

ISM 기기의 전파간섭 모형 및 방사 기준치 분석

Analysis of CISPR Interference Model and the Emission Limits for ISM Equipment

박진아 (J.A. Park) 스펙트럼공학연구팀 연구원
박승근 (S.K. Park) 스펙트럼공학연구팀 책임연구원

목 차

-
- I. 서론
 - II. CISPR 혼신모형
 - III. CISPR 기준치 분석
 - IV. ISM 기기의 전파환경 측정결과 고찰
 - V. 시사점

본 논문에서는 WRC-12 의제 8.1.1과 관련하여 ISM 기기로부터 전파통신 서비스의 영향을 파악할 목적으로 CISPR 통계적인 전파혼신 모형과 CISPR 11의 방사 기준치를 수신전력 관점에서 분석하였고, 산업공단에 설치된 열처리용 ISM 기기와 병원의 MRI로부터 복사되는 전파세기의 필드 측정치를 제시하였다. 본 논문의 분석결과에 따르면, 2.3GHz 주파수 대역에 적용되는 CISPR 11의 방사 침투치 $110\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}@3\text{m}$ 와 가중치 $60\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}@3\text{m}$ 는 와이브로 보호를 위하여 재검토할 필요가 있다.

I. 서론

최근 급속하게 진화해 온 통신기술의 발전은 바쁜 현대인에게 시간과 장소에 구애 받지 않고 업무의 효율성을 극대화 할 수 있는 장점과 정보전달 능력의 새로운 패러다임을 제공하며, 현대인의 삶에서 절대 배제할 수 없는 중요한 자원으로 인식되고 있다[1]. 이동통신분야에서부터 의료산업, 항공 및 우주산업에 이르기까지 전파를 이용한 통신기술들은 우리 주변에서 쉽게 찾을 수 있다. 특히 최근에는 RFID, 무선랜, 블루투스, 지그비 등과 같이 작은 전파를 사용하여 근거리에서 음성 및 영상, 데이터 전송, 원격제어 등의 산업 활동에 활용하거나 지하철, 버스에서 요금결제에도 이용하는 등 그 활용이 점차 다양해지고 있는 추세이다. 이러한 추세를 따라 미국 FCC는 1985년 다양한 무선기술개발을 장려하기 위해 산업, 과학, 의료용으로 사용하기로 한 ISM 대역을 자유롭게 사용하도록 허락하였으며, 한국 또한 2001년 ISM 대역을 사용하여 소출력 무선기기가 운용할 수 있도록 유권해석하여 근거리 무선기기 발전의 발판을 마련하였다.

ISM 대역을 이용하여 다양한 전파이용 기술이 활성화되는 순기능에도 불구하고, 전파이용 비율이 높아질수록 전파이용기기 간에 전파간섭이 발생할 수도 있다는 역기능적인 측면도 함께 부각되었다. 유럽에서는 900MHz ISM 대역에서 이동전화(GSM)와 전자레인지간 전파간섭을 다룬 논문이 발표되었으며[2], 한국에서도 다양한 ISM 기기와 무선통신기간 전파간섭 실험 결과가 발표되었다[2],[3]. 이에 각국에서는 전파간섭에 많은 연구를 하고, 전기, 전자기기에 적절한 전자파 장애 및 내성에 대한 규제를 시행하고 있다. 그러나 ISM 대역을 이용한 다양한 ISM 기기 및 무선기기가 계속 증가하고 있어 전파간섭의 문제가 더욱 부각되고 있다.

이에 2007년 개최된 세계전파통신회의(WRC)에서는 결의(Resolution) 63을 채택하고, 국제전기통신연합(ITU-R)-전파통신부문(Radiocommunication sector) 1 연구반(SG1)에서 WRC-12 의제 8.1로

‘ISM 기기가 전파통신 업무에 미치는 영향’을 분석하고 연구결과를 2012년까지 보고하도록 지시하였다. 다음은 결의 63의 주요 원문이다.

Resolution 63 (Rev.WRC 07) Protection of radiocommunication services against interference caused by radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment

resolves

that, to ensure that radiocommunication services are adequately protected, studies are required on the limits to be imposed on the radiation from ISM equipment within the frequency bands designated in the Radio Regulations for this use and outside of those bands

현재, ITU-R에서는 ISM 기기의 방사 기준치를 따로 적용하지 않고, ITU-R 권고서 SM.1056을 통하여 ISM 기기는 최신 CISPR의 방사기준치를 준용하도록 하고 있다.

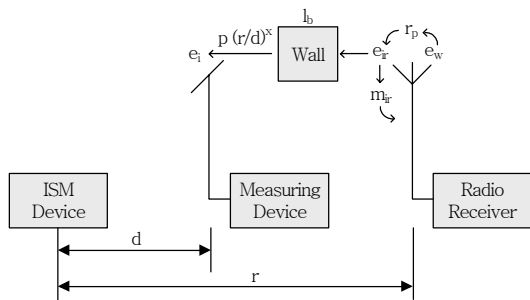
이와 관련하여 국내 ITU-R 연구반(SG1)에서는 2008년 6월 제네바에서 개최된 ITU-R SG1 WP1A 회의에 참가하여 ISM 기기가 전파통신 업무에 미치는 혼신을 분석하기 위해서는 통신기간 분석모형 이외에 ISM 기기의 특성이 반영된 혼신모형의 정립이 요구됨과 현행 CISPR 11 기준치가 전파통신 업무 보호에 적합한가를 정확히 분석할 필요가 있음을 기고하였다. 2009년 2월 서울에서 개최된 회의에서는 CISPR 16-4-4의 혼신모형을 소개하였고, ISM 기기로부터의 영향을 총체적으로 분석하기 위한 ITU-R Report의 필요성을 기고하였다. 회의결과, 연구필요성을 인식한 대표단들이 DG를 결성하여 ISM 개요, 정의, 주파수 대역, 혼신, 방사특성, CISPR 16-4-4 혼신모형, CISPR 11 방사기준치 분석, ISM 기기 전파환경 측정 등을 전반적으로 다룰 수 있도록 보고서 목차를 마련하였다. 또한, 2009년 9월 제네바에서 개최된 회의에 참석하여 ITU-R Report 초안을 마련하여 기고하였다.

