
다중경로 페이딩 채널 환경에서 의료정보 전송을 위한 OFDM 무선 전송시스템 성능 분석

서인혜* · 강희조**

Performance analysis of OFDM Wireless Transmission System for Medical Information
transmission in Multi-path fading channel Environment

In-hye Seo* · Heau-jo Kang**

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 전송방식을 사용하였고, AWGN과 3-ray 이동 다중경로 페이딩 환경에서 신뢰성 있는 정보전송을 위하여 콘볼루션 코딩을 적용하여 시스템 성능을 분석하였다.

ABSTRACT

In this paper, aims to suggest the medical information wireless transmission system to provide the mobility of medical service by means of wireless area network which makes it possible, home or at a long range, to check and oversee the state of patients, and to carry out a simulation. The proposed method converts medical information to digital data in an emergency and sends them to mobile terminals such as PDAs to make possible swift first aid. The simulation took advantage of the OFDM transmission method based on IEEE 802.11a in order to send reliable medical information in mobile wireless channel environment, and analyzed the system performance by applying convolution encoding to transmit reliable information in AWGN and 3-ray mobile multipath fading channel environment.

키워드

medical information, OFDM, 3-ray mobile multipath fading, IEEE 802.11a, convolution encoding

I. 서 론

현재의 의료서비스는 의료기관내에 의사가 근무하고 있을 경우에 환자가 의사의 진료를 받을 수 있는 형태를 취하고 있어, 시간적 제약과 공간적 제약을 갖고 있

다. 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].

* 목원대학교 대학원 IT공학부 석사과정

접수일자 : 2006. 10. 16

** 목원대학교 컴퓨터공학부 조교수

따라서, 본 논문에서는 무선공중망을 이용하여 재택 혹은 원거리에서도 환자의 상태를 확인하고 감시할 수 있는 의료 정보 전송 시스템을 제안하였다.

채널 환경으로 다중 경로 성분을 고려하여 ITU-R M.1225을 이용한 3-ray 모델을 이용하여 OFDM 시스템을 모델링 하였으며, 또한 변조방식은 BPSK, QPSK를 사용하였고, 부호율 1/2, 구속장 7의 컨볼루션 부호화 비터 비 복호를 적용하여 시스템의 성능을 분석하였다[2],[3].

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

II. 의료 정보 무선 전송 시스템

2.1. 시나리오

본 논문에서는 효율적인 의료서비스를 위하여 무선 공중망을 이용한 의료정보 무선전송 시스템을 제안한다.

그림 1은 본 논문에서 제안한 의료정보 무선 전송 시나리오를 보여주고 있다.

제안한 시스템은 의료기관에서 의사의 부재시 응급 상황이 발생하였을 경우, 발생상황의 의료 이미지와 정보를 무선LAN을 통하여 이동형 단말기를 소지하고 있는 의사에 전송된다. 전송된 이미지 정보를 통해 상황을 인식한 의사는 현장에 도착하기 전에 의료기관으로 응급대처방안을 지시하여 위급상황에 대처한다.

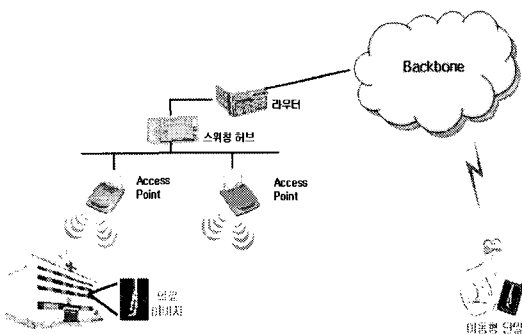


그림 1. 의료정보 무선 전송 시나리오
Fig. 1. Scenario of medical information wireless transmission system

