

다중 경로환경에서 영상 전송을 위한 CDMA/QPSK 시스템 성능분석

조송백* · 김지웅** · 강희조***

*동신대학교 전기전자공학과 · **담양도립대학 인터넷정보통신과 · ***목원대학교 IT공학부

Performance Analysis of CDMA/QPSK System for Image Transmission in Multipath Environment

Song-Back Jo* · Ji-Woong Kim** · Heau-Jo Kang***

*Dept. of Electrical & Electronic Eng., Dongshin Univ.

**Dept. of Internet Information & Communication Eng., Damyang Univ.

***Dept. of IT Eng., Mokwon Univ.

요 약

본 논문에서는 CDMA/QPSK 시스템을 이용하여 압축된 영상 정보 데이터를 다중 경로 환경에서 전송했을 때 전송 에러가 정보에 미치는 영향을 분석하였다. 무선 채널 환경으로써 ITU-R M.1225에서 제시한 시스템 모델링 파라미터를 이용하여 실내 사무실 환경, 보행자 이동 환경, 차량 이동 환경에 따라 압축된 영상 정보가 전송되었을 때 복원된 영상을 분석하였다.

I. 서 론

IT(Information Technology) 산업의 급속한 발전과 이동통신 시장의 성장은 새로운 소비자, 획기적인 단말기와 다양한 서비스의 요구로 이어지고 있으며 통신 서비스는 이동통신 서비스와 인터넷 서비스로 재편되고 있다. 이와 같은 이동통신 서비스는 이동 멀티미디어 서비스로 불리고 있다[1].

IMT-2000시스템으로 대변되는 이동 멀티미디어 통신 시스템인 CDMA 시스템은 가입자 용량이 큰 반면에 다중 경로 전파에 의한 다중 경로 페이딩과 많은 사용자가 동시에 동일 주파수 대역을 사용함으로써 발생하는 다중접속 간섭(MAI)에 의해 시스템의 성능이 크게 열화된다. 따라서, CDMA 시스템은 이와 같은 다중 경로 페이딩과 다중 사용자 간섭에 의한 영향을 경감시킴으로써 가입자 용량을 증대시킬 수 있다. 인터넷 서비스와 비디오 동영상 전송 등 고속의 데이터 전송이 요구되는 낮은 BER 조건과 시스템의 용량 증대를 위해서 우선적으로 CDMA 무선 채널 환경에서의 성능 분석이 이루어져야 한다[2].

일반적인 이동통신 상태에서 송신기와 수신기 사이는 빌딩이나 방해물에 의해 LOS가 차단된다.

본 논문에서는 DCT를 기반으로 한 8bit의 고정된 bit수를 할당하여 영상 전송을 위한 데이터로 사용하고 CDMA/QPSK 이동통신 채널에서 전송

될 때 전송 에러가 어떻게 영상의 화질을 열화시키는지를 시뮬레이션을 통하여 분석하였다.

또한, 다중 경로 페이딩 채널로써 다양한 전송 환경에 따른 성능을 시뮬레이션을 통하여 비교·분석하고 원영상과 이동통신에 의한 열화의 성능 척도로 PSNR (Peak Signal to Noise Power Ratio)과 실제 전송된 영상의 열화된 부분을 시각적으로 확인함으로써 이동통신 채널의 영향에 따른 원영상과 복원된 영상을 비교·분석하였다.

2장에서 본 논문에서 영상 압축에 대하여 설명하고, 3장에서는 다중 경로 채널 모델로써 실내 환경, 보행자 이동 환경, 차량 이동 환경에 따라 CDMA/QPSK 시스템의 성능을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 4장에서 결론으로 끝을 맺는다.

II. 영상 압축 기법

영상 데이터 압축 방법으로 예측 부호화, 변환 부호화, 벡터 양자화 방법 등 여러 가지가 있으나 일반적으로 정지영상의 압축에는 손실 압축(lossy compression)의 일종인 JPEG(Joint Picture Experts Group)이나 웨이블릿 변환 등이 적용되고 있다. JPEG은 DFT(Discrete Fourier Transform)을 기반으로 하는 DCT와 허프만 부호화를 사용한다[3].

