

이동 다중경로 환경에서 의료정보 전송을 위한 OFDM 무선 전송시스템에 관한 연구

서인혜* · 강희조*

*목원대학교 컴퓨터공학부

A Study on the OFDM Wireless Transmission System for Medical Information transmission in Mobile Multi-path Environment

In-hye Seo* · Heau-jo Kang*

*Division of Computer Engineering, Mokwon University

E-mail : hiseo@mokwon.ac.kr

요 약

본 논문에서는 무선공중망을 이용하여 재택 혹은 원거리에서도 환자의 상태를 확인하고 감시함으로써 의료서비스의 이동성을 제공하기 위한 의료정보 무선전송 시스템을 제안하고, 시뮬레이션 하였다. 제안한 방법은 응급상황 발생 시 의료정보를 디지털 데이터로 변환하여 PDA와 같은 이동형 단말에 전송함으로써 신속한 응급처치 등이 가능토록 한다. 시뮬레이션은 이동 무선채널환경에서 신뢰성 있는 의료정보의 전송을 위하여 IEEE 802.11a에 근거한 OFDM/QPSK 전송방식을 사용하였고, AWGN과 3-ray 이동 다중경로 페이딩 환경에서 신뢰성 있는 정보전송을 위하여 콘볼루션 코딩을 적용하여 시스템 성능을 분석하였다.

I. 서 론

현재의 의료서비스는 의료기관내에 의사가 근무하고 있을 경우에 환자가 의사의 진료를 받을 수 있는 형태를 취하고 있어, 시간적 제약과 공간적 제약을 갖고 있다. 대부분의 의료기관은 기관내의 의사의 수가 제한적이고, 의사가 기관에 근무하고 있는 시간이 정해져 있다. 따라서 의사의 근무시간 외에 응급환자가 발생하였을 경우 적절한 응급 처치를 하지 못해 건강 상태가 악화될 수 있다[1].

따라서, 본 논문에서는 무선공중망을 이용하여 재택 혹은 원거리에서도 환자의 상태를 확인하고 감시할 수 있는 의료 정보 전송 시스템을 제안하였다. 또한, 무선채널환경에서 신뢰성 있는 의료정보의 전송을 위하여 IEEE 802.11a에 근거한 OFDM/QPSK 시스템을 적용하여 AWGN과 3-ray 이동 다중경로 페이딩 환경에서의 시스템 성능을 분석하였다.

이러한 논문을 통해 제안된 시스템은 무선통신 기술을 기반으로 한 기존의 의료 IT환경의 급속한 변화와 함께 정보의 취득과 전달 방법의 혁신을 가져와 디지털 의료시대를 앞당기게 될 것이다.

II. 의료정보 무선전송 시스템

2.1 시나리오

본 논문에서는 효율적인 의료서비스를 위하여 무선공중망을 이용한 의료정보 무선전송 시스템을 제안한다.

그림 1은 본 논문에서 제안한 의료정보 무선전송 시나리오를 보여주고 있다.

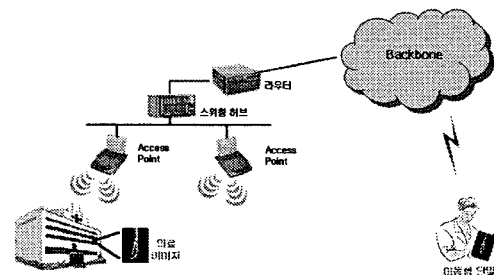


그림 1. 의료정보 무선 전송 시나리오

제안한 시스템은 의료기관에서 의사의 부재시 응급상황이 발생하였을 경우, 발생상황의 의료 이미지와 정보를 무선LAN을 통하여 이동형 단말기를 소지하고 있는 의사에 전송된다. 전송된 이미

지 정보를 통해 상황을 인식한 의사는 현장에 도착하기 전에 의료기관으로 응급대처방안을 지시하여 위급상황에 대처한다.

2.2 OFDM/QPSK

OFDM은 다중반송파 전송기법의 일종으로 직렬로 입력되는 고속 데이터 열을 다수의 부반송파에 실어 저속의 병렬 채널로 동시에 전송하는 변조기법 또는 다중화 기법의 개념이다[2]. 이때, 각각의 부반송파들은 스펙트럼 상에서 직교성을 유지하는 최소 주파수 간격으로 중첩을 허용하여 전송할 수 있으므로 스펙트럼 효율을 극대화 할 수 있으며, 수신기에서는 간단한 신호처리기법을 이용하여 각각의 부반송파에 실린 정보를 복원해 낼 수 있다. 이러한 병렬전송의 특징으로 인하여 단일반송파 방식에 비해 전송 심볼의 시간구간이 부반송파의 수만큼 확장된다. 따라서, 고속 전송시 단일 반송파 방식에는 치명적인 간섭을 일으킬 수 있는 지연확산의 영향을 크게 감소시킬 수 있다. 이 경우 OFDM 시스템에서는 적절한 FEC(Forward Error Correction) 기법을 이용하여 에러를 효과적으로 정정할 수 있는 장점이 있다.

