

BPSK 변조를 이용한 UWB 통신 시스템의 성능평가

이선호, 전은경, 김성수
충북대학교

**A Performance Analysis of UWB Communication System
using BPSK modulation**

Sun-Ho Lee Eun-Kyoung Jun Sung-Soo Kim
Chungbuk National University

Abstract - UWB 통신기술은 초 광대역 특성 때문에 높은 전송속도와 저전력 통신이 가능하다는 이유로 Bluetooth 이후에 최근에 매우 각광을 받는 통신 응용분야이다. 따라서, 다양한 UWB 통신 기술의 적용을 위하여 UWB 신호의 특성과 변조 방법을 연구하는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 UWB 통신에 사용가능한 가우시안 모노펄스의 펄스폭에 따른 BPSK 변조 방법의 성능을 비교하였다.

신 시스템을 적용하여 사용할 수 있도록 하기 위한 여러 가지 노력이 시도되었으며, 그 결과 2002년 2월에 FCC로부터 3.1GHz이상의 주파수 대역에서 초광대역 통신 방식을 사용할 수 있는 허가를 획득하였으며, 많은 업체와 학교에서 초광대역 통신 방식을 사용 시스템에 적용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 새로운 무선 기술로 급부상하고 있는 초광대역 무선 통신에 사용하는 가우시안 모노펄스의 특성에 따른 BPSK 변조 방법의 성능을 비교하였다.

1. 서 론

현재 무선 통신 분야에서는 한정된 주파수 자원에 비해 주파수에 대한 수요는 급증하고 있다. 따라서, 한정된 주파수 자원의 효과적인 분배가 큰 문제로 대두되고 있으며, 이러한 문제의 해결책은, 크게 신호의 협대역화와 새로운 주파수 대역의 이용으로 구분할 수 있다. 고속 멀티미디어 데이터에 대한 수요가 갈수록 증가하고 있는 추세에 비추어, 신호의 협대역화는 한계가 있으며, 수십 GHz이상의 새로운 주파수 대역에 대한 개발과 이용은 여러 기술적인 제약이 있는 것이 현실이다.

이러한 문제에 대한 해결책으로, 기존 시스템과 동일한 주파수 대역을 사용하면서 이들 시스템에 거의 간섭을 미치지 않는 새로운 방법을 이용하는 것을 고려할 수 있다. 현재의 무선 통신 시스템은 여타 시스템에 간섭을 주지 않도록 새로운 주파수 대역을 할당하는 방향으로 개발되고 있으나, 초광대역 무선 통신 방식의 초광대역성은 이러한 주파수 관리의 생각을 근본적으로 변화해야 하는 요소가 필요하다.

UWB 무선기술은 초광대역 특성에 의한 높은 전송속도와 기존의 무선 장치들과의 상호 간섭 영향 없이 주파수를 공유하여 사용할 수 있다는 장점 때문에 근거리 무선 통신 기술로 급부상되고 있다.

초광대역 무선 통신 방식은 일반적으로 그 사용 대역폭이 중심 주파수의 20% 이상으로 초광대역이며 대부분의 기존 무선기술들이 반송파 변조 후 전송되는 것과 달리 초광대역 통신시스템에서는 반송파를 사용하지 않는다. 따라서 일반적인 협대역 통신방식에서 요구되는 반송파 주파수 및 위상 복원 절차가 필요하지 않으며 이에 따라 보다 간단하게 구현될 수 있다. 또한, 초광대역 무선 통신 기술은 인터셉과 검파 확률이 낮은 장비, 비행체 등에 대한 충돌 방지 장비, 비행기와 다른 항공 시설에서 지상으로부터의 고도를 측정하는 고도계, 위치추적 등의 특별히 안전한 통신이 요구되는 중요한 국방기술로도 쓰이며, 뿐만 아니라 환자의 상태점검, 사람의 신체 상태 점검 등을 초광대역 무선 통신을 이용함으로써 의학 기술에도 많은 영향을 가져올 수 있는 중요한 기술이다. 이러한 초광대역 무선 통신을 이용함으로써 의학 기술에도 많은 영향을 가져올 수 있는 중요한 기술이다. 이러한 초광대역 무선 통신 방식은 1990년대에 이르러 사용 통

2. 본 론

2.1 가우시안 모노 펄스

UWB 통신에서 ns 단위의 좁은 펄스폭을 가지는 모노 펄스의 형태와 변조 방법에 따라서 시스템의 성능을 좌우될 수 있다. 본 절에서는 UWB통신에 사용가능한 가우시안 계열의 모노펄스에 대해 설명하겠다. 가우시안 모노펄스는 다음 식(1)과 같다.[1],[2]

$$u(t) = \sqrt{E_p} \frac{2.245}{\sqrt{\tau}} e^{-2\pi \left(\frac{t-T_c}{\tau}\right)^2} \quad (1)$$

여기서, E_p 는 파형의 펄스에너지, τ 는 펄스의 폭, 그리고 T_c 는 시간천이를 나타낸다. 이는 아래와 같이 그림1에 도시하였다. 이때 펄스에너지(E_p)는 1로 정규화 하였고 펄스폭(τ)은 0.6ns이다.

