정규논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제19권 제3호, 2014년 5월 (JBE Vol. 19, No. 3, May 2014)

<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2014.19.3.372>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

멀티콥터를 이용한 수직방향 DTV 신호 레벨 측정

박 형 도^{a)b)}, 임 솔^{a)}, 김 대 진^{a)*}

Measurement of Vertical-Directional DTV Signal Level Using a Multi-Copter

Hyung-Do Park^{a)b)}, Sol Lim^{a)}, Dae Jin Kim^{a)*}

요 약

DTV 필드 테스트는 실내와 실외에서 전계강도와 수신 가능성 등을 측정하는 것으로 실외의 경우 측정 차량을 도로에서 수평적으로 이동하면서 9m 높이의 안테나를 사용 DTV 신호를 측정하였다. 현대의 고층 빌딩과 같은 수직 집단 구조의 주거 형태에서는 수직적인 DTV 신호 측정을 통하여 수직 방향 전파 환경 분석이 필요하다. 특히 전면에 장애물이 많아 다중 경로 간섭과 임펄스 잡음의 영향으로 전계강도가 수신 임계값인 43dB μ V/m 이상인 경우에도 수신에 불가능한 경우가 있어 건물 밀집지역이나 특수한 측정 환경에 적합한 필드 측정 및 분석이 절대적으로 필요하다. 이를 위하여 자유롭게 비행하면서 DTV 수신신호 레벨을 측정할 수 있는 비행체 옥토타입 멀티콥터를 개발하고 시험을 거쳐 실용성 있게 성능을 개선하였다. 휴대형 소형 DTV 수신신호 레벨 측정기와 안테나 및 데이터 전송용 M/W 송신기 또는 녹화용 장비가 탑재되어 DTV 수신신호 레벨 측정이 가능한 이 멀티콥터를 이용하여 전파환경이 다른 3지역의 측정을 통해 신뢰성 검증과 실용성을 입증하였다. 수직 방향 수신신호 레벨 측정은 수직 방향 전파 환경 변화가 큰 장소, 고층 아파트 같은 집단적 수직 주거 형태, 도로나 차량으로 접근이 불가능한 지역 등 측정점의 특수한 환경에 적합한 데이터를 얻을 수 있어 기존의 수평적 필드 테스트에서는 접근하기 어려운 장소의 전파 변화 분석에 유용하게 사용할 수 있다.

Abstract

DTV field tests have been performed to measure field strength and to check reception ratio on indoor and outdoor sites. They use an antenna of 9m to measure DTV signal in case of outdoor measurement on the road. Modern skyscrapers require the analysis of vertical-directional wave propagation by measuring vertical-directional DTV signal. Even if the field strength is above the reception threshold of 43dB μ V/m, the reception is impossible in case of strong multi-path or high impulse noise. So, vertical-directional field measurement is essential in environment of tall buildings. In this paper, we developed an octo type multi-copter to measure vertical-directional DTV signal level. A compact and portable DTV signal level meter, an antenna, a microwave transmitter for data transmission, and a recording equipment are equipped in the multi-copter. Three different sites are selected to test the measurement system. Developed measurement system using the multi-copter is very useful in measuring vertical-directional DTV signal, especially in apartments, non-accessible area by vehicles, and forbidden areas.

Keywords: DTV field test, DTV signal level, vertical-direction, multi-copter, non-accessible area.

a) 전남대학교 전자컴퓨터공학과 (Dept. of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University)

b) 광주문화방송(주) 기술국 (Gwangju Munhwa Broadcasting Corp.)

* Corresponding Author : 김대진(Dae Jin Kim)

E-mail: djinkim@chonnam.ac.kr

※ 본 연구는 미래창조과학부가 지원한 산업융합원천기술개발사업(과제번호 10047135)의 연구결과로 수행되었음.

