

S-DMB 수신기에서 UWB 시스템 간섭 분석

Analysis of UWB Interferences in a S-DMB Receiver

박 태 흥 · 양 훈 기 · 박 성 균*

Tae-Heung Park · Hoon-Gee Yang · Seong-Gyo Park*

요 약

본 논문에서는 S-DMB(Satellite Digital Multimedia Broadcasting) 수신기에 인접한 UWB 기기로부터의 방사전력이 S-DMB 수신기에 미치는 간섭 영향을 분석한다. 우선 S-DMB 수신기의 사양에 맞추어 C/N_o 을 유도한 후 ITU-R에서 권고한 S-DMB 수신부의 $C/(N_o + I)$ 와 I/N_o 의 관점에서 UWB 간섭을 이론적으로 분석한다. 분석 결과에 입각해서 수신기가 간섭을 받지 않는 이격거리를 유도하고 또한 최소 이격거리(1 m로 가정)에서 간섭을 받지 않을 수 있는 UWB 방사 전력 한도를 제시하고 FCC 권고값과 비교한다.

Abstract

This paper presents an analytical analysis about neighboring UWB interferences in a S-DMB receiver. We first derive the C/N_o of a S-DMB receiver, based on its specifications and present the theoretical description of its effect to UWB interferences in terms of $C/(N_o + I)$ and I/N_o . Using the calculated $C/(N_o + I)$ and I/N_o , we derive the separation distance for a S-DMB receiver not to be interfered by UWB interferences. Finally, we propose an UWB emission limit at minimum separation distance under which a S-DMB is free of UWB interferences and compare it with the value appeared in FCC proposal.

Key words : UWB, S-DMB, Emission Limit

I. 서 론

UWB 시스템의 도입을 위해서는 기존 시스템에 미치는 간섭 정도 및 두 시스템의 양립성에 대한 연구가 필요하다. UWB 시스템의 사용 주파수는 1 GHz 이하부터 10 GHz에 걸쳐 광범위하게 퍼져 있으며 특히 많은 활용이 예상되는 단거리 고속 통신용 UWB 단말기의 사용 주파수 대역은 일차적으로 3~5 GHz 구간으로 예상되고 있다. 2002년 FCC에서 제시한 UWB 방사 허용 전력은 3~5 GHz에서 잠정적으로 -41.3 dBm/MHz로 정하였다. 하지만 FCC에서 규정한 방사 전력 한도에 대해서 기존 무선통신 서비스 업체들은 자신들의 분석 결과를 바탕으로 규

정을 더 엄격히 조정하도록 요구하고 있다. 통신용 UWB 단말기와 주파수를 공유하는 WLAN의 경우에 대해서는 두 시스템이 양립하기 위해 FCC에서 규정한 UWB 방사 전력 한도보다 70 dB 이상을 낮추어야 하는 것으로 분석되었다^[1]. 두 시스템의 양립성을 보장하기 위해서 Xtreme Spectrum사는 Dual-band 시스템을 제시하였고^[2], Wisair를 포함한 여러 회사들은 OFDM Multi-band 시스템을 제시하였다^{[3]~[6]}.

2 GHz 대역을 사용하는 이동통신 및 GPS 시스템의 경우는 통신용 UWB 사용 주파수를 공유하고 있지는 않으나 UWB의 스팍어리스 대역 및 UWB 기기의 폭 넓은 사용에 대비해서 방사 전력을 엄격하게 제한해줄 것을 요구하고 있다. GSM 시스템의 보호

*광운대학교 전파공학과(Dept. of Radio Science & Engineering, Kwangwoon University)

*공주대학교 정보통신공학부(Dept. of Information and Communication Engineering, Kongju University)

· 논문 번호 : 20041126-154

· 수정완료일자 : 2005년 1월 31일

를 위해서는 FCC에서 제한한 방사 전력 규격보다 UWB 방사 전력 한도를 약 10 dB를 더 낮추어야 한다고 발표하였고, CDMA와 WCDMA 시스템의 경우는 약 15 dB, GPS는 약 20 dB, 802.11b 경우도 약 20 dB 낮출 것을 요구하는 분석 결과를 발표하였다 [7]~[9].