본 고에서는 2009년 9월 회의에 기고한 내용 중에서, ISM 기기의 방사 기준치를 계산하는 데 이용되는 혼신모형과 이를 근거로 마련된 ISM 기기의 방사 기준치를 분석하였다. 또한 5곳의 병원에서 측정된 MRI와 2곳의 산업현장에서 측정된 유

도가열장치의 스펙트럼을 바탕으로 ISM 기기가 전파통신업무에 미치는 영향과 국내 와이브로 대역에 대한 ISM 방사 기준치의 추가 연구 필요성을 제시하였다.

II. CISPR 혼신모형

본 장에서는 ISM 기기의 방사 기준치를 계산하는데 이용되는 혼신모형, CISPR 16-4-4를 소개한다. CISPR 16-4-4는 “전파통신 업무를 보호하기 위한 기준치”를 논의하는 CISPR H 분과위원회에서 마련한 기술 보고서로서, 가우시안 확률분포 이론(Gaussian probability distribution theory)을 이용하여 ISM 기기에서 방출되는 기준치를 결정하는 방법이며, 1GHz 이상과 이하의 주파수에서 이용되는 두 가지 모델로 구분된다. 현재 CISPR 16-4-4를 근거로 마련된 CISPR 11 기준치는 국제적으로 이용되고 있다. (그림 1)은 ISM 기기의 방사 기준치를 결정하기 위한 기본 모델이다[4].



(그림 1) ISM 기기의 기준치 계산을 위한 기본모형

여기서,

- e_w : ISM 기기로부터 거리 $r(m)$ 떨어진 곳에서 무선기기의 안테나로 수신되는 원하는 신호(wanted signal)의 장 세기(field strength)
- e_{ir} : 무선기기의 안테나에 허용되는 간섭신호(interfering signal)의 장 세기로서, $e_{ir} = e_w/r_p$ 로 계산
- r_p : 보호비(Protection Ratio)

- m_{ir} : 무선기기의 안테나 편파와 간섭신호 e_{ir} 의 편파에 대한 보정 파라미터
- l_b : 빌딩이나 다른 장애물의 차폐 요소
- $d(m)$: ISM 기기와 측정장비간의 거리
- x : 파장 전파계수(wave propagation coefficient)이다.

원하는 신호세기 e_w 와 보호비 r_p 가 결정되면, 측정거리 $d(m)$ 에서 간섭원의 역할을 하는 ISM 기기로부터 복사되는 간섭신호의 허용 가능한 장 세기, e_i 는 거리보상, 전파 및 건물의 감쇠특성, 편파 등을 반영하여 식 (1)과 같이 계산된다.

$$e_i = [(e_w/r_p) \times m_{ir} \times l_b \times (r/d)^x] \quad (1)$$

계산의 편리를 위하여, (1)의 간섭신호 세기 e_i 를 로그 스케일로 변환하면, (2)와 같다.

$$E_i = E_w - R_p + M_{ir} + L_b + 20x \log(r/d) \text{ (dB)} \quad (2)$$

수신기에서 일정한 품질을 보장받을 수 있는 확률, q 는 $R_p(m_R, S_R)$ 가 R_p^* 보다 클 확률로 주어지며, (3)과 같이 표현된다.

$$P[R_p(m_R, S_R) > R_p^*] = q \quad (3)$$

여기서,

- $P[]$: 확률함수
- $R_p(m_R, S_R)$: (2)의 R_p 에 대한 확률변수로 수신 안테나 입력단에서 측정된 신호 대 잡음비(랜덤변수)로서 평균 m_R 과 표준편차 S_R 를 가짐
- R_p^* : $R_p(m_R, S_R)$ 의 특정한 신호 대 잡음비, 즉 최소 허용된 신호 대 잡음비(상수)
- q : 원활한 무선통신을 보장하는 확률값으로 클수록 간섭신호 세기 E_i 는 작아짐

확률변수 $E_w, G_w, E_i, G_i, L_o, L_b, M_{ir}$ 이 가우시안 확률분포를 가지므로 각 가우시안 분포의 평균과 표준편차를 $R_p(m_R, S_R)$ 에 대하여 풀면, (4)와 같다.

$$R_p(m_R, S_R) = E_w(m_w, s_w) + G_w(m_{Gw}, s_{Gw}) - [E_i(m_i, s_i) + G_i(m_{Gi}, s_{Gi}) - L_o(m_{Lo}, s_{Lo}) - L_b(m_{Lb}, s_{Lb}) + M_{ir}(m_{Mir}, s_{Mir})] \text{ dB} \quad (4)$$

