

- 무선 통신에서 발생하는 다중 경로(multi-path) 현상에 대한 대처 능력이 탁월함
- 기존의 대역 확산(spread spectrum) 통신에 비하여 시스템이 비교적 간단하고 저렴함
- 현존하는 무선 통신 시스템에 비하여 상당히 적은 전력을 소모함
- 초단(ultra-short) 펄스를 사용함으로써 in-

tercept 하기가 아주 어려움

- 매우 낮은 RF 신호와 noise-like 신호 때문에 안전한 통신이 가능함
- 하나의 칩셋에 통신, 레이더, 위치 추적 등의 multi-function 가능

그러나 초광대역을 쓰기 때문에, GPS와 이동 통신 네트워크 등에서 사용되는 무선 주파수와 간섭을 일으킬 수 있으므로 FCC에서는 상업적 이용을 금지해 왔으나, 올해 2월에 이 기술의 상업적 이용을 허용하기에 이르렀다.

따라서 본고에서는 새로운 무선 기술로 급부상하고 있는 UWB 무선 통신의 기술 내용, 표준화 및 기술 동향, 전망에 대하여 알아본다.

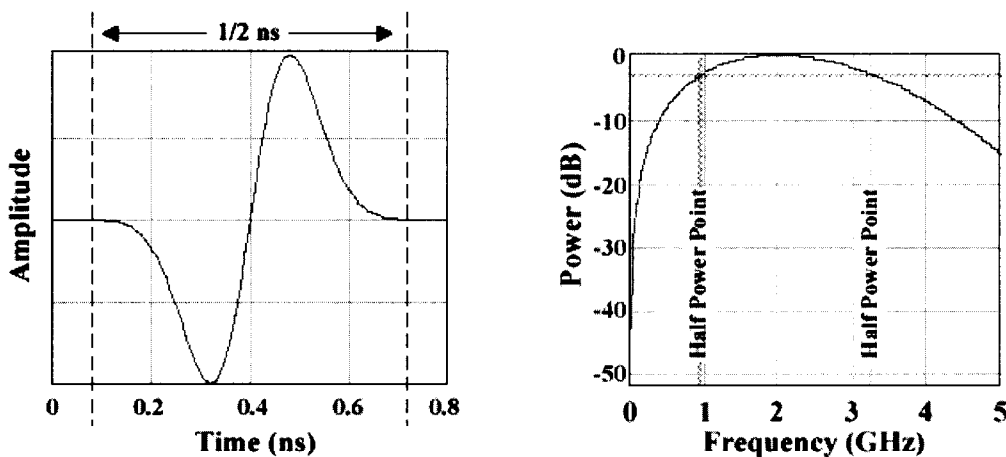
## II. UWB 시스템 기술

### 1. 기술적 특징

UWB 통신 신호의 펄스 예는 그림 3과 같다. 그

림 3(a)처럼 0.2~1.5nanosecond의 펄스폭을 가지며, 중심 주파수가 2GHz대역으로 옮기면 그림 3(b)처럼 나타나게 된다.

UWB 통신 시스템은 먼저 신호의 전송 측면에서 수 nanosecond 이하의 매우 좁은 펄스폭의 기저대역 가우시안 모노사이클 펄스(Gaussian Monocycle Pulse)를 그대로 전송하고, 수신단에서는 간단한 기저대역 상관기(correlator)를 통해 신호를 복조한다. 다중 접속의 측면에서는 각 사용자는 고유의 시간 도약(Time-Hopping) 패턴을 이용한다. 이러한 특징들로 인해 임펄스 무선 통신 시스템은 보통 PPM(Pulse Position Modulation) 및 시간 도약에 의해 평탄화 되고 0Hz~수GHz 이상의 주파수 대역을 점유함으로써 매우 작은 크기의 초광대역 스펙트럼을 갖게 된다. 이러한 시스템은 특정 시간 간격 내에서 다수의 사용자가 자신의 도약 패턴에 따라 도약을 함으로써 높은 암호성이 가능하며 다른 사용자의 신호에 간섭을 최소화하여 송수신이 가능하다. 또한 좁은 모노사이클 펄스폭에 의해 처리 이득 및 시스템 용량이 크게 증가하며, 다중 경로 채널에서 각 경로에 대한 우수한 분해 성능에 의



(a) 시간축상의 신호 형태

(b) 주파수축상의 신호 형태

그림 3. 중심 주파수가 2GHz일 때의 신호의 형태 예

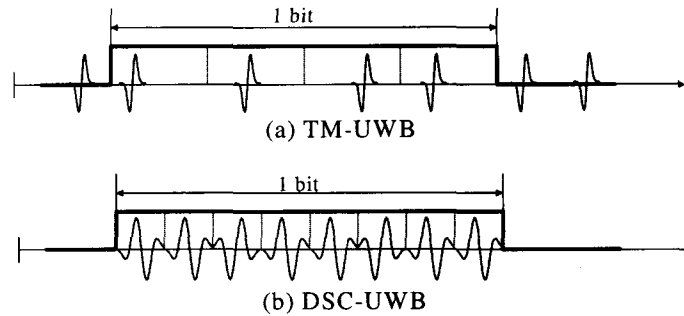


그림 4. TM-UWB와 DSC-UWB

해 다이버시티를 통한 페이딩 영향의 감소가 용이하다. 한편 좁은 펄스폭에 비해 기저대역 신호 처리만을 수행함으로써 시스템의 구현이 비교적 간단하며, 근거리 무선 통신에서 높은 전송 속도와 암호성으로 군사용 무선 통신 시스템이나 실내 무선 LAN으로 사용이 용이하다.

