

논문 2010-5-13

# COFDM 전송기술을 이용한 Wireless 카메라영상 전송시스템 연구

## A Wireless Camera Image Transmission System

김준원\*

KIM JOON-WON

**요 약** 본 논문은 방송현장에서 TV중계차와 EFP카메라 또는 ENG카메라간의 카메라 케이블 연결이 방송프로그램 제작시 여러가지 장애물과 거리에 한계가 있어 자유로운 카메라 촬영활동에 불편을 주고 있는바, DVB-T방송에서 사용하는 무선영상 전송장치와 수신장비를 제작하여 본 연구에 응용하는 사례로, 야외는 물론 실내에서도 카메라 촬영 활동이 자유스러운 "Wireless 카메라 영상전송 시스템"의 개발을 목표로 하였다. 본 연구는 연구접근이 용이한 아날로그 콤포지트 영상신호 출력을 갖는 카메라와 이 영상신호를 압축하는 MPEG-2시스템, COFDM 전송방식을 이용하는 영상전송시스템으로 제작실험하게 되었으며, 그 결과 영상 및 전송장치에 대하여 양호한 QoS값을 얻게 되었으며, 본 실험을 통해 TV방송제작 현장의 활용은 물론, 무선 CCTV 장치산업의 적용 할 수 있는 가능성을 갖게 되었다.

**Abstract** In this paper, "a wireless camera image transmission system" is aimed for the free camera shooting in the indoor and outdoor environments. Currently in broadcasting program production environments, because the cable connections between TV OB VAN(outside broadcasting VAN) and EFP camera or ENG camera have many obstacles and limits of distances, it is very inconvenient for the free camera shooting. Therefore in this paper, wireless image transmission device and receiving device in DVB-T broadcasting are developed. In this paper, analog composite image signal output camera, image signal compression MPEG-2 system and COFDM image transmission system are produced and experimented. The results for the image and transmission system had good QoS values and from this results, it is possible to apply TV program productions and wireless CCTV device industries.

**Key Words :** DVB-T, COFDM, MPEG2, 유무선Network, CCTV

### 1. 서 론

방송프로그램 제작시스템에서 가장 중요한 장치는 방송 카메라로서 방송용카메라는 Standard Studio Camera와 ENG(Electronic News Gathering), EFP(Electronic Field Production) 카메라 등으로 크게 구분된다.

본 실험은 방송중계 현장에서 사용되는 스탠더드 또는 EFP카메라는 카메라와 CCU(Camera Control Unit)

간을 연결하는 Camera Triax Cable 또는 Optical Fiber Cable로 연결되어, 생방송 프로그램 촬영시 카메라 이동성이 불편하여 골프중계, 헬기중계, 고지 등반 중계, 심해 촬영 중계등 극한지 촬영에 있어서의 생방송 중계가 어려운 실정이다. 이런 불편은 TV중계방송에 있어서의 신속성과 현장감과 생동감을 저하시키는 큰 요인이 되고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해, 소형 Wireless 카메라 영상 전송시스템의 개발과 실험이 필요하였으며, 이 장치는 자유로운 카메라 촬영활동을 언제, 어디서나, 무선TV중계는 물론 Internet 네트워크를 통해

\*정회원, 동아방송예술대학 / 방송기술과  
접수일자 2010. 09.15, 수정일자 2010. 10.8  
게재확정일자 2010.10.15

서도 전송도 할 수 있는 유무선 네트워크로 전 세계 어디에서나 스마트폰방송으로도 응용 될 것이다.

본 시스템은 TV카메라의 아날로그 콤포지트 영상신호를 MPEG2(SDTV급)로 압축하고 음성신호는 MPEG1 압축을 사용하였고, 무선전송방식은 이동 중 영상전송특성이 양호한 COFDM전송을 이용한 무선영상전송시스템을 제작과 실험을 통해 전송로의 전기적 특성과 영상프로그램 중계망의 QoS등을 측정하여 TV방송현장 또는 무선 CCTV 산업현장에서의 사용 가능성을 연구하였다.

