

지상파 D-TV 서비스를 위한 부산지역의 전파환경 분석

Analysis of Radio Propagation Environment of Busan Area for Terrestrial D-TV Service

성 태 경* 원 영 수** 조 형 래*** 김 기 문****
(Tae-Kyung Sung) (Young-Su Weon) (Hyung-Rae Cho) (Ki-Moon Kim)

요 약

디지털 방송의 특징은 다채널화, 고품질화 및 다기능화로 요약된다. 특히 다기능화는 영상과 음성외에 데이터채널을 이용한 다양한 서비스가 가능하다. 따라서 본 논문에서는 지상파 DMB(digital multimedia broadcasting) 서비스에 대하여 ETRI 모델을 적용하여 산악지역과 고층빌딩이 많은 부산지역에 대한 전파환경을 분석하였다. 전계강도 측정 결과, 평탄한 지형에 대해서는 ETRI 모델에 의한 이론치와 실측치가 비슷한 결과를 가지지만 도심 밀집지역 및 산악 지형에 대해서는 상당한 차이를 가지는 것으로 나타났다. 따라서 ETRI 전파모델 및 자유공간에 대한 전파전파의 이론적 모델링이 부산지역에 대해서는 적합하지 않는 것으로 판단되었으며, 차후 부산지역의 전파환경에 적합한 새로운 전파 모델이 필요할 것으로 판단된다.

Abstract

Characteristics of digital broadcasting are multi-channel, high-definition and multi-function. especially, multi-function is enable us to do a variety of services except for an image and a voice. This paper, therefore, is analyzed propagation environment in Busan into ETRI model application about 지상파 DMB service. It takes to be simulated in Busan area around the mountains area and high building. So it measures the electric field strength in standards. Distribution pattern are similar with mutually in the 이론 and real measurement. Even areas are almost the same, but urban areas and mountains are different with mutually. Therefore, we conclude that ETRI propagation model and theoretical modeling in a free space in Busan area is not suitable.

Key Words : Digital TV, Propagation Environment, Propagation Model, DMB, Digital Broadcasting

I. 서 론

디지털 방송의 특징은 다채널화, 고품질화 및 고기능화로 요약된다. 특히 다기능화는 영상과 음성외에 데이터 채널을 이용한 다양한 서비스가

가능하다. 디지털 멀티미디어 방송은 기존 아날로그 방송에 비해 화질이나 음질 등이 매우 뛰어나고 대화형 방송, 홈쇼핑, 홈뱅킹, 인터넷 검색, 재택근무 및 VOD(video on demand) 등의 차세대 디지털 멀티미디어 기능을 제공할 수 있다[1]. 국내

* 회원 : 한국해양대학교 전파공학과 박사수료

** 회원 : 부산방송 기술연구소 소장

*** 회원 : 한국해양대학교 전파·정보통신공학부 부교수

**** 회원 : 한국해양대학교 전파·정보통신공학부 교수

† 논문접수일 : 2004년 5월 20일

지상파 DMB에 대한 논의는 90년대 후반부터 이뤄지기 시작하여, 미국방식(ATSC)을 잠정표준으로 결정하고, 시험방송을 통하여 우리환경에서 검증하고, 2001년 10월 수도권을 대상으로 본 방송을 송출하고 있으며, 점진적으로 서비스 지역을 확대하고 있다[2]. 디지털 멀티미디어 방송은 사용자로부터 방송사까지의 리턴 채널 없이 수신된 방송 콘텐츠를 재구성하여 보는 대화형 서비스(local interactivity)와 리턴 채널을 이용하여 사용자의 요구 사항과 입력 데이터가 방송 내용에 반영되어 서비스되는 양방향의 대화형 서비스(remote interactivity)로 대별할 수 있다[3]. 디지털 방송은 아날로그 방송에 비해 다양한 멀티미디어 기능 및 특성상의 장점을 가지고 있다. 그러나 우리나라의 경우 산악 지역이 많고, 오늘날의 도시형태는 고층화, 밀집화하는 경향이 많아 송신점으로부터 멀리 떨어진 산악지역 및 고층빌딩에 의한 간섭현상이 존재하게 되며, 이러한 간섭지역에서는 원하는 수신신호의 전계강도가 미약하고, 다중경로 페이딩에 의한 이중현상(ghost)현상 등이 발생하게 된다. 또한, 실내 안테나로 수신할 경우에도 실내 전파환경에서 벽면에 의한 전파감쇠나 반사 및 굴절 등에 의하여 다중경로에 의한 영향을 받게 된다[4]. 따라서 본 논문에서는 지상파 DMB(digital multimedia broad-

casting) 서비스에 대하여 ETRI 모델을 적용하여 산악지역과 고층빌딩이 많은 부산지역에 대한 전계강도 측정을 기반으로 전파환경을 분석하여 지상파 DMB 서비스의 가능 여부를 고찰하고자 한다.