UWB 통신 시스템에서 중요한 기술 중의 하나인 초광대역 신호를 발생시키는 방법으로는 TM-UWB (Time-Modulated UWB) 방식과 DSC-UWB (Direct Sequence phase Coded UWB)가 활발히 연구 중에 있다. 그림 4(a)에서 보는 바와 같이 TM-UWB 신호 생성 방법은 정확하게 펄스간의 간격을 조정함으로써 아주 짧은 가우시안 모노사이클(monocycle) 파형을 발생시킨다. 모노사이클 펄스폭은 보통 0.2~1.5nanoseconds이며, 펄스간의 간격은 25~1000nanoseconds이다. 그림 4(b)의 DSC-UWB는 RF(Radio Frequency) 반송파 기반의 CDMA(Code Division Multiple Access)방식과 유사하다. PN(Pseudo Noise) 시퀀스를 통하여 신호의 발생, 채널 구분, 변조를 행하며, 펄스 시퀀스는 초당 100기가비트 이상으로 데이터를 인코딩한다. 이러한 초광대역 신호 발생 이외에도 여러 다중 접속에 따른 신호의 발생 방법에 대한 연구가 관심사로 떠오르고 있다.

UWB 통신 방식은 RF 반송파(Sinusoidal Wave)를 사용하는 기존의 무선 통신 시스템과 달리

거의 전 주파수 대역(0Hz~수GHz)에 걸쳐 전력 스펙트럼이 존재하는, 폭이 매우 좁은 모노펄스(Monopulse) 신호를 이용한다. 이런 신호를 이용하면 신호의 전력 스펙트럼은 마치 기저 대역 잡음과 같이 존재하여 타 통신 시스템에 간섭을 주지 않고 통신이 가능하고 대역폭 또한 광대역으로 취할 수 있기 때문에 전송 속도에 있어서도 기존 통신 시스템에 비해 유리하다. 그리고 기존 시스템에서 필수적으로 사용되었던 반송파를 사용하지 않으므로 송·수신기의 소비 전력을 현격하게 줄일 수 있으며, 기본적으로 헤테로다인 방식을 사용하지 않고 기저대역 신호를 상향 변조 없이 직접 안테나를 통해 송신하고 이 신호를 직접 복조하기 때문에 송·수신기를 간략화시킬 수 있다. 그러나 UWB 통신 시스템은 신호의 광대역 특성상 주파수에 따른 SNR(Signal-to-Noise Ratio)이 감소하게 되므로 SNR을 향상시키기 위해 정보 신호에 대해 여러 개의 모노펄스를 규칙적인 간격으로 전송하여 통신에 필요한 평균 전력 레벨을 유지해야한다. 여러 개의 모노펄스를 규칙적인 간격으로 전송하므로 주파수 대역에서 그림 5(a)처럼 에너지 스파크(Comb Line) 현상이 나타나게 되어 정보 신호를 효율적으로 전송하지 못하며, 기존의 무선 통신 시스템에서 간섭의 원인이 될 수 있다. 따라서 그림 5(b)처럼 랜덤성을 부과하여 에너지 스파크 현상을 줄이고 주파수 스펙트럼을 완만하게 하며, 채널화(Channelization) 및 다중 접속(Multiple Ac-

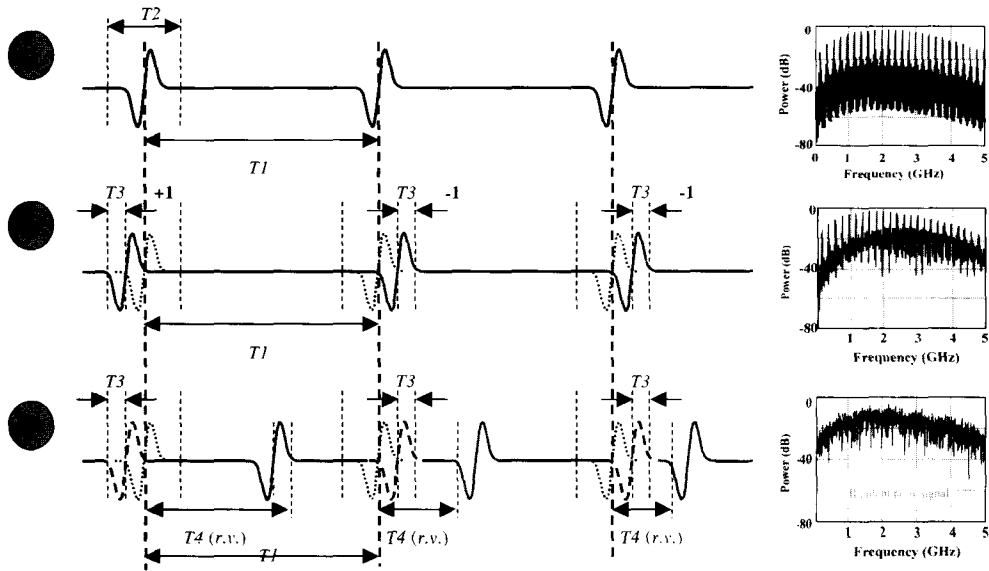


그림 5. Modulation and Time spreading

cess)이 가능하도록 시간 도약 부호를 이용한다. 이러한 시간 도약 부호를 사용함으로써 그림 5(c)처럼 에너지 스펙트럼이 더 완만하게 되며, 높은 암호성, 광대역 사용으로 인한 적은 간섭의 발생, 다중 경로 페이딩에 대한 강인성을 얻을 수 있다.

## 2. UWB 시스템 구조

UWB 시스템에서 다중 접속을 구현하기 위한 방식으로는 크게 Time Modulated(시간 도약) 방식과 Direct-Sequence Phase Coded(직접 대역 위상 부호)방식으로 구분된다. 본고에서는 시간 도약 방식에 중점을 두고 UWB 시스템의 송수신단 구조를 살펴본다.