여기서,

- E_w : 원하는 신호의 장 세기로 평균 m_w 과 표준편차 s_w 를 가짐
- E_i : 간섭신호의 장 세기로 평균 m_i 과 표준편차 s_i 를 가짐
- G_w : 원하는 신호의 무선기기 수신안테나 이득으로 평균 m_{Gw} 과 표준편차 s_{Gw} 를 가짐
- G_i : 간섭신호(ISM 신호)의 무선기기 수신안테나 이득으로 평균 m_{Gi} 과 표준편차 s_{Gi} 를 가짐
- L_o : 장애물이 없는 환경에서의 경로손실 값으로 평균 m_{Lo} 와 표준편차 s_{Lo} 를 가짐
- L_b : 장애물의 감쇠값으로 평균 m_{Lb} 과 표준편차 s_{Lb} 를 가짐
- M_{ir} : ISM 신호와 무선기기의 안테나 편파 차이에 의한 손실값으로 평균 m_{Mir} 과 표준편차 s_{Mir} 를 가짐. 만약, ISM 신호와 무선기기의 안테나 편파 차이가 없다면 M_{ir} 은 0dB이다.

(4)와 가우시안 확률이론을 이용하여 확률변수 R_p 의 평균과 표준편차를 구하면, (5)와 (6)과 같다.

$$m_R = m_w + m_{Gw} - m_i - m_{Gi} + m_{Lo} + m_{Lb} - m_{Mir} \quad (5)$$

$$s_R = (s_w^2 + s_i^2 + s_{Gw}^2 + s_{Gi}^2 + s_{Lo}^2 + s_{Lb}^2 + s_{Mir}^2)^{1/2} \quad (6)$$

(4)를 정규화하면, (7)을 얻는다.

$$P[R_p(m_R, s_R) > R_p^*] = F[-(R_p^* - m_R)/s_R] = q \quad (7)$$

여기서, $F[\]$: 평균이 0이고 표준편차가 1인 가우시안 분포함수이다. 평균 m_R 은 가우시안 분포함수의 역함수를 이용하여 (8)과 같이 구한다.

$$m_R = R_p^* + t_q s_R \quad (8)$$

여기서, t_q : $F^{-1}[q]$ 이다. (5)와 (6)을 (8)에 대입하여 간단히 정리하면, (9)와 같이 평균 m_i 값을 구할 수 있다.

$$m_i = m_w + m_{Gw} - m_{Gi} + m_{Lo} + m_{Lb} - m_{Mir} - R_p^* - t_a(s_w^2 + s_i^2 + s_{Gw}^2 + s_{Gi}^2 + s_{Lo}^2 + s_{Lb}^2 + s_{Mir}^2)^{1/2} \quad (9)$$

일반적으로 E_i 값은 전계강도 기준치 E_{Limit} 보다 작으므로, 정규화 과정을 통하여 (10)과 같은 관계를 구할 수 있다.

$$P[E_i < E_{Limit}] = F[(E_{Limit} - m_i)/s_i] = b \quad (10)$$

가우시안 분포함수의 역함수를 (10)에 적용하면, 전계강도 허용치 E_{Limit} 는 (11)과 같이 정리된다.

$$E_{Limit} = m_i + t_b s_i \quad (11)$$

여기서, t_b : $F^{-1}[b]$ 이다. 경로손실 평균값 m_{Lo} 는 $20 \times \log(r/d)$ 이므로, (9)와 (11)을 이용하면 최종적인 전계강도 허용치를 구하는 계산식을 (12)와 같이 얻을 수 있다.

$$E_{Limit} = m_w + m_{Gw} - m_{Gi} + x \times 20 \log(r/d) + m_{Lb} - m_{Mir} - R_p^* + t_b s_i - t_a(s_w^2 + s_i^2 + s_{Gw}^2 + s_{Gi}^2 + s_{Lo}^2 + s_{Lb}^2 + s_{Mir}^2)^{1/2} \quad (12)$$

일반적으로 CISPR 16-4-4에서는 가우시안 분포의 80%에 해당되는 값인 0.84로 t_a 와 t_b 값을 설정한다. <표 1>은 1GHz 이하의 CISPR 혼신모형에 의한 ISM 기기의 전계강도 허용치 계산 예를 보여준다.

<표 1> 주파수 1GHz 이하에서의 ISM 전계강도 허용치 계산 예

시험 측정거리(d_m)	ISM 기기와 무선기기간의 거리(r_m)		
3	20		
자유공간 계수 × (1 or 1~1.5)	보호비(R_p _dB)		
1	9		
$a = P(R_p \geq R_p^*)/t_a = F^{-1}(a)$	$b = P(E_i \leq E_{Limit})/t_b = F^{-1}(b)$		
0.84	0.84		
원하는 신호의 전계강도 (E_w _μV/m)	원하는 신호에 대한 수신안테나 이득(G_w _dB)		
평균 m_w	표준편차 s_w	평균 m_{Gw}	표준편차 s_{Gw}
16	2	0	0.1
ISM 신호에 대한 수신안테나 이득(G_i _dB)	경로손실($L_o = 20 \times \log_{10}(r/d)$ _dB)		
평균 m_{Gi}	표준편차 s_{Gi}	평균 m_{Lo}	표준편차 s_{Lo}
0	0.1	16.47817482	0.1
장애물 손실(L_b _dB)	안테나 편파 일치(M_{ir} _dB)		
평균 m_{Lb}	표준편차 s_{Lb}	평균 m_M	표준편차 s_M
1	0.1	-0.880	0.1
방해 ISM 신호(E_i _μV/m)	전계강도 허용치(E_{Limit} _μV/m)		
평균 m_i	표준편차 s_i		
21.948	0.1	22.03177482	