2.2. OFDM

OFDM의 적용은 점유 주파수 대역폭 효율과 다중경로 페이딩 채널상에서 발생하는 ISI 영향 등에서 강점이 있다. 그리고 이러한 강점으로 인하여 OFDM은 고속의 데이터 전송속도를 가진 다양한 무선 응용 시스템의 변조방식으로 선정되고 있다. OFDM은 다중반송파 전송 기법의 일종으로 직렬로 입력되는 고속 데이터 열을 다수의 부반송파에 실어 저속의 병렬 채널로 동시에 전송하는 변조기법 또는 다중화 기법의 개념이다[4]. 그러므로 여러 개의 부반송파를 이용하여 데이터를 저속으로 변환하여 전송하는 경우 한 심볼의 주기가 길어지게 되므로 다중경로 지연에 의한 영향을 덜 받게 된다. 그러나 여러 개의 부반송파를 동시에 전송하므로 서로 간의 간섭이 발생하므로, 부반송파간 간섭을 막기 위하여 보호 시간을 둔다. 따라서, 고속 전송시 단일 반송파 방식에는 치명적인 간섭을 일으킬 수 있는 ISI의 영향을 크게 감소시킬 수 있다. 이 경우 OFDM 시스템에서는 적절한 FEC (Forward Error Correction) 기법을 이용하여 에러를 효과적으로 정정할 수 있는 장점이 있다.

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

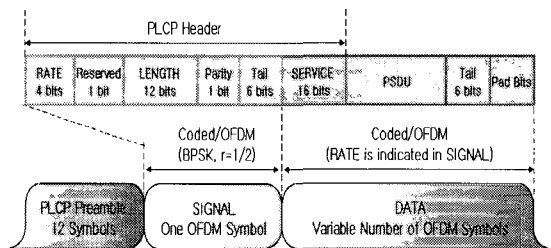


그림 2. IEEE 802.11a 무선 모뎀의 PPDU 프레임 포맷
Fig. 2. PPDU frame format of IEEE 802.11a wireless modem

PLCP 헤더는 RATE, 예약 비트, LENGTH, 짝수 패리티 비트, Tail 비트, SERVICE 필드로 구성되는데, 이 중 RATE, Reserved 비트, LENGTH, 짝수 패리티 비트, Tail 비트는 SIGNAL로 정의된 별도의 1OFDM 심볼로 구성되어 가장 안정적인 BPSK 변조와 1/2부호화를 거쳐 전

송된다. PLCP 헤더의 서비스 필드, PSDU, Tail 비트, Pad 비트는 데이터로 정의되고 RATE 필드에 정의된 데이터 전송률로 전송되며 OFDM 심볼들로 구성된다[5],[6].

그림 3은 본 논문에서 사용된 시스템 모델을 보여주고 있다.

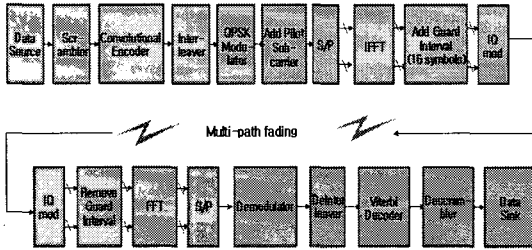


그림 3. 시스템 모델
Fig. 3. System model

2.3. 채널 환경

ITU-R M.1225[2],[3]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 사무실환경, 보행자 이동환경, 차량 이동 환경에 대한 TDL (Tapped Delay Line)모델에 따른 파라미터를 규정하였다. 각각의 모델은 경로의 수와 상대적인 지연 및 각 경로들의 상대적인 전력으로 나타내었다. 또한 이러한 채널 모델은 각 환경에서의 도플러 스펙트럼을 위한 이동속도의 이동 속도를 제시하고 있다. 실내 사무실 환경과 보행자 이동 환경은 보행자 속도를 3km/h, 차량 이동 환경은 120km/h에 해당하는 속도로 명시하여 시뮬레이션에 이용하고 있다.

표 1, 2, 3에 ITU-R.M.1225에서 제시된 다중 경로 페이딩 채널에 대한 파라미터를 표시하였다.