· Manuscript received February 13, 2014 Revised March 19, 2014 Accepted April 22, 2014

I. 서론

1990년대 초반부터 지상파 디지털 방송의 필드테스트는 방송망 구성 및 채널 배치 연구와 전파 전파 환경의 분석, 기존 아날로그 방송망과의 상호영향 분석을 주목적으로, 미국, 유럽 등에서 방대한 필드테스트를 수행하였다. 초기 필드테스트에서는 전파 전파 예측 결과를 토대로 주로 송신기 출력, 기존 NTSC와의 간섭, 송신 안테나 패턴에 따른 특성 등을 비교 검증하였으며 그 이후에는 필드테스트 절차를 규격화하고 다양한 수신기 측정항목을 포함시켜, 지역 및 지형 특성에 따른 측정 결과를 데이터베이스로 구축하였다. 여기에는 옥외 및 옥내 측정이 모두 포함된다. 미국에서는 전파장에 지역과 수신을 개선에 중점을 두고 FCC(Federal Communications Commission) 산하 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 및 각 방송사 등이 자체적으로 필드테스트를 수행하였다. 유럽은 영국 및 독일 등을 중심으로 DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial)의 필드테스트가 이루어져 왔는데, 고정수신, 단일주파수망(SFN: Single Frequency Network)에서의 전송 특성 등이 측정되었다. 우리나라에서는 1997년 디지털 지상파 TV 방송방식이 ATSC로 결정된 이후 실험방송 전담반을 결성하여 1999년 5월부터 준비작업을 거쳐, 2000년 3월 본격적인 필드테스트를 시작하였다. 주요 측정결과로는 수신 전계강도 분포, 송신소로부터의 거리 및 채널별 NTSC-DTV 수신 상태 비교, 지형 및 지역별 전파 전파 환경 분석, DTV-DTV 및 아날로그-DTV 인접채널 간섭 영향 검증, 다중경로(multipath), 충격 잡음(impulse noise), 페이딩(fading) 등 분석, 수신기 성능 검증, 동일채널 중계기 성능 검증 등을 포함하였는데, 기존의 필드테스트는 지표 9m 높이의 DTV 전계강도를 도보나 차량을 이용하여 측정하였다^[1-9].

현대의 도시생활은 고층건물로 인한 다양한 전파 전파 경로에 의한 영향으로 일률적으로 지표 9m 높이에서 측정된 기존의 지표 측정값을 밀집 주거형태에 바로 적용하기에는 한계가 있다. 그리고 산악, 오염지역 등 장애물이 있어 도보나 차량 접근이 자유롭지 못한 지역이나 특별하고 어려운 측정 환경에서도 측정이 필요한 경우가 있어 이에 대

응할 수 있는 측정시스템이 필요하다. 중계기 등의 안테나를 설치할 경우 설치할 높이의 수신신호 레벨을 실측하는 것은 필수이며, 특히 수신신호 레벨이 약할 때 최고의 수신 가능 점을 신속하게 찾는 일은 매우 중요하다. 자유로운 이동성과 안정적인 정지 비행성능을 활용하여 경비, 배달, 항공촬영 등 다양한 분야에 응용되고 있는 멀티콥터를 이용 DTV 수신신호 레벨 측정 시스템을 설계 제작하였으며^[10], 본 논문에서는 개발된 측정시스템의 탑재능력과 비행성능을 개선하여 실용적인 시스템을 구축하였다. 본 논문에서는 개발한 멀티콥터 탑재 DTV 수신신호 레벨 측정 장치를 이용하여, 멀티콥터 측정과 직접측정 비교를 통한 실용성 검증, 학트인 도시 외곽지역 평지에서 높이에 따른 DTV 수신신호 레벨 변화 측정, 4층 장애물이 있는 경우 9층 건물의 높이에 따른 수신신호 레벨 변화를 측정하여 그 실용성을 검증하고자 한다.