Ⅲ. CISPR 기준치 분석

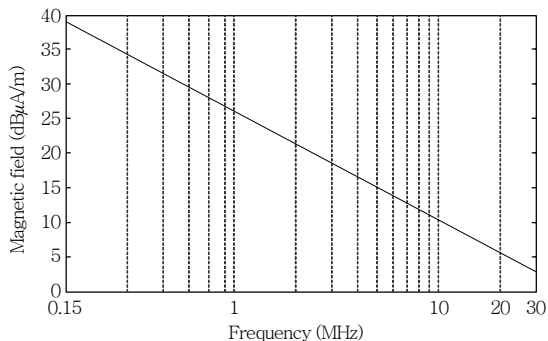
이 장에서는 ISM 기기가 전파통신 업무에 미치는 영향을 분석하기 위해 ISM 기기의 방사 기준치, CISPR 11을 분석한다. CISPR 16-4-4에 의해 마련된 CISPR 11은 ISM 기기의 방사 기준치를 전계장이나 자계장의 측면에서 나타낸다. 그러나 기준치의 측정은 측정수신기의 특정한 검출모드(침두, 준침두, 평균, 가중치 등)에서 수행되므로, ISM 기기로부터 전파통신서비스에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 전계장이나 자계장으로 나타낸 ISM 기기의 방사 기준치(dBμV/m)를 수신전력(dBm)으로 변환할 필요가 있으며, 변환 수식은 (13)과 같다.

$$P_R(\text{dBm}) = E(\text{dB}\mu\text{V/m}) + G_R(\text{dBi}) - 20\log F(\text{MHz}) - 77.2 \quad (13)$$

여기서,

- P_R : 무선국의 수신전력(dBm)
- G_R : 수신된 안테나의 이득(dBi)
- F : 무선국의 주파수(MHz)이다.

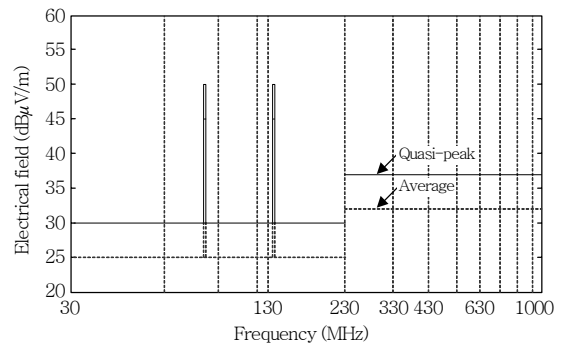
CISPR 11의 방사 기준치는 Group 1, 2와 Class A, B의 조합으로 이루어져 있다. 그 중에서 전파통신서비스와 근거리에서 이용될 확률이 높은 ISM 기기의 조합은 Group 2/Class B이므로, 이 장에서는 Group 2/Class B의 CISPR 11 기준치만 분석하였다[5]. (그림 2)~(그림 4)는 CISPR 11 <표 4, 7, 8>의 방사 기준치를 그림으로 나타낸 것이다.



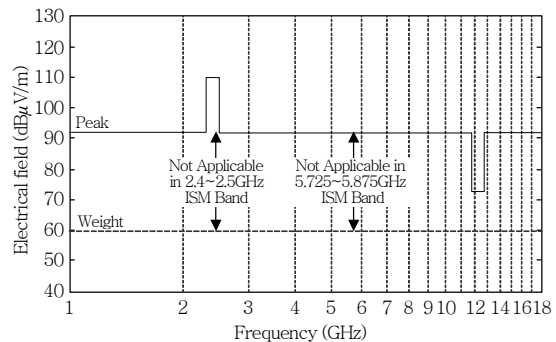
(그림 2) 30MHz 이하에서 Group 2/Class B의 자계 기준치

(그림 5)와 (그림 6)은 (그림 3)과 (그림 4)의 기준치를 (13)에 따라 안테나 이득 0dBi를 갖는 무선국의 수신전력으로 각각 변환한 것이다.

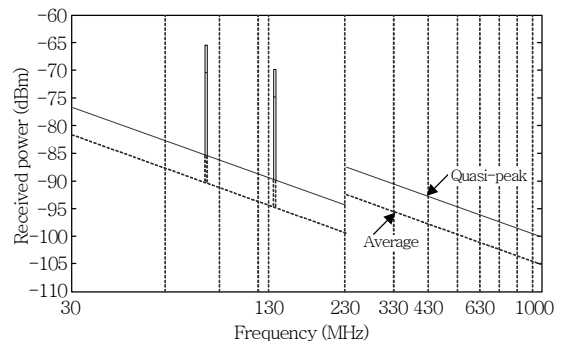
(그림 4)의 전계강도 허용치를 보면, 주파수 2.3~2.4GHz에서의 침두 허용치는 1MHz로, 측정으로 110dBμV/m@3m 이하이어야 하고, 가중 허용치는 60dBμV/m@3m 이하이다. (그림 6)은 이러한 2개



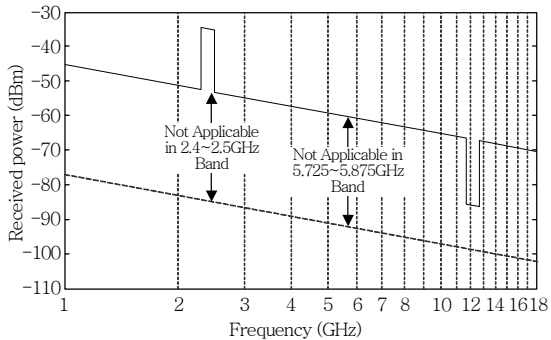
(그림 3) 30MHz~1GHz 사이 Group 2/Class B의 전계 기준치