본 논문은 UWB 시스템의 out-of-band에 속하면서 최근에 새롭게 상용화할 예정인 S-DMB System E와 UWB 시스템이 양립하기 위한 조건을 유도한다. 이를 위해 S-DMB 시스템 규격에 입각해서 UWB 간섭 정도를 이론적으로 분석한다.

Ⅱ장에서는 S-DMB 시스템 규격 및 ITU-R BO. 1130-4 권고안에 입각해서 S-DMB 시스템의 C/N_o 값을 분석한다^[10]. Ⅲ장에서는 해석적(Aalytical) 방법에 의해서 S-DMB 수신기와 UWB 간섭원 간의 이격거리에 따른 수신기 $C/(N_o + I)$ 값을 계산한다. 또한 이격거리에 따라 허용 가능한 UWB 방사 전력 한도를 제시한다. 4장에서는 $I/N_o = -6$ dB 기준에 근거해서 두 시스템간의 요구하는 이격거리 및 UWB 방사 전력 한도를 제시한다.

II. S-DMB 시스템의 C/N_o

S-DMB 시스템의 $EIRP$ 는 MBCo(Mobile Broadcasting Corporation) 자료에 의하면 커버리지 영역에서 67 dBW 이상이 요구된다^[11]. S-DMB 시스템은 64-Walsh 코드를 사용해서 채널을 구분하므로 방송 채널수가 이론적으로 64개까지 가능하나 채널수가 많아질수록 성능이 열화되므로 30 채널을 적정 채널로 가정하여 분석하였다.

이 경우 채널당 $EIRP$, $EIRP_{CH}$ 는

$$\begin{aligned} EIRP_{CH} &= EIRP - 10 \log (n_{CH}) \quad n_{CH} = 30 \\ &\approx 52.29 \text{ dBW} \end{aligned} \quad (1)$$

가 된다. 여기서 n_{CH} 는 채널의 개수를 나타낸다.

위성과 S-DMB 단말기 간의 거리 R 은 단말기 위치의 위도, 경도 및 위성의 경도 등의 함수로서

$$R = 23192 \times \sqrt{3.3811 - \cos(\pi\rho_{LA}/180)\cos(\pi(\rho_{LO} - S_{LO})/180)} \quad (2)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 ρ_{LA} 와 ρ_{LO} 는 각각 단말

기의 위도, 경도이고 S_{LO} 는 위성의 경도이다.

위성으로부터 방사된 신호가 단말기까지 진행하는 동안의 경로손실 L_1 이 자유공간 손실 조건을 따른다고 가정하면,

$$10 \log L_1 = 20 \log \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right) = 192.46 \text{ (dB)} \quad (3)$$

이 된다.

S-DMB 시스템의 동작 주파수는 2.64 GHz이므로 식 (3)에서 $\lambda = c/f = 3 \times 10^8 / (2.64 \times 10^9)$ 이고 R 은 단말기가 위성으로부터 충분히 멀리 떨어져 있는 경우를 가정해서 $R = 3.8 \times 10^7$ (m)를 사용하였다. 전체 손실은 자유공간 손실 외에 포인팅 손실, 편파 손실, 강우 손실, 흡수 손실 등이 있으며, 본 절에서는 MBCo 자료를 근거로 각각의 손실이 0 dB, 0.5 dB, 0.03 dB, 0 dB 값을 갖는 것으로 가정하여 기타 손실의 합 L_2 를 0.53 dB로 설정하였다.

이 경우 채널당 단말기 수신 전력 $P_{r,CH}$ 는

$$\begin{aligned} P_{r,CH} (\text{dB}) &= EIRP_{CH} (\text{dB}) - (L_1 + L_2) \\ &\approx -110 \text{ dBm} \end{aligned} \quad (4)$$

이 된다.