2장에서는 DTV 신호수신 레벨 측정을 위해 제작한 멀티콥터 구조를 설명하고, 3장에서는 멀티콥터 탑재형 DTV 신호수신 레벨 측정시스템에 대하여 설명하고, 4장에서는 수직방향 DTV 신호수신 레벨 측정 필드 테스트 결과를 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. DTV 신호 레벨 측정을 위한 멀티콥터

그림 1의 DTV 수신신호 레벨 측정을 위한 멀티콥터는 R/C 멀티콥터로 회전 블레이드의 갯수에 따라 트라이 콥터, 쿼드 콥터, 헥사 콥터, 옥토 콥터 등으로 불리우는 초소형 무인항공기이다. [10]번 논문에서 설계 제작한 옥토형 멀티콥터는 기본적인 비행에서 성능에 큰 문제는 없었지만 실제 측정시 탑재능력 부족으로 기동성이 원활하지 않았고 바람에 의한 밀림 현상으로 정지 비행에서 안정성이 부족하였다. 그래서, 이 논문에서는 탑재능력 향상을 위하여 경량의 탄소 섬유 소재로 제작된 기체와 프로펠러를 사용하고 모터와 변속기 출력을 높였고, 부품은 최적의 무게조합으로 최적의 비행성능을 발휘할 수 있도록 하였다. 비행 안전을 위해 전지 방전에 대비 리튬폴리머 전지 알람을 장착하고, 멀티콥터 아랫면에 고휘도 방향지시용 LED 깜박이

그림 1. DTV 수신신호 레벨 측정용 멀티콥터 사진
Fig 1. Proposed multi-copter for measuring DTV signal level

를 개발 장착하여 비행 가시성을 높였다. 크기는 이동성을 고려하여 업무용 자동차 트렁크에 탑재 가능한 크기로 프로펠러 제외 직경 1,000mm(프로펠러 포함 시 1,320mm), 높이 350mm, 안테나 높이 650mm이다. 그림 2에서 비행 제어기판(Multi-Copter Controller)과 비행정보 문자 생성용 OSD(On Screen Display)는 항공촬영용으로 성능이 검증된 D사의 업무용 WooKong-M^[11]과 iOSD^[12]를 사용하였다. 그림 2의 멀티콥터 구조 블록에서 M1 ~ M8까지의 모터는 6셀(22.2V)용 490kV 8개, 변속기 ESC(Electrical Speed Controller)1 ~ ESC8은 30A용을 8개 사용하였다. 지상제어 시스템 블록의 R/C 송수신기는 F사의 T8FG를 사용하며 주파수는 2.4GHz이고 PWM(Pulse Width Modulation) 변조 방식을 사용한다. 채널은 14채널까지 확장 가능하며 외부장치와 간단히 연결할 수 있는 시리얼 제어용 S-BUS 기능을 보유하고 있다. 동력으로 사용되는 리튬폴

그림 2. DTV 수신신호 레벨 측정 시스템과 멀티콥터 블록 다이어그램
Fig 2. A block diagram of multi-copter and DTV measurement system

리며 전지는 비행용과 지상 모니터용 두 종류를 사용하며 비행용은 5800mAh 6S1P(6Cell/Pack)/22.2V를 2개 병렬 연결하여 탑재하며 모니터용은 4800mAh 3S1P/ 11.1V이다. OSD는 전지 전압, 비디오 채널, 이륙 점과 비행체와의 거리, 높이, 조정방식, 비상안전 비행 방식, 비행방향, 비행속도, 비행체 자세 정보 등 비행 정보와 제어에 필요한 GPS 신호강도를 전송되는 영상에 글자로 표현한다. BEC(Battery Elimination Circuit)는 12V 3A, 5V 5A 두 종류로 저잡음형을 사용한다. 기체만의 무게는 3.4kg이고 측정기, 안테나, M/W 송신기와 DVR은 1kg으로 탑재 시 4.4kg이다. 전지는 케이블과 커넥터를 포함하여 개당 약 0.9kg으로 두 개의 무게는 1.8kg이다. 그래서 전체무게는 6.2kg이다. 최대 체공시간은 비행방법에 따라 다소 차이가 있으며 20분에서 25분 정도이다.