## II. Wireless 카메라영상 전송시스템

### 1. System개요

Wireless 카메라영상 전송시스템의 구성은 영상과 음성신호를 압축하는 MPEG Encoding시스템과 COFDM Modulator시스템으로 구성되며, 그림 1 은 COFDM 전송기술을 이용한 Wireless 카메라전송 시스템 구성방법을 제시하였다.

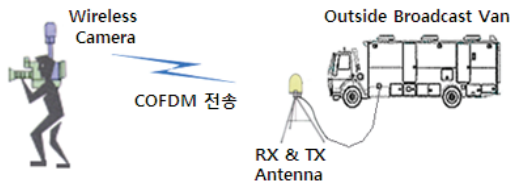


그림 1. COFDM 전송기술을 이용한 Wireless 카메라영상 전송시스템구성

Fig. 1. Wireless Camera COFDM transmission technology using a video transmission system configuration

본 시스템의 구성은 ENG카메라 영상신호와 카메라 컨트롤 신호를 다중화 하여 COFDM 변조후 저출력으로 무선 전송하는 시스템으로 영상신호와 음성신호를 압축하여 TS stream으로 다중화 한 후 무선채널인 (실험용 주파수:345~353MHz)대역으로 전송하여 중계차 또는 주소정실에서는 영상 수신장치를 통하여 영상신호를 Decoding 한 후 영상스위처(VMU:Video Mixing Unit))로 보내어져 방송물로 사용 할 수 있는 구조를 갖는다.

이 방식은 방송과 통신의 융합형으로 더욱 발전하여 유.무선 CCTV, 통신단말기(스마트폰)등에 활용이 가능하며, COFDM 전송기술을 이용한 Wireless 카메라영상

전송시스템의 구성은 그림 2 와 같이 카메라영상압축부분인 A/V Encoder Part와 디지털변조 부분인 COFDM 변조Part 그리고 송신 안테나 Part로 구성된다.

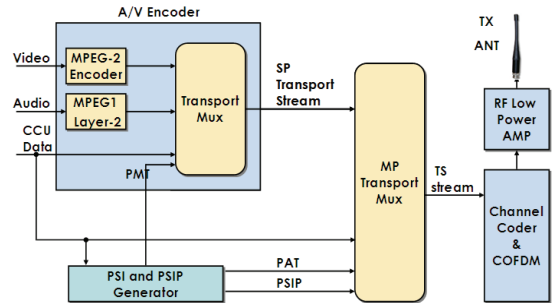


그림 2. COFDM 전송기술을 이용한 Wireless 카메라영상 전송시스템블록도

Fig. 2. Wireless Camera COFDM transmission technology using a video transmission system block diagram

### 2. MPEG Encoding

#### 가. 이론적 배경

본 실험에서 사용되는 MPEG2<sup>[1]</sup>는 1994년 ISO 13818로 규격화 된 영상압축 기술로 디지털TV, 대화형TV, DVD 및 디지털위성방송<sup>[2]</sup>, 디지털유선방송, 고품질 HDTV<sup>[3]</sup>등의 방송시스템에 사용된다.

일반적으로 동영상은 카메라의 아날로그 영상신호가 디지털 정보로 변환된 후, 프레임 메모리(한 화면을 저장)에 기억되어 화소단위(Pixel)로 분해 처리된다. 영상신호 압축 알고리즘은 크게 4가지 방식으로 구분되며,

- (1) 화소당 RGB 정보를 Y, Cb, Cr 비트로 변환함으로써 정보를 압축한다.
- (2)일반적으로 영상은 인접화소간의 값이 거의 비슷하기 때문에, 즉 상관관계가 높기 때문에 화면내의 공간적 상관관계를 이용하여 정보를 압축한다.
- (3)시간적으로 과거 화면의 정보를 기억해 두고 현재 화면을 과거화면으로 부터의 차분 치로 나타냄으로써, 화면내의 시간적 상관관계를 이용하여 정보를 압축한다.
- (4)위 두 가지 방식을 부호화 할 때, 부호의 발생 확률이 서로 다름을 이용하여 정보를 압축한다. 일반적으로 이상의 네 가지 압축방법이 혼합되어 이용된다.