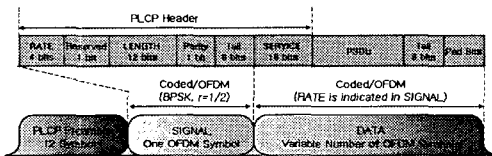


그림 2. IEEE 802.11a 무선 모뎀의 PPDU 프레임 포맷

그림 2는 OFDM PLCP(Physical Layer Convergence Protocol) 프레임, OFDM PLCP 헤더, PSDU(PLCP Service Data Unit), Tail 비트, Pad 비트로 구성된 IEEE 802.11a의 PPDU(PLCP Protocol Data Unit) 프레임 포맷을 보여준다.

PLCP 헤더는 RATE, Reserved 비트, LENGTH, 짝수 패리티 비트, Tail 비트는 SIGNAL로 정의된 별도의 1OFDM 심볼로 구성되어 가장 안정적인 BPSK 변조와 1/2부호화를 거쳐 전송된다. PLCP 헤더의 SERVICE 필드, PSDU, Tail 비트, Pad 비트는 DATA로 정의되고 RATE 필드에 정의된 데이터 전송률로 전송되며 OFDM 심볼들로 구성된다[3],[4].

그림 3은 본 논문에서 사용된 시스템 모델을 보여주고 있다.

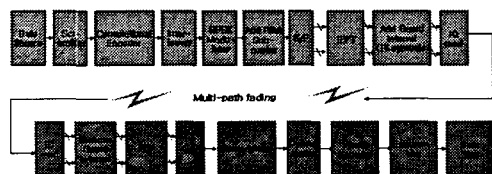


그림 3. 시스템 모델

2.3 채널 환경

ITU-R M.1225[5],[6]에서는 무선 채널 환경의 성능 평가를 위한 다중 경로 페이딩 채널을 제시하였다. 제시된 무선 채널 환경은 상대적으로 작은 지연 확산을 가지는 채널 A와 중간 지연 확산을 가지는 채널 B로 구분된다. 그리고 실내 사무실(Indoor) 환경, 보행자 이동(Outdoor to Indoor) 환경, 차량 이동 환경(Vehicular)에 대한 TDL (Tapped Delay Line) 모델에 따른 파라미터를 규정하였다. 각각의 모델은 경로의 수와 상대적인 지연 및 각 경로들의 상대적인 전력으로 나타내었다. 표 1, 2, 3에 TUR-R M.1225에서 제시된 다중 경로 페이딩 채널에 대한 파라미터를 표시하였다.

표 1. 실내 사무실 환경 TDL 파라미터

Tap	ITU-R M.1225		Modeling Parameter	
	Channel A	Channel B	Channel A	Channel B
	Delay (ns)		Tap Weight	
1	0	0	0.6172	0.5784
2	50	100	0.3093	0.2525
3	110	200	0.0617	0.1102

표 2. 보행자 이동 환경 TDL 파라미터

Tap	ITU-R M.1225		Modeling Parameter	
	Channel A	Channel B	Channel A	Channel B
	Delay (ns)		Tap Weight	
1	0	0	0.8894	0.4057
2	110	200	0.0953	0.3298
3	190	800	0.0107	0.1313

표 3. 차량 이동 환경 TDL 파라미터

Tap	ITU-R M.1225		Modeling Parameter	
	Channel A	Channel B	Channel A	Channel B
	Delay (ns)		Tap Weight	
1	0	0	0.4850	0.3226
2	310	300	0.3852	0.5738
3	710	8900	0.0611	0.0301

III. 시스템 시뮬레이션 및 검토

표 4는 본 논문에서 제안된 시스템을 시뮬레이션 하기 위한 파라미터이다.

표 4. 시뮬레이션 파라미터

시뮬레이션 파라미터	
의료 영상	128×128 크기의 그레이스케일 비트맵
의료영상 전송 시스템	OFDM/QPSK
채널 환경	AWGN + 3-ray multi-path fading
OFDM 심볼 파라미터	
부반송파 수	52 (48개 데이터부반송파 + 4개 파일럿 부반송파)
보호 구간	0.8 μs
심볼 주기	4 μs
IFFT/FFT 주기	3.2 μs

그림 4는 부호율 1/2, OFDM/QPSK 의료정보 무선전송 시스템에서 12Mbps의 속도로 데이터를 전송할 경우에 다중 경로 페이딩 채널 환경에 따른 BER 성능 그래프를 보여주고 있다.