### 가. 시간 도약 UWB 송신단

PPM 방식을 적용한 시간 도약 UWB 시스템에서 변조 및 시간 도약을 위한 전송 파형의 이해를 위해서 그림 6을 참고한다. 그림 6(가)는 UWB 시스템

에서 사용하는  $k$ 번째 사용자의 모노사이클 파형의 주기적인 전송을 나타내며, 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$s_R^{(k)}(t) = \sum_{j=0}^{N_s-1} w(t - jT_j) \quad (1)$$

여기서  $T_j$ 는 모노사이클 파형이 전송되는 주기를 의미하며 대략 모노사이클 펄스폭  $T_p$ 의 수백~수천 배에 해당한다. 식 (1)에서 알 수 있듯이 모든 사용자는 동일한 모노사이클 파형과 전송 주기를 가진다. 그림 6(나)는 모노사이클 파형을 PPM 방식으로 변조한 후의 파형을 나타내며, 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$s_M^{(k)}(t) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_s-1} w(t - jT_j - \delta b_i^{(k)}) \quad (2)$$

여기서  $\delta$ 는 파형의 변조를 위한 시간 위치 변수를 의미하며,  $b_i^{(k)}$ 는 전송 데이터를 나타낸다. 식 (2)

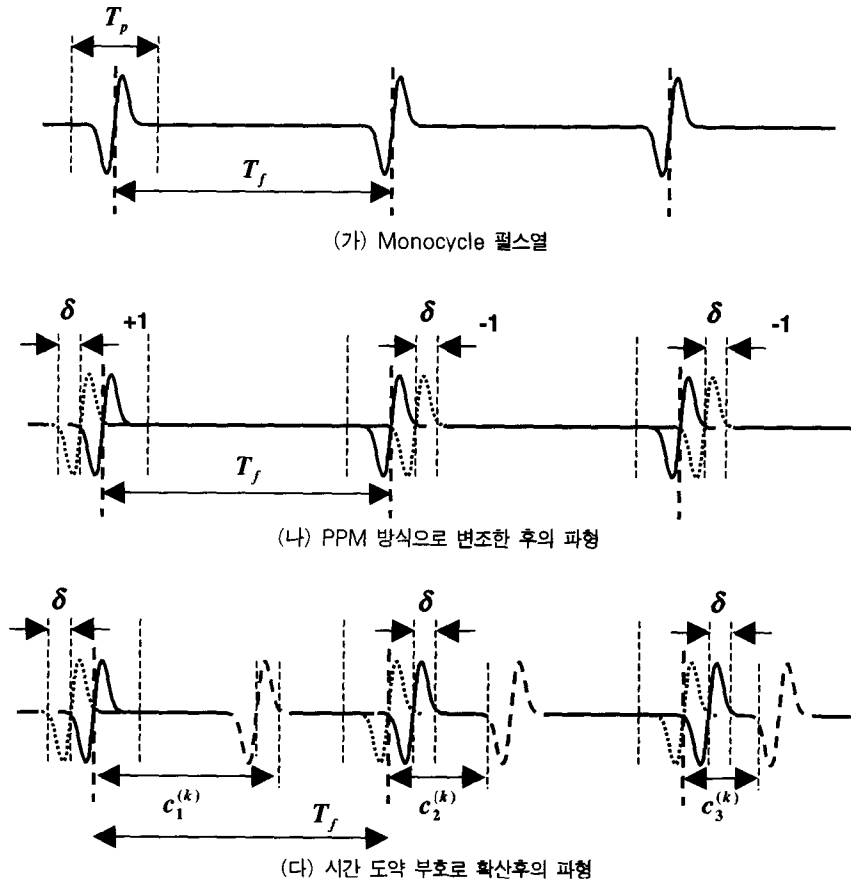


그림 6. 시간 도약 UWB 시스템의 전송 파형

에서 알 수 있듯이 한 심벌을 전송하기 위해서  $N_s$ 개의 펄스를 반복 전송함으로써 한 심벌의 주기는  $N_s T_f$ 가 되며, 이로 인해 duty cycle이 매우 낮아지게 된다. 펄스 반복 주기  $N_s$ 는 펄스율, 데이터율, 간섭 레벨 및 전송 거리를 고려해서 설계되며, 대략 200 이상의 값을 가진다.

UWB 시스템에서 다중 접속을 구현하기 위해서는 사용자간의 펄스가 동일한 시점에 수신되는 확률을 낮도록 설계해야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 UWB 시스템에서는 그림 6(다)와 같이 시간 도약 방식을 적용한다. PPM 방식을 사용하는 UWB 시스템의 전형적인 시간 도약 신호는 그림 7과 같은

과정을 거쳐 생성되며, 송신 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$s^{(k)}(t) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_s-1} w(t - iT_b - jT_f - c_j^{(k)}T_c - \delta b_i^{(k)}) \quad (3)$$

여기서  $T_b = N_s T_f$ 이며,  $c_j^{(k)}$ 는 시간 도약 부호로써  $c_j^{(k)} = c_{j+iN_s}^{(k)}$ 를 만족하는  $N_b$  주기를 가지는 의사 랜덤(pseudorandom) 코드로 설계된다. 시간 도약 부호는  $0 \leq c_j^{(k)} < N_b$ 를 만족하는 범위의 정수값