표 1. 실내 사무실 환경 TDL 파라미터
Table 1. Parameter of TDL in indoor office environment

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
Table 2. Parameter of TDL in outdoor to indoor pedestrian environment

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
Table 3. Parameter of TDL in vehicular and high antenna environment

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
Table 4. Simulation Parameter

시뮬레이션 파라미터		
Medical Image	Gray scale bitmap image (128×128)	
Medical Information Transmission system	OFDM	
Channel Environments	AWGN + 3-ray multi-path fading	
OFDM 시뮬레이션 파라미터		
Modulation	BPSK	QPSK
Data Rate	6Mbps	12Mbps
RATE	1/2	1/2
Data Subcarriers	48	
Pilot Subcarriers	4	
FFT size	64	
FFT period	3.2 μS	
GI duration	0.8 μS	

그림 4와 5는 각각 부호율 1/2, OFDM 의료정보 무선 전송 시스템에서 BPSK 변조방식을 이용하여 6Mbps 속도로 데이터를 전송할 경우와 QPSK 변조방식을 이용하여 12Mbps의 속도로 데이터를 전송할 경우에 다중 경로 페이딩 채널 환경에 따른 BER 성능 그래프를 보여주고 있다.

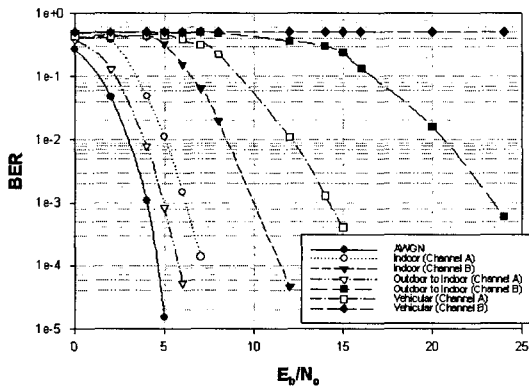


그림 4. 채널 환경에 따른 OFDM/BPSK 의료정보 무선전송 시스템의 BER 성능

Fig. 4. BER performance of OFDM/BPSK medical information wireless transmission system according to channel environments

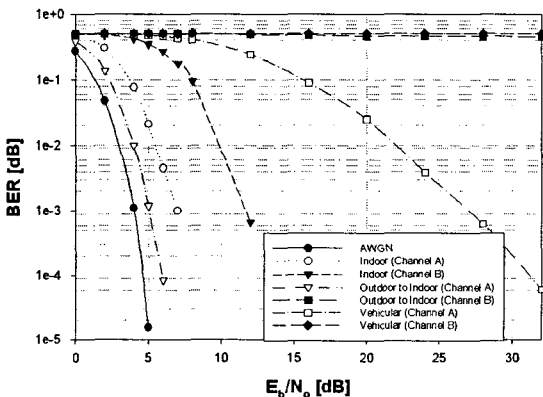


그림 5. 채널 환경에 따른 OFDM/QPSK 의료정보 무선전송 시스템의 BER 성능

Fig. 5. BER performance of OFDM/QPSK medical information wireless transmission system according to channel environments

결과에 따르면, 작은 지연확산을 가지는 채널 A 환경에서 보행자 이동환경과 실내사무실 환경이 BPSK,

QPSK 변조방식 모두에서 약 10dB이하의 낮은 SNR에서 10^{-5} 이하의 BER 성능을 보임을 알 수 있다.

또한, A 채널의 경우 보행자 이동환경과 실내 사무실 환경에 비해 큰 지연 확산을 가지는 차량 이동환경의 경우 전송속도가 증가함에 따라 BER 성능은 약 SNR=15dB 이상의 성능 차이를 보임을 알 수 있다.

반면, 채널 A보다 큰 지연확산을 가지는 채널 B의 경우 보행자 이동환경에서 BPSK 변조방식에서는 약 SNR=24dB에서 10^{-3} BER을 만족함을 알 수 있다. 그러나 QPSK 변조방식의 경우 전송속도가 증가함에 따라 SNR의 증가에 따른 BER 성능이 개선되지 않음을 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 BPSK, QPSK 변조방식 모두 SNR 증가에 따른 BER 성능이 개선되지 않음을 알 수 있다.

