

# Wireless Healthcare를 위한 무선통신기술의 현황

이 태 수, 김 경 아, 차 은 종  
충북대학교 의과대학 의공학교실

## 1. 서론

인터넷과 무선통신기술의 발달로 국내외에서는 e-헬스에 관련된 의료기기가 등장하고 있으며, 특히 국내에서는 u-헬스에 대한 활발한 논의가 진행 중에 있다. 의료산업선진화위원회의 의료산업발전기획단에서는 의료기기산업 전문 위원회를 구성하여, e-헬스 의료기기 표준화워킹그룹을 가동하고 있으며, 보건의료서비스 제도개선기획단에서는 e-헬스전문위원회를 통해 e-헬스 의료기기 및 의료정보의 표준화를 주도하고 있다. 또한 정보통신부에서는 한국전산원을 통해 u-헬스 분야의 활성화 정책을 개발하기 위하여, u-헬스연구반을 운영하고 있으며, 여기에는 법·제도분과, 서비스시장분과, 및 기술표준화분과 등 3개의 분과가 가동중이다. c-헬스는 원래 원격진료에서 나온 개념으로서, 미국의 학회(IOM: Institute of Medicine)는 원격진료란 의사와 환자가 전자정보통신기술을 사용하여 원격지에서 진료를 수행하고 지원받는 것으로 정의하고 있으며[1], 인터넷의 대중화로 보험사와 공공기관 등을 포함하여 보건의료의 전범위로 확대된 c-헬스가 등장하게 된 것이다. 특히 국내에서는 발달된 무선통신망의 확산으로 u-헬스로 까지 발전하고 있으며, 이는 환자 및 의사가 공간적으로 구속을 받지 않고 자유롭게 이동하면서, 의료정보시스템에 기반한 생체신호 계측 및 자동진단-응급경보가 가능한 휴대형 무선 생체 계측 시스템을 사용하는 헬스케어를 말한다. 이들은 모두 통신기술의 발달로 가능해진 것으로, 특히 무선통신을 기반으로 하는 헬스케어가 e-헬스와 u-헬스의 핵심으로서, 본고에서는 의료분야에서 사용되는 무선통신기술에 대한 현황 및 추세에 대해 논하고자 한다.

## 2. 의료용 무선통신

의료용으로 사용되는 무선통신에는 신체영역통신망, 무선 센서네트워크, 및 의료용 텔레메트리 네트워크가 있다[2]. 신

체영역통신망(BAN: Body Area Network)은 인체내에 이식되거나 인체내부에 삽입된 의료기기와 단말기와의 무선통신을 수행하는 인체내부통신망과 인체외에 부착되거나 휴대한 생체센서와 단말기와의 무선통신을 수행하는 인체외부통신망으로 구분할 수 있다. 무선센서네트워크는 투약관리, 혈액 및 항암제 관리 등을 위해 RFID기술을 응용하는 무선통신이다. 의료용 텔레메트리 네트워크는 병원내의 병상모니터 및 이동형 모니터를 위한 무선통신망과 재택환자 및 이동중 건강관리를 위한 휴대폰망을 사용하는 병원외의 통신망으로 구분된다.

## 3. 의료용 주파수 대역

의료용으로 사용되고 있는 주파수대역에는 WMTS(Wireless Medical Telemetry Service)대역, MICS(Medical Implant Communications Service) 대역, 및 ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 대역이 있다.

### 3.1 WMTS대역

미국 텍사스주의 달라스시에 위치한 Baylor대학의료센터에서는 1998년 2월에 HDTV 시험방송중인 방송국의 전파에 영향을 받아 의료용 텔레메트리용으로 사용되던 의료기기의 50%가 작동을 중지하는 전파사고가 발생하였다. 이에 미국병원협회(AHA)와 연방통신위원회(FCC)에서는 2년여의 작업을 통해 병원전용의 무선주파수대역인 WMTS대역으로 14 MHz를 할당하고, 2000년 6월 이를 혼령으로 제정하게 되었다(FCC order 00-211)[3]. 여기에는 608-614 MHz의 6 MHz대역이 포함되어 있으며, 이는 UHF TV채널 37번에 해당하는 주파수이다. 또한 1385-1390 MHz의 5 MHz 대역과 1429-1432 MHz의 3 MHz 대역이 포함되어 있는데, 1429-1432 MHz의 3 MHz 대역은 2002년에 1427-1429.5 MHz의 2.5 MHz 대역으로 변경되어, 총 13.5 MHz 대역이 할당되게 되었다(FCC 02-152). 이 중에서 현재 608-614 MHz

