

친 의료 환경을 위한 스펙트럼 인지기술

(A spectrum sensing technique for green medical environments)

김승환* · 전태현**
(Seunghwan Kim · Taehyun Jeon)

Abstract

In this paper, we review the effects of RF interference of medical equipment or other electric equipment which can emit radio frequency in the general hospitals environments which are in many cases being under the influence of various electromagnetic field. Using spectrum analysis method, we found some devices could effect on the frequency of telemetry system. We also investigate the relationship between intensity of the signal and distance for the selected equipment used in hospitals.

1. 서론

병원에서 치료중인 환자의 활동성을 보장하고 서비스 생산성과 효율성 개선을 위해 점차 무선 의료기기를 도입하고 있다. 무선을 이용한 의료기기의 장점으로는 환자와 의료진의 활동성 개선 및 생체신호에 대한 실시간 환자의 상태를 원격으로 알 수 있다는 큰 장점이 있다[1]. 무선을 활용한 의료기기로서 ECG, SpO₂, Capsule Endoscope 등 여러 가지가 있으며 그 종류도 점차 증가하고 있다[2,3]. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 현재 무선 의료기와 일반 무선 통신기기간의 간섭에 대한 환경영향 및 신호의 왜곡에 대해서는 연구되어 지고 있지 않다[4]. 본 논문에서는 의료기기의 특수한 전자과환경에서 발생할 수 있는 RF 간섭에 의해 발생할 수 있는 문제점과 그 해결방안의 제시하는데 있다. 실험을 위해 무선을 활용한 의료기기중 환자의 ECG, SpO₂를 무선으로 Patient Monitor의 Central Unit에 전송하는 Telemetry System을 대상으로 하고, 병원 내에서 이 주파수대역에 영향을 줄 있는 RF Source를 찾기 위한 분석기기로서 Anritsu사의 Spectrum Analyzer를 선택하였다.

2. 본론

2.1 RF Interference 환경의 영향

무선기기에서는 두 개 이상의 주파수 신호가 동시에 처리될 때, 원 신호를 방해할 수 있는 왜곡 요소로서, Inter-modulation Distortion (IMD) 성분이 발생하게 된

다. 즉, 모든 무선기기는 비선형적인 특성을 가지고 있기 때문에 발생하게 되며, 이는 무선기기의 수신특성을 약화시키고, 데이터의 왜곡을 가져오게 된다[5]. IMD는 기본 측정하고자 하는 주파수 성분의 파워가 증가할 때, 3배로 증가하며, 또한 처리하고자 하는 신호의 근접한 곳에 발생하기 때문에 수신기의 특성을 방해할 수 있다.

$$y(S) = a + bx + cx^2 + dx^3 \dots \quad (1)$$

$$x = A\cos(w_1 t) + B\cos(w_2 t) \quad (2)$$

위의 식 (1)은 무선기기의 비선형 특성을 나타낸다. 식 (2)는 무선기기에 동시에 입력될 수 있는 2개의 주파수 성분을 나타낸다. 위의 식(1)에 식 (2)의 주파수 성분이 입력된다면, 무수히 많은 주파수 성분이 출력될 수 있다. 여기서 IMD 성분을 계산하면 입력된 두 신호의 근처에서 발생하며, 그 크기는 기본 주파수 성분의 3배수로 증가되는 것을 확인할 수 있다. 즉 입력되는 신호의 크기가 클수록 IMD 성분의 크기는 3배수로 증가되어 신호의 왜곡 및 간섭의 영향을 줄 수 있다. 무선기기들이 증가되는 추세에 있으며, 이러한 변화는 의료기기의 사용에서 원래 신호에 간섭을 일으켜 의료기기의 사용에 문제가 발생될 수 있다.

2.2 의료기기 및 무선기기의 측정

논문의 실험은 종합병원환경에서 진행하였고, 사용하는 Telemetry Patient Monitor System의 주파수 대역은 406 - 512 MHz이다. 그 중에서 이번 실험에 사용한 Transmitter는 436 MHz 주파수를 사용한다. Spectrum Analyzer는 100kHz에서 3GHz 대역까지 측정 가능한 모델로, Transmitter의 주파수를 측정하기 위해 400 - 500 MHz까지 측정 가능한 안테나를 사용하였다.