그림 6과 7은 의료정보 무선전송 시스템에서 BPSK와 QPSK 변조 방식을 이용하여 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].

$$PSNR(a,b)=$$

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

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

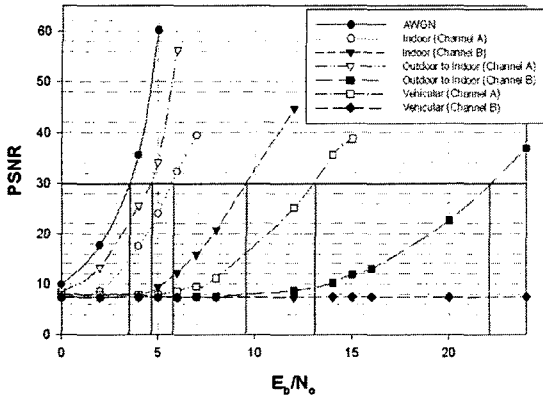


그림 6. 채널 환경에 따른 OFDM/BPSK 의료정보 무선전송 시스템의 PSNR의 변화
 Fig. 6. PSNR performance curve of OFDM/BPSK medical information wireless transmission system according to channel environments

이미지의 경우 PSNR이 30dB이상일 경우는 열화가 없다고 가정할 수 있다. 그림 6에서 30dB의 PSNR에서 채널 A의 보행자 이동환경, 채널 A의 실내 사무실 환경, 채널 B의 실내 사무실 환경, 채널 A의 차량이동 환경, 채널 B의 보행자 이동환경에 대한 각각의 수신 SNR은 약 5dB, 6dB, 9dB, 13dB, 22dB임을 알 수 있다. 또한 채널 B 환경에서 차량 이동 환경의 경우 SNR증가하여도 PSNR의 성능이 향상되지 않음을 알 수 있다.

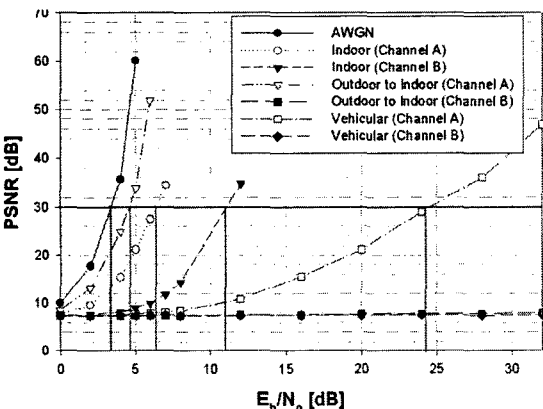


그림 7. 채널 환경에 따른 OFDM/QPSK 의료정보 무선전송 시스템의 PSNR의 변화
 Fig. 7. PSNR performance curve of OFDM/QPSK medical information wireless transmission system according to channel environments

그림 7의 결과에서는 전송속도가 증가함에 따라 B 채널의 보행자 이동 환경에서 SNR증가에 따른 PSNR이 10dB도 만족하지 못하는 매우 열악한 성능을 보임을 알 수 있다.

그림 8은 의료정보 무선전송 시스템이 다중 경로 페이딩의 영향을 받았을 때, 보행자 이동 환경에서 변조방식에 따른 수신된 영상의 성능을 시각적으로 판단하기 위한 표이다.

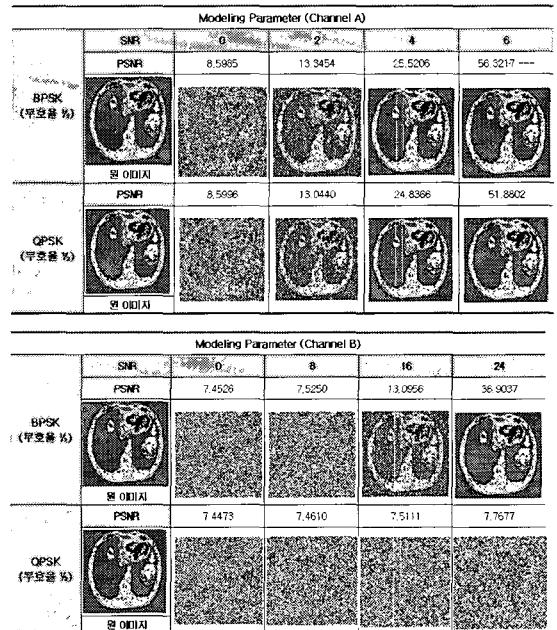


그림 8. 보행자 이동 환경에서 의료영상 전송 시스템의 수신영상 비교

Fig. 8. Comparison of received image of medical information wireless transmission system in outdoor to indoor pedestrian environment