S-DMB 시스템의 수신안테나의 잡음온도(NT, noise temperature), T_A 는 차량용 S-DMB 단말기의 경우 150° K 이하를 요구한다. LNA 이하 기저대역 신호처리부(Baseband signal processing) 전단까지의 수신부 잡음지수(noise figure)는 차량용의 경우 1.5 dB 이하를 권고하고 있다. 이 경우 안테나를 포함한 수신부 전체의 시스템 NT, T_S 는

$$\begin{aligned} T_S &= T_A + T_{cas} = 150 + (10^{0.15} - 1) \times 290 \\ &= 269.6 \text{ K} \end{aligned} \quad (5)$$

이 된다^[12]. 여기서 T_{cas} 는 안테나를 제외한 수신단의 NT이다. 차량용 S-DMB 단말기의 수신 안테나 이득 G_r 을 2.5 dB로 가정하면, 이 경우

$$\begin{aligned} (G_r/T_S)_{dB} &= 2.5 - 10 \log T_S \\ &= -21.81 \text{ dB/K} \end{aligned} \quad (6)$$

이다. 따라서 식 (5)와 (6)을 이용하여 채널당 수신신호의 C/N_o 값을 구하면,

$$\frac{C}{N_o} = \frac{P_{r,CH} G_r G_t}{kT_S G_t} = \frac{P_{r,CH} G_r}{kT_S} \quad (7)$$

가 된다. 여기서 G_r 는 수신부 전체 이득이며, k 는 볼츠만 상수로써 $1.38 \times 10^{-20} \text{ mW/K}$ 이다. C/N_o 을 dB 단위로 바꾸면,

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{N_o} \right)_{dB} &= P_{r,CH}(dB) + (G_r/T_s)_{dB} \\ &\quad - 10 \log (1.38 \times 10^{-20}) \\ &= -110 - 21.81 + 198.6 = 66.8 \text{ (dB-Hz)} \end{aligned} \quad (8)$$

이 된다.

ITU-R BO.1134-4 권고안에 따르면 디지털 오디오 음질의 열화가 없기 위한 최소한의 요구 BER 값은 채널 디코딩 후에 2×10^{-4} 이상이 될 것을 요구하고 있으며 수신기에서 안테나 다이버시티 기법을 사용하는 경우, 이를 만족하는 E_b/N_o 값은 2.6 dB이다 [10]. 여기에 해당하는 $(C/N_o)_{dB}$ 값은

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{N_o} \right)_{dB} &= \left(\frac{E_b}{N_o} \right)_{dB} + 10 \log (\xi) \\ &= 2.6 \text{ dB} + 10 \log (256 \text{ kbps} \times 188/204) \\ &= 56.4 \text{ (dB-Hz)} \end{aligned} \quad (9)$$

가 된다. S-DMB 시스템은 outer code로 RS(204,188) code를 사용하므로 소스신호 전송률 ξ 은 $265 \text{ kps} \times (188/204)$ 이다. 요구되는 $(C/N_o)_{dB}$ 값은 56.4(dB-Hz)이고, 수신신호의 $(C/N_o)_{dB}$ 값은 66.8(dB-Hz) 이므로 10.4(dB)의 link margin이 있다. 그러므로 간섭신호가 없을 때 수신신호의 $(C/N_o)_{dB}$ 값은 요구되는 $(C/N_o)_{dB}$ 값보다 충분히 크다.

III. UWB 간섭분석

FCC에서 제시한 UWB 신호의 방사 전력 한도 E_u 는 2.6 GHz에서 동작하는 S-DMB 신호대역에서는 -51 dBm/MHz 즉 -111 dBm/Hz 이다. UWB 기기와 S-DMB 수신기 사이의 거리가 d 라 하자. 이 때 UWB 간섭신호 전력의 경로 손실이 자유공간 손실 조건을 따른다고 가정하면 경로손실 $L_u(dB)$ 는

$$\begin{aligned} L_u(dB) &= 20 \log (4\pi/\lambda) + 20 \log (d) \\ &= 40.87 + 20 \log (d) \end{aligned} \quad (10)$$