비행방법은 첫째, 송신기를 켜고 기체 수신기에 전파 즉 신호를 보낸다. 둘째, 수신기에서 메인 컨트롤러에 신호를 보낸다. 셋째, 메인 컨트롤러에서 각 모터 컨트롤러에 제어

신호를 보내면 제어 신호에 따라 모터 속도를 제어하여 기체가 원하는 방향으로 움직인다. 즉, 송신기에서 오른쪽 방향으로 방향 전환 신호를 주면, 기체의 왼쪽 모터가 오른쪽 모터보다 더 빠르게 돌게 되어 오른쪽으로 기체가 기울어져 기체의 우측 방향으로 전환이 이루어진다. 이러한 방향 전환 원리는 좌측, 전진, 후진 시에도 적용된다. 모터의 반토크는 모터 회전 방향을 반대로 하여 상쇄시키며 이 반토크를 제어하면 좌우측 정지 방향 전환을 할 수 있다. 상승과 하강은 모터의 전체적인 속도를 제어하여 상승 하강을 한다.

III. 멀티콥터를 이용한 수직적 DTV 신호 레벨 측정 시스템 구조

1. DTV 송신 시스템 구조

이 논문의 DTV 수신신호 레벨 측정 대상인 광주문화방

표 1. DTV 송신 설비 제원
Table 1. Specifications of DTV transmitter

항 목			내 용	
시 설 자			광주광역시 남구 월산동 300 광주문화방송(주)	
송 신 소 위 치			광주 북구 금곡동 산 1-1번지(무등산)	
			위도	경도
			35도°7'34.9"	126°59'24.2
송 신 기	장치 구분		주 장 치	예 비 장 치
	제조자명		HARRIS	HARRIS
	형식또는번호		DHD10P1	DHD10P1
	공중선전력		2.5kW	2.5kW
	발전방식		PLL	
	변조방식		8-VSB	
	종단소자	명칭	MRF-373S	MRF-373S
		개수	144	144
주파수		473MHz(CH14)		
공 중 선	형 식		4 Dipole(형명: UHF - 4D - W)	
	구 성		4단 4면 53°(4)-143°(4)-233°(4)-323°(4) TILT : 1.5, 0.0, 0.0, 4, 전력비 : 1 - 4 - 4 - 4	
	지 향 성		무지향	
	송신점 높이(m)		해발고	954(지면해발고 908)
지상고			46

그림 3. 송신소의 철탑, 공중선 구조 및 방사패턴

Fig 3. Transmission tower and horizontal radiation pattern of the antenna

송(주) DTV 송신설비는 광주광역시 무등산 송신소에 위치하고 있으며 송신하는 평균출력은 2.5kW, 주파수 473 MHz, DTV 채널14이다. 송신 설비 제원은 표 1과 같으며 공랭식 송신기를 주, 예비로 1조를 운용한다. 그림 3에서 공중선은 해발고 954m, 지면 높이 49m인 철탑 최상단부

46m에 위치하는 4단 4면식 무지향성 공중선으로 틸트각이 각각 1.5°, 0.0°, 0.0°, 4° 이고 정북을 기준으로 53°(4)-143°(4)-233°(4)-323°(4)에 위치하며 전력비는 1 : 4 : 4 : 4로 수평방사 패턴 그림 3을 보면 공중선의 전력 방사 구조를 알 수 있다. 그림 4와 같이 송신시스템은 주, 예비

그림 4. DTV 송신시스템의 구조

Fig 4. The structure of DTV transmission system

송신기 두 대로 구성된다. 각각의 송신기가 SMPTE 310 신호를 받아 8-VSB 익사이터, 파워앰프, 출력필터를 거쳐 송신 전력이 만들어지고 안테나와 더미로드 절체를 위한 U-LINK를 거쳐 안테나에 연결된 송신기의 출력이 송신된다.