* 서울산업대학교 산업대학원
** 서울산업대학교 전기공학과

측정기기들 외의 간섭을 줄이기 위하여 측정은 전자파 차폐가 가능한 실드룸을 이용하였고 불가한 기기는 병원환경에서 측정하였다.

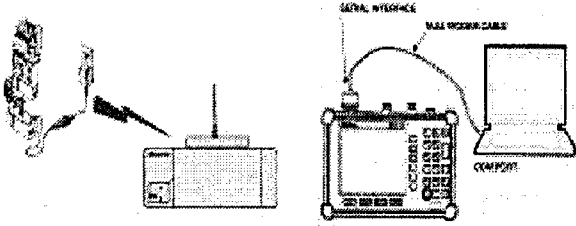


그림 1. Telemetry System과 Spectrum Analyzer
Fig 1. Telemetry System and Spectrum Analyzer

첫 번째 실험으로, Spectrum Analyzer를 이용하여 Telemetry의 주파수에 영향을 줄 수 있는 다양한 RF Source를 확인하였다. 이 논문의 실험을 위하여 일반적으로 사용되는 기기들로 선택하였고, 각 기기는 의료기와 통신기기, 기타로 구분하여, 측정의 신뢰성을 위하여 각 기기는 10회 측정하였고, 측정값은 표 1과 같다.

표 1. 각 기기의 측정 주파수 및 Power
Table 1. Measurement of Frequency and Power

구분	측정기기	Frequency	Power
의료 기기	제세동기	측정안됨	측정안됨
	전기수술기	측정안됨	측정안됨
	인공신장투석기	측정안됨	측정안됨
	페이스메이커	측정안됨	측정안됨
	간섭주파수치료기	측정안됨	측정안됨
	텔레메트리	436MHz	-60dBm
무선 기기	제논광원	330MHz	-85dBm
	무전기	440MHz	-10dBm
	유무선전화기	915MHz	-52dBm
	휴대용전화기	1950MHz	-53dBm
기타	무선LAN	2400MHz	-78dBm
	기지국 A	430MHz	-62dBm
	기지국 B	2145MHz	-52dBm

표 2는 Telemetry와 각 기기들 간의 상관관계를 나타내며, 측정된 기기들 중 Telemetry에 영향을 주는 기기들은 무전기, 제논광원, 전화기, 기지국이 있다. 무전기, 제논광원, 기지국A는 Telemetry와 동일한 주파수 대역에서 간섭신호가 발생하고, 일부기기는 다른 대역에서, 일부 기기는 RF가 전혀 측정되지 않는 것도 확인되었다.

표 2. Telemetry 사용주파수와 RF Source 영향관계
Table 2. Relationship of Telemetry and RF Source

의료기기	구분	무선기기	구분	기타	구분
Xenon광원	○	무전기	○	기지국 A	○
전기수술기	X	유무선 전화기	△	기지국 B	△
간섭주파수 치료기	X	휴대용 전화기	△	전동 드라이버	X
제세동기	X	무선랜	△	평판TV	X

○:동일주파수영역, △:다른 주파수영역, X: 측정안됨

그림 2는 Telemetry Transmitter를 Spectrum analyzer를 사용하여 측정된 결과로 436 Mhz의 주파수와 약 -60 dBm의 파워를 보여준다. Telemetry에 영향을 주는 기기로는 무전기, 기지국, Xenon광원 등이 있으며, 각 기기의 주파수 및 파워를 측정된 결과는 그림 3,4,5와 같다. 무전기는 Telemetry보다 높은 출력을 발생시켜 IMD의 발생으로 영향을 미칠 수 있으며, 기지국 및 제논 광원은 Telemetry의 사용주파수 대역에서 폭넓은 주파수 출력을 발생시키고 있어 Telemetry의 주파수 신호를 상쇄시키고 있어 주파수 간섭의 충분한 원인이 될 수 있다. 만약 간섭을 발생시킬 수 있는 각 기기들의 간섭 주파수 출력이 더 높다면, Telemetry의 수신 특성을 악화 시켜 문제가 발생할 수 있다.