#### 나. 디지털 영상압축의 알고리즘

- (1) 화면내의 공간적 상관관계를 이용한 압축  
화면내의 공간적 상관관계는 공간주파수 개념으로 쉽

게 설명 될 수 있다. 즉, 화면이 평활하고 천천히 변화할 때 공간주파수가 낮다 라고 표현 하며, 이와 반대로 체크 무늬 처럼 그림이 세밀하고 변화가 많을 때 공간주파수가 높다 라고 한다. 한 장의 영상처리는 일정한 크기의 정방형 영역으로 나뉘어져 각 영역에 대해 변환 처리를 행함으로써 영역 내의 평균값으로부터 매우 정교한 최고 주파 수의 영상성분에 이르기까지 여러 가지 주파수의 영상성분으로 분해된다. 식(1)은 영상압축의 직교변환 DCT(Discrete Cosine Transform)변환식<sup>[3]</sup>으로 영상신호의 처리기법 중 직교변환부호화(orthogonal transform coding)의 하나로서 시간축상의 Pixel Data  $f(i, j)$ 를 주파수축상의 DCT 계수성분  $F(u, v)$ 로 변환하는 것이다.

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

$$C(u), C(v) = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ if } u, v = 0$$

$$C(u), C(v) = 1 \text{ if } u, v = 1, 2, \dots, 7$$

(1)

(2) 화면간 시간적 상관관계에 의한 압축

동영상은 조금씩 다른 화면을 차례로 디스플레이 함으로서 마치 연속된 것처럼 보이는 화면을 만들어 낸다. 따라서 이웃하는 화면끼리는 매우 유사하다. 과거화면정보를 이용하여 압축하려고 하면 부분에 따라 크게 두 개의 경우가 발생한다. 첫 번째의 경우는 전혀 변화가 없는 경우이다. 이 경우는 전 화면과 비교해보니 변화가 없다고 하는 움직임추정(motion estimation)부호를 보내는 것만으로 화면을 재생시킬 수 있다. 두 번째의 경우 현재 화면의 어느 부분이 전 화면의 어느 부분에서 이동해 온 경우이다. 이 경우는 전 화면 중 같은 움직임 정보만을 보냄으로서 화면을 재생시킬 수 있다. 이렇게 이전 화면에서 움직임 벡터가 가리키는 곳을 찾아 일정한 영역분의 화면을 가져오는 움직임보상(motion compensation)을 이용하여 영상압축을 도모한다.

(3) 부호발생확률의 편중을 이용한 압축

이 압축의 원리는 부호의 발생확률을 이용하는 것으로 영상의 휘도 신호를 살펴보면 커다란 편중을 볼 수는 없으나, DCT 변환 후의 계수에는 그 발생확률에 눈에 띄는 편중이 생긴다. 전술한 움직임 벡터에서도 비슷한 경향을 나타낸다. 그래서 DCT계수나 움직임 벡터 등에 대

해 발생빈도가 높은 값은 길이가 짧은 부호를 할당하고 출현빈도가 낮은 값은 긴 부호를 할당하도록 부호기와 복호기 사이에 새로운 부호체계를 세우면 평균 부호 길이를 줄일 수 있다. 이것을 “가변장부호화(VLC: Variable Length Coding)” 또는 “엔트로피부호화(발생확률의 편중을 이용하는 방식)”라고 부르고 있다.

### 3. OFDM Modulator

#### 가. OFDM 이론적 배경

OFDM(Orthogonal Frequency Division modulation) 전송방식<sup>[4]</sup>은 그림 3.의 FDM 다수반송과 신호전송방식과는 달리 직교 주파수 다중 분할방식으로 하나의 정보를 여러개의 반송파(subcarrier)로 분할하고, 분할된 반송파간의 간격을 최소로 하기 위해 직교성을 부가하여 다중시켜 전송하는 방법이다.