2. 멀티콥터용 DTV 신호 레벨 측정 시스템

측정 장비는 멀티콥터 탑재장비와 지상 감시 시스템으로 구성된다. 그림 2의 DTV 신호 레벨 측정 시스템 블록에 나와 있는 바와 같이 T사의 1500D 휴대형 DTV 수신신호 레벨 측정기와 반파 다이폴 안테나, 측정화면 촬영을 위한 NTSC 소형 카메라, 멀티콥터 비행정보 문자 합성을 위한 OSD, 녹화용 DVR(Digital Video Recorder) 또는 영상 송출용 M/W 송신기로 구성되어 있다. 측정용 지상 장비는 그림 5의 ①에 나타난 영상 수신용 M/W 수신기 겸용 7" NTSC 비디오 모니터와 ② DVR로 구성된다. 특히, 측정용 안테나는 무게를 줄여 멀티콥터 체공시간을 늘리고 방향과 무관한 안정된 수신신호 레벨 측정을 위하여 이득과 지향성이 없는 반파 다이폴 안테나를 사용한다. 일반적인 실외용 DTV 수신 안테나는 이득이 약 6dB로 측정한 수신신호 레벨을 실제 수신되는 신호 레벨로 환산할 경우 6dB를 더해 주면 된다. 휴대형 DTV수신기는 보통의 경우 반파 다이폴 형태의 로드안테나를 사용하므로 측정한 값을 그대로 활용할 수 있다.

측정은 멀티콥터에 DTV 수신신호 레벨 측정 장비를 탑재하고 반파 다이폴 안테나를 기체중심에 설치한 다음 DTV 수신신호 레벨 측정기의 LCD패널의 측정값을 전체 화면이 잘나오도록 거리를 조정하여 고정된 소형 NTSC 카메라로 촬영한다. 이 촬영 영상에 멀티콥터 콘트롤 보드에서 보내온 GPS 데이터를 이용한 위치정보와 비행 정보를 OSD로 합성하여 구성한 영상 화면을 DVR에 기록하거나 지상으로 전송한다. 지상으로 보내는 M/W시스템은 허가 없이 사용할 수 있지만 출력이 10mW 미만으로 10~20m가 넘는 경우 수신이 어려워진다. 따라서 DVR을 멀티콥터에 탑재하여 데이터 영상을 직접 녹화한다. 장비를 동작시킬 때는 송신기를 먼저 켜고, 멀티콥터의 전

지를 연결한 다음, DVR 녹화시스템의 전원을 켜고 녹화 버튼을 누른 다음 M/W전송 장비 화면을 활용하여 측정 위치와 높이에 정지비행을 하면서 측정값과 비행 정보를 DVR에 녹화한다. 정확한 측정값을 얻기 위해서는 원하는 높이에서 10초 이상 정지 비행해야 한다. 녹화된 데이터 값을 분석하여 원하는 위치의 측정값을 읽으면 수신신호 레벨값을 알 수 있다.

그림 5. DTV 수신신호 레벨 측정 지상 시스템 사진
Fig 5. Ground station of DTV signal level measurement system

그림 6은 실제 측정화면을 보여 주고 있는데 비행정보와 수신신호 레벨 측정 화면이 나타나 있다. 번호 순서에 따라 설명하면 ① 멀티콥터 및 장비구동용 리튬폴리머 전지 전압(V), ② 멀티콥터 피치값, ③ 멀티콥터 롤값, ④ 멀티콥터 비행속도, ⑤ GPS 위성 수신 갯수, ⑥ 이륙 지점에서 멀티콥터 사이의 거리, ⑦ 고도, ⑧ 수직 이동 속도, ⑨ 비행방식, ⑩ 측정 수신 채널, ⑪ 측정 주파수(MHz), ⑫ 송신 형식(A: 아날로그, D: 디지털), ⑬ 수신신호 레벨(dBμV), ⑭ 대역폭(MHz), ⑮ 반송파대잡음비(dB) 이다.

그림 6. 비행정보 및 DTV 수신신호 레벨 측정화면
Fig 6. Flight information and DTV signal level display

IV. 수직방향 DTV 수신신호 레벨 측정 필드 테스트

1. 측정 시나리오 및 사이트 선택

본 논문에서 수행하고자 하는 수직적인 필드테스트의 목적으로 가장 중요한 것은 멀티콥터 DTV 측정시스템의 실용성 검증과 DTV 서비스망 관리를 위한 수직적인 전파 전파 특성의 파악이다. 세 가지 경우의 필드테스트를 수행하였는데 첫째는 멀티콥터 측정값과 직접측정값을 비교하고, 둘째는 높이에 따른 수직적 수신신호 레벨을 분석하기 위함이고, 셋째는 장애물 영향에 따른 DTV 수신신호 레벨의 변화를 분석하기 위해서이다.