가 된다. 예를 들어 $d=4 \text{ m}$ 에서는 53 dB이고 $d=9 \text{ m}$ 에서는 59.9 dB이다. S-DMB 수신부의 front end에서

의 UWB 간섭신호 전력밀도 $S_u(dB)$ 는

$$\begin{aligned} S_u(dB) &= E_u(dB) - L_u(dB) + G_r(dB) \\ &= -111 \text{ dBm/Hz} - 40.87 - 20 \log (d) + 2.5 \text{ dB} \\ &= -149.37 - 20 \log (d) \text{ (dBm/Hz)} \end{aligned} \quad (11)$$

가 된다. S_u 에 해당하는 등가 NT 값 T_u 를 구하기 위해서 $S_u = kT_u$ 라 하면

$$kT_u = 10^{-14.937} \times 10^{-2 \log (d)} = 10^{-14.937}/d^2 \quad (12)$$

이 되므로 UWB 간섭원의 등가 NT는

$$T_u = 83776.25/d^2 \quad (13)$$

가 된다. 따라서 UWB 간섭신호를 포함하는 전체 시스템 NT T_S 는

$$\begin{aligned} T_S &= 150 + 83776.25/d^2 + (10^{0.15} - 1) \times 290 \\ &= 269.6 + 83776.25/d^2 \end{aligned} \quad (14)$$

으로 구해질 수 있다. 이때 $(G_r/T_s)_{dB}$ 는

$$(G_r/T_s)_{dB} = 2.5 - 10 \log (269.6 + 83776.25/d^2) \quad (15)$$

이므로 $(C/(N_o+I))_{dB}$ 값은 식 (8)에 의해서

$$\begin{aligned} (C/(N_o+I))_{dB} &= -110 + 2.5 \\ &\quad - 10 \log (269.6 + 83776.25/d^2) + 198.6 \\ &= 91.1 - 10 \log (269.6 + 83776.25/d^2) \end{aligned} \quad (16)$$

이다. 식 (16)을 이용해서 이격거리에 따른 S-DMB 수신기의 $(C/(N_o+I))_{dB}$ 값은 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. $(C/(N_o+I))_{dB}$ 가 $BER=2 \times 10^{-4}$ 을 보장하는, 즉 $(C/N_o)_{dB}$ 가 56.4 dB-Hz 이상이 되는 d 값은 5.59 m보다 커야 한다. 만약 서로 코릴레이션(correlation)하지 않은 UWB 간섭원 2개가 S-DMB 수신부로 부터 같은 거리에 있다고 가정하자. 이 경우 간섭전력은 UWB 간섭원이 하나인 경우에 비해 근사적으로 3 dB 간섭 전력이 커지게 된다. 같은 이유로 UWB 간섭원이 I 개가 되면 $S_u(dB)$ 값은 $3(I-1)$ 만큼 커지게 되어 $S_u(dB)$ 는

$$S_u(dB) = -149.37 - 20 \log (d) + 3 \times (I-1) \quad (17)$$

가 된다. $I=2$ 인 경우 $(C/(N_o+I))_{dB}$ 가 56.4 dB 이

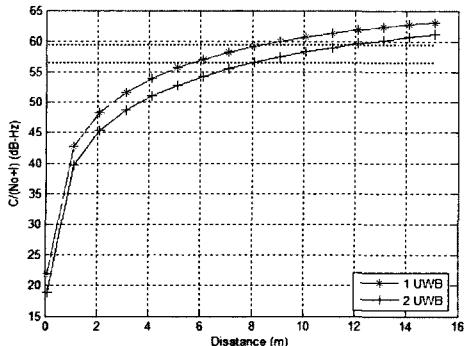


그림 1. 이격 거리에 따른 S-DMB 수신기의 $C/(N_o+I)$.
Fig. 1. $C/(N_o+I)$ of S-DMB receiver versus separation distance.