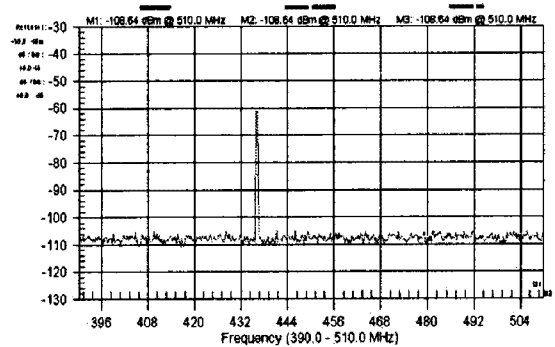


그림 2. Telemetry의 주파수 특성
Fig 2. Spectrum of Telemetry

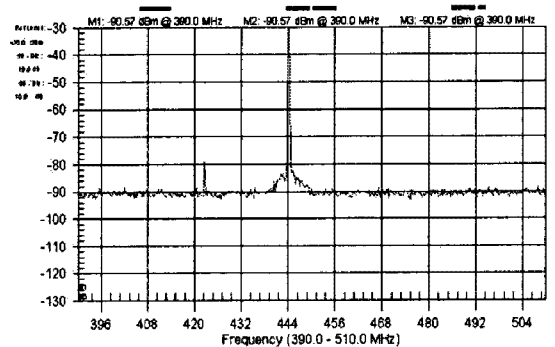


그림 3. 무전기의 주파수 특성
Fig 3. Spectrum of a two-way radio

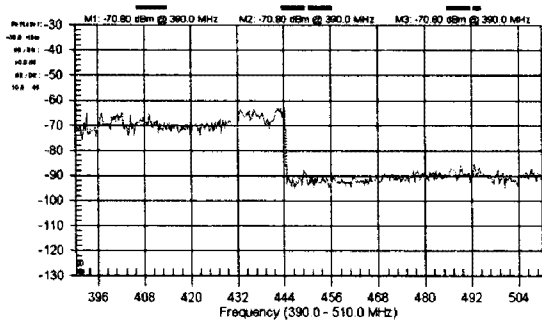


그림 4. 기지국 A의 주파수 특성
Fig 4. Spectrum of Base station A for Handset

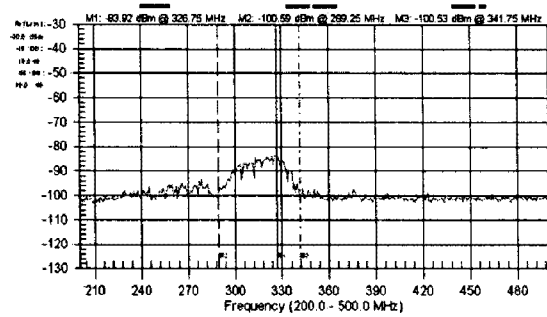


그림 5. 제논 광원의 주파수 특성
Fig 5. Spectrum of Xenon

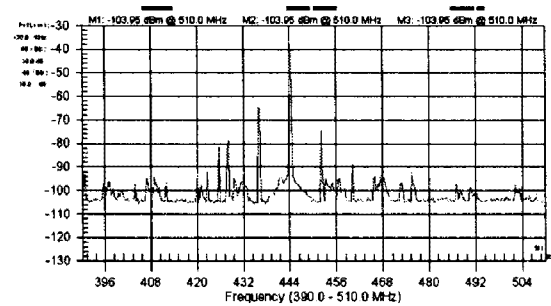


그림 6. Telemetry와 무전기의 주파수 특성
Fig 6. Spectrum of Telemetry, a two-way radio

그림 6은 Telemetry와 무전기와 동시 측정 시 발생하는 주파수 특성 및 파워를 측정한 결과이다. Telemetry와 무전기의 동시 사용 시 각 주파수 성분 외에 각 기기들의 Harmonics 성분 및 두 기기의 인접된 주파수 영향으로 인하여 IMD성분이 발생되어 노이즈 성분이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

2.4 간섭을 줄일 수 있는 해결방안

Telemetry와 다른 무선기기들과의 간섭 해결방안으로서 Telemetry의 수신기에 Band Pass Filter를 사용하면, 간섭을 최소화 할 수 있다.