첫번째로, 멀티콥터로 측정한 DTV 수신신호 레벨값의 유효성을 검증하기 위하여 건물 밖에서 멀티콥터로 측정한 값과 건물에서 창밖을 측정한 값을 비교하는 필드테스트를 수행하였다. 송신소와의 거리가 8.89km, 해발 높이 83m인 광주광역시 남구 월산동 300번지에 위치하고 있는 그림 7의 5층 높이 광주MBC 건물 정면 우측 모서리 수신신호 레벨이 높은 지역을 측정하였는데, 0~30m 높이에 따라 건물

에서 직접 측정한 값과 건물에서 10m(분수대 중심)떨어져서 멀티콥터를 수직이동하면서 측정한 수신신호 레벨값을 1m 단위로 비교 분석하고자 한다.

그림 7. 광주MBC에서의 첫 번째 시험 사진
Fig 7. A photo of 1st experiment at Gwangju-MBC

두번째로, 수직방향의 DTV 수신신호 레벨 변화를 측정 분석하기 위하여, 그림 8의 광주광역시 북구 오룡동 첨단근린공원 운동장(해발 25m, 송신소와의 거리 16.2km)에서 수직방향 1m 단위로 최대높이 40m까지 측정한다.

그림 8. 첨단 근린공원 운동장에서의 두 번째 시험 사진
Fig 8. A photo of 2nd experiment at Chomdan park ground

세번째로, 장애물이 있는 경우의 높이에 따른 전계강도의 변화를 측정하기 위해 그림 9의 전남대학교 공과대학 7호관(해발 46m, 송신소와의 거리 9.56km, 높이 37m) 앞에서 측정하였다. 지상에서 약 4층까지 장애물이 없는 경우의 수신신호 레벨이 얼마나 되는지 알아보기 위하여 그림 10의 전남대학교 본부건물(해발 44m, 송신소와의 거리

그림 9. 전남대학교 공과대학 7호관
Fig 9. Engineering building 7 in Chonnam National University

9.53km, 높이 16m) 앞에서 1m 단위로 37m까지 측정하여 비교 데이터로 이용하고자 한다. 전남대학교 공과대학 7호관은 송신소 방향으로 앞 쪽에 4층 건물이 위치하고 있어 약 4층까지는 장애물의 영향을 받을 것으로 예상된다.

그림 10. 전남대학교 본부건물 앞
Fig 10. Headquarter building in Chonnam National University

2. 수직방향 필드테스트 측정값 분석

첫번째로, 필드테스트 장소인 광주문화방송의 측정위치와 송신소에서 광주문화방송까지의 지형프로필이 그림 11에 나타나 있다. 송신소와의 거리는 8.89km이고 해발 높이 83m 5층 높이의 광주MBC 건물에서 정면 우측 모서리 수신신호 레벨이 높은 지역에서 측정하였는데 60~65dB μ V의 수신신호 레벨 지역은 반사파나 잡음의 영향을 적게 받는다. 결과를 살펴보면 편차가 3dB μ V 이내로 직접 측정과 간접측정 간의 큰 차이가 없어 실용성에는 문제가 없는 것으로 나타났다. 그림 12는 0~30m의 높이에 따라 건물에서 창밖으로 직접 측정한 값과 건물에서 10m(분수대 중심)떨어져서 멀티콥터를 수직이동하면서 측정한 수신신호 레벨값이다.