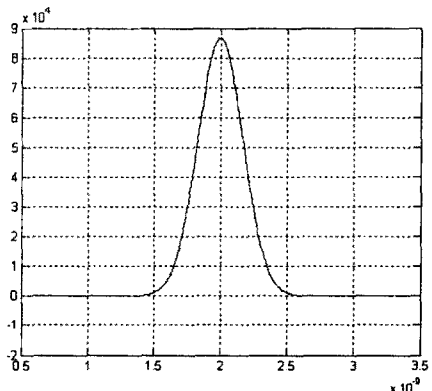


그림 1. 가우시안 모노 펄스

식(1)을 1차, 2차 미분한 결과는 식(2), 식(3)과 같다.

$$u(t) = \sqrt{E_p} \frac{24.0360}{\sqrt{\tau}} \left(\frac{t-T_c}{\tau} \right) e^{-2\pi \frac{t-T_c}{\tau}} \quad (2)$$

$$u(t) = \sqrt{E_p} \sqrt{\frac{8}{3\tau}} \{1 - 4\pi \left(\frac{t-T_c}{\tau} \right)^2\} e^{-2\pi \frac{t-T_c}{\tau}} \quad (3)$$

위 두 식에 대한 그래프는 그림 2, 3에 도시하였다. 이때 펄스에너지(E_p)는 1로 정규화 하였고 펄스폭(τ)은 0.6ns이다.

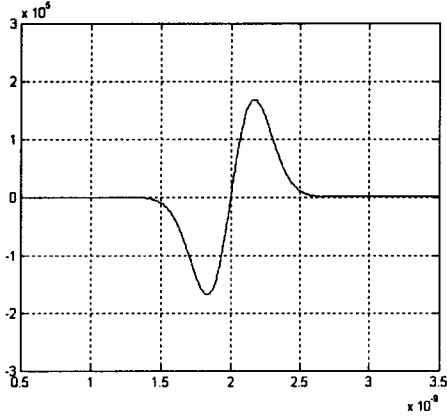


그림 2. 1차 미분 가우시안 모노 펄스

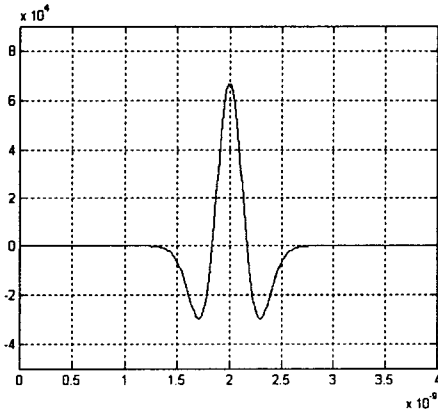


그림 3. 2차 미분 가우시안 모노 펄스

3차, 4차 미분 가우시안 모노 펄스의 경우 진폭이 너무 크기 때문에 사용하지 않았다.

2.2 UWB시스템의 BPSK 변조 기법

BPSK는 정보를 보내기 위해 전송되는 신호의 위상을 0° 와 180° 로 변화시켜 전송하며, 전송 신호를 나타내면 k번째 사용자의 모노사이클 파형의 주기적인 전송을 나타내면, 다음식과 같다.[3]

$$s_R^k(t) = \sum_{j=0}^{N-1} p_i u(t - jT_f) \quad \begin{cases} p_i = -1, & \text{if } b = 0 \\ p_i = +1, & \text{if } b = 1 \end{cases} \quad (4)$$

여기서 T_f 는 모노사이클 파형이 전송되는 주기를 의미하며 b는 입력 데이터를 나타낸다. 위의 신호를 다중 접속을 구현하기 위해 시간도약을 적용하면 다음과 같이 표현된다.

$$s^{(k)}(t) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N-1} p_i u(t - iT_b - jT_f - c_j^{(k)}T_c) \quad (5)$$

여기서 $T_b = N_s T_f$ 이며 N_s 는 한 심볼을 전송하기 위한 펄스의 반복 주기이며, $c_j^{(k)}$ 시간도약 부호이며, p_i 는 BPSK에서 위상을 0° 와 180° 로 바꿔주는 역할을 하는 계수이다. p_i 를 1과 -1로 변화시켜 데이터를 실어 보낸다. 송신된 신호는 채널을 통과하고 난 후의 수신된 신호를 살펴보면 다음과 같다.

$$r(t) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=0}^{N-1} p_i u(t - iT_b - jT_f - c_j^{(k)}T_c) + i_{RF}(t) + n(t) \quad (6)$$

수신단에서 수신한 $r(t)$ 를 기준 신호가 $w(t)$ 인 상관기를 거친 후의 출력 값 $z(t)$ 는

$$Z = N_s \int_{T_f} r(t)w(t)dt = \begin{cases} N_s \cdot B_p > 0, & \text{if } b = 1 \\ -N_s \cdot B_p < 0, & \text{if } b = 0 \end{cases}$$

이 된다.

