

TR, DTR 과 PRM UWB 시스템 성능 분석

*우선길, *양훈기

*광운대학교

*inosrjfl@nate.com, hgyang@daisy.kw.ac.kr

Performance Analysis of TR(Transmitted Reference), DTR(Differential TR) and PRM(Pulse Repetition Modulation) UWB systems

*Seon-Keol Woo, *Hoon-Gee Yang

*Kwangwoon University

요 약

TR(Transmitted Reference)과 DTR(Differential TR) UWB 시스템의 경우 구현상 어려움으로 남아있는 channel estimation 을 간단히 구현하는 시스템으로 본 논문에서는 TR, DTR UWB 시스템을 분석하고 Differential 기법과 FSK 변조 방법을 조합한 새로운 변조방법으로 PRM(Pulse Repetition Modulation) UWB 시스템을 제안하고 서로 비교 분석한다. 기본적인 수신기 구조인 Autocorrelation receiver 의 확률적 분석과 시뮬레이션을 통하여 각각의 시스템의 성능을 분석한다.

I. 서론

Impulse Radio 라고 불리는 UWB 는 수 nanosecond 의 펄스 폭을 가지는 매우 짧은 펄스를 전송하는 시스템을 말한다. FCC 에서는 Fractional Bandwidth 가 25% 이상 혹은 Bandwidth 가 500MHz 이상이 될 때 UWB 라 정의 하고 있고 이렇듯 넓은 대역폭을 가지는 UWB 시스템은 기존의 통신 서비스와의 간섭을 최소화하여 양립하기 위하여 방사전력의 제한을 받고 있다[1].

매우 짧은 펄스 폭을 가지는 UWB 신호의 변조는 PPM(Pulse Position Modulation) 또는 PAM(Pulse Amplitude Modulation)등의 데이터 변조방법과 TH(Time hopping), DS(Direct sequence)등의 주파수확산 그리고 펄스변조의 형태로 이루어 지며 실제 시스템에서는 위의 3 가지 방법을 조합하는 형태로 이루어 지게 된다.

통신에서 사용하는 모든 신호는 다중경로채널을 통해 전파하면서 fading 현상을 겪게 되며 특히 UWB 신호의 경우는 협대역 신호와 다르게 frequency selective fading 의 영향으로 펄스의 모양도 왜곡이 되게 된다. 왜곡현상을 겪으며 수신 되는 UWB 신호는 채널의 특성을 알지 못하며 이로 인해 UWB 통신에서 channel estimation 구현 이 어렵다. 이때 수신기에서는 Equalizer 를 이용한 channel estimation 혹은 적절한 수신기 설계를 통하여 왜곡을 보상하게 되고 channel estimation 을 위해서는 전송된 수신신호에 대한 어느 정도의 정보가 필요하다.

UWB 신호를 복조하기 위해서는 정확한 synchronization 과 channel 에 대한 정보를 가지고 있는 Template 신호가 필요하게 되는데 이 Template 신호를 수신기에서 발생을 시키는 시스템을 LGR(Locally Generated Reference) systems 이라 한다[2]. LGR UWB systems 의 경우 synchronization 과 channel estimation 그리고 데이터 복조를 위한 충분한 에너지 수집이 쉽지 않다.

*본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터

지원사업의 연구결과로 수행되었음.

(IITA-2005-1090-0502-0012)

이러한 LGR 시스템의 난점을 해결하는 대안으로 송신기에서 데이터가 변조 되지 않고 수신기에서 채널의 특성을 알아 내기 위한 하나의 펄스와 실제 데이터 변조가 이루어지는 펄스 한 쌍을 하나의 프레임에 함께 전송하는 TR UWB 시스템이 있다[3][4][5].

TR UWB 시스템은 간단한 delay line 과 correlator 를 이용한 Autocorrelation 수신 구조를 이용하여 channel estimation 과 synchronization 을 수행한다. 하지만 데이터 전송에 불필요한 펄스를 전송하는 에너지의 비효율성, 낮은 Throughput 과 correlator output 에서 나타나는 noise-cross-noise 성분이 시스템 성능 저하를 가져오며 TR UWB 의 단점으로 지적되며 많은 개선방안이 연구되고 있다. DBPSK(Differential BPSK)를 응용하여 제안된 DTR UWB (Differential TR UWB)이 에너지 효율성 및 Throughput 향상을 위한 modulation scheme 으로 제안되어 왔고 [6] 본 논문에서는 FSK 와 DTR UWB 를 응용한 PRM UWB (Pulse Repetition Modulation UWB) 시스템을 소개한다. FSK 와 비슷하게 '0' 을 전송할 때의 펄스간 간격과 '1' 을 전송할 때의 펄스간 간격을 달리하며 수신부에서는 각각 '0' 과 '1' 의 전송간격에 맞는 2 개의 delay line 과 correlator 를 이용하여 복조를 수행한다. PRM UWB 시스템은 '0' 과 '1' 을 전송할 때 펄스의 개수가 다름으로 인해서 정보비트의 비대칭이 문제로 남아 있다.

본 논문에서는 TR UWB 와 PRM UWB 시스템의 비교 분석을 위해 2 장에서 TR, DTR 그리고 PRM UWB 시스템에 대하여 알아보고 3 장에서는 시뮬레이션을 통한 각 시스템간의 비교분석결과를 알아보고 마지막으로 결론을 맺는다.

II. UWB system model

1. Basic system and channel model

식 (1)은 2 계 미분 Gaussian UWB 신호 이다.

$$g(t) = A \left[1 - 4\pi e^{-\left(\frac{t-T_c}{T_f}\right)^2} \right] e^{-2\pi\left(\frac{t-T_c}{T_f}\right)^2} \quad (1)$$