본 논문에서도 DCT를 채택하며 블록크기를 8×8 크기의 블록으로 분할하여 영상을 압축하였다.

DCT는 디지털 화상 데이터의 압축 방법에 대해서 화상 데이터의 분포에 잘 맞기 때문에 현재 JPEG, MPEG에서 이용되고 있다. 허프만 부호화나 산술 부호화와 같은 가변 길이 부호화(Variable Length Coding)를 적용하여 압축한 후 전송하게 되면, 채널에서 발생한 에러 때문에 영상의 복원이 어려워지는 특성을 가지고 있다[4].

DCT 블록은 DCT 변환을 처리하기 위한 기본 단위로 가로 세로 8×8 배열 크기를 가진다. 본질적으로 영상 Sample의 배열 크기는 2차원 DCT로 변환 될 수 있다. DCT와 역변환인 IDCT의 식은 다음과 같이 표현한다.

2차원 DCT :

$$F(v, u) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

IDCT :

$$f(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v)F(u, v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

본 논문에서는 그림 1과 같이 표준영상 'Logo' (64×64 pixels)을 DCT부호화에 의해 압축하고 고주파 성분을 제거하는 방식으로 소스코딩을 하였다. 먼저 원영상 'Logo' (64×64 pixels)을 8×8 blocks으로 분할한다. 각 블록은 DCT에 의해 변환한 다음, 변환된 DCT계수들을 양자화 테이블에 의해 나누어 양자화를 시킨다. 양자화된 DCT 계수들의 거의 모든 고주파 요소들은 소실되거나 작은 값이 된다. DCT 계수의 양자화 결과를 저주파 성분으로부터 고주파 성분으로 향하는 지그재그 스캔을 행하면 고역의 0의 성분을 모을 수 있다[5]. 본 논문에서는 고역의 성분을 제거하고 저역의 성분에 8bit의 고정된 bit수를 할당하여 영상 전송을 위한 데이터를 구성하였다.

압축률은 부호화한 후의 데이터 양으로부터 쉽게 구해지지만, 복호 화상의 화질 판정은 쉽지 않다. 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 갖는 신호를 나타낸다. 분모 단은 잡음을 표현한 식으로 복호 화상과 원화상의 차이를 이용한다[6].

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

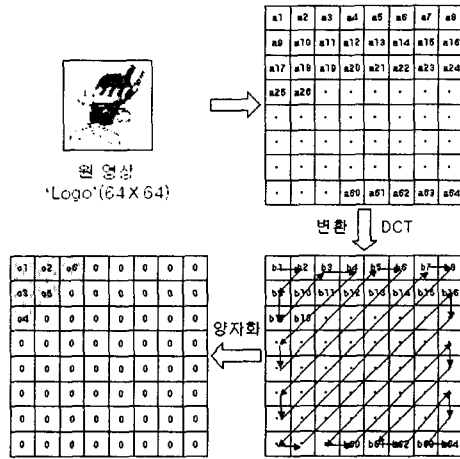


그림 1. 영상에 대한 DCT 압축 과정

위 식에서 a는 원영상이고, b는 복원된 영상이다. (x, y)는 pixel의 조합을 나타내고 있다. 그림 2는 영상처리에서 압축과 복원에 대한 블록도를 나타낸다.

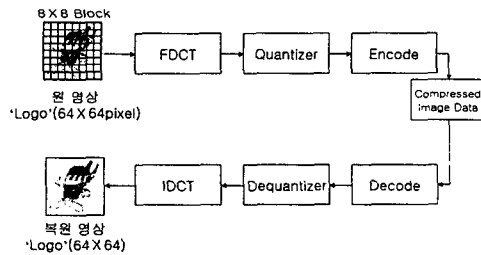


그림 2. 영상처리에서의 압축과 복원의 블록도

III. 다중경로 환경에서 영상전송 CDMA/QPSK 성능 분석

본 논문에서는 CDMA 이동통신 채널로 다중경로로 페이딩이 존재하는 CDMA 이동통신 채널을 상정하여 여러 가지 전송 환경에 따른 성능을 평가하였다.