(그림 4) 1~18GHz 사이 Group 2/Class B의 전계 기준치



(그림 5) 30MHz~1GHz 사이 Group 2/Class B의 수신전력



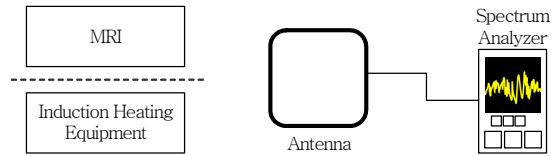
(그림 6) 1~18GHz 사이 Group 2/Class B의 수신전력

의 전계강도 허용치를 안테나 이득 0dBi를 기준으로 수신전력을 환산한 것으로서, 각각 대응되는 수신 전력치는 약 -35dBm과 약 -85dBm이다. 여기에서, 가중 허용치의 측정방법은 비디오 대역폭을 1MHz에서 10Hz로 줄여서 수신기의 잡음레벨을 낮추어 이산 스퓨리어스를 보다 잘 측정하는 기법으로서 측정시간에 대한 평균 측정치는 아니다.

일반적으로 무선기기의 혼신분석에는 간섭전력의 평균치가 침투치보다 중요하다. 침투치에 의해서 무선기기가 혼신을 받을 경우는 에러 코딩에 의해서 오류가 정정될 수 있지만, 평균치는 지속적으로 무선기기에 혼신을 주므로 침투치보다 심각한 유해간섭을 발생시킬 수 있다[6]. 따라서 현행 가중 허용치 $60\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}@3\text{m}$ 이하는 이론적인 혼신분석과 실험을 통하여 검토되어야 한다.

IV. ISM 기기의 전파환경 측정결과 고찰

이 장에서는 병원에서 사용되는 MRI와 유도가열장치가 흔히 사용되는 산업현장에서 ISM 기기의 전파환경을 측정한 구성도와 결과를 나타내었다. ISM 기기로부터의 누설전력을 확인하기 위해, 우선 MRI와 유도가열장치는 꺼진(off) 상태의 스펙트럼을 측정하고, 이어 장비가 켜진(on) 상태의 스펙트럼을 측정하여 각각 비교하였다. 측정구성도는 (그림 7)과 같고 루프 안테나가 사용되었다.



(그림 7) 측정구성도

1. 자기공명단층촬영장치(MRI)

병원에 설치된 MRI 방으로부터 누설되는 전파의 세기를 루프 안테나의 수평편파와 수직편파로 각각 측정하였다. 4개 병원은 MRI 방으로부터 5m 떨어진 곳에서 측정하였고, 측정여건이 용이하지 않은 1개 병원에서는 MRI 방으로부터 루프 안테나를 10m 이격하여 측정을 실시하였다.

(그림 8)은 병원에서 측정된 사진이며, (그림 9)는 서울과 대전에서 각각 측정된 MRI 5대의 스펙트럼이다.