상이 되는 d 는 $d > 7.9$ m가 된다(그림 1 참조). MBCo 자료에 의하면 S-DMB 수신기가 안테나 다이버시티 기법을 사용하지 않는 경우 요구되는 최소 ($C/(N_o+I)$)_{dB} 값은 59.4 dB-Hz이다. 이를 만족하는 d 값은 1개의 UWB 기기가 있을 때는 $d > 8.3$ m이며, 2개의 UWB 기기가 동작하고 있을 때 $d > 11.75$ m가 요구된다(그림 1 참조).

UWB 기기와의 이격 거리에 따라서 요구되는 $C/(N_o+I)$ 를 만족하는 UWB 방사 전력 한도는 다음과 같이 유도할 수 있다. UWB 방사 전력 한도를 x dBm/Hz라면 식 (11)에 의해서 S-DMB front-end 입력단에서의 UWB 전력밀도, S_u (dB)는

$$\begin{aligned} S_u(\text{dB}) &= x - 40.87 - 20 \log(d) + 2.5 \\ &= x - 38.37 - 20 \log(d) \end{aligned} \quad (18)$$

이다. UWB 기기의 등가 NT 값 T_u 는

$$10 \log(kT_u) = x - 38.37 - 20 \log(d) \quad (19)$$

이므로

$$\begin{aligned} T_u &= 10^{0.1x} \times \frac{10^{-3.837}}{1.38 \times 10^{-20}} \times \frac{1}{d^2} \\ &\approx 10^{(0.1x + 16.02)/d^2} \end{aligned} \quad (20)$$

이 된다. 따라서 간섭신호가 있을 때 식 (14)에 의해서 전체 시스템 NT T_s 는

$$T_s = 269.6 + 10^{(0.1x + 16.02)/d^2} \quad (21)$$

이며, $(G_r/T_s)_{dB}$ 는

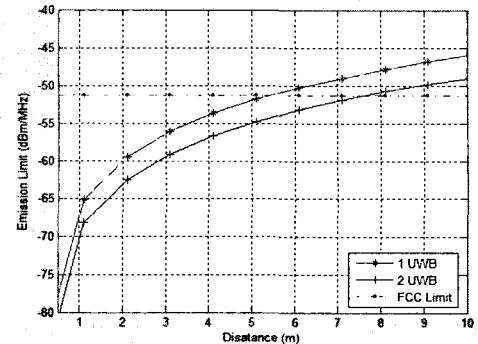


그림 2. 이격 거리에 따른 UWB 방사 전력 한도(Diversity 사용시)
Fig. 2. UWB emission limit versus separation distance (using antenna diversity).

$$(G_r/T_s)_{dB} = 2.5 - 10 \log(269.6 + 10^{(0.1x + 16.02)/d^2}) \quad (22)$$

이고, $\left(\frac{C}{N_o+I}\right)_{dB}$ 의 값은

$$\begin{aligned} \left(\frac{C}{N_o+I}\right)_{dB} &= -110 + 2.5 \\ &\quad - 10 \log(269.6 + 10^{(0.1x + 16.02)/d^2}) + 198.6 \\ &= 91.1 - 10 \log(269.6 + 10^{(0.1x + 16.02)/d^2}) \end{aligned} \quad (23)$$

이 된다.

그림 2는 S-DMB 단말기가 안테나 다이버시티를 사용한 경우, 즉 요구되는 $(C/(N_o+I))_{dB}$ 가 56.4 dB-Hz인 경우 UWB 간섭원과 이격 거리에 따른 UWB 기기의 최대 허용 방사 전력 한도를 나타낸다. 이격 거리가 1 m인 경우의 UWB의 최대 허용 방사 전력 한도는 UWB 기기가 1개일 때는 -66 dBm/MHz가 되고, UWB 기기가 l 개일 때는 $-66 - 3 \times (l-1)$ dBm/MHz가 된다.