여기서 B_p 는 $B_p = \int_{-\infty}^{\infty} r(t-\delta)w(t)dt$ 를 나타내는 값

이다. Z의 값이 임계값 0을 넘으면 1로 검출하고, 0을 넘지 못하면 송신 데이터가 0으로 검출한다.

3. 시뮬레이션 결과

본 절에서는 앞에서 설명된 BPSK 변조기법을 사용하여 AWGN(Additive White Gaussian Noise) Channel에서 비트 오류율 컴퓨터 시뮬레이션으로 측정하였다.

입력 신호로는 그림 1, 2에서 보여진 가우시안 모노 사이클 펄스를 이용하였다. 이때 크기는 1로, 펄스폭은 0.1~0.9 nsec로 변화해가면서 펄스폭에 따른 파형의 BER 성능평가를 하였다.

AWGN 채널 모델에서 펄스의 폭에 상관없이 가우시안 모노 펄스의 경우 다른 파형보다 나쁜 성능을 나타냈다. 또한 펄스의 폭이 0.5nsec이하인 경우 1차 가우시안 모노 펄스와 2차 가우시안 모노 펄스의 BER성능이 거의 비슷하게나오는 것을 알 수 있다. 0.6nsec이상인 경우 1차 가우시안 모노 펄스의 형태가 가장 우수한 BER성능을 나타내는 것을 알 수 있었다. 1차 가우시안 모노 펄스의 경우 펄스폭이 커질수록 성능이 좋아지는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

초광대역 시스템은 기존의 무선 통신시스템과 달리 전력 스펙트럼이 마치 저대역 잡음과 같이 존재하여 타 통신 시스템에 간섭을 주지 않고 통신이 가능하고 대역폭을 광대역을 취할 수 있어 전송 속도에 있어서도 유리하다. 본 논문에서는 UWB 통신을 위해 제시된 가우시안 계열 펄스의 AWGN(Additive White Gaussian Noise) Channel에서의 SNR에 따른 BER 성능평가를 하였다. 성능평가 결과 0.6nsec이상의 펄스폭에서는 1차 가우시안 모노 펄스의 성능이 가장 우수하며, 1차 가우시안 모노 펄스의 경우 펄스폭이 커질수록 성능이 좋아지는

것을 알 수 있었다. 펄스폭이 0.5nsec이하의 경우 1차 가우시안 모노펄스 파형과 2차 가우시안 모노펄스가 비슷한 성능을 보여주는 것을 알 수 있다. 이를 통해서 알 수 있듯이 타 통신과의 간섭을 피하고 OFDM과의 연계를 위해서 적절한 펄스와 펄스폭을 선택하여 사용하는 것이 필요하겠다.

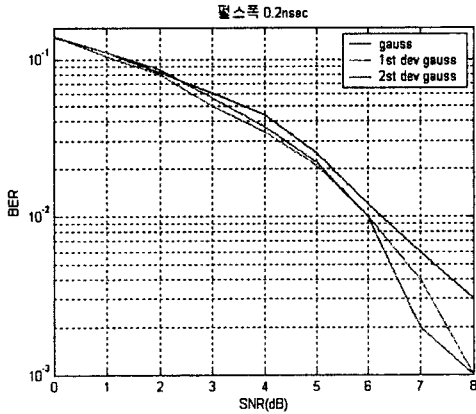


그림 4. 펄스폭 0.2nsec 경우 BER성능평가

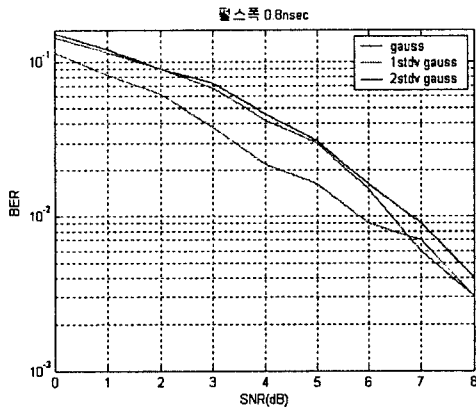


그림 5. 펄스폭 0.8nsec 경우 BER성능평가

[참 고 문 헌]

[1] LUA HONG LIM DARYL, UWB Application in Remote Sensors, 2002
 [2] 이형수, 김재명, UWB 무선기술 및 규제동향, 한국통신학회지, 13-21, 2003.2
 [3] 송형규, 유영환, 박현지, UWB 변복조 기술, 한국통신학회지, 53-67, 2003.2
 [4] R.A.scholtz, "Multiple Access with Time-Hopping Impulse Modulation", Proc. MILCOM, Oct. 11-14 1993
 [5] Arashk Mahjoubi Amine, Ultra wide band Time-Hopping Modulation for multiple users, 2003
 [6] Yong C. Yoon and Ryufi Kohno Optimum Multi-User Detection in Ultra-Wideband Multiple-Access Communication Systems, 2003
 [7] Frederic Sarrat, Multiuser detection techniques for Code-Division Multiple Access, Dec 8, 2002.