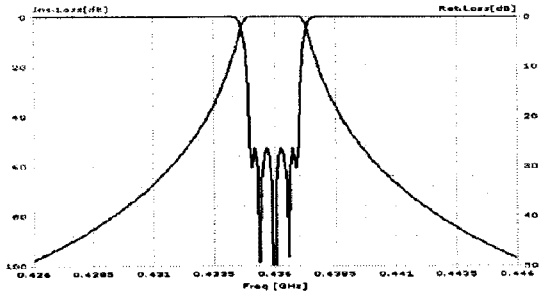


그림 7. Band Pass Filter 특성
Fig 7. Characteristic of Band Pass Filter

그림 7은 Ansoft사의 Designer를 사용하여 Band Pass Filter 설계 후 그 특성의 Simulation 결과로서, 이상적인 필터로서 설계하였을 때, 435MHz에서 437MHz의 주파수만 통과할 수 있도록 하였다. 불필요한 주파수 성분을 제거하기 위해 각 주파수 특성에 부합하는 BPF를 설계한다면 간섭현상을 효과적으로 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 또 다른 해결방안으로는 FFT 알고리즘을 이용한 RF 간섭 검출기를 이용하여 각 무선기기를 효과적으로 배치하여 간섭을 줄일 수 있다. 그림 8은 거리에 따른 간섭의 영향을 나타내고 있으며, 거리가 멀어짐에 따라 간섭의 영향은 급격히 감소함을 알 수 있다.

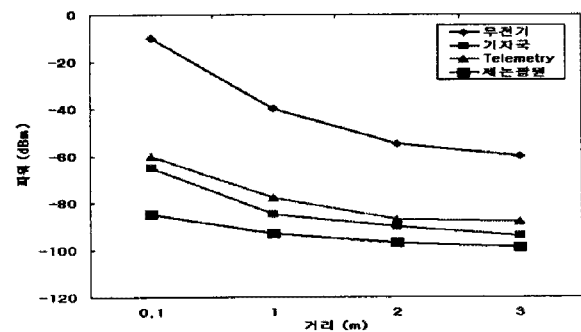


그림 8. 거리에 따른 RF 신호의 감쇠
Fig 8. Attenuation of RF signal due to distance

3. 결론

본 논문의 실험결과를 통해 병원 내 의료환경에서 무선 의료기기에 영향을 미칠 수 있는 주파수 출력을 발생시키는 기기들이 있으며, 각 기기들의 주파수 특성은 거리와 세기에 따라 달라질 수 있다. Telemetry Transmitter와 달리 각 무선기기는 거리가 멀어짐에 따라 급격히 영향력이 떨어져 1m 이상의 충분한 거리만 유지한다면 간섭의 영향을 줄일 수 있다. Telemetry Monitor의 Transmitter가 Shield가 되어있고 무선안테나의 최적화된 위치를 가지면 RF Source에 대한 Band Pass Filter를 이용하여 원하는 주파수 신호를 검출하여 노이즈 성분

을 억제한다면 신호의 왜곡과 간섭을 최소화 할 수 있을 것이다.

미래의 의료 환경은 무선화가 급속도로 진행되리라 예상된다. 무선의료기기의 사용 시 발생될 수 있는 문제 중 RF 간섭이나 파워에 의한 오류를 검출하여 제거하여야 한다. 관리자는 무선 의료기기들의 도입 시부터 환자의 치료를 위한 환경을 위해 지속적인 관심을 기울여야 할 것이다.

감사의 글: 이 논문은 환경부의 환경기술 인력양성 지원사업으로 지원되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 보건복지가족부 한국보건산업진흥원 "u-Healthcare R&D 기본계획 수립", pp. 114~123, 2008. 6.
- [2] Philips Medical Systems, "Telemetry Patient Monitor Operation & Service Manual"
- [3] 의공학교육연구회, "의용계측공학", 여문각 1998.
- [4] 이준하외 2명, "의료기관내 전자파환경 실태와 그 영향(1)", 의학물리, 제8권, 1호, pp. 53~66, 1997
- [5] 함지훈외 3명 "의료용 디지털 텔레메트리를 이용한 재택 진료시스템의 개발", 대한의료정보학회지 제3권, 제2호, pp. 125~131, 1996