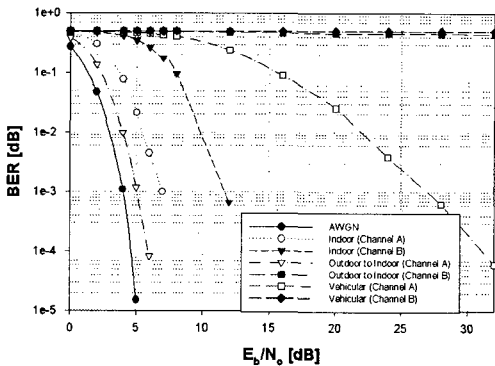


그림 4. 채널 환경에 따른 의료정보 무선전송 시스템의 BER 성능

결과에 따르면, 작은 지연확산을 가지는 채널 A의 경우 보행자 이동환경에서 약 6dB 정도의 SNR에서 10^{-4} BER을 만족함을 알 수 있다. 또한, A채널의 경우 보행자 이동환경과 실내 사무실 환경에 비해 큰 지연 확산을 가지는 차량 이동환경의 경우 10^{-4} 이상의 BER 성능을 얻기 위해서는 최소 30dB 이상의 SNR이 요구됨을 알 수 있다.

반면, 채널 A보다 큰 지연확산을 가지는 채널 B의 경우 실내 사무실 환경에서 채널 A와 같은 10^{-3} BER을 만족하기 위해서 SNR 5dB 정도의 성능 차이를 보임을 알 수 있다. 또한, 채널 B의 차량이동 환경은 OFDM 한 심볼 주기보다 큰 지연확산으로 인하여 인접 심볼간 간섭(ISI)의 영향을 더 심하게 받게 된다. 따라서 SNR증가에 따

른 BER 성능이 개선되지 않음을 알 수 있다.

그림 5는 OFDM/QPSK 의료정보 무선전송 시스템에서 다중 경로 페이딩 채널 환경에 따른 수신 영상의 PSNR을 비교한 것이다.

복호 화상의 화질 판정은 최종적으로 사람이 판단해야 하지만, 객관적인 평가척도로서 S/N비가 자주 사용된다. 이것은 일반적인 전송 S/N비와는 다르다. 아래의 식은 PSNR의 정의식으로 분자 단은 8비트/화소인 화상의 경우에 원화상의 최대 전력값 255를 갖은 신호를 나타낸다. 분모 단은 잡음을 표현한 식으로 복호 화상과 원화상의 차이를 이용한다[7],[8].

$$PSNR(a,b) = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{\frac{1}{N \times M} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} [a(x,y) - b(x,y)]^2} \right] \text{ [dB]} \quad (5)$$

위 식에서 a는 원영상이고, b는 복원된 영상이다. (x, y)는 pixel의 조합을 나타내고 있다.

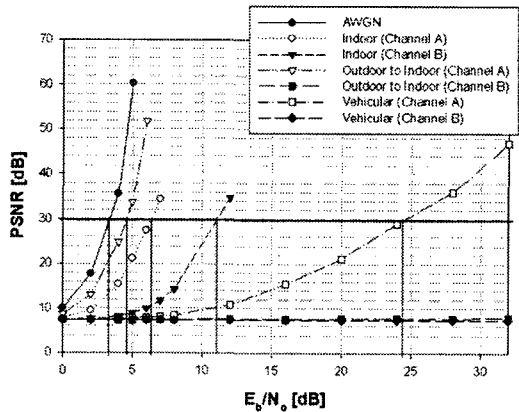


그림 5. 채널 환경에 따른 의료정보 무선전송 시스템의 PSNR의 변화

이미지의 경우 PSNR이 30dB이상일 경우는 열화가 없다고 가정할 수 있다. 그림 5에서 30dB의 PSNR에서 채널 A의 보행자 이동환경, 채널 A의 실내 사무실 환경, 채널 B의 실내 사무실 환경, 채널 A의 차량이동 환경에 대한 각각의 수신 SNR은 약 5dB, 6dB, 11dB, 24dB임을 알 수 있다. 또한, 채널 B의 보행자 이동과 차량이동환경이 30dB의 PSNR을 만족하지 못함에 따라 채널 B환경의 경우 의료 영상 전송이 불가능함을 알 수 있다.

표 5~7은 OFDM/QPSK 의료정보 무선전송 시스템이 다중 경로 페이딩의 영향을 받았을 때, 각 TDLMODEL에 따른 수신된 영상의 성능을 시각적으로 판단하기 위한 표이다.