그림 3은 S-DMB 단말기가 안테나 다이버시티를 사용하지 않은 경우, 즉 요구되는 $C/(N_o+I)$ 가 59.4 dB-Hz인 경우, 이격 거리에 따른 UWB 기기의 최대 허용 방사 전력 한도를 나타낸다. 이격 거리가 1 m인 경우, UWB의 최대 허용 방사 전력 한도는 UWB 기기가 1개일 때는 -71 dBm/MHz가 요구되고, l 개일 때는 $-71 - 3 \times (l-1)$ dBm/MHz가 요구된다.

IV. I/N_o 기준에 의한 간섭분석

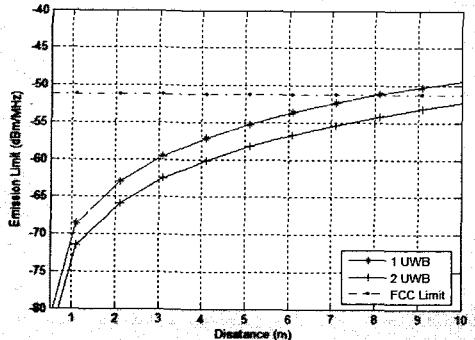


그림 3. 이격 거리에 따른 UWB 방사 전력 한도(Diversity 미 사용시)
Fig. 3. UWB emission limit versus seperation distance (non-using antenna diversity).

Ⅲ절은 UWB 방사 전력 한도를 $C/(N_o + I)$ 관점에서 유도하였다. 본 절에서는 ITU-R Document 1-8/TEMP2 (Rev.2) -E에서 제시한 간섭대 잡음비를 기준으로 UWB 방사 전력 한도를 유도한다^[13]. 통상적으로 C/N_o 을 1 dB 감소시키는 간섭을 허용한도로 정하는 경우가 많다. 허용 간섭 한도 I 가 N_o 의 α 배, 즉 $I = N_o \alpha$ 라면 $\left(\frac{C}{N_o + I}\right)_{dB}$ 는

$$\begin{aligned} 10 \log \left(\frac{C}{N_o + I} \right) &= 10 \log \left(\frac{C}{N_o + \alpha N_o} \right) \\ &= 10 \log \left(\frac{C}{N_o} \right) - 10 \log (1 + \alpha) \end{aligned} \quad (24)$$

로 나타낼 수 있고, 여기서 $10 \log(1+\alpha)=1$ dB를 만족하는 α 는 0.259가 되며, 이를 dB로 표현하면

$$\alpha(dB) = \left(\frac{I}{N_o} \right)_{dB} = 10 \log (0.259) \cong -6 \text{ dB} \quad (25)$$

가 된다. 그러므로 본 절에서는 $(I/N_o)_{dB} = -6$ dB를 기준으로 UWB 간섭원의 이격거리 d 및 허용 방사 전력 한도를 유도하고자 한다. 기저대역 신호처리부 입력단의 잡음 전력 밀도 N_o 은

$$N_o = kT_S G_i (\text{dBm/Hz}) \quad (26)$$

이며, I 는 UWB의 전력밀도 S_u 에 수신부 전체 이득 G_t 를 곱한 것으로

$$I = S_u \times G_t \quad (27)$$

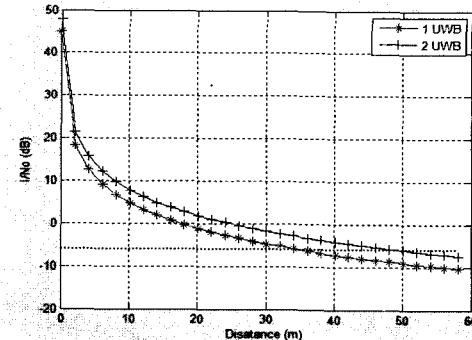


그림 4. 이격거리에 따른 S-DMB 수신기의 I/N_o
Fig. 4. I/N_o of S-DMB receiver versus seperation distance.