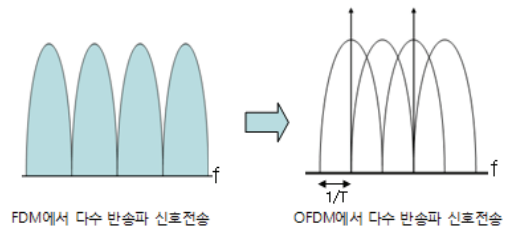


그림 3. FDM방식과 OFDM방식에서 신호전송  
Fig. 3. FDM & OFDM in Signal Transmission

OFDM 전송방식은 그림 4. 와 같이 기저대역의 data 들을 QAM 신호변조 후 이 신호들을 수직적인 가상반송파에 분할하여 실어주고 이들을 동시에 전송함으로써 전송효율을 높이는 특징을 갖고 있다. 또한 다수의 부반송파가 만든 QAM신호들은 IFFT (inverse fast fourier transform)과정을 거치면서 결합된다.

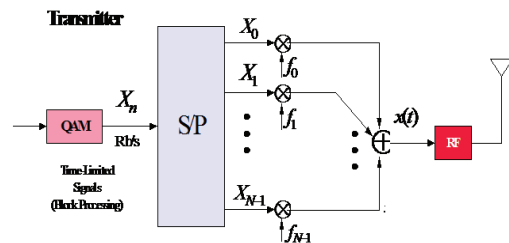


그림 4. OFDM 전송방식  
Fig. 4. OFDM transmission system

따라서 OFDM방식은 식 (2)와 같이 상호 직교성을 다수의 반송파  $x(t)$ 를 발생시키며 이 전송방식은 주파수 이용효율이 높아진다.

$$x(t) = Re \left\{ \sum_{n=0}^{N-1} X_n \exp[-j\omega_n t] \right\} \quad (2)$$

OFDM 전송방식의 수신측은 서로 다른 부반송파 간에 내적의 합이 "0"이 되면 특정한 수신신호의 데이터가 추출된다. 이 전송방식은 병렬(parallel)전송방식을 사용하여, 단일 반송파환경에서 문제시 되어온 이동시나 산 정상이나 빌딩 등에 의하여 전파가 반사되어 다중경로 간섭을 일으키는 나쁜 조건하에서도 카메라로 촬영된 영상신호를 끈김 없이 고속으로 전송하는 장점이 있다.

### III. Wireless 카메라영상 전송시스템 제작

#### 1. A/V Encoder 제작

Wireless 카메라 영상전송 시스템 제작실험은 표 1. Audio/Video Encoder 규격으로 카메라에서 촬영된 NTSC영상신호를 사용하였으며 기준신호는 1V<sub>rms</sub>로 하였으며 영상신호의 Impedance는 75Ω을 사용하였다. 또한 음성신호는 L/R stereo 사용하였으며 영상신호 압축 방식은 MPEG2 MP@ML로 제작하였다.

표 1. A/V 엔코더 규격  
Table 1. A/V Encoder Specifications

source	구분
Video	NTSC composite : 1V <sub>rms</sub>
	입력Impedance : 75Ω
	Compression : MPEG2 MP@ML
Audio	Stereo (L/R) : 0dBm/600Ω
	Compression : MPEG1 Layer-2

Wireless 카메라 영상전송 시스템의 입·출력단자는 그림 5. A/V 엔코더 모듈과 같이 RCA콘넥터를 사용하여 제작되었다.

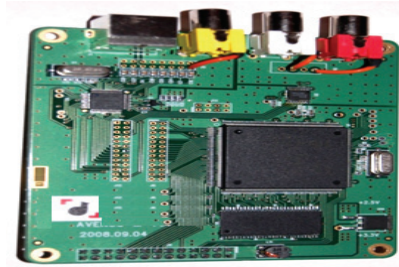


그림 5. A/V 엔코더 모듈  
Fig 5. A/V Encoder Module

#### 2. COFDM Modulator 제작

Wireless 카메라 영상전송 시스템에서 변조 및 RF출력 설계기준은 표 2. COFDM Modulator Specification과 A/V Encoder에서 압축된 영상신호를 COFDM 2k sub Carrier로 Modulation 하는 방식으로 설계 되었다.

