

DMB 시스템에서 UWB 전파가 서비스에 미치는 영향에 관한 연구

A Study of limitation of Service Area by UWB transmission jamming in DMB System

김 동옥*, 정승중

한국정보통신기능대학 이동통신설비과*

KIM DONG OK*, JUNG SEUNG JONG

Korea Information & Communication Polytechnic College

Abstract

In this paper, UWB system did research about effect that interference effect with neighborhood single equipment or nearby group equipment gets in DMB service.

2.6425GHz satellite digital multimedia broadcasting service(SDMB) that electric wave interference special quality is contiguity frequency-band including interference of signal by unnecessary radiation level that is radiated in UWB system, and 3.4125GHz broadcasting relay net that is In-band frequency-band and interference effect degree that get in service did comparative analysis.

SDMB system was $BER 1 \times 10^{-4}$ that interference effect happens from 6.5m point and broadcasting signal reception is possible at 4m point. Also, it was $BER 1 \times 10^{-4}$ that interference effect begins to happen from 5.0m point about center frequency 3.4126GHz and broadcasting signal reception is possible at 2m point.

And, confirmed that UWB system of impulse method is less interference effect about 2 dB than UWB system of OFDM

method, to electric wave of UWB system that is small output

Keywords : IMT-2000, UWB, DMB

I. 서론

가정내 디지털기기를 하나의 네트워크로 통합하는 디지털 홈이 IT업계의 화두로 등장하고 있는 가운데, 이들 디지털 가전기기가 전송기술로 초광대역(UWB: Ultra-Wide Band) 통신이 주목 받고 있다. 그러나 현재 협대역(Narrow band)를 기반으로 하는 무선 통신 시스템은 고속의 데이터를 전송하기에는 한계를 가지고 있다[1]

이러한 문제를 해결하기 위한 새로운 무선 통신 시스템으로 부각되기 시작한 것이 UWB(Ultra-Wide Band) 통신 시스템이다. 이 기술은 기존에 블루투스(Bluetooth)나 802.11b, 802.11a 등과 같은 무선랜등의 기존의 무선 통신 시스템에 비해 월등히 빠른 속도와 데이터 전송 용량을 가지고 있다. 또한 높은 보안성과 다중 사용자들과 주파수를 공유할 수 있고, 다른 기존의 무선 통신 시스템들과의 주파수를 공유할 수 있다는 장점을 가지고 있다[2]

본 논문에서는 IEEE 802.15.3a 기반을 두고 있는 *UWB* 통신 시스템이 잡음수준의 스펙트럼 전력밀도를 이용하지만 $500\text{MHz} \sim$ 수 GHz 대역폭을 점유하므로 많은 수의 *UWB*의 신호가 합산되어 타 통신에 전파 잡음으로 작용하여 근처 단일장비 또는 부근의 집단장비와의 전파 영향 간섭이 미치는 영향에 대해 분석하였다.

II. UWB 통신 시스템

2.1 UWB

*UWB*의 정의는 기존의협대역 시스템, 광대역 시스템과 구분하기 위해 중심 주파수의 20% 이상의 대역폭을 차지하는 시스템 혹은 500MHz 이상의 대역폭을 갖는 시스템을 *UWB*시스템이라고 정의 하였다. 주파수 스펙트럼 상에서 동일출력을 가지는 세가지의 통신 시스템의 스펙트럼을 분석해보면 *UWB* 시스템의 경우 매우 광대역의 주파수스펙트럼을 가지므로 상대적으로 전력 스펙트럼 밀도는 낮고 대역폭은 높은 시스템이 된다. 또한 *UWB* 시스템은 그림1과 같이 기저대역 신호를 반송파에 실어서 데이터를 전송하는 기존의 협대역 통신과는 달리 수 나노 초 이하의 극히 짧은 기저대역의 펄스 신호를 사용하여 반송파의 사용 없이 데이터를 전송하도록 한다.