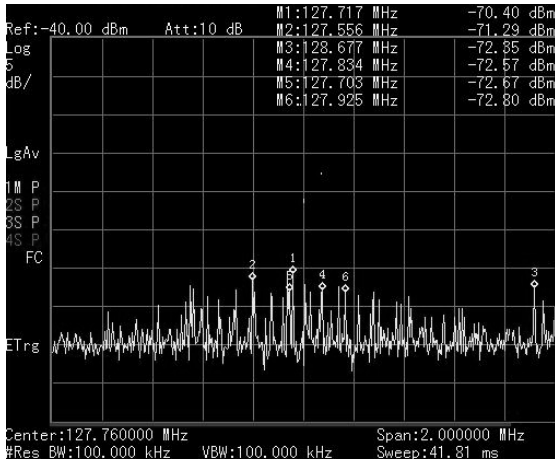


(a) 수직편파

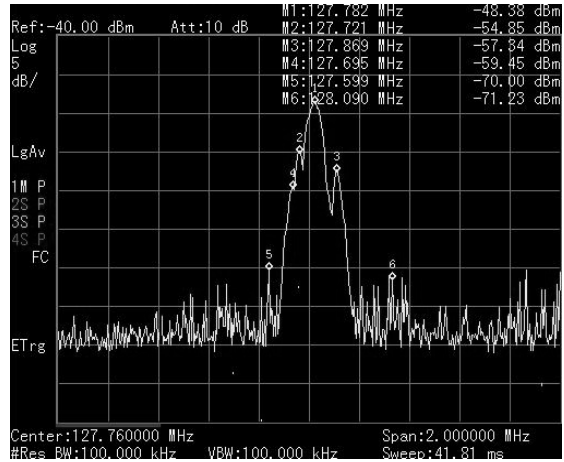


(b) 수평편파

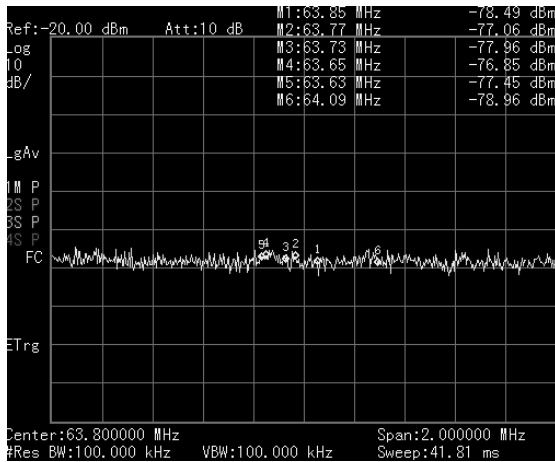
(그림 8) MRI 신호 측정사진



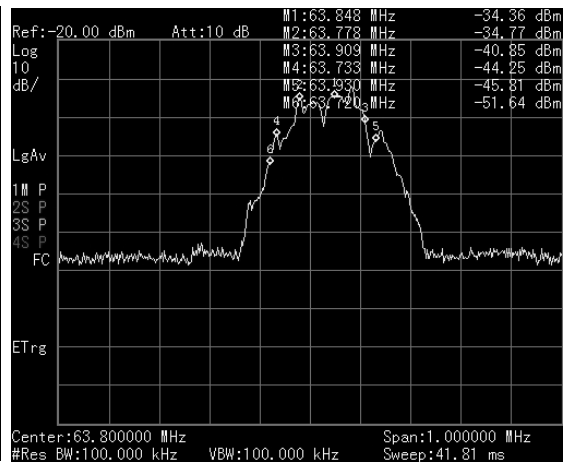
(a) MRI A Off



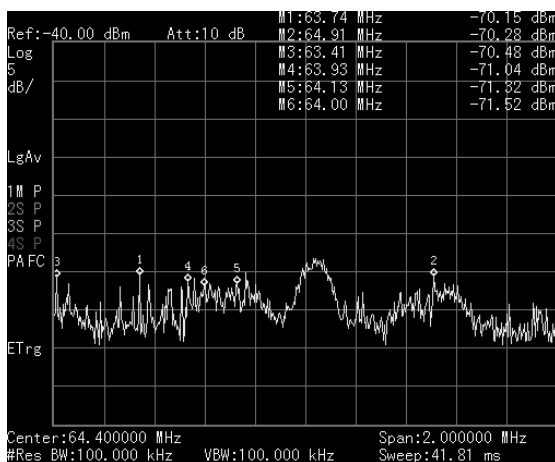
(a') MRI A On



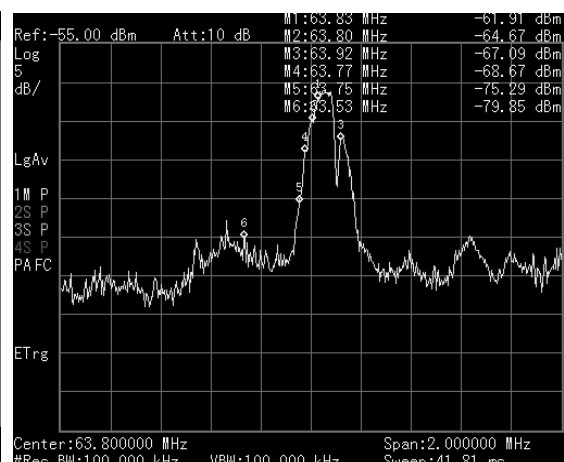
(b) MRI B Off



(b') MRI B On



(c) MRI C Off

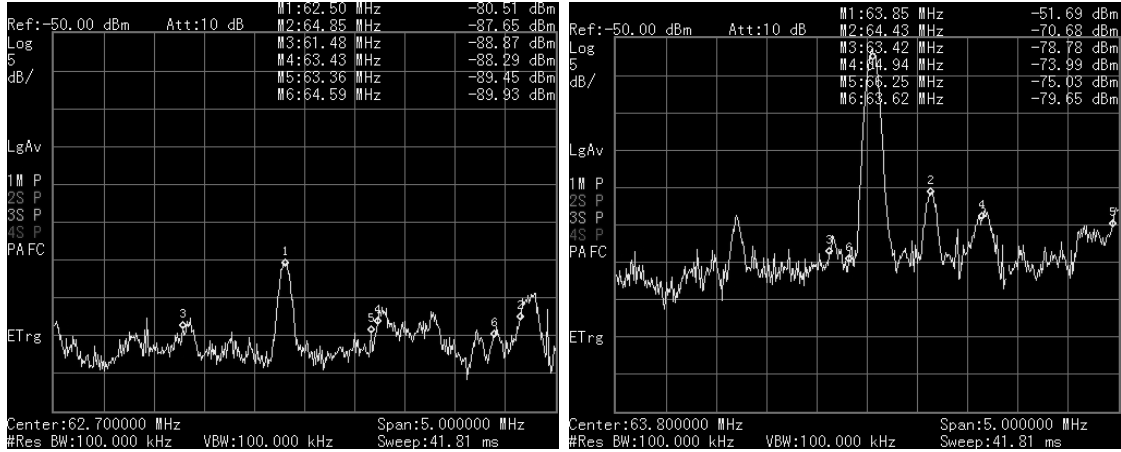


(c') MRI C On

(뒷장에 계속)