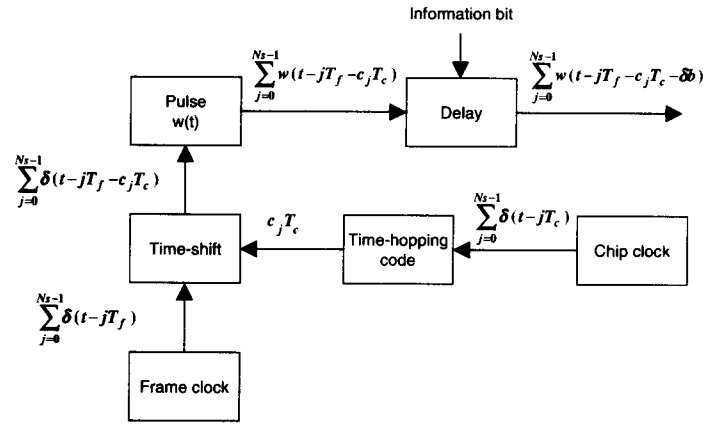


그림 7. 시간 도약 UWB 송신단 구조

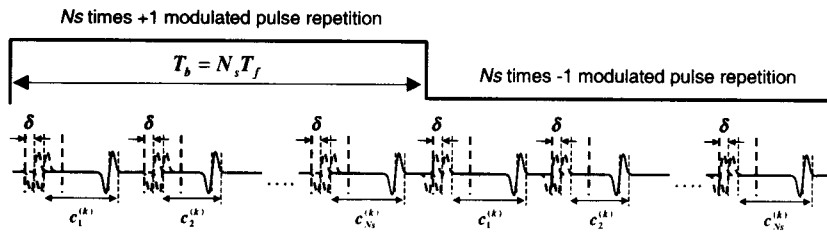


그림 8. +1과 -1로 변조된 UWB 전송 신호

이러, 다중 접속을 위해 펄스간의 충돌을 방지하기 위해서  $N_s T_c \leq T_f$ 를 만족해야 한다. 그림 8은 최종적으로 +1과 -1로 변조되어 전송되는 UWB 파형을

나타내며, 그림 9는 시간 도약 UWB 시스템의 전체 프레임 구조를 나타낸다. UWB 시스템에서 전송 속도와 수신 SNR 향상을

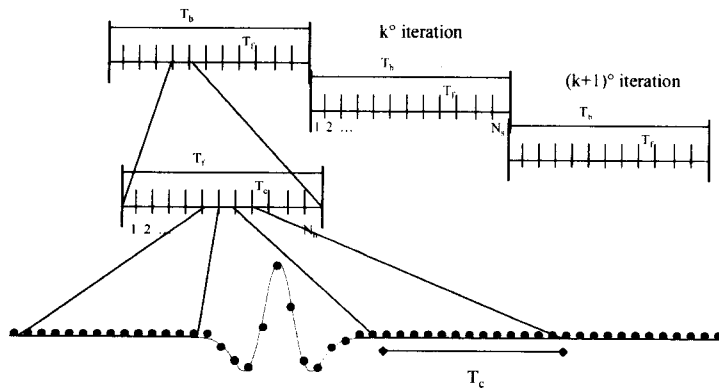
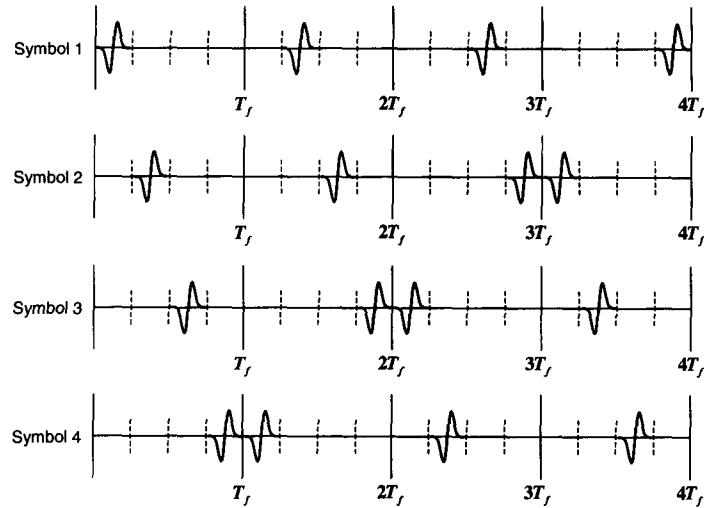


그림 9. 시간 도약 UWB 시스템의 프레임 구조

그림 10.  $M$ -ary 직교 신호를 적용한 UWB 시스템

위해서 PPM 방식이외에  $M$ -ary 직교 신호를 이용한 방식을 적용할 수도 있다. 그림 10은  $M=4$ 인 경우에 직교 신호를 적용한 UWB 시스템의 전송 신호를 나타낸다. 이 경우에 변조 위치 변수  $\delta$ 가  $\delta^{(k)} = [(i+k-1) \bmod M]T_p$  ( $i=1,2,3, \dots, M$ )로 설계되며,  $MT_p \ll T_f$ 를 만족해야 한다. 이 방식은 앞서 설명한 PPM을 적용한 방식에 비해서 전송 속도가  $\log_2 M$ 배 향상되며, 반면에 수신단에서의 검파 회로가 다소 복잡해지는 단점이 존재한다.

#### 나. 시간 도약 UWB 수신단 구조

그림 11에서 보듯이  $K$ 명의 사용자가 존재하는 UWB 시스템에서 수신되는 UWB 신호는 다음과 같다.

$$r(t) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_c-1} u(t - iT_b - jT_f - c_j^{(k)} T_c - \delta b_i^{(k)}) + i_{RFI}(t) + n(t) \quad (4)$$

여기서  $i_{RFI}(t)$ 는 RFI 간섭 성분이며,  $n(t)$ 는 가우시안 잡음을 의미한다.  $p$ 번째 사용자 수신기에서 관찰된 수신 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$r(t) = s^{(p)}(t) + i_{MUI}(t) + i_{RFI}(t) + n(t) \quad (5)$$

여기서  $i_{MUI}(t)$ 는 다른 사용자에 의한 다중 사용자 간섭 성분으로써 다음과 같다.

$$i_{MUI}(t) = \sum_{k \neq p}^K \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N_c-1} u(t - iT_b - jT_f - c_j^{(k)} T_c - \delta b_i^{(k)}) \quad (6)$$