표 2. COFDM 전송장치 규격  
Table 2. COFDM transmission equipment specifications

source	구분
Modulator	COFDM
	2k sub Carrier
RF Power	Frequency : 345~353MHz (8MHz)
	-5~10dBm/50Ω

RF Power 단의 송신주파수는 DVB-T방식에서 사용되는 345~353MHz (8MHz)의 사용주파수를 사용하였으며, 실험전파출력은 -5~10dBm/50Ω을 사용하였다. 완성된 PCB Module 는 그림 6. COFDM Modulator와 같이 제작 되었다.

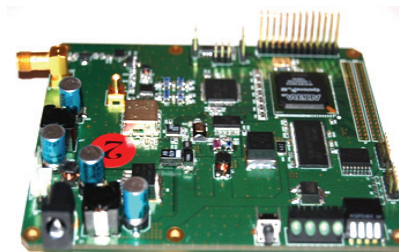


그림 6. COFDM 모듈  
Fig. 6. COFDM Modulator Part

## IV. 실험 및 결과

### 1. 측정시스템 구성

카메라 시스템 품질은 스튜디오 SD영상 설비기준을 참고로 하였다. 측정도는 그림 7. 과 같이 구성되었으며, Wireless 카메라의 영상규격은 SD급으로 실험하며, 사용 주파수는 345~353MHz (8MHz)대의 실험채널로 전파를 송출한다. 전송된 전파는 송신출력을 10mW 10dBm /50Ω이며 directional coupler를 통해서 -20dBm/50Ω 값에서 품질 측정 하였다. 영상신호 분석 측정장비는 Agilent사의 E9285A DVB-T COFDM Analysis Software를 사용하였으며, RF분석 측정장비는 Agilent사의 89600 Spectrum Analyzer 장비를 사용하였다.

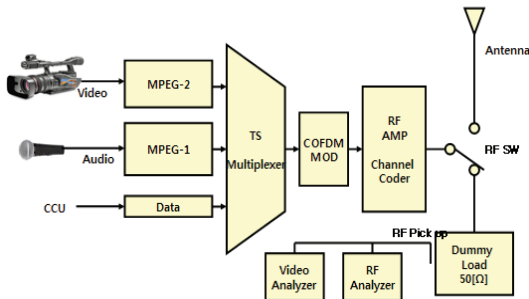


그림 7. Wireless 카메라 전송 시스템 실험 구성도  
Fig. 7. Wireless Camera Transmission System test configuration

### 2. 영상신호분석 기준

디지털 영상신호분석은 Modulation Error Ratio (MER)와 Bit Error Rate(BER)로 측정된다. 여기서 MER측정은 모듈레이터에서 수신기까지의 성능을 측정하는 것으로 MER은 [dB]값으로 산출된다. EVM(Error Vector Magnitude)는 [%]단위로 측정되며, 여기서 EVM과 MER은 수학적 수식으로 변화가 가능하다. MER의 측정은 그림 8.과 같이 측정장비 디스플레이에 나타난 성좌도(Constellations)가 한곳으로 집중되어 분포할 때를 “good”MER로 판정하며 성좌도가 분산 될 때 “Poor” MER로 표시된다.<sup>[5]</sup>



Constellation With  
“Good” MER

Constellation With  
“Poor” MER

그림 8. 성좌도 특성분석 (양호 vs 불량)

Fig. 8. Constellations with "good" MER & "Poor" MER

그림 9.와 식(2) 는 MER(Modulation Error Rate) 값을 산출하는 도표와 기준식이다. MER값은 일반적으로 수신측에서 QPSK는 14dB 이상, 16QAM은 20dB 이상, 64QAM은 25dB 이상은 되어야 한다. MER은 RF특성 및 지속적인 노이즈에 의한 품질의 변화를 측정할 수 있다.<sup>[6]</sup>

$$MER = 10 \log \frac{S \text{ error magnitude}}{\text{Average symbol magnitude}} [dB] \quad (2)$$