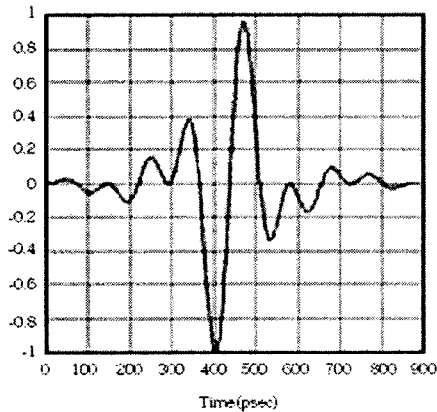


그림1. 시간축에서 본 *UWB* 펄스신호

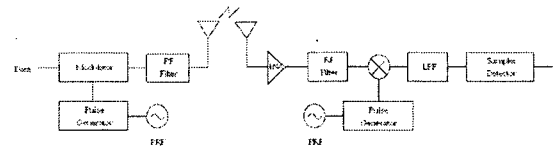


그림 2. *UWB* 송수신기 구조

그림2의 impulse radio 송수신 회로에서는 펄스를 규칙적으로 발생시키는 회로 즉, 펄스 발생기(Pulse Generator)가 가장 중요한 요소가 된다. 펄스 반복 주파수(Pulse Repetition Frequency) 또한 *UWB* 시스템 구성에서 중요한 요소 중 하나이다. 펄스 반복 주파수란 초당 전송되는 펄스의 개수를 조절하는 주파수로서 주기적으로 펄스가 발생되지 않는 *UWB* 시스템에서는 일정 기간 동안의 평균 펄스 발생 주파수를 가리킨다. *UWB*펄스의 일반적인 송수신 회로 블록을 나타내면 그림 2와 같다. 펄스 반복 주파수에 따라 펄스생성기가 펄스를 발생시키고 입력 데이터에 따라 변조된 펄스 신호가 필터를 통과한 후 송신 파형으로 전송된다. 이때 송신 하드웨어를 더욱 간단히 하기 위하여 필터를 사용하지 않을 수도 있다. 이 경우 방사 전력 요구사항을 만족하는 출력 펄스 신호를 펄스 발생기에서 발생시켜야만 한다.

*UWB*신호의 적용 범위는 크게 이미징 시스템, 옥내 및 휴대용 *UWB*시스템, 차량용 레이더 시스템으로 나눌 수 있으며, 홈네트워크 등에서 고려하는 근거리 고속무선통신의 경우 $3\text{GHz} \sim 10\text{GHz}$ 의 주파수 대역에서 최대 -41.3dBm/MHz 의 방사전력 제한을 두었다.

III. UWB 시스템 측정 및 산술법

3.1 UWB 측정기술

가) 대역 제한된 주파수 영역 측정 원리

주파수 영역 측정의 경우에서 컨볼루션 대역폭은 RF 주파수 변환기나 측정 장비의 IF 대

역에 의해서 제한될 것이 측정기는 스펙트럼분석기라고 가정하고 스펙트럼 분석기 컨볼루션 함수는 기본적으로 IF필터 형태라고 하자. 만약 IF 대역 곡선이 측정될 스펙트럼보다 좁은 경우라면, 두 함수의 컨볼루션이 거의 입력 스펙트럼 함수와 동일하다.

이 경우, 스펙트럼 측정은 분석기의 입력에 인가된 스펙트럼 함수와 동일하다.

측정된 스펙트럼에서 보이는 특징은 IF 필터 폭보다 낮게 분해될 것이란 것이다. 필터보다 더 좁은 대역의 특징들은 IF 필터 형태를 발생하기 위해서 컨볼루션 된다. IF 필터링의 폭은 가능한 희생 수신기의특별 형태로써 같은 대역을 갖는 스펙트럼을 결정할 필요성에 의해서 결정된다. 만약 측정된 스펙트럼이 잡음 형태와 같지 않은 경우, 컨볼루션된 측정된 전력은 $10 \log_{10}(IFbandwidth)$ 보다 빠른 비율로 변할 것이다. 이러한 경우는 펄스 송신기에 의해서 발생된 스펙트럼의 경우에 발생한다.

펄스폭 t , 펄스 반복 간격 T , 기본 주파수에서 스펙트럼 분석기 침두치 감지기로 측정된 정규화 된 전압을 A 라 하고, 송신된 전력의 대부분을 포함하는 스펙트럼은 $\frac{1}{T}$ 만큼의 간격을 갖는 선스펙트럼으로 구성되어 있다면, 전력 계산은 다음 식을 이용한다.

기본 주파수에서 선스펙트럼 내에서 측정된 전력은,

$$P_i = A^2 \tag{1}$$

식(1)와 같으며, 이를 단위 데시벨 내 선 전력으로 나타내면 식(2)와 같다.

$$P_i = 10 \log_{10}(A^2) \tag{2}$$

데시벨에서 평균전력은 식(3)과 같다.

$$P_{ave} = A^2 \left(\frac{t}{T}\right) \tag{3}$$

데시벨에서 평균전력은 식 (4)과 같다.

$$P_{ave} = [10 \log_{10}(A^2) - 10 \log_{10}\left(\frac{t}{T}\right)] \tag{4}$$

$$= [P_i - 10 \log_{10}(duty \quad cycle)]$$

이다. 여기서 $\left(\frac{t}{T}\right)$ 는 듀티 사이클이다.