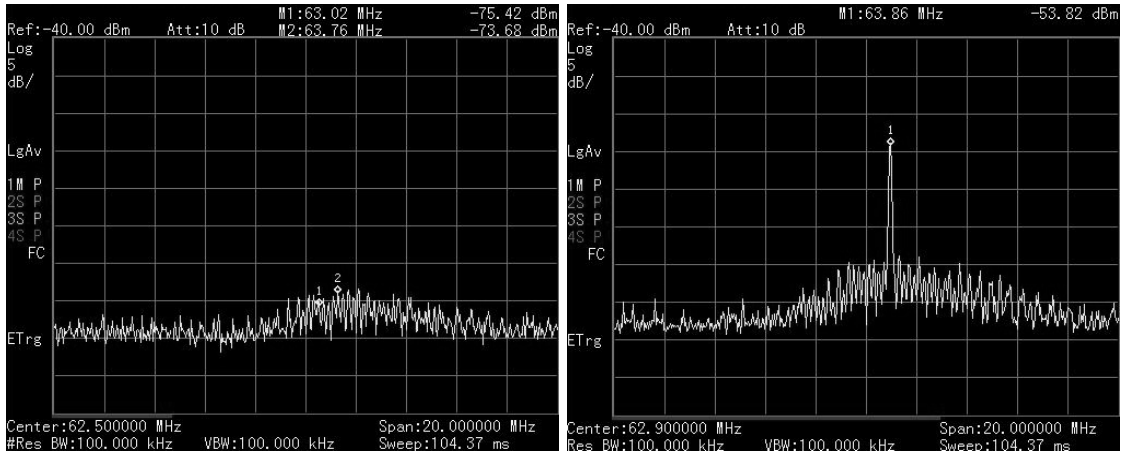
(그림 9) MRI Off와 On시 스펙트럼

(계속)



(d) MRI D Off

(d') MRI D On



(e) MRI E Off

(e') MRI E On

(그림 9) MRI Off와 On시 스펙트럼

<표 2> 5m 측정거리에서 MRI의 측정결과

	Off		On	
	주파수(MHz)	측정값(dBm)	주파수(MHz)	측정값(dBm)
MRI A	127.717	-70.40	127.782	-48.38
MRI B	63.85	-78.49	63.848	-34.36
MRI C	63.74	-70.15	63.83	-61.91
MRI D	62.50	-80.51	63.85	-51.69
MRI E*	63.76	-73.68	63.86	-53.82

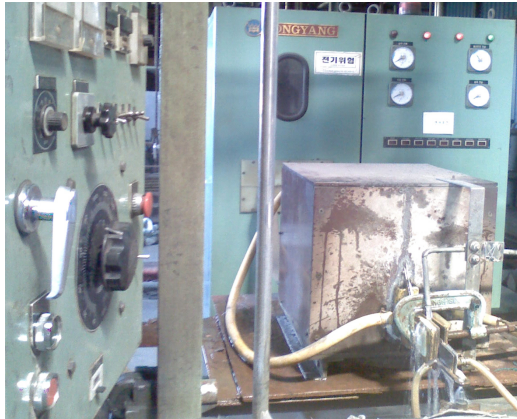
주) * 측정거리: 10m

<표 2>는 5m 거리에서 측정된 병원 4곳과 10m 거리에서 측정된 병원 1곳의 MRI off 시와 on 시의 최대 수신전력값이며, 그때의 주파수를 나타낸 것이다. 1대의 MRI 장비는 127MHz 대역을 사용하고

나머지 4대의 MRI 장비는 60MHz 대역을 사용하는 것으로 나타났고, MRI B가 5곳 중 가장 높은 신호(-34dBm@63.8MHz)를 나타냈다. 이는 63.8MHz 주파수 대역을 사용하는 전파통신서비스가 낮은 신호로 통신하고 있을 때 간섭신호로 작용할 수 있다.

2. 유도가열장치

(그림 10)은 측정에 이용된 산업용 유도가열장치(induction heating equipment)의 사진으로 (a)는 자동차 부품회사에서 사용하는 유도가열장치로 출력은 50kW이다. (b)는 주로 천막사에서 사용하는

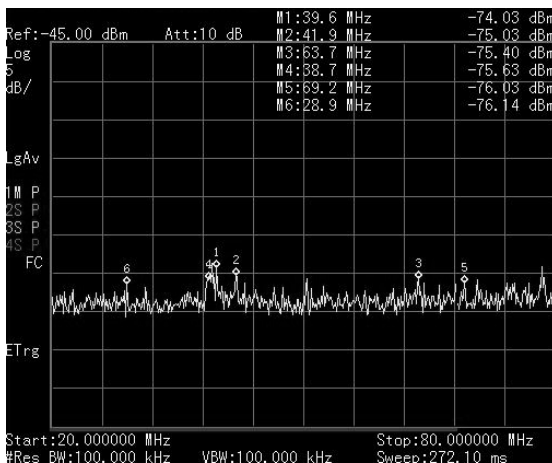


(a) 열처리기기(자동차부품)

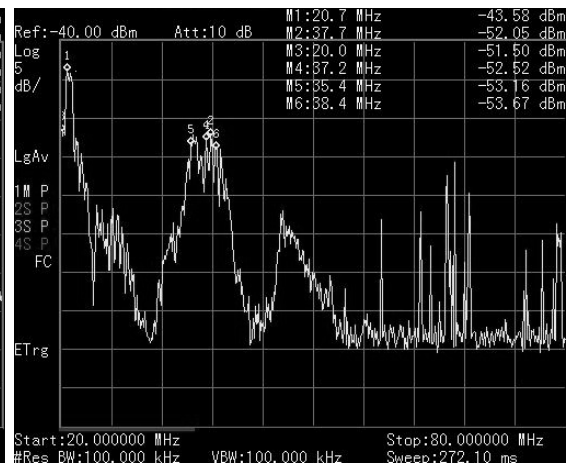


(b) 열처리기기(천막사)