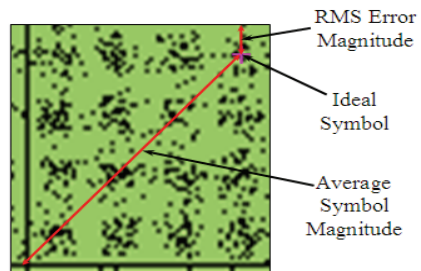


그림 9. Modulation Error Ratio (MER)측정  
Fig. 9. Modulation Error Ratio (MER) measurement

BER측정은 수신기에서 Viterbi와 리드솔로몬(Reed-Solomon)과 같은 에리정정 및 검출 코드에 의해서 확인되는 비트 에러율이다. BER의 측정은 단위가 없으며, 초당 bit error가 일어날 수 또는 확률을 말하며 BER은 오류정정부호기 처리전과 처리후의 차이가 있다. 따라서 MER과 BER은 각각 다음과 같은 한계를 가지고 있기 때문에 정확한 성능측정을 위해서는 두 가지를 모두 보아야 한다. MER은 측정기의 한계로 모든 데이터를 보는 것이 아니라 주기적으로 일부 데이터를 샘플링해서 측정하므로 간헐적인 노이즈에 의해 발생하는 문제는 체

크 되지 못하며, BER은 모든 데이터에서 디지털적인 코딩에 의해서 비트에러를 검출하는 것이지만, 어느 정도의 MER이상에서는 거의 비트에러가 발생하지 않으므로 측정이 되지 않는다.

### 3. RF신호분석 결과

영상신호 분석을 위한 MER(Modulation Error Ratio)과 (BER)Bit Error Rate 측정값에 대한 측정결과는 그림 10. 과 같이 Overall MER 값은 37.294dB로 영상신호 기준표에 의한 16QAM에서 20dB기준<sup>[7]</sup>을 넘는 17.294dB를 초과하는 좋은 결과를 얻게 되었으며

Error Statistics Summary Table		
Overall EVM	= 1.365	%rms
Overall MER	= 37.294	dB
Freq Error	= -94.2	Hz
Average Power	= -18.36	dBm
99.3% Pk Power	= -0.060	dB from nom.
Data Power	= 0.029	dB from nom.
TPS Power	= -0.001	dB from nom.

그림 10. 에러 측정 통계값  
Fig. 10. Error Statistics Summary Table

그림 11 과 같은 MER은 성좌도(Constellations)가 한곳으로 집중되어 분포하는 “good”MER로 값을 갖게 되었다. 보통 37dB의 MER이라면, 기본적으로는 Viterbi decoder이후 BER이  $2 \times 10E^{-4}$  이하로 Reed-solomon decoder이후에는 QFE(Quasi Error Free)로 비트에러가 발생하지 않는다.

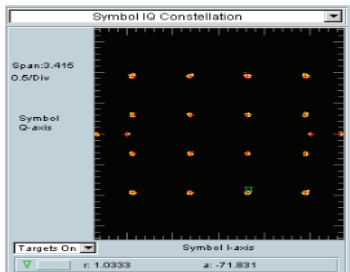


그림 11. IQ 성좌도  
Fig. 11 Symbol IQ Constellation

EVM(Error Vector Magnitude)는 [%]단위로 측정되며 그림 12.의 EVM magnitude Spectrum표에서와 같이

EVM 측정값은 평균값은 1.365[%]rms 로 측정되어 전송 시스템에 대해서 양호한 특성의 결과를 얻게 되었다.