의 6 MHz대역이 병원에서 주로 사용되고 있으며, 이를 지원하는 의료기기가 시판되고 있다. WMTS 대역을 사용하는 대표적인 병원용 통신망은 PatientNet으로서 병상의 감시장치들이 중앙제어장치로 환자의 현 건강상태를 무선 전송하면, 이를 관리해서 응급시에 병원내에서 이동중인 담당의사에게 휴대형뷰어를 통해 알려주는 시스템이다. 연방통신위원회는 WMTS란 양방향 또는 단방향으로 방송하는 전자기신호를 통해 생체신호 및 환자관련정보를 측정하고 기록하는 것으로 정의하고 있으며, 각 주파수 대역별 정해진 측정거리, 대역폭 및 특정검출방식에서의 전기장 세기의 최대를 표1과 같이 제한하고 있다(FCC 00-211).

표 1. WMTS대역 송신기 전파 제한

주파수대역	전기장세기 최대치	측정 거리	측정 대역폭	검출방식
608 - 614MHz	200mV/m	3m	120±20kHz	CISPR QP
1395-1400MHz	740mV/m	3m	1MHz	Average
1429-1432MHz	740mV/m	3m	1MHz	Average

국내에서도 608-614 MHz는 UHF TV 37채널로 할당되어 있어[4], 무선의료기기의 표준화를 위한 주파수 할당문제는 이제 당면과제라 할 수 있으며, 조만간에 해결되어야만 할 것이다.

### 3.2 ISM대역

2.4 GHz 대역과 900 MHz 대역의 ISM대역도 의료용으로 응용되고 있으며, 특히 2400-2483.5 MHz에서 동작하는 무선LAN, 블루투스, 지그비 등이 활발히 사용되고 있다. 무선LAN은 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 방식과 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) 방식의 두 가지로 동작하며, DSSS 방식은 11 Mbit/s의 고속 데이터 전송을 가지는 장점이 있는 반면, FHSS 방식은 확장이 편리하며, 전파방해를 덜 받고, 다중경로에 의한 영향을 덜 받아 신뢰성이 보다 높아서 입원환자의 무선감시용으로는 DSSS에 비해 더 많은 이점이 있는 것으로 보고되고 있다[5]. 블루투스는 현재 휴대폰에 내장되어 있어 블루투스를 지원하는 소형 의료기와 통신하는 용도로 사용되고 있으나, 사용하기에는 전송속도가 낮아서 병원내에서는 사용되고 있지 않다. 이에 반해 지그비는 아직 휴대폰에 내장되어 있지 않으나, 조만간 실현될 것으로 알려지고 있으며, 전력소모가 다른 방식에 비해 매우 낮아, 인체에 부착하는 소형생체센서용으로 적합하다. 또한 250 kbit/s의 전송속도를 가진 16개의 동시 전송채널을 확보하고 있어, 많은 무선 감시장치가 요구되는 병원 환경에서의 응용이 기대되고

있다. ISM대역은 WMTS대역에 비해 대역폭이 넓고, 허용 전파출력이 높으며, 개방형 산업계 표준을 지원하여 거대한 시장을 형성하고 있는 장점이 있다. 반면, WMTS대역은 그 용도가 병원용으로서 법적으로 보호되어 있고, 비의료용으로도 사용될 수 없도록 되어 있기 때문에 전파방해를 받을 가능성이 적은 장점이 있다. 현재 국내의 병원에는 아직 보호되지 않은 UHF대역을 사용하는 무선 텔레메트리 장치들이 병원에서 사용중이기 때문에, 이들은 법적으로 보호된 대역으로 주파수를 변경하든지 ISM대역을 사용하는 장치로 대체해야 하는 실정이며, 이들 통신 대역의 장단점을 비교해 보면 표2와 같다[5].