침두 전력은 각 펄스 동안에 전송된 에너지에서 비율이다. 그러므로 이는 펄스폭과 펄스 반복 간격 비의 선형 함수이고 침두전력은 다음 관계식에 의한 평균전력과 선스펙트럼 전력과 관계가 있다.

$$P_{ave} = [P_{ave} - 10 \log_{10}(duty \ cycle)] \tag{5}$$

$$= [P_{ime} - 20 \log_{10}(duty \ cycle)]$$

측정 대역에서 n 개의 선 스펙트럼들에 대해서, 측정된 침두전력은 n 에 따라서 변한다.

$$P_{peak} = 10 \log_{10}(nA)^2 = 20 \log_{10}(n) + P_{line} \tag{6}$$

컨볼루션 대역에서 선 스펙트럼의 수가 대역에 비례하기 때문에, 선 스펙트럼에 대해서 측정된 대역의 $20 \log_{10}$ 에 따라서 침두 전력이 변한다.

그림 3은 PRR이 일정하며, 펄스폭은 $1\mu s$ 이고 PRR은 10KHz(펄스반복 간격은 $100\mu s$)인 UWB의 송신기의 선스펙트럼을 나타낸 것이다.

여기서 듀티 사이클은 $10 \log\left(\frac{1}{100}\right) = -20dB$ 이다. 또한 송신기의 침두 출력은 $-20dBm$ 이고 RMS 평균 출력은 $-40dBm$ 이다. 측정된 선 출력은 $-60dBm$ 이다. 식(4)을 이용하여 RMS 평균출력을 계산하면 다음과 같이 계산할 수 있다.

$-60dBm + 20dBm = -40dBm$ 으로 측정된 결과 값과 같다.

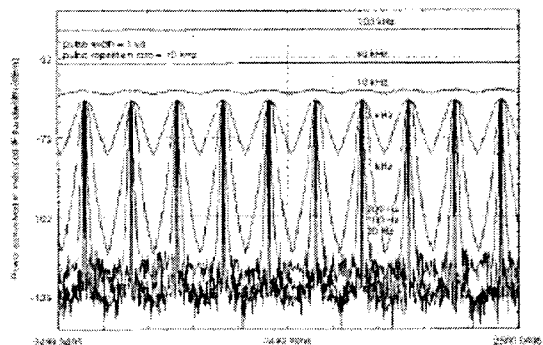


그림3. PRR이 일정한 UWB 송신기의 선 스펙트럼

IV. 측정분석

UWB 서비스와 방송 중계망 서비스간의 간섭영향 측정은 서비스에 미치는 간섭의 영향을 확인하고자 UWB시스템에서 방사되는 불요발사 레벨에 따른 신호의 간섭을 비롯한 타 통신 시스템에 미치는 간섭영향을 측정하기 위하여 다음과 같은 조건으로 측정하여 비교분석하였다.

측정 장소는 성수동 TU미디어(주) 옥상 본관 북편에서 측정하였으며, 간섭측정 UWB 장비의 변조방식은 OFDM방식과 Impulse방식 사용하였다. 방송중계 측정주파수 대역은 3.4125 GHz의 주파수 대역으로 설정하고, SDMB는 2.6425GHz으로 설정하였으며, UWB 출력신호는 0dBm으로 방사하였다.

또한 관악산 방송 중계국에서 방사하는 3.4125GHz 주파수 대역의 LOS(Line Of Sight) 지점인 성수동 TU미디어(주)옥상 본관 북편에서 측정하였으며 방송중계 서비스의 수신레벨은 -49.3dB, SDMB는 약 -98dBm 이었다.

방송신호를 수신한 중계망의 접시 형 안테나와 UWB송신 안테나의 거리를 변화하면서 UWB서비스가 방송 중계망에 간섭이 미치는 영향 정도를 S/N비로 측정하였고 일정한 거리(1m)에서 UWB신호를 감쇄하면서 영향의 정도를 측정하였다. UWB신호는 증폭기와 감쇄기를 사용하여 FCC 규격에 맞게 스펙트럼 출력을 조절하며 UWB신호발생기는 노트북에 의하여 조정하였다.

