동영상 전송을 위한 이동형 방송중계용 FPU 전송시스템의 분석 및 성능 평가

강희조*

*목원대학교 컴퓨터멀티미디어공학부

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 영상데이터 압축
Ⅲ. M/W 이동형 중계방송용 FPU시스템 분석
Ⅳ. FPU 시스템 시뮬레이션 및 검토
Ⅴ. 결 론

Ⅰ. 서 론

최근 M/W 주파수 대역은 3~30 GHz까지 이용되고 있으나 주로 3~11 GHz에 밀집되어 운용중에 있다. 향후 새로운 이동통신 주파수 대역으로 전파전파 특성상 6 GHz 이하 대역이 부각되고 있어 이동통신용 주파수 대역을 확보하기 위해서는 기존의 서비스 채널을 재배치하는 것이 필수적인 사항이다. 즉, 일반적으로 3~10GHz 대역은 전송거리가 15~60km 정도까지 M/W 통신로를 구성할 수 있으며, 10~20GHz 주파수 대역은 전송거리가 15km 이하인 전송로 구성으로 이용되고 있다. 그러나 갈수록 전송용량이 기하급수로 증가하고 있어 장거리용으로 사용되고 있는 주파수 대역의 부족현상이 나타나는 추세이다. 이에 대안 방안으로 주파수 재배치에 관하여 대두가 되고 있다[1]-[3]. 이동방송 중계용 링크인 FPU 전송시스템은 차후 다른 주파수 대역으로 이전시 기존 링크에서 사용되었던 시스템 제원을 토대로 필요한 대역에 대한 다양한 변조방식으로 먼저 시뮬레이션 평가 후 이용채널 개수 및 이전 가능 여부 등과 같은 조치가 수행 되어져야 한다.

따라서, 본 논문에서는 M/W 주파수대를 사용하는 이동형 방송중계용 FPU(Field Pick Up) 전송시스템을 모델링하고 방송용 프로그램 소재를 위한 동영상 전송시 다양한 변조방식에 대한 시스템 성능을 분석하였다.

2장에서는 FPU 시스템의 전송 데이터로 사용될 동영상의 데이터 처리부분에 대하여 논하고, 3장에서는 M/W 이동형 방송중계용 FPU시스템에 대해서 분석하였다. 마지막으로써 4장에서는 결론으로 끝을 맺는다.

Ⅱ. 영상 데이터 압축

본 논문에서는 영상정보를 압축하는 방법으로 널리 사용되어지는 MPEG-2방법을 사용하여 영상데이터의 압축과정을 수행하였다[4].

그림 1은 MPEG-2의 전체과정을 보여주고 있다. MPEG에서는 움직임 예측 및 움직임 보상동작에 의해 영상신호가 연속된 화면 사이에 가지는 시간축상의 중복적인 정보를 줄이는 반면, 한 화면 안의 인접 화소들 사이에 존재하는 공간축상의 중복적인 정보를 줄이기 위하여 DCT변환을 수행한후 양자화 한다[3].

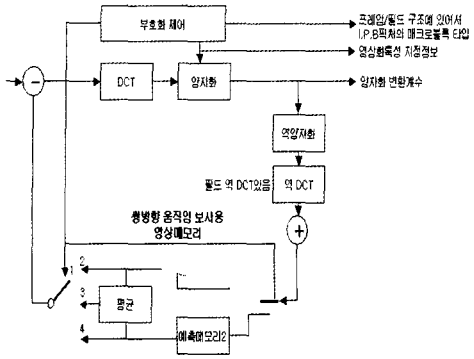


그림 1. MPEG-2의 부호기

일반적으로 움직임 예측은 시간적으로 인접한 화면간에 중복되는 움직임 정보를 줄이기 위한 방법이다. 다음은 움직임 예측의 일반적인 두가지를 보여주고 있다.

① 화소순환 알고리즘의 화소단위의 움직임 예측
② 블록정합 알고리즘의 블록단위의 움직임 예측

움직임 보상은 복호화된 이전 화면을 참조하는 움직임 벡터와 역DCT 변환의 결과로서 얻은 역변환 계수 데이터들을 이용하여 복호화된 예측 표본값들을 복원한다.

III. M/W 이동형 중계방송용 FPU시스템 분석

본 논문에서는 M/W 이동형 방송중계용 FPU 시스템을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 그림 2은 디지털 FPU 송·수신 접속형태의 블록도로 나타내고 있다[5][6].