표 2. 의료용 무선대역 비교

	종래 UFH	WMTS	ISM
주파수	174-216MHz 450-470MHz 470-668MHz	608 - 614MHz 1395-1400MHz 1427-1429.5MHz	2.4-2.48GHz
보호	안됨	법적 보호	무면허
단방향 /양방향	단방향	양방향	양방향
확장성	낮음	낮음	높음
병원의 사용	허용	불허	허용
개방표준	없음	없음	IEEE 802.11
시 장	작음	의료시장	거대

ISM대역을 사용하는 대표적인 예는 FlexNet으로서, 휴대형 감시장치 및 병상감시장치가 응급중앙서버로 데이터를 전송하면 PDA나 휴대폰을 통해 의사에게 응급상황을 알려주는 시스템이다.

### 3.3 MICS대역

인체에 이식된 심박조율기나 심세동제거기 및 인체에 삽입된 캡슐형 내시경에서 사용된다. 종래에는 인체내 의료기기의 감시 및 프로그래밍을 위해 자기유도방식으로 통신하였으나, 전송 속도가 느리고, 통신거리가 짧은 단점으로 인해, 발달된 무선 데이터 통신방식의 필요성이 대두되었으며, MICS대역은 1997년 Medtronic사의 탄원에 의해 FCC에서 1999년 11월에 채택된 주파수 대역이다[6]. 이에 따르면 402-405 MHz의 UHF대역이 할당되었으며, 1mA의 저전력 소모 및 800 kbit/s의 고속통신이 가능하며, 장치의 자동제어나 외부감시용으로 사용되고 있다. 국내에서도 이에 대한 대책이 요구되는 시점으로, 이 주파수대역의 3 MHz 대역폭을 의료용 이동통신을 위해 할당하여야 할 것이다. MICS의

규격에 따르면, 3 MHz 대역폭은 300 kHz 대역폭을 가지는 10 개의 채널로 나누어지며, 이중 9개의 채널은 이식형의료기통신시스템(Medical Implant Communication System) 용도로서, 외부감시장치와 이식형장치와의 양방향통신 및 이식형장치들 간의 양방향통신 기능을 지원한다. 403.5-403.8 MHz에 할당된 나머지 1 개의 채널은 이식형의료기텔레메트리시스템(Medical Implant Telemetry System) 용도로서, 이식형장치에서 외부감시장치로의 단방향 통신만을 지원하도록 되어 있다. 이 대역은 인체내부와의 무선통신을 하기 위한 전파의 전달이 용이한 특성이 있으며, 이식형의료기의 크기, 전력, 송신안테나성능 및 수신기의 설계 관점에서, 그 요구사항들을 모두 만족하기 때문에 채택되었으며, 종래 이식형장치에 비해 감염위험도가 적고, 고속통신이 가능하고, 충분한 통신거리를 지원하여 환자의 삶의 질을 개선하는데 도움이 되고, 의사의 진료에도 편리성을 제공하는 장점들이 있을 뿐만아니라, 25 마이크로와트 이하의 전송출력에서 동작하여 인체의 전파노출을 최소화할 수 있다. 이스라엘의 Given Imaging사에서 개발되어 화제가 되고 있는 무선캡슐형내시경도 최초에는 432 MHz의 UHF대역을 사용하였으나, 이후 MICS 대역을 사용하는 것으로 알려지고 있다[7].

#### 4. 무선기술 의료기기의 안전성

식품의약품안전청의 의료기기평가부에서 작성한 무선기술 의료기기 안전성 평가 가이드라인에는 무선기술 의료기기의 안전성 관련 고려사항과 전자기적합성(EMC) 시험방법 및 안전성 기준을 정해 두고 있다[8]. 이는 FCC의 규정을 따르는 것으로, 병상모니터로 사용되는 모바일기기는 유효방사출력이 1.5W를 초과할 경우 전자파흡수율(SAR) 기준 규정을 적용해야만 하는 제한을 두고 있다. 병원내에서 이동중의 환자 감시를 위한 포터블기기의 경우는 SAR 기준을 적용해야 하며, SAR 규정은 인체전체가 전자기파에 노출될 때는 가장 엄격한 0.08W/kg을 기준을 적용하고, 인체 일부일 경우 1.6W/kg, 손, 손목, 발, 무릎일 경우 4.0 W/kg의 기준을 적용하게 되어 있다. 또한 일반인과 직업인을 구분하여 일반인의 경우, 직업인의 20%에 해당하는 엄격한 기준을 적용하고 있다. 무선기술 의료기기의 안전성 관련 고려사항으로는 무선기술 의료기기 설계 및 제작 시 고려 사항 9 가지를 제안하고 있으며, 이 중에서 7 가지는 미식약청(FDA)의 무선의료용 텔레메트리 위험성 안내 및 추천사항(Guidance on Wireless medical telemetry risks and recommendations)을 따르고 있으며, 나머지 2가지는 인체 내에서 동작하는 기기