채널 A의 경우 BPSK, QPSK 변조방식 적용시 보행자 이동 환경에서 4dB 이상의 SNR에서 의료영상의 시각적인 분석이 가능함을 알 수 있다. 또한, B 채널 보행자 이동 환경의 경우 QPSK 변조방식의 경우 SNR 증가에 따른 PSNR 성능 변화가 없는 반면, BPSK 변조 방식의 경우 SNR=16dB 이상에서 시각적으로 확인 가능할 정도의 성능을 보임을 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. 무선채널환경에서 신뢰성 있는 의료정보의 전송을 위하여 IEEE 802.11a에 근거한 OFDM 시스템을 적용하여 AWGN과 3-ray 이동 다중경로 페이딩 환경에서의 시스템 성능을 분석하였다. 또한, 3-ray 다중경로 페이딩 환경은 ITU-R M.1225의 TDL과 라미터를 이용하여 시뮬레이션 하였다.

분석 결과, SNR=15dB이하에서 10^{-5} 이상의 성능을 보임을 알 수 있었고, 지연확산이 상대적으로 큰 B채널 보행자 이동 환경에서 변조방식에 따른 성능 차이가 클 수 있었다. 이는 같은 채널 환경에서 변조 방법에 따라 데이터 전송 속도가 빨라질수록 ISI 영향이 심각해지기 때문이다.

B채널의 차량이동환경의 경우 보호구간의 길이보다 큰 다중경로의 지연 확산으로 인하여 ISI가 증가하게 됨으로써 변조방식에 상관없이 성능 열화가 심함을 알 수 있었다. 따라서 OFDM 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] 서인혜, 강희조, "이동 다중경로 환경에서 의료정보 전송을 위한 OFDM 무선 전송시스템에 관한 연구", 한국해양정보통신학회 학술대회지, 제10권 제1호, pp. 153-156, 2006

[2] Recommendation ITU-M.1225, "Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000", 1997.

[3] ARIB, "Evaluation Methodology for IMT-2000 Radio Transmission Technologies", Sep. 1998.

[4] 이성춘, 주원용, 이미숙, 정한욱, 신기수, "광대역 무선 액세스 현황과 전망", 한국통신학회지, 제 18권 4호, pp. 485-502, 2001. 4

[5] 김만호, 강희조 "OFDM 방식의 차세대 단거리 전용 통신시스템에서 등화기의 성능 분석", 한국해양정보통신학회 학술대회지, 제10권 제1호, pp. 145-148, 2006

[6] 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.

[7] King N. Ngan, Chi W. Yap, and Keng T. Tan, Video Coding for Wireless Communication Systems, Marcel Dekker, 2001.

저자소개

서인혜 (In-Hye Seo)



2005년 목원대학교 컴퓨터멀티미디어 공학부 졸업 (공학사)
2005년 3월 ~ 현재 목원대학교 대학원 IT공학부 석사과정

※관심분야 : 무선통신, 영상전송시스템, OFDM, 유비쿼터스

강희조 (Heau-Jo Kang)



1994년 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과 (공학박사)
1996년 ~ 1997년 오사카대학교 공학부 통신공학과 객원교수

1990년 ~ 2003년 동신대학교 전자정보통신공학부 교수
2003년 ~ 현재 목원대학교 컴퓨터공학부 조교수

※관심분야 : 멀티미디어통신, 유비쿼터스, 텔레매틱스, 무선통신, 가시광통신, 이동통신 및 위성통신, 환경전자공학, 무선광통신, RFID, 디지털컨텐츠