그림 12는 시간 도약 UWB 시스템이 송신단 구조를 나타낸다. 우선 수신된 신호  $r(t)$ 로부터 프레임의 시작 정보와 의사 랜덤 코드의 패턴을 예측해야 한다. 수신단에서는 예측된 시간 정보를 이용하여 수신 신호의 위치를 추적하며, 변조된 UWB 신호를 복원하기 위해서 cross-correlator를 사용한다. 이때 사용되는 기준 신호는 모노사이클 파형을 이용하여



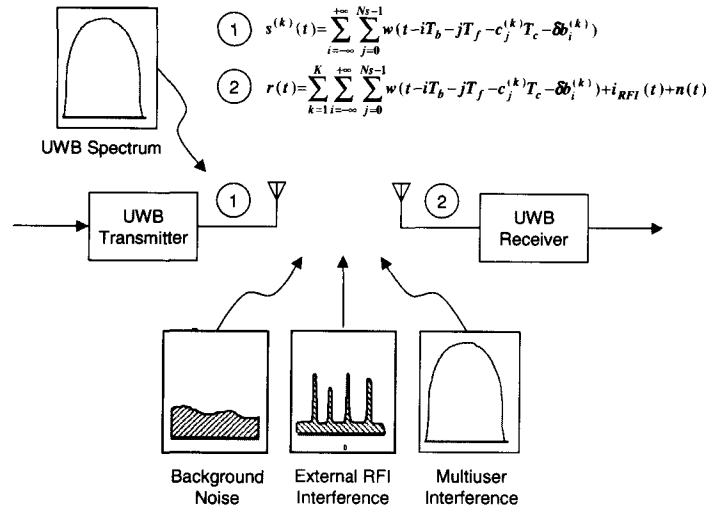


그림 11. 시간 도약 UWB 시스템 모델

다음과 같이 생성된다.

$$v(t) = w(t) - w(t - \delta) \quad (7)$$

위에서 정의된 기준 신호를 이용하여  $T_b$ 구간 동안 신호를 검파하면, cross-correlator의 출력값은 다음과 같이 정의된다.

$$Z = N_s \int_{T_f} r(t) v(t) dt$$

$$= \begin{cases} N_s \cdot m_p, & \text{if } b=0 \\ -N_s \cdot m_p, & \text{if } b=1 \end{cases}$$

여기서 변수  $m_p$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$m_p = \int_{-\infty}^{\infty} r(t - \delta) v(t) dt \quad (9)$$

수신기의 성능은 cross-correlator와 결정 변수 생성 방식에 따라 판단된다. 우선 가우시안 채널상에서 하나의 모노사이클에서 오류가 발생할 확률은 다

음과 같다.

$$P_e = Q(\sqrt{SNR} |_{N_s=1}) \quad (10)$$

수신단에서  $N_s$ 개의 펄스를 검파할 경우에 경관정을 적용하게 되면 오류율은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P = \sum_{j=\lceil N_s/2 \rceil}^{N_s} \binom{N_s}{j} P_e^j (1 - P_e)^{N_s - j} \quad (11)$$

반면에 UWB 수신단에서  $N_s$ 개의 펄스를 cross-correlator를 사용하여 검파할 경우의 비트오류율은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_e = 2Q(\sqrt{N_s SNR} |_{N_s=1}) \quad (12)$$

그림 13과 14는 시간 도약 UWB 시스템의 성능을 살펴 보기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 그림 13은 UWB 시스템의 비트 오류 성능을 나타낸다. UWB 시스템에서 external RFI 간섭 성분이

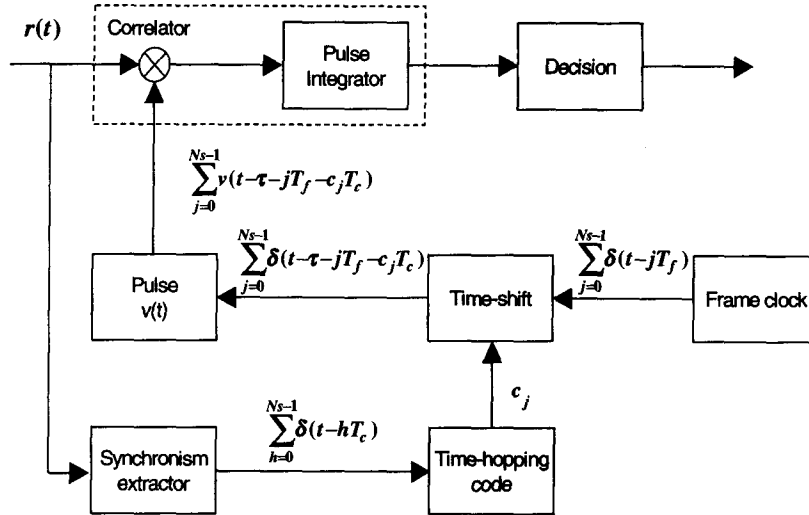


그림 12. 시간 도약 UWB 수신단 구조

존재하지 않는 경우에는 그림에서 보듯이 비트 오류율이  $N_s$ 에 무관함을 알 수 있다. 그림 14는 UWB 시스템에서  $N_s$ 가 각각 100과 400인 경우에 다중 사용자의 수에 따른 비트 오류 성능을 보여 주고 있다.

다중 사용자 간섭 성분이 존재하는 경우에는 그림에서 보듯이  $N_s$ 에 따른 성능 차이가 발생함을 알 수 있으며, 다중 접속이 가능한 사용자 수가 수백~수천 명에 달함을 알 수 있다.