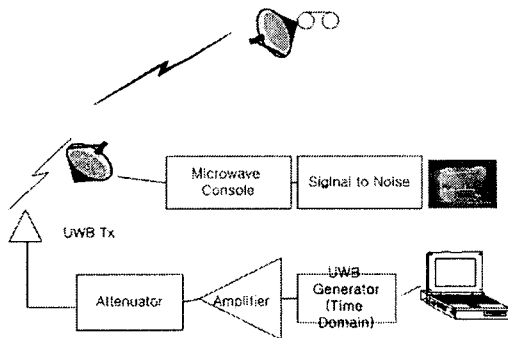


그림4. 방송중계망 전파간섭측정 구성도

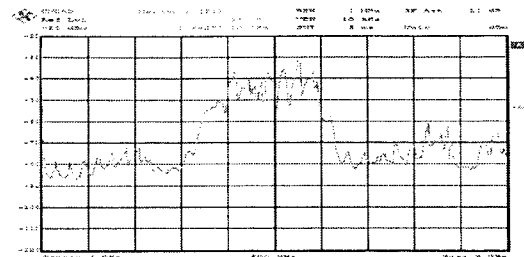


그림 5. OFDM 방식 UWB 출력파형

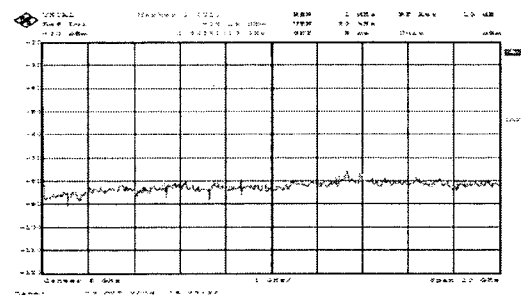


그림6. SDMB 직접 수신신호

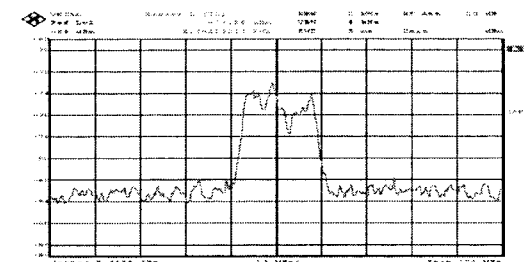


그림8. SDMB Gap-Filler 수신신호

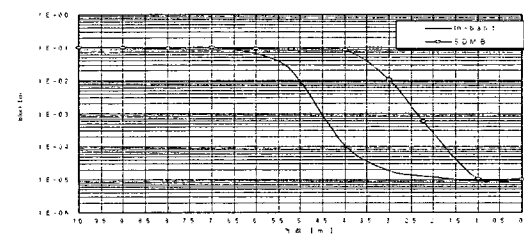


그림9. 거리에 따른 BER 신호

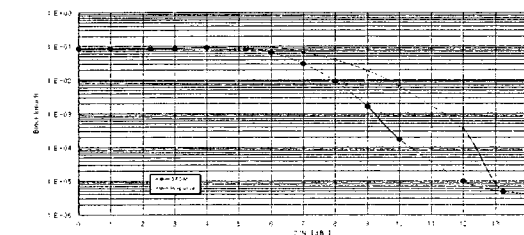


그림10. UWB간섭원의 S/N에 따른 BER특성

V. 결론

본 논문에서는 최근 무선기술과 수요의 급증으로 인해 부족함을 느끼는 주파수 자원을 효율적으로 사용하고, *UWB* 기술 개발 및 활성화를 위하여 기존의 무선 서비스와 *UWB* 기술의 상호 공존과 간섭영향에 대해 언급하였다.

또한 타 서비스와 간섭영향에 대한 평가를 통하여 상호양립성을 고려할 때 *UWB* 신호에 영향을 미치는 변수들인 펄스폭, PRF, 펄스의 상승/하강시간 등을 고려하였다. *UWB* 서비스와 방송중계 서비스간의 간섭영향 측정결과 신호수신이 가능한 $BER \ 4 \times 10^{-4}$ 정도에서 OFDM 방식인 *UWB* 시스템은 35m 이상 이격 시 간섭영향 없었으며, Impulse 방식 *UWB* 시스템은 35m 이상 이격 시 간섭영향 없음을 확인하였다.

따라서 OFDM 방식을 사용하는 것보다 Impulse 방식을 사용하는 것이 약 2dBm 정도 성능이 향상된다. *UWB*에 관한 앞으로의 연구는 타 통신 시스템과의 주파수 대역 공존 및 간섭 문제해결 등을 고려한다면 현재 가장 무선업계에 화제가 되고 있는 *UWB* 통신이 기존의 다른 무선통신과의 양립성에 대해 분명하고 정확한 진단이 될 수 있는 대안을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] C. Berrou, A. Glavieux, P. Thitimajshima. "Near Shannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding : Turbo Codes," in ICC, pp.1064-1070, 1993.
- [2] Jeyhan Karaoguz, "High-rate wireless personal area networks," IEEE Communications, Dec. 2001.
- [3] FCC (Federal Communications Commission), 02-48 *UWB Report & Order, Released 22*, Apr. 2002.
- [4] Moe Z. Win and Robert Scholtz, "Impulse Radio: How it works," IEEE Communication Letters, Feb. 1998.
- [5] C.E. Shannon, "A mathematical theory of communication," Bell Labs Tech J. 27, 1948, p379-423, 623-659.
- [6] FCC (Federal Communications Commission), "Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultra-Wideband Transmission," ET Docket 98-153, Apr. 2002.