그림 11. 광주MBC 측정위치 및 지형 프로파일
Fig 11. Gwangju-MBC measurement location and terrain profile

그림 12. 광주MBC 건물 직접 측정값과 비행체 측정값 비교 그래프
Fig 12. A comparing signal level graph between aircraft and direct measurement in Gwangju-MBC building

두번째, 첨단 근린공원 운동장 측정 위치와 송신소에서 측정지점까지의 지형 프로필을 그림 13에서 보여주고 있다. 광주광역시 북구 오룡동 첨단근린공원 운동장(해발

25m, 송신소와의 거리 16.2km)은 장애물이 없는 확트인 공간이다. 1m 단위 40m까지의 높이에 따른 DTV 수신신호 레벨 측정값이 그림 14에 나타나 있는데 지표면에서부터

그림 13. 첨단 근린공원 운동장 측정위치 및 지형 프로파일
Fig 13. Chomdan park ground measurement location and terrain profile

그림 14. 첨단 근린공원 운동장 측정값 그래프
Fig 14. A graph of DTV signal level at Chomdan park ground

약 6m 까지는 서서히 수신신호 레벨이 증가 하다가 약 7m 이상부터는 수신신호 레벨의 큰 변화가 없는 것을 알 수 있다.

세 번째 장소인 전남대학교의 측정위치와 송신소로부터

그림 15. 전남대 본부건물 앞과 공대대학 7호관 앞 측정위치 및 지형프로필

Fig 15. Headquarter building and engineering building 7 in Chonnam National University each location is shown and terrain profile

그림 16. 전남대 공과대학 7호관 앞 측정값과 본부건물 앞 측정값 비교 그래프

Fig 16. A comparing signal level graph between headquarter building and engineering building 7 in Chonnam National University

의 지형프로필이 그림 15에 나타나 있다. 위 그림은 전남대학교 본부건물(해발 44m, 송신소와의 거리 9.53km, 높이

16m)이고 아래 그림은 전남대학교 공과대학 7호관(해발 46m, 송신소와의 거리 9.56km, 높이 37m)이다. 7호관은 송

신호 방향으로 앞 쪽에 4층 건물이 위치하고 있어 전면에 방해건물이 있는 경우의 높이에 따른 1m 단위의 수신신호 레벨의 변화를 측정하는데 적합하다.

그림 16의 결과 데이터를 보면 앞에 방해건물이 없는 본부건물의 경우 첨단 근린공원 필드데이터의 결과와 유사하게 약 6m 까지는 수신신호 레벨이 낮게 나오는 것을 알 수 있다. 7호관 건물의 경우 앞에 4층 약 15m의 건물이 있어서 약 15m 까지는 본부 건물 대비 크게는 12dB μ V까지 수신신호 레벨이 낮게 나오며 30m에서 약 4dB μ V 차이가 나는 것을 제외하면 약 15m 이상부터는 본부건물과 차이가 약 3dB μ V 내외로 측정되는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

우리나라를 비롯한 미국과 유럽 등을 중심으로 1990년대 초반부터 수행되어 온 지상과 디지털 방송의 필드테스트는 방송망 구성, 채널 배치 연구, 전파 전파 환경의 분석 기준 아날로그 방송망과의 상호 영향 분석 수신을 개선을 주목적으로 하여 실내의 필드 테스트를 수행하였다. 이러한 측정결과는 지표 9m 높이의 DTV 전계강도를 도보나 차량을 이용하여 측정하였는데 현대의 수직적이고 집단 주거 형태에 측정값을 그대로 적용하기에는 무리가 있어 이 논문에서는 현대의 수직적 집단 주거 환경에 보다 적합한 측정값을 얻을 수 있도록 멀티콥터의 자유로운 비행 능력을 활용하여 측정 시스템을 개발하였다. 수직적인 DTV 수신신호 레벨 측정 시간은 40m를 수직 측정하는데 5분 내외의 1회 비행으로 가능하고 정밀도를 높이기 위한 반복 측정도 비행시간이 20분 정도이므로 3회 이상 가능하다. 이동속도는 시속 30km에 육박하여 신속한 이동이 가능하며 반복 비행은 전지 교환으로 상시 가능하다. 3곳의 다른 장소 측정을 통한 검증 시험 결과로 실용성을 검증하였으며 신속한 측정으로 높이에 따른 수신신호 레벨을 쉽게 분석할 수 있다. 그래서 기존의 수평적 측정 데이터 보완 이외에도 안테나