3.1 접속 bit rate

디지털 FPU 변조신호의 블록구조를 그림 3과 같고 접속 비트율은 표 1과 같다. 또한, 59.648 [MHz]와 44.736[MHz]에 이르는 상호접속 bit rate에 대해서는 매핑 외측의 물리층에 있어서 Stuffing 영역을 마련해서 대응할 수 있도록 해야 된다. TS(204byte 모드)의 접속 bit rate D는 다음에 의해 구한다.

$$D=C\times(B-P-S)/B\times\eta\times R \quad (1)$$

여기서,

D : TS(204byte 모드)의 접속 bit rate[Mbit/s]
C : Clock 주파수=12.25403[MHz]
B : 블록 길이=19200[symbol]
P : 참조신호길이=256[symbol]
S : Stuffing길이=16×N[symbol](N:자연수)
η: 대역효율= $\log_2$(변조 다치수)[bit/symbol]
R : 오류정정 내부호의 부호화율

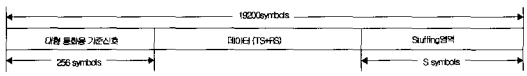


그림 3. 블록구조

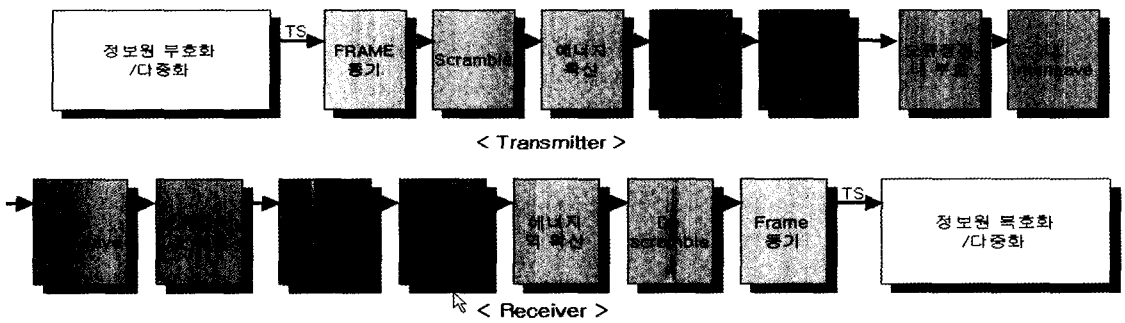


그림. 2 FPU시스템의 송·수신 구조

표 1. 접속 bit rate
(최대 rate/SNG 호환모드)

대역 효율 [bit/symbol]	변조방식 · 부호화율	TS+RS rate[Mbit/s]	stuffing S [symbols]
6	64QAM (내부호없음)	79.056	0
5	64QAM(5/6 trellis) 또는 32QAM (내부없음)	65.880	0
		59.648	112×16
		44.736	380×16
		33.552	581×16
		29.824	648×16
		22.368	782×16
4	32QAM (4/5 trellis) 또는 16QAM(내부없음)	49.5435	71×16
		44.736	179×16
		29.824	514×16
3	16QAM (3/4 trellis)	36.85712	80×16
		33.552	179×16
2	QPSK(내부없음)	24.57142	80×16
		22.368	179×16

전송로의 상황등에 의해 64QAM Trellis(대역효율 η=5)로 전송할 수 없는 경우 대역효율 η≤4로 해서 32QAM, 16QAM, QPSK에 의해 전송하는 것을 가정할 수 있다. 이것을 다시 다른 FPU와 TSL로 다단접속할 때, 특별한 rate 변환을 행하지 않고 통상운용할 64QAM Trellis로 접속할 수 있는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 32QAM , 16QAM, QPSK의 Stuffing량을 (5n-1)×16(n=1,2,…)로 할 필요가 있다. TS+RS rate를 되도록 많게 잡기 위해 표 1에서는 필요량이 최저인 Stuffing량 4×16(n=1)로 한 것을 언급한다.

3.2 파형등화용기준신호 삽입

파형등화용 기준신호의 다중방법을 표 3 및 그림 4에 규정한다. 또, 그림 5에 참조신호발생회로를 보인다. 파형등화용기준신호의 선두가 올 때마다 참조신호발생회로에 초기값을 저장하는 것으로 한다. 또, 파형등화용 기준신호의 최후의 Q(Quadrature)펄스는 다른 신호가 BPSK이기 때문에 180℃의 위상불확정이 있지만 이것을 확정하기 위한 심볼이다.