이므로 I/N_o 은

$$\frac{I}{N_o} = \frac{S_u G_t}{k T_S G_t} = \frac{S_u}{k T_S} \quad (28)$$

이다. 식 (11)에 의해

$$\begin{aligned} \left(\frac{I}{N_o} \right)_{dB} &= 149.37 - 20 \log(d) \\ &\quad - 10 \log(k) - 10 \log(T_S) \end{aligned} \quad (29)$$

가 되며 k 와 T_S 값(식 (5)와 식 (8) 참조)을 식 (29)에 대입하여 이격거리 d 의 함수로 $(I/N_o)_{dB}$ 를 표현하면 그림 4와 같이 나타낼 수 있다.

그림 4에 의하면 $(I/N_o)_{dB}$ 가 -6 dB 이하가 되기 위해서는 UWB 기기가 1개일 경우 약 35.15 m이상, 2개일 경우 약 49.66 m 이상 이격되어 있어야 한다.

UWB 기기와 S-DMB 단말기와의 이격 거리에 따라 $(I/N_o)_{dB} = -6$ dB를 만족하는 방사 전력 한도는 다음과 같이 유도할 수 있다. UWB 방사 전력 한도가 x dBm/Hz라면 S-DMB front-end 입력단에서의 UWB 전력밀도 S_u 는 식 (18)로 표현할 수 있으며 이를 식 (28)에 적용하면

$$\begin{aligned} \left(\frac{I}{N_o} \right)_{dB} &= \left(\frac{S_u}{k T_S} \right)_{dB} = x - 40.87 - 20 \log(d) \\ &\quad - 10 \log(k) - 10 \log(T_S) \\ &= x - 40.87 - 20 \log(d) + 198.6 - 21.81 \quad (30) \end{aligned}$$

이 된다.

$(I/N_o)_{dB}$ 가 -6 dB를 만족하는 최대 허용 방사 전력을 구하기 위해 식 (30)의 $(I/N_o)_{dB}$ 이 -6 dB

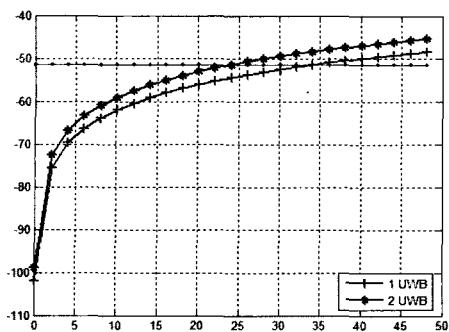


그림 5. 이격 거리에 따른 UWB 방사 전력 한도(I/N_o 기준)

Fig. 5. The UWB emission limit versus seperation distance(I/N_o).

라 하면, UWB의 방사 전력 한도 x 는

$$x = -141.92 + 20 \log(d) \quad (\text{dBm}/\text{Hz}) \quad (31)$$

이 된다.

그림 5는 이격거리에 따라 $(I/N_o)_{dB} = -6$ dB를 만족하는 UWB의 방사 전력 한도를 보여준다. 이격 거리가 1 m이면, UWB 간섭원의 최대 허용 방사 전력은 UWB 기기가 1개일 때는 $-81.92 \text{ dBm}/\text{MHz}$ 이며 UWB 기기가 I 개일 때는 UWB의 최대 허용 방사 전력은 $-81.92 - 3 \times (I - 1) \text{ dBm}/\text{MHz}$ 가 요구된다.

V. 결 론

본 논문에서는 2.6 GHz 대역에서 동작하는 S-DMB 시스템에 대한 UWB 간섭을 분석하였다. 이를 위해 S-DMB 수신기에서의 $C/(N_o + I)$ 값을 S-DMB 사양에 근거해서 유도하였다. S-DMB 시스템의 허용 $C/(N_o + I)$ 은 56.4 (dB-Hz) 로서 UWB 기기가 FCC에서 제시한 허용 기준에 따라 방사하는 경우 S-DMB로 부터 최소한 5.6 m 이상 이격되어 있어야 했다. 신호대 잡음비를 1 dB 떨어뜨리는 정도 까지의 간섭을 허용하는 경우 I/N_o 는 -6 dB 이하이어야 하며 이 기준에 의하면 UWB 기기는 35 m 이상 떨어져 있어야 하는 것으로 나타나 $I/N_o = -6 \text{ dB}$ 가 훨씬 엄격한 간섭 기준임을 알 수 있었다.