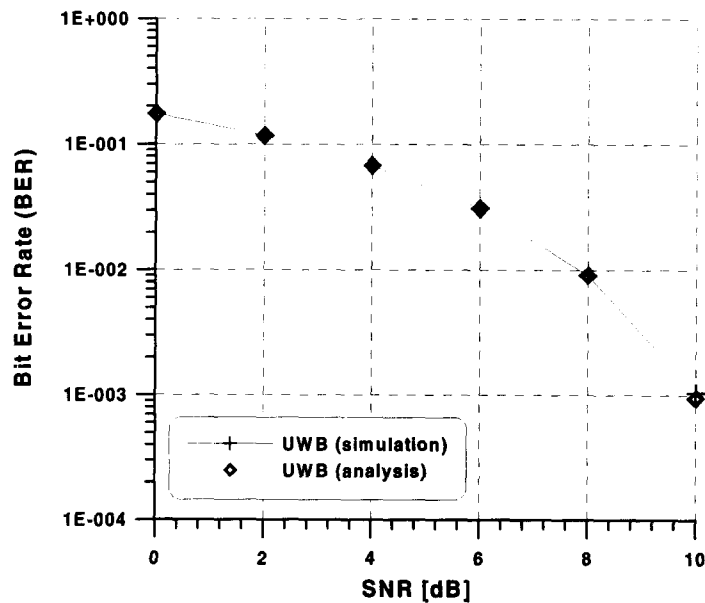


그림 13. UWB 시스템의 비트 오류 확률

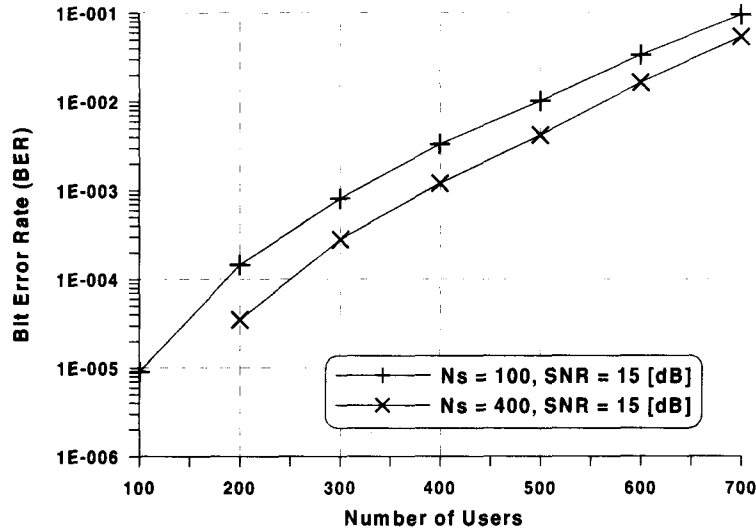


그림 14. UWB 시스템의 사용자수에 따른 비트 오류 확률

다.

### III. UWB 응용 기술 및 표준화 동향

현재 국외에서는 UWB 무선 통신 기술의 표준화 및 기술 개발 확산을 위하여 UWB Working Group이 결성되어 UWB 통신 기술을 여러 방면에 적용하려는 시도가 이루어지고 있다. 미국회사인 인텔, 엑스트림 스펙트럼, 타임 도메인, 에어더 와이어 앤 로케이션 등이 UWB 통신 시스템의 연구 개발에 주력하고 있다. 기존에 사용하고 있는 무선 주파수를 같이 사용한다는 점에서 주파수의 부족 현상을 해소할 수 있기 때문에 FCC에서도 이러한 문제에 대해 검토를 계속 하고 있는 중이며 올 2월에 경찰과 소방서 등 법류 집행 기관과 과학 연구자, 건설 회사와 같은 특정한 산업 분야로 제한하기로 발표했다. UWB 통신 기술을 무선 통신에 적용하려는 분야로는 초광대역 휴대용 통신 단말기, ad-hoc네트워크 장비, RF Tag 등을 들 수가 있다. 현재는 이러한 시스템들에 대한 프로토타입 정도가 개발된 상태이며 상용화하는 데 상당한 시간이 소요될 것으로 예측하고 있

#### 1. 응용 기술

##### 가. 차세대 초광대역 무선 통신 시스템

신뢰성 있게 고속으로 데이터를 전송하는 것은 무선 통신 시스템이 추구하는 목표이다. 무선 통신 시스템의 수신 성능을 저하시키는 요인 중의 하나는 다중 경로 현상이다. 이러한 현상은 해결하기 위하여 여러 가지 기법들이 많이 연구 되었으나 UWB 기술의 내재된 특성으로 인하여 이것을 쉽게 극복할 수 있다. 따라서 UWB 통신 기술을 실내 통신 시스템, 개인 통신 시스템, 고속의 LAN, 코드리스 전화기, 지능형 센서, RF tag, 정확한 위치 추적 시스템, 홈 네트워크 통신 시스템에 사용할 수 있다.

##### 나. 국방 기술

UWB 통신 기술의 응용 분야가 특히 많은 분야는 국방 통신 기술이다. 어떠한 통신 시스템보다도 국방

에 사용되는 통신 시스템은 낮은 검출 확률을 가지는 안전한 통신을 목표로 한다. 이러한 목표에 최적의 기술이 UWB 통신 기술이다. 따라서 지상 및 공중 레이다, 비행기의 충돌 방지 시스템, 전술 무전기 등의 국방 통신 시스템에 적용할 수 있다.

#### 다. 의학 기술

UWB 근거리 통신은 특히 의료 계측 기술에 적합하다. 핸드폰이 의료 장비에 간섭을 일으킬 수 있다는 두려움 때문에 병원에서 핸드폰의 사용은 허용되지 않고 있다. 그러나 UWB 시스템은 아주 낮은 전력 스펙트럼 밀도를 가지기 때문에 의료 장비에 거의 무시할 만한 효과를 갖는다. 따라서 환자의 상태를 무선으로 측정한다든지, 태아의 상태 및 인간의 신체 상태를 측정할 수 있는 의료 계측 기술에 사용될 수 있다. UWB 통신 기술을 의학 기술에 접목시킴으로써 IT(Information Technology)와 BT(Bio Technology)가 결합하는 밑거름이 될 것이다.