표 2. 파형등화용 기준신호표

기준신호 길이 L	블록길이 B	기준신호 rate	기준신호 삽입주기	기준신호 점유율	정보전송 symbol rate	최대 전송 rate
256 symbols (19.17 μs)	19200 symbols (1.438ms)	178.1 kHz	695.5 Hz (1.438ms)	1/75 (1.333%)	13.18 Mbaud	QPSK: 26.352Mbit/s 16QAM: 52.704Mbit/s 32QAM: 65.880Mbit/s 64QAM: 79.056Mbit/s

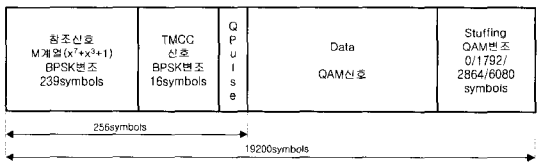


그림 4. 파형등화용 기준신호의 Format

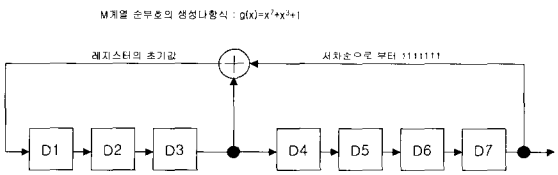


그림 5. 참조신호발생회로

표 4에 파형등화용신호의 QPSK, 16QAM, 64QAM에 있어서 Mapping 값을 보인다. 또한, 등화기준신호의 진폭은 평균진폭과 동일하게 한다. 단, 64QAM의 경우, 평균진폭이 정확하기 위해서는 표 3의 Mapping 값이 각각 √(10/13)배(-1.14dB), √(21/25)배(-0.76dB)가 되지만, 오차가 적다는 점과 회로구성의 간단화를 위해 근사적으로 표 3의 값을 이용하는 것으로 한다.

표 3 파형등화용 기준신호의 Mapping 값

변조방식	값	매핑값(I,Q)
QPSK	0	(+1, +1)
	1	(-1, -1)
	Q pulse	(-1, +1)
16QAM	0	(+3, +1)
	1	(-3, -1)
	Q pulse	(-1, +3)
64QAM	0	(+7, +1)
	1	(-7, -1)
	Q pulse	(-1, +7)

QAM 방식 FPU 파형등화용기준신호내의 전송측반송모드표시·제어정보(TMCC : Transmission and Multiplexing Configuration Control)신호 16bit의 의미와 bit 배열을 표 4와 같이 규정한다.

표 4 TMCC 신호의 정보 bit 배열

bit	의미	부호(MSB First)
D15 D14 D13	변조방식	001: QPSK 010: 16QAM 001: 32QAM 100: 64QAM 000,101~111: 미정의(*1)
D12	오류정정	0: 있음(trellis 부호) 1: 없음
D11 D10 D09 D08	bit rate(*2) (Mbit/s)	0000: 사용금지 0001: 44.736 0010: 59.648 0011: bit rate① 0100: bit rate② 0101: bit rate③ 0110: bit rate④ 0111: bit rate⑤ 1000: bit rate⑥ 1001: bit rate⑦ 1010: bit rate⑧ 1011: bit rate⑨ 1100: bit rate⑩ 1101: bit rate⑪ 1110: bit rate⑫ 1111: 사용금지
D07 D06	내인터리브	00: 없음 10: 있음(무정의)(*1) 01: 있음(무정의)(*1) 11: 깊이 16 cell길이 73
D05	test mode	0: test mode(*3) 1: 정상동작모드
D04	알람	0: 입력신호정상 1: 입력신호이상
D03		0: PS/FAN정상 1: PS/FAN이상
D02 D01 D00	미정의(*1)	

※1 : 이후 모드가 추가된 경우, 「미정의」 부분의 부호를 이용해서 규정한다.

※2 : 44.736Mbit/s, 59.648Mbit/s는 사용자간 공통의 bit rate로 한다. 다른 bit rate ①~⑫는 각 사용자마다 독자적으로 규정해서 운용할 수 있다.

※3 : ITU-T 0.151 준거 BER 측정용 PN 코드 2^{23}-1을 내부호의 앞단에 삽입

Ⅳ. FPU 시스템 시뮬레이션 및 검토

본 장에서는 동영상 전송을 위한 M/W 이동형 방송중계용 FPU 시스템을 모델링하고, AWGN환경에서 BER, PSNR의 성능에 중점을 두어 시뮬레이션한 결과를 제시한다.

표 5, 6은 시뮬레이션에서 사용된 파라미터를 보여주고 있다.