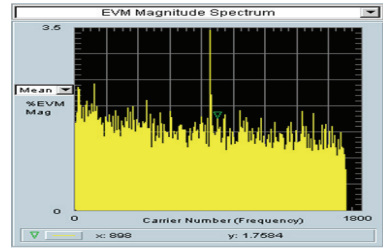


그림 12. EVM 신호분석표  
Fig. 12. EVM Magnitude Spectrum

### 4. DVB-T 대역외 발사강도 규격

DVB-T의 스펙트럼 마스크<sup>[8]</sup> 규격은 ETSI EN 300 744를 기준으로 하며 OFDM은 직각의 평행한 공간에 병렬로 된 스펙트럼 마스크 규격은 그림 13. 과 같으며 주파수는 식(3)과 같이 는 각각 주파수에 운반이 되며,

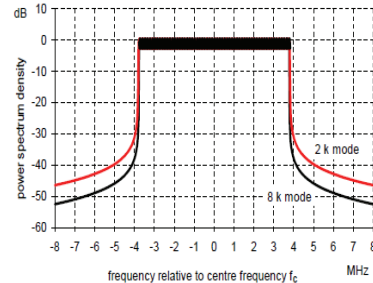


그림 13. DVB-T의 8MHz대의 스펙트럼 마스크  
Fig. 13. Figure 12: Theoretical DVB transmission signal spectrum for guard interval  $\Delta = T_u / 4$  (for 8 MHz channels)

$$f_k = f_c + \frac{k}{T_s}; \left(-\frac{K-1}{2} \leq k \leq \frac{K-1}{2}\right) \quad (3)$$

식(3)은 식(4)와 같이 정의를 내릴 수 있다.

$$P_k(f) = \left[ \frac{\sin \pi(f - f_k) T_s}{\pi(f - f_k) T_s} \right]^2 \quad (4)$$

$P_k(f)$ 는 변조되어 전송된 OFDM의 총 반송파 합이다.

DVB-T 표준 전송스펙트럼은 그림 12. 와 같으며 8k

모드와 2k모드로 구분되어 측정한다.

## V. 결론

### 5. DVB-T 대역의 발사강도 결과

본 실험은 DVB-T 무선설비의 기술 기준 중 대역외 방사 측정의 한 예로 인접 채널간섭을 보호하기 위하여 송신기 출력단에 설치된 BPF의 특성을 규정하는 것이며 DVB-T 표준 전송스펙트럼 마스크 2k모드는 Fo에서 ( $\pm 4\text{MHz}$  까지  $-32\text{dB}$ 이하로 감쇄 특성을 갖아야 한다. 따라서 본 실험은 DVB-T 무선설비의 기술 기준 중 대역외 방사 DVB-T 표준 전송스펙트럼 마스크 2k모드는 Fo에서 그림 14 와 같이  $\pm 4\text{MHz}$  까지  $-50.42\text{dB}$  이하로 감쇄특성을 좋은 결과를 갖게 되었다. 측정기의 측정조건은 center frequency :  $350\text{MHz}$ 이며, REW :  $3\text{kHz}$ , span은  $20\text{ MHz /div}$  이며 Y축은  $10\text{dB/div}$  이다.

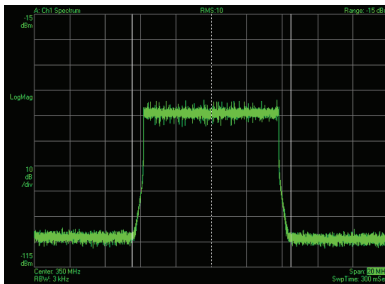


그림 14. DVB-T의 스펙트럼 마스크 측정값  
Fig 14. DVB-T Spectrum mask a measure



그림 15. 완성 된 Wireless 카메라 COFDM 전송시스템  
Fig. 15. Wireless Camera COFDM transmission system finished

따라서 본 연구는 그림 15와 같이 제작이 완료되어 방송현장에 실제로 영상신호를 전송하여 필드 테스트를 해 본 결과  $100\text{m}$  정도 거리에서 양호한 영상신호를 이동 중에도 전송하게 되었다.