3.1 영상전송 CDMA/QPSK 시스템

CDMA방식에서는 전송될 협대역 신호가 확산 신호에 곱해져 광대역으로 확산된 뒤 안테나를 통해 전송된다. 수신된 신호는 전송단과 수신단 사이의 장애물 등에 의해 서로 다른 경로를 거치게 되며, 각각의 경로 신호는 서로 독립적인 감쇄를 겪게 된다.

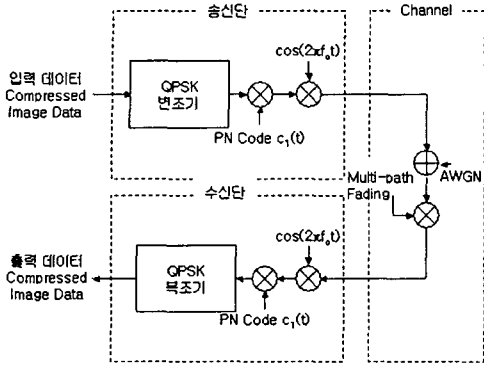


그림 3. CDMA/QPSK 시스템 모델

그림 3은 CDMA/QPSK시스템 블록도를 나타내고 있다.

3.2 다중 경로 채널 모델

ITU-R M.1225[7],[8]에서는 무선 채널 환경에서 이동 통신 시스템의 성능 평가를 위하여 표 1~3의 시스템 모델링 파라미터를 제시하고 있다. 이 값은 실측 자료를 근거로 다양한 이동통신 환경을 고려한 것으로서 통신 시스템 구축을 위한 모의 실험 파라미터로 사용되고 있다.

표 1~3에서 제시된 무선 채널 환경은 상대적으로 작은 지연 확산을 가지는 채널이다.

표 1. 실내 사무실 환경 TDL 파라미터(3km/h)

Tap	ITU-R M.1225(Channel A)		Simulation Parameter
	Delay(ns)	Average Power(dB)	Tap Weight
1	0	0	0.6
2	50	-0.3	0.4

표 2. 보행자 이동 환경 TDL 파라미터(3km/h)

Tap	ITU-R M.1225(Channel A)		Simulation Parameter
	Delay(ns)	Average Power(dB)	Tap Weight
1	0	0	0.8
2	110	-9.7	0.2

표 3. 차량 이동 환경 TDL 파라미터(120km/h)

Tap	ITU-R M.1225(Channel A)		Simulation Parameter
	Delay(ns)	Average Power(dB)	Tap Weight
1	0	0	0.5
2	310	-1.0	0.5

다중경로 페이딩 채널은 그림 4와 같은 two ray 모델로 표현될 수 있다. Two ray 모델은 VHF/UHF(Very High Frequency/Ultra High Frequency) 대역의 다중경로 전파 모델로 적당하다고 알려져 있다[9].

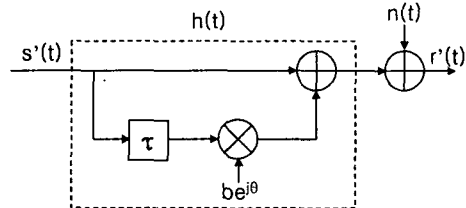


그림 4. Two ray 다중경로 채널 모델

3.3 시스템 시뮬레이션 및 검토

그림 5는 다중 경로 채널 모델로써 실내환경, 보행자 이동 환경, 차량 이동 환경에 따른 CDMA/QPSK 시스템의 성능을 나타내고 있다.