의 경우 동물 실험을 통한 적합성이 반드시 수반되어야 하고, 임상시험을 통한 안전성과 유효성 자료가 포함되어야 한다는 것과 소프트웨어로 동작하는 기기의 경우에는 기기의 성능에 영향을 미치는 소프트웨어 테스트자료가 포함되어야 한다는 것으로서, 무선 의료기기의 안전성 확보를 위해 국내에서도 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다.

#### 5. 결 론

의료용으로 사용되고 있는 주파수대역의 용도 및 통신방식을 분류하면 표3과 같이 정리할 수 있다.

표 3. 의료용 무선통신망

용도	세부용도	종류
신체영역통신망	신체외부통신망	지그비, 블루투스
	신체내부통신망	MICS
무선센서네트워크	RFID	Ad Hoc 통신망
무선 텔레메트리 네트워크	병원내 통신망	WMTS, 무선LAN
	병원외 통신망	휴대폰망

여기에서 WMTS대역은 미국에서만 할당된 대역이며, MICS는 미국 및 유럽에서 할당된 대역이다. 국내에서도 e-헬스 및 u-헬스를 위한 의료기기 개발의 표준화를 위해 외국 사례를 참고하지 않을 수 없으며, 이에 대한 대책이 절실히 요구되는 시점이며, 무선통신을 위한 주파수 문제는 시급히 해결해야 할 과제라 할 수 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(과제고유번호: A040032).

#### 참고문헌

- [1] <http://www.iom.edu/> accessed on June 2006.
- [2] Emil Jovanov, Aleksandar Milenkovic, Chris Otto and Piet C de Groen. "A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation", Journal of

- NeuroEngineering and Rehabilitation 2:6, 2005.
- [3] Federal Communications Commission. "Wireless Medical Telemetry Service", Federal Register 65:137, 2000.
- [4] 한국전파진흥협회, "대한민국 주파수 분배표", 2005.
- [5] WelchAllyn, "Understading the Wireless Medical Band and the Wireless Medical LAN", <http://www.monitoring.welchallyn.com/> accessed on June 2006.
- [6] Federal Communications Commission. "Establishment of a Medical Implant Communications Service in the 402-405 MHz Band", Federal Register 64:240, 1999.
- [7] <http://www.zarlink.com/> accessed on June 2006.
- [8] 식품의약품안전청 의료기기평가부무선기술, "의료기기 안전성 평가 가이드라인", 행정간행물등록번호 11-1470000-000880-01, 2005.

..... 저자약력 .....



《이 태 수》

- 1981 서울대학교 전자공학과 학사
- 1983 서울대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1990 서울대학교 대학원 제어계측공학과 박사
- 1991~현재 충북대학교 의과대학 의공학교실 교수

- 1999~현재 충북대학교병원 의공학과 과장
- 2003~2004 대한의용생체공학회 중부지부장, 이사
- 2004~현재 휴대형진단치료기기개발센터 대표
- 2005~현재 대한전자공학회 시스템 및 제어 소사이어티 이사



《김 경 아》

- 1991 충북대학교 물리학과 학사
- 1993 충북대학교 대학원 물리학과 석사
- 2001 충북대학교 대학원 의용계측공학과 박사
- 2001~ 현재 씨케이인터네셔널 이사
- 2005~ 현재 충북대학교 의과대학 의공학교실 전임 강사



《차 은 중》

- 1980 서울대학교 전자공학과 학사
- 1987 미국 남가주대학 석사, 박사
- 1988~현재 충북대학교 의과대학 의공학 교실 교수
- 2001~현재 씨케이인터네셔널 대표
- 2003 ~ 현재 충북 첨단산업육성위원회 위원
- 2004 ~ 현재 한국특허학회 부회장
- 2004 ~ 현재 충북 바이오산업진흥재단 이사
- 2005 ~ 2006 충북대학교 기획협력처장