## 2. 표준화 동향

FCC는 2000년 5월 입법 예고에서 UWB 통신을 기존에 지정된 주파수를 공유하여 이용하는 획기적인 기술로 인정하고, 허가 없이 사용할 수 있는 방향에서 의견 수렴을 계속하여 2002년 10월 최종 정책 결정을 할 예정이었으나 NTIA 및 FAA등의 요청으로 2002년 2월 14일 새 이동 통신 기술인 UWB 기술 사용을 최종 승인 했다. FCC에서 발표한 내용은 UWB 통신 사용하기 위해서는 현재 사용되고 있는 무선 서비스, 특히 법적으로 보호되어야 하는 안전 서비스에 간섭이 생기지 않는 것을 보장하여야 한다는 것이 주된 내용이며, FCC는 이 규정의 시행을 단호하게 집행할 것이며, 어떤 간섭에 관한 것에도 빨리 행동을 취할 것이라고 한다. 현재 채택된 표준은 UWB 통신의 신중한 첫 시작의 표현이다. 이 표준들

은 많은 측정을 기초로 하고 있으며 전혀 간섭이 생기지 않는 UWB 통신 장비는 없기 때문에 다른 대역 서비스에게 약한 영향은 미친다. 그래서 FCC는 좀 더 유동적인 표준을 조사하기 위해 6개월에서 1년내에 UWB 통신에 관한 표준안들을 다시 검토하려고 한다. 규정은 UWB 통신의 3가지 유형에 대하여 다른 기술적 표준과 한정적 사용에 대해 기술하고 있다. UWB 통신의 3가지 유형은 영상 시스템(imaging systems), 차량 레이다 시스템(vehicular radar systems), 통신과 측정 시스템(communications and measurement systems)이다.

#### 가. 영상 시스템(Imaging Systems)

GPRs(Ground Penetrating Radars)와 다른 영상 장치들의 작동에 관해서 위원회의 규정 Part15에 일정한 주파수와 제한된 전력을 규정하고 있다. 영상 장비의 작동은 Part90의 허가에 적합해야 하며, 예외로 의료 영상 장비는 허가된 건강 관리 의사에 의해서 이루어져야 한다.

- 지하 관통 레이다 시스템(Ground Penetrating Radar Systems) : GPRs은 960MHz보다 작거나 3.1~10.6GHz 주파수 대역에서 작동해야 한다. GPRs 오직 땅에 묻혀있는 물체를 찾거나 탐지하기 위해 사용해야 된다. GPRs로부터의 에너지는 의도적으로 땅을 향해야 한다. 영상 시스템의 작동은 법 시행, 화재와 구조 기관, 과학 조사 기관, 상업적 광업 회사, 건축 회사로 한정된다.

- 벽 영상 시스템(Wall Imaging Systems) : 벽 영상 시스템은 960MHz보다 작거나 3.1~10.6GHz 주파수 대역에서 작동해야 한다. 벽 속이나 콘크리트 건물, 다리의 측면에 들어있는 물체가 어디에 있는지 탐지하기 위해 사용해야

한다. 작동은 법 시행, 화재와 구조 기관, 과학 조사 기관, 상업적 광업 회사, 건축 회사로 한정된다.

- 벽 통과 영상 시스템(Through-wall Systems) : 벽 통과 영상 시스템은 960MHz보다 작거나 1.99~10.6GHz 주파수 대역에서 작동 해야한다. 벽 통과 영상 시스템은 벽과 같은 건축물의 뒷면에 있는 사람이나 물체의 움직임 또는 위치를 탐지한다. 작동은 법 시행, 화재와 구조 기관으로 한정된다.
- 의학 시스템(Medical Systems) : 의학 시스템은 3.1~10.6GHz 주파수 대역에서 작동 해야한다. 의학 시스템은 사람이나 동물의 몸속을 보는 여러 가지 건강 실용성을 위해 사용되어진다. 작동은 반드시 자격증이 있는 건강 관리 의사의 지시나 감독하에 동작되어야 한다.
- 감독 시스템(Surveillance Systems) : 감독 시스템은 1.99~10.6GHz 주파수 대역에서 작동 해야한다. 비록 기술적으로 영상 시스템의 장비는 아니지만 관리 목적으로 벽 통과 영상과 같게 다루어진다. 감시 시스템은 움직이지 않는 RF 경계선 지역의 보안으로 작동된다. 그리고 그 지역 안에 사람과 물체 침입을 탐지한다. 작동은 공익 사업과 산업체로 한정된다.

#### 나. 차량 레이더 시스템 (Vehicular Radar Systems)

차량 레이더 시스템은 24GHz 대역으로 규정되고 지상 운송 차량에 지향성 안테나를 사용해서 24.075 GHz보다 높게 발생시킨다. 이 장비들은 가까이 있는 차량의 움직임과 위치를 탐지할 수 있다. 충돌을 방지할 수도 있고 에어백의 작동을 향상시키고 땅의

상태에 잘 반응을 하는 충격 완화 시스템으로 사용된다.

#### 다. 통신과 측정 시스템(Communications and Measurement Systems)

FCC 규정의 Part15에 있는 주파수와 제한 전력에 따라 통신과 측정 시스템은 다른 UWB 통신 장비의 넓고 다양한 서비스를 제공한다. 이 장비는 3.1~10.6GHz 주파수 대역에서 작동해야 한다. 기체는 반드시 실내에서 작동하게 설계되어야 하며 또는 일대일 동작이 되는 장비는 반드시 손에 들고 다닐 수 있도록 만들어져야 한다.