표 5. 시뮬레이션에 고려한 파라미터

영상데이터	동영상(320×240 61frame 3.2Sec)					
변조방식 부호화율	TS [Byte]	블록길이 [symbol]	참조신호길이	대역효율 [bit/symbol]	bit rate [Mbit/s]	stu-ffing [symbol]
64QAM (내부호 없음)	204	19200	256	6	79.056	0
16QAM (내부호 없음)	204	19200	256	4	49.5435	71×16
					44.736	179×16
					29.824	514×16
QPSK (내부호 없음)	204	19200	256	2	24.57142	80×16
					22.368	179×16

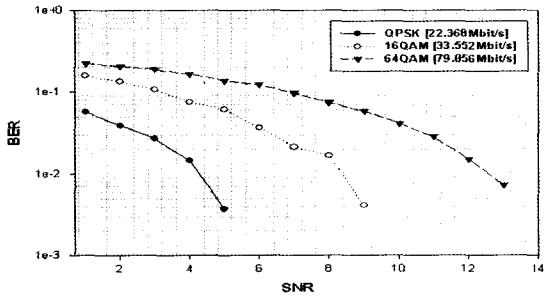
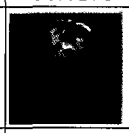
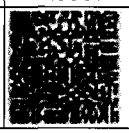


그림 6. AWGN환경에서 변조방식에 따른 BER성능

그림 6은 각 변조 방식(QPSK[22.368Mbit/s], 16Q AM[29.824Mbit/s], 64QAM[79.056Mbit/s])에 따른 BER성능을 보여주고 있다. 그리고 표 6에서는 전송된 동영상의 첫 프레임을 추출하여, 각 결과를 영상의 평가 척도인 PSNR과 실제 첫프레임 영상을 비교함으로서 결과를 비교하였다.

QPSK 변조방식일 경우에는 PSNR이 30.1175이고, 16QAM 변조방식일 경우에는 15.3634, 64Q AM 방식일때는 4.9967의 PSNR을 보여주고 있다. 결과와 같이 고속 전송을 수해하거나, 고효율의 다치변조를 수행할 경우 영상데이터의 에러가 높아짐을 주고있다. 따라서 다치수가 높은 변조방식을 적용할 경우 영상데이터의 손실을 최소화 하기위한 강력한 압축기법 또는 에러정정기법이 요구됨을 알 수 있다.

표 6. SNR=9dB를 기준으로 한 결과
(BER, PSNR, 실제 원영상)

	QPSK 22.368[Mbit/s]	16QAM 29.824[Mbit/s]	64QAM 79.056[Mbit/s]
BER	0	0.0041	0.0582
PSNR	30.1175	16.3634	4.9967
영 상 (첫 프레임)			
원영상			

V. 결 론

본 논문에서는 M/W 대역에서 사용되어지는 이동형 방송중계용 FPU시스템을 설계하고 다양한 변조방식에서의 시뮬레이션을 통하여 성능을 평가하였다. 특히, 송신데이터는 방송용 프로그램 소재를 위한 동영상 정보를 데이터화 하여 AWGN 채널의 환경에서의 성능을 평가함으로써 전송된 영상의 복원도를 실제 보여주고 있다.

QPSK 변조방식일 경우에는 PSNR이 30.1175이고, 16QAM 변조방식일 경우에는 15.3634, 64Q AM 방식일때는 4.9967의 PSNR을 보여주고 있다. 결과와 같이 고속 전송을 수해하거나, 고효율의 다치변조를 수행할 경우 영상데이터의 에러가 높아짐을 주고있다. 따라서 다치수가 높은 변조방식을 적용할 경우 영상데이터의 손실을 최소화 하기위한 강력한 압축기법 또는 에러정정기법이 요구됨을 알 수 있다.

참고문헌

[1] "전파자원 이용관리에 관한 연구", 한국전파진흥협회, 전파자원이용자문위원회 주파수 이용정책분과 위원회, 2000. 12. 31.

[2] "M/W 주파수 이용 활성화 방안 연구", 한국전파진흥협회, 전파자원이용자문위원회 M/ W 주파수분과 위원회, 2000.12.31

[3] 주파수 중장기이용계획 종합연구,"주파수장기이용계획분과위원회 최종연구보고서", 한국전파진흥협회, 1999.12.31

[4] 정제창, "그림으로 보는 최신 MPEG", 교보문고,1995

[5] ARIB STD-B11

[6] ARIB STD-B18

저자소개

강희조

1986년 2월 : 원광대학교 전자공학과(공학사)

1988년 2월 : 숭실대학교 반도체공학과(공학석사)

1994년 2월 : 한국항공대학교 전자공학과(공학박사)

1994년 7월 ~ 1995년 12월 : 한국전자통신연구소 위성망 연구소 초빙연구원

1996년 8월 ~ 1997년 8월: 오사카대학교 공학부 통신공학과 객원교수

1990년 ~ 2003년 2월 : 동신대학교 전기전자공학과 교수

2003.3월 ~ 현재 : 목원대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 교수

※관심분야 : 무선통신, 이동통신 및 위성통신, 멀티미디어통신, 무선조명광통신, UWB통신, 유비쿼터스, RFID, 텔레매틱스, 밀리미터파 통신.