틸트 조정, 아파트나 고층건물 신축 시 안테나 설치 위치를 사전에 선정 할 때, 중계차 출동 시 방송 수신 가능성 여부, 송·중계소 시설용 수신신호 레벨 측정, 일반 수용가에서 안테나 설치 시 수신점 확보 등에 폭넓게 활용할 수 있다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] H-K. Mok, Y-W. Suh, H-S. Hwang "Field Test Results Of Terrestrial Digital TV in Korea" Journal of Broadcasting Engineering, vol.5, no.2, pp.142-158, Dec. 2000.
- [2] Y-W. Suh, H-K. Mok, T-H. Kwon "Analysis of Field Test Results of Digital TV On-Channel Repeaters" Journal of Broadcasting Engineering, vol.7, no.1, pp.10-20, Mar. 2002.
- [3] S-H. Wang, Y-W. Suh, H-K. Mok, J-Y. Lee, Y-H. Lee, H-M. Kim "Field Test Results Of A DTV Distributed Translator Network" Journal of Broadcasting Engineering, vol.13, no.4, pp.463-478, Jul. 2005.
- [4] G. Sgrignoli, "Preliminary DTV field test results and their effects on VSB receiver design," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.45, no.3, pp.895 - 915, Aug. 1999.
- [5] Y. Wu, "Performance comparison of ATSC 8-VSB and DVB-T COFDM transmission systems for digital television terrestrial broadcasting," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.45, no.3, pp.916 - 924, Aug. 1999.
- [6] Y. Wu, E. Pliszka, B. Caron, P. Bouchard, and G. Chouinard, "Comparison of terrestrial DTV transmission system: the ATSC 8-VSB, the DVB-T, and ISDB-T BST-OFDM," IEEE Trans. on Broadcasting, vol.46, no.2, pp.101 - 113, June 2000.
- [7] C.-C. Lin, C.-M. Chen, J.-H. Tarn, H.-M. Hang, and H.-C. Yu, "Analysis of ATSC field test results in Taiwan," IEEE Transactions on Broadcasting, vol.48, no.1, pp.38 - 43, Mar. 2002.
- [8] S. I. Park, Y.-T. Lee, J. Y. Lee, S. W. Kim, and S. I. Lee, "Field test results of the E-VSB system in Korea," IEEE Trans. on Broadcasting, vol.53, no.1, pp.14 - 22, Mar. 2007.
- [9] S. I. Park, H. Eum, J. H. Seo, H. M. Kim, S. I. Lee, and Y. Wu, "Field test results of distributed translator network for ATSC terrestrial DTV system," 2010 IEEE International Symposium on Broad band Multimedia Systems and Broad casting(BMSB), pp.1 - 5, Mar. 2010.
- [10] Hyung-Do Park and Dae Jin Kim "Multi-copter plane for DTV field strength measurement," International Conference on SMA 2012. pp.1-3 Jul. 2012.
- [11] http://download.dji-innovations.com/downloads/wkm/en/WooKong-M_Quick_Start_Guide_v1.12_en.pdf.
- [12] http://download.dji-innovations.com/downloads/iosd/en/iOSD_user_manual_v2.08_en.pdf.

저 자 소 개

박 형 도

- 1987년 2월 : 전북대학교 전자공학과 학사
- 2007년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 석사
- 2010년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 박사 수료
- 주관심분야 : 자동화, 방송통신공학, 전파전파

임 솔

- 2013년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부 학사
- 2013년 3월 ~ 현재 : 전남대학교 일반대학원 전자컴퓨터공학과 석사과정
- 주관심분야 : 디지털 통신, 디지털방송, 센서네트워크

김 대 진

- 1984년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사
- 1986년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
- 1991년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
- 1991년 7월 ~ 1996년 12월 : LG전자 멀티미디어연구소 책임연구원
- 2009년 3월 ~ 2011년 2월 : 지식경제부/한국산업기술평가관리원 디지털TV/방송 PD
- 1997년 1월 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부 교수
- 주관심분야 : 디지털 통신, 디지털 방송