실제 UWB 통신 기기를 장기간 검토해 온 미국 이외의 많은 나라가 2000년 하반기에야 본격적으로 이 문제를 인식하게 되었다. CEPT는 소출력기기(SRD, Short Range Device) 개선 그룹에서 UWB 통신 설비로부터 기존 시스템의 보호를 위해 UWB 통신에 대한 기술적 정의, 운용적 제한, 법적 처리 절차 등의 연구를 착수하기로 하고 현재 회원국들의 의견을 모으고 있다. 캐나다는 2001년 UWB 통신 기기가 발생하는 잡음 분석을 행하는 등 UWB 통신 기기의 이용 가능성을 적극 검토하고 있으며, 이에 대한 결론을 국가 차원보다는 국제적인 차원에서 논의할 것을 제안하였다. 우리나라의 경우 2001년부터 한국무선국관리사업단에서 UWB 통신 기기의 도입 가능성을 검토하기 위한 기초 연구를 수행하고 있으며, 전파연구소 자체적으로도 법 제도적 개선 방안 및 향후 주파수 이용 방안을 연구하고 있다.

## IV. 결 론

주파수 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 UWB 통신 방식은 반송파를 사용하는 기존의 무선 통신 시스템과 달리 전력 스펙트럼이 마치 기저대역 잡음과

같이 존재하여 타 통신 시스템에 간섭을 주지 않고 통신이 가능하고 대역폭을 광대역으로 취할 수 있어 전송 속도에 있어서도 유리하다. 반송파를 사용하지 않기 때문에 송·수신기의 소비 전력과 그 구조를 간략화 시킬 수 있으나, 이러한 UWB 통신 방식은 필연적으로 에너지 스파크 현상이 발생되는데, 이를 줄이기 위해서 여러 가지 기법을 이용한다.

최근 몇 년간 국내에서는 UWB 무선 통신 기술에 대한 정부 및 민간의 투자는 극히 미비한 실정이다. 그러나 앞으로 UWB 무선 통신, 국방 기술, 의학 기술로의 파급효과 및 국내외 시장 규모가 매우 클 것으로 전망하여 관련 핵심 기술에 대해 집중적이고 지속적인 투자를 할 것으로 예측하고 있다. UWB 무선 통신 분야의 국내 경쟁력을 미국 등의 기술 선진국 수준으로 일시에 향상시키는 일은 쉬운 일이 아니다. 하지만, 이 분야에 대한 기술 수요의 급격한 증대는 확실시되므로 현 시점에서 효율적인 투자는 반드시 필요하다. 앞으로 UWB 핵심 기술에 대한 집중적인 연구를 한다면 원천 기술 창출 및 기술 경쟁력을 확보하여 세계적 수준의 UWB 통신 기술 갖춘 나라로 성장할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- [1] <http://www.uwb.org>
- [2] <http://www.fcc.gov>
- [3] K. Siwiak, "Ultra-Wideband Radio : Introducing a New Technology," IEEE VTC-2001, May 2001.
- [4] K. Siwiak, P. Withington and S. Phelan, "Ultra-Wideband Radio : The Emergence of an Important New Technology," IEEE VTC-2001, May 2001.
- [5] E. M. Staderini, "UWB Radars in Medicine," IEEE AESS Systems Magazine, Jan. 2002.
- [6] T. Mitchell, "Low Power Radio : Broad is the Way," IEEE Review, Jan. 2002.
- [7] M. Z. Win and R. A. Scholtz, "Impulse radio : How it works," IEEE Communication Letters, vol.2, pp.36-38, Feb. 1998.
- [8] M. Z. Win and R. A. Scholtz, "Ultra-wide bandwidth time-hopping spread-spectrum impulse radio for wireless multiple-access communications," IEEE Trans. Communications, vol.48, pp.679-691, Apr. 2000.
- [9] R. A. Scholtz, "Multiple access with time-hopping impulse modulation," Proc. IEEE Military Communications Conf.(Boston, U.S.), pp.447-450, Oct. 1993.
- [10] F. Ramirez-Mireles and R. A. Scholtz, "Multiple-access performance limits with time hopping and pulse position modulation," Proc. IEEE Military Communications Conf., pp. 529-533, Oct.18-21,1998.
- [11] M. Z. Win and R. A. Scholtz, "Comparisons of analog and digital impulse radio for multiple-access communications," in Proc. IEEE Int. Conf. on Commun., vol. 1, ppl 91-95, June 1997.
- [12] M. Z. Win and R. A. Scholtz, "On the robustness of ultra-wide bandwidth signals in dense multipath environments," IEEE Commun. Lett., vol.2, pp.51-53, Feb. 1998.

- [13] M. L. Weblborn, "System considerations for ultra-wideband wireless networks," Proc. IEEE RAWCON 2001.
- [14] F. Ramirez-Mireles, "Performance of ultra wideband SSMA using time-hopping and M-ary PPM," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol.19, pp.1186-1196, June, 2001.



**유영환**

1993년 2월 연세대학교 전자공학과(공학사), 1995년 2월 연세대학교 전자공학과(공학석사), 1999년 2월 연세대학교 전자공학과(공학박사), 1999년 1월~2002년 2월 전자부품연구원 선임연구원,

2002년 3월~현재 세종대학교 인터넷학과 조교수 <관심분야> 디지털통신시스템, WPAN, 무선 인터넷 등



**송형규**

1990년 2월 연세대학교 전자공학과(공학사), 1992년 2월 연세대학교 전자공학과(공학석사), 1996년 2월 연세대학교 전자공학과(공학박사), 1996년 1월~2000년 2월 전자부품연구원 책임연구원,

2000년 3월~현재 세종대학교 정보통신공학과 조교수, 2000년 4월~현재 무선PAN통신연구회 회장, 2001년 5월~현재 한국블루투스포럼 분과위원장 <관심분야> 디지털통신시스템, PAN, 무선LAN, 지능형방송시스템 등



**박현진**

2002년 2월 세종대학교 정보통신공학과(공학사), 2002년 3월~현재 세종대학교 정보통신공학과 석사과정 <관심분야> 디지털통신시스템, UWB 등