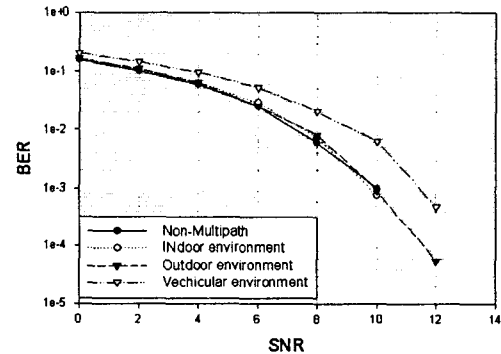


그림 5. 다양한 전송환경에서 CDMA/QPSK 영상 전송 시스템 성능

표 4. 다양한 전송환경에서 CDMA/QPSK 영상 전송 성능(SNR=10dB)

	indoor environment	outdoor environment	vehicular environment
BER	7.5955e-004	9.2231e-004	0.0063
PSNR	16.6194	14.3631	9.2783
IMAGE			
원 IMAGE			

그림 5에서와 같이, 결과적으로 다양한 전송환경에 따라 시스템 성능에 미치는 영향이 크음을 알 수 있다. 특히, 차량 이동 환경에서는 다른 전송

환경에 비해 시스템 성능이 크게 열화됨을 알 수 있다. 이는, 이동국이 이동하고 있는 경우 도플러 효과로 인해 반송파의 주파수 천이가 발생함으로써 에러 증가의 원인이 되기 때문이다. 보행자 이동 환경 역시 도플러 효과에 의한 천이가 일어나지만 저속의 이동으로써 차량 이동 환경보다는 크게 영향이 미치지 않는다는 점을 알 수 있다. 표 4는 SNR=10dB를 기준으로 다양한 전송환경에서 원영상에 대한 복원된 영상의 이미지와 BER을 나타내고 있다. 결과와 같이 복원된 영상의 PSNR은 실내 사무실 환경→보행자 이동 환경→차량 이동 환경 순으로 낮아지는 것을 알 수 있다.

[7] Recommendation ITU-M.1225, Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000, 1997.
 [8] ARIB, Evaluation Methodology for IMT-2000 Radio Transmission Technologies, Sep. 1998.
 [9] N. A. B. Svensson, "On optimum and suboptimum coherent detection of continuous phase modulation on a two-ray multipath fading channel," IEEE Trans. Commun., vol. 35, pp. 041-1049. Oct. 1987.

IV. 결 론

본 논문에서는 다중 경로 채널 환경에서 영상 전송 CDMA/QPSK 성능을 시뮬레이션 하였다. ITU-R M.1225에서 제시한 모델링 파라미터를 이용하여 시뮬레이션 한 결과, 복원된 영상의 PSNR은 실내 사무실 환경→보행자 이동 환경→차량 이동 환경 순으로 낮아지는 점을 알 수 있었다. 다중 경로 환경에서 이동국의 이동으로 인해 발생하는 도플러 효과에 의해 전송하는 영상에 많은 열화를 일으킴을 알 수 있었다.

참고문헌

[1] 우병훈, "이동 멀티미디어 통신 시스템의 순방향 채널 성능 개선에 관한 연구", 동신대학교 박사학위논문, 2003년 2월.
 [2] Achilleas Anastasopoulos, and Keith M. Chugg, "An efficient method for simulation of frequency selective isotropic rayleigh fading," VTC., vol. 3, pp. 2084-2088, 1997.
 [3] G. K. Wallace "The JPEG Still Picture Compression Standard," IEEE Transaction on consumer Electronics, vol. 38, no.1 pp. 18-34, Feb, 1992.
 [4] K. I. Ogura, A. and Miyazaki, Y. Akaiwa, "An error resilient still image transmission system for mobile radio communication," VTC., vol. 3, pp. 2004 -2008, 1999.
 [5] 이상길 역, C언어에 의한 디지털 영상처리, 성안당 1998.
 [6] King N. Ngan, Chi W. Yap, and Keng T. Tan, Video Coding for Wireless Communication Systems, Marcel Dekker, 2001.