표 5. 실내 사무실 환경에서 의료영상 전송 시스템의 수신영상 비교

채널	영상	SNR			
		1	2	3	4
실내 사무실 환경 (Channel A)	PSNR	7.7958	8.6383	15.3428	21.1556
	B (OBU)				
실내 사무실 환경 (Channel B)	PSNR	7.4136	7.5618	8.0988	8.9437
	B (OBU)				

표 6. 보행자 이동 환경에서 의료영상 전송 시스템의 수신영상 비교

채널	영상	SNR			
		1	2	3	4
보행자 이동 환경 (Channel A)	PSNR	8.5926	13.0440	24.6366	51.8802
	B (OBU)				
보행자 이동 환경 (Channel B)	PSNR	7.4473	7.4523	7.4618	7.4733
	B (OBU)				

표 7. 차량 이동 환경에서 의료영상 전송 시스템의 수신영상 비교

채널	영상	SNR			
		1	2	3	4
차량 이동 환경 (Channel A)	PSNR	7.3802	8.3705	15.4881	46.9200
	B (OBU)				
차량 이동 환경 (Channel B)	PSNR	7.4473	7.4610	7.5111	7.9291
	B (OBU)				

채널 A의 경우 실내 사무실과 보행자 환경에서 4dB이상, 차량이동 환경에서 16dB이상의 SNR에서 의료영상의 시각적인 분석이 가능함을 알 수 있다. 채널 B의 경우 실내 사무실 환경을 제외한 환경에서 PSNR이 10dB이하의 성능을 보임으로써 만족하지 못함으로써 수신영상의 열화가 시각적으로도 알아볼 수 없을 정도로 심함을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 무선공중망을 이용하여 재택 혹은 원거리에서도 환자의 상태를 확인하고 감시할 수 있는 의료 정보 전송 시스템을 제안함으로써 의료서비스의 이동성을 제공하고자 하였다. 무선 채널환경에서 신뢰성 있는 의료정보의 전송을 위하여 IEEE 802.11a에 근거한 OFDM/QPSK 시스템을 적용하여 AWGN과 3-ray 이동 다중경로 페이딩 환경에서의 시스템 성능을 분석하였다.

또한, 3-ray 다중경로 페이딩 환경은 ITU-R

M.1225의 TDLP라미터를 이용하여 시뮬레이션 하였다.

분석 결과, 작은 지연 확산을 가지는 A채널의 경우 실내사무실환경 및 보행자 환경에서 SNR=10dB이하에서 약 10^{-4} BER 성능을 보이고, 차량이동 환경의 경우 SNR=32dB에서 10^{-4} BER 성능을 보였다.

그러나 B채널의 경우 다중경로의 큰 지연 확산으로 인하여 ISI가 증가 하게 됨으로써 보행자 이동 환경과 차량 이동 환경에서 성능 열화가 심함을 알 수 있었다. 따라서 OFDM/QPSK 영상 전송 시스템을 이용하여 의료 영상을 전송 할 때, 채널 B와 같은 채널 환경의 경우 큰 지연확산의 영향으로 인한 ISI를 제거할 수 있는 기법을 연구해야 하겠다. 또한 의료영상의 경우 수신 영상의 화질이 중요한 요소이므로 수신 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 방법이 연구되어야 하겠다.

참고문헌

- [1] 이택규, 김영길, "무선공중망을 이용한 의료 정보 데이터 원격 모니터링 시스템에 관한 연구", 한국해양정보통신학회 학술대회지, 제4권 제2호, pp. 278-283, 2000
- [2] 이성춘, 주원용, 이미숙, 정한욱, 신기수, "광대역 무선 액세스 현황과 전망", 한국통신학회지, 제 18권 4호, pp. 485-502, 2001. 4.
- [3] 이한성, 김인곤 "OFDM에 기반한 IEEE 802.11a WLAN 시뮬레이터 구현", 한밭대학교 정보통신전문대학원 논문집, 제 1권 제 1호, pp. 163-171, 2003.
- [4] A. Doufexi, S. Armour, M. Butler, A. Nix, and D. Bull, "A study of the performance of HIPERLAN/2 and IEEE 802.11a physical layers," Vehicular Technology Conference 53rd, vol. 1, pp. 668-672, Spring 2001.
- [5] REC ITU-M.1225, Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000.
- [6] ARIB, Evaluation Methodology for IMT-2000 Radio Transmission Technologies, Sep. 1998.
- [7] King N. Ngan, Chi W. Yap, and Keng T. Tan, Video Coding for Wireless Communication Systems, Marcel Dekker, 2001.
- [8] 원기섭, 노재성, 조성준, "OFDM/16QAM 시스템에서 강건한 워터마크가 삽입된 영상의 전송", 한국항행학회 논문지, 제 8권 1호, pp.1-8, 2004. 6