본 연구는 생방송현장에서 사용되는 TV중계차의 방송용 카메라케이블이 프로그램 제작 시 여러 장애물과 카메라거리의 한계로 있어 자유로운 카메라 촬영활동에 불편을 주고 있는 상황에서 DVB-T방식을 이용하여 무선영상 전송장치와 무선영상 수신장비를 제작 실험하게 되었으며, 그 결과 야외는 물론 실내에서도 카메라 제작 활동이 편리함을 얻게 되었다.

본 실험은 "COFDM 전송기술을 이용한 Wireless 카메라영상 전송시스템은 DVB-T 품질규격에 적합성 여부가 시스템의 사용 가능성을 좌우 하므로 이를 입증하기 위하여 Wireless 카메라는 영상전송 장치를 실험적으로 제작하였으며 그 결과영상부분의 측정값은 16QAM MER기술기준에서  $20[\text{dB}]$ 기준을 넘는  $37.294[\text{dB}]$ 로 측정되었으며 이는 약 $17.294[\text{dB}]$  향상된 결과값을 얻게 되었다. 또한 EVM값, BER 값도 양호한 측정 결과치를 얻게 되었다. 또한 전송특성부분은 DVB-T의  $8\text{MHz}$ 대의 스펙트럼 마스크보다 양호한 결과치를 얻게 되었다.

대역외 발사강도 결과는 무선설비의 기술 기준 중 대역 외 방사 DVB-T 표준 전송스펙트럼 마스크 2k 모드는 Fo에서  $\pm 4\text{MHz}$  까지  $-50.42\text{dB}$  이하로 감쇄 특성을 좋은 결과를 갖게 되었다.

따라서 본 실험에서 "Wireless 카메라는 영상전송시스템"의 전기적 특성이 품질은 무선영상전송시스템으로 사용이 가능성을 입증 할 수 있었으며 기존의 아날로그 변조방식의 무선중계 전송방식에서 발생 할 수 있는 이동중의 영상전송에서의 고스트, 영상노이즈 등으로 방송용으로 활용할수 없었던 영상전송을 COFDM 전송방식을 이용한 Wireless 카메라는 영상전송의 가능성을 갖게 되었으며, 본 실험은 Wireless 카메라 영상전송방식이 상용화되는 시점에서 Full HDTV 전송은 물론, 쌍방향 Wireless CCTV와 방송용은 물론 IP망과 연결되어 스마트폰방송까지도 접목되어 유무선 통합망을 이용하는 영상전송시스템으로 발전 할 수 있는 가능성을 보였다.

## 참고 문헌

- [1] 정제창 역, "최신MPEG", 교보문고, pp.117-195, 1995

- [2] 엄호현, "중합디지털방송(ISDB)실현을 위한 방송방식 연구", 한국방송개발원, pp.17-31, 1994
- [3] MICHAEL ROBIN, ",Digital Television Fundamentals", Mc Graw Hill, pp357, 1997.
- [4] WILLIAM H. TRANTER, "Fifty year of communication and networking Research" Proc. of IEEE , pp.147, 2007
- [5] BROADCASTING Refresher topics "Measurements on MPEG2 and DVB-T signals (5) "Continued from No. 172, pp42-46, 2002
- [6] Sunrise Telecom Broadband, "Why You Need to Measure Both BER and MER on QAM Digital Signals", 2002
- [7] TERRESTRIAL DVB-T,Patrik Lagerstedt Maxpeak Ltd, Published March, 2009
- [8] ETSI,"Digital Video Broadcasting (DVB)Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television,"ETSI EN 300 744 V1.5.1, pp36, 2004

## 저자 소개

### 김 준 원(정회원)



- 학위
  - 경희대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)

- 경력
  - KBS한국방송, 기술본부 Staff (영상,음향,조명,송신)

-KBS미디어 엔지니어링부장

-방송위원회, 기술자문위원

-한국위성방송기술협회, 회장

-한국방송제작단, 사장

-(현)동아방송예술대학, 방송기술과 주임교수

<주관심분야: 방송시스템, CATV방송, IPTV방송, 이동무선 통신, 안테나 및 전파전파, 통방송합기술>