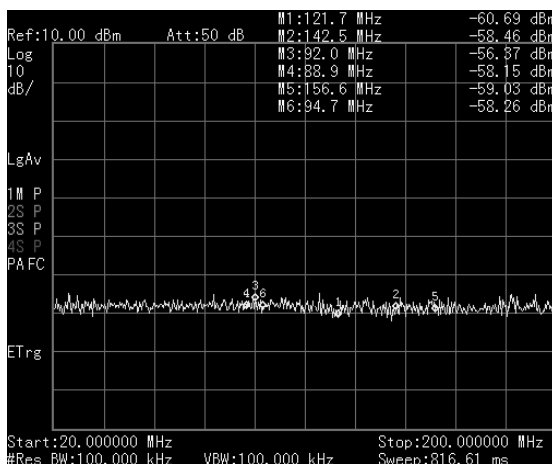
(그림 10) 산업용 유도가열장치 사진



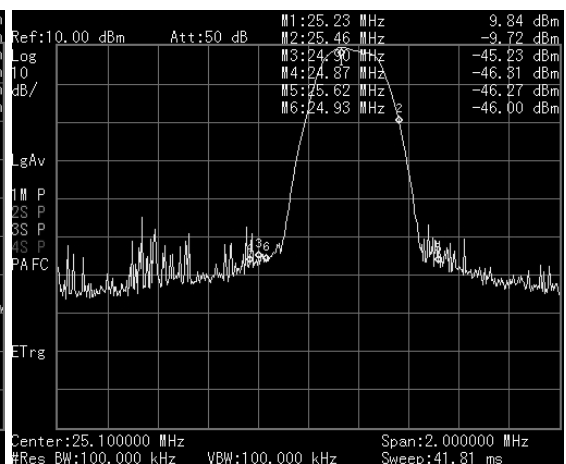
(a) 열처리기기 A Off



(a') 열처리기기 A On



(b) 열처리기기 B Off



(b') 열처리기기 B On

(그림 11) 유도가열장치 Off와 On시 스펙트럼

유도가열장치로 출력은 3kW이다. (그림 11)은 3m 거리에서 측정된 유도가열장치의 off 시와 on 시의 스펙트럼을 비교한 것이다.

<표 3>에 의하면, 유도가열장치로부터 누설된 신호의 방사값은 각각 -43.58dBm와 9.84dBm로 나타났다. 일반적으로 전파통신서비스의 수신감도가 -80~-100dBm로 판단한다면, 전파통신서비스에 혼신을 야기할 수 있는 가능성이 높다.

<표 3> 3m 측정거리에서 유도가열장치의 측정결과

	Off		On	
	주파수(MHz)	측정값(dBm)	주파수(MHz)	측정값(dBm)
유도가열 장치 A	39.6	-74.03	20.7	-43.58
유도가열 장치 B	75.6	-56.37	25.23	9.84

V. 시사점

본 논문에서는 ISM 기기로부터 복사되는 전파가 전파통신 서비스의 영향 여부를 파악할 목적으로 CISPR가 ISM에 대한 방사 전계강도 허용치를 결정하는 과정에 사용되는 통계적인 전파혼신 모형을 살펴 보았다. CISPR 통계 혼신모형은 무선통신 분야에서 잘 알려진 Monte-Carlo 방법에 사용되는 모든 확률변수의 분포를 모두 가우시안 분포로 가정하고 유도된 것으로, 합리적인 모형으로 판단된다. 다만, CISPR 통계 혼신모형에 사용되는 보호비, 이격거리 등 설치환경 시나리오에 따라 CISPR 전계강도 허용치가 큰 차이를 보이므로 ISM 기기와 희생 무선기기간의 RF 규격에 대한 합의가 매우 중요하다.

적은 수의 샘플링 필드측정을 통하여 얻는 결과를 보면, 설치된 ISM 기기의 주변에는 예상보다 높은 누설 전계강도가 측정되었으므로 보다 신뢰성이 높은 측정치를 얻기 위하여 도시 중심으로 보다 많은 수의 필드측정을 실시할 필요가 있다. 특히, 2.3GHz 주파수 대역에 적용되는 현행 CISPR 11의 방사 측

두치 110dB μ V/m@3m와 가중치 60dB μ V/m@3m는 와이브로 보호를 위하여 재검토가 바람직하다.

약어 정리

CISPR	International Electrotechnical Commission/ International Special Committee on Radio Interference
DG	Drafting Group
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ITU-R	International Telecommunication Union- Radiocommunication sector
MRI	Magnetic Resonance Imaging
RR	Radio Regulations
SG	Study Group
WARC	World Administrative Radio Conference
WP	Working Party
WRC	World Radiocommunication Conference

참고 문헌

- [1] 박성균 외, "전파응용설비에 의한 전파간섭 분석 및 개선 방안에 관한 연구," 전파진흥원(KORPA 연구 2007-17), 2008. 5.
- [2] P.B. Kenington and D.W. Bennett, "Field Measurements Study into the Potential Effects of ISM Emissions on Cellular Radio Equipment," *IEE Proc. -Sci. Meas. Technol.*, Vol.144, No.3, May 1997.
- [3] Jin-A Park, Seung-Keun Park, Dong-Ho Kim, Pyung-Dong Cho, and Kyoung-Rok Cho, "Experiments on Radio Interference Between Wireless LAN and Other Radio Devices on a 2.4 GHz ISM Band," *IEEE VTC-2003 Spring*, Apr. 2003.
- [4] CISPR, *Uncertainties, statistics and limit modeling - Statistics of complaints and a model for the calculation of limits for the protection of radio services*, CISPR Publication 16-4-4, July 2007.
- [5] CISPR, *Industrial, Scientific and Medical(ISM) radio-frequency equipment -Electromagnetic*

disturbance characteristics Limits and methods of measurement, CISPR Publication 11, June 2004.

[6] FCC, *FCC Methods of Measurements of Ra-*

dio Noise Emissions from Industrial, Scientific, and Medical Equipment, FCC/OST MP-5, Feb. 1986.