S-DMB 수신기와 UWB 기기간의 이격거리가 1 m에서도 S-DMB 수신기가 간섭영향을 받지 않기 위

해서는 UWB 방사 전력 한도가 $-66(\text{dBm}/\text{MHz})$ 이하이어야 $C/(N_o + I)$ 가 $56.4(\text{dB-Hz})$ 이상이 되며, I/N_o 이 -6 dB 이하가 되기 위해서는 UWB 방사 전력 한도가 $-81.92(\text{dBm}/\text{MHz})$ 이하이어야 했다. 이는 기존의 FCC 방사 전력 한도를 최소한 10 dB 이상을 낮추어야 함을 보여준다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-R Document 1-8/8-E, "UWB interference to IEEE 802.11 A/B WLAN", Switzerland, Oct. 2003.
- [2] Matt born, "Summary presentation of the Xtrem spectrum proposal", IEEE 802.15.3a Alternate PHY Standard Call for Proposals, May 2003.
- [3] Gadi Shor, "Wisair's presentation for the 802.15.3a PHY standard", IEEE 802.15.3a Alternate PHY Standard Call for Proposals, Mar. 2003.
- [4] IEEE P802.15 Alternate PHY Call For Proposals 802.15.3-02 /372r8, "Time domain's proposal for UWB multi-band alternate physical layer for 802.15.3a", Time Domain, Jan. 2003.
- [5] Jaiganesh Balakrishnan, "A multiband OFDM system for UWB communication", Ultra Wideband Systems and Technologies, 2003 IEEE Conference on, pp. 354-358, Nov. 2003.
- [6] A. Batra, J. Balakrishnan, etc, "Multiband OFDM physical layer proposal for IEEE 802.15 task group 3a", IEEE P802.15-03/268r2, Nov. 2003.
- [7] ITU-R SG Delayed Contribution Document 1-8/33-E, "Compatibility between receivers of the mobile communications services and emissions by UWB devices", Canada, Jan. 2003.
- [8] Matti Hamalainen, "On UWB system coexistence with GSM900, UMTS/WCDMA, and GPS", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 20, pp. 1712-1721, Dec. 2002.
- [9] Jeffrey R. Foerster, "Interference modeling of pulsed UWB waveforms on narrowband systems", VTC Spring 2002. IEEE 55th, vol. 4, pp. 1931-1935, May 2002.
- [10] ITU-R BO.1130-4 Rec.2, "Systems for digital

satellite broadcasting to vehicular, port able and fixed receivers in the bands allocated to BSS (sound) in the frequency range 1400-2700 MHz", ITU-R, Apr. 2001.

[11] <http://www.mbc.co.jp>

[12] Kai Chang, *RF and Microwave Wireless Systems*,

Wiley Inter-Science, 2000.

[13] ITU-R Document 1-8/TEMP/2 (Rev.2)-E, "Working document for chapter 5.2 of The TG 1/8 report on ultra-wideband compatibility with the satellite broadcasting service in the bands 1452-1492 MHz and 2320-2345 MHz", ITU-R, Oct. 2003.

박 태 흥



2003년 2월: 광운대학교 전자공학부 (공학사)
2005년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)
[주 관심분야] S-DMB 시스템, UWB 시스템 양립성 분석

양 훈 기



1985년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
1987년 5월: SUNY at Buffalo, 전기 및 컴퓨터공학과 (공학석사)
1992년 5월: SUNY at Buffalo, 전기 및 컴퓨터공학과 (공학박사)
1993년 3월~현재: 광운대학교 전파

공학과 교수

[주 관심분야] UWB 시스템, RFID 시스템 설계, 스펙트럼 엔지니어링

박 성 균



1985년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
1987년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1994년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
1994년 9월~현재: 공주대학교 정 보통신공학과 교수
[주 관심분야] 전파신호처리, 이동통신시스템 분석, 디지털 방송 음향 신호처리