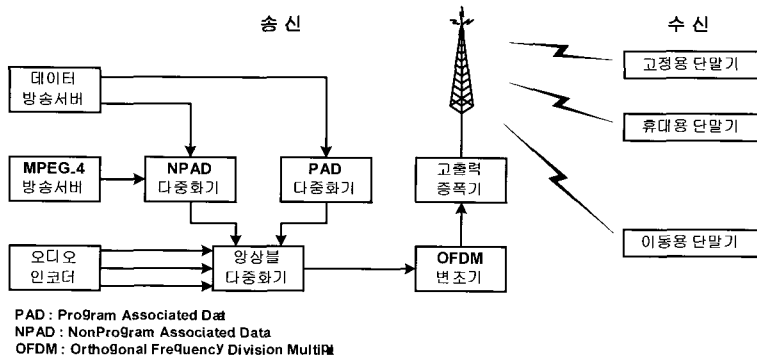
II. DMB의 개요

2.1 DMB의 개요

DMB는 음성방송의 디지털화에 따라 종전의 AM과 FM 라디오 형태를 넘어 CD 수준의 음질, 다양한 데이터 서비스, 양방향성, 우수한 이동수신 품질 등을 제공하는 차세대 라디오이다. 기존의 ‘듣는 방송’의 개념을 ‘보고 듣는 방송’으로 라디오 방송의 개념을 확장시켰으며, 음악방송 외에도 뉴스, 교통정보, 기상정보, 지리정보, 동영상 정보 등 다양한 멀티미디어 정보를 문자와 그래픽으로 전송할 수 있다. 또한 DAB는 어떤 주파수를 사용하는가에 따라 기존의 AM/FM 대역을 사용하는 In-Band 방식과 새로운 주파수 대역을 할당하여 사용하는 Out-of-Band 방식으로 구분할 수 있으며, In-Band 방식에는 미국의 IBOC(In-Band On-Channel) 방식과 기존 FM의 인접채널을 사용하는 IBAC(In-

(Table 1) Characteristics of standard broadcast

구분		특성	문제점
Out-of-Band 방식	Eureka-147	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 주파수 대역이 아닌 VHF, UHF-TV 주파수 대역과 L-band(1.5 GHz)를 사용 · 1994년에 ETSI의 승인 받아 표준화 · 1995년 영국에서 첫 방송하였으며, 현재 수십 개국에서 방송 또는 시험방송 중 · 데이터 전송율이 가장 높음 	<ul style="list-style-type: none"> · 별도의 주파수 할당 필요 · 아날로그 TV와의 혼신 발생 우려 있음
	ISDB-T	<ul style="list-style-type: none"> · VHF-TV 주파수 대역 사용 · 1995년 개발을 시작하여 2003년에 본 방송 · 디지털 전환이 아닌 AM/FM과 공존하는 새로운 서비스의 도입으로 간주 	<ul style="list-style-type: none"> · 일본의 독자방식으로 국제 표준화에 불리
In-Band 방식	IBOC	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 라디오 방송 주파수대역을 사용 · FCC에서 표준방식으로 채택 검토 	<ul style="list-style-type: none"> · 검증되지 않은 기술 · 동시 방송기간동안에 성능문제 및 다양한 서비스 제공에 제한적
	IBAC	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 라디오 방송 주파수대역 사용 · AT&T가 제안하였으나 방송사간 이해관계 등으로 개발 포기 	<ul style="list-style-type: none"> · 우리나라와 같이 주파수 밀집도가 높은 지역에서는 채널 배치 어려움



<Fig. 1> Construction of Eureka-147 system

Band Adjacent Channel)방식이 있고, Out-of-Band 방식으로는 유럽의 Eureka-147 방식과 일본에서 추진 중인 ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial) 방식이 있다[5-7].

2.2 지상파 DMB 방식

다음 표 1에서는 지상파 DMB 방송의 세 가지 방식을 비교하였다.

1) Eureka-147 방식

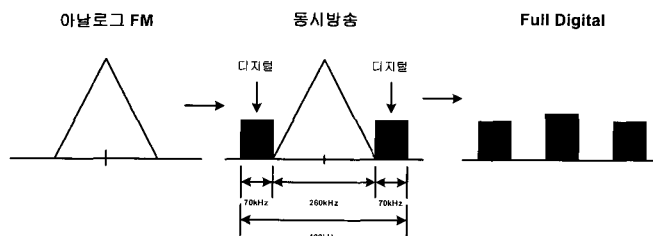
유럽의 경우 기존의 아날로그 라디오 방송 대역과는 별도로 새로운 주파수 대역을 사용하여 멀티미디어 서비스를 가능하게 하는 대역의 방식을 표준화로 채택하고 있다. VHF 대역에서 아날로그 TV 채널사이의 빈 채널을 이용하여 방송하며, 1개 채널(1.536 MHz)에 여러 개의 오디오 프로그램 및 데이터를 다중화하여 전송한다. 다음 그림 1에는 Eureka-147 시스템의 구성을 보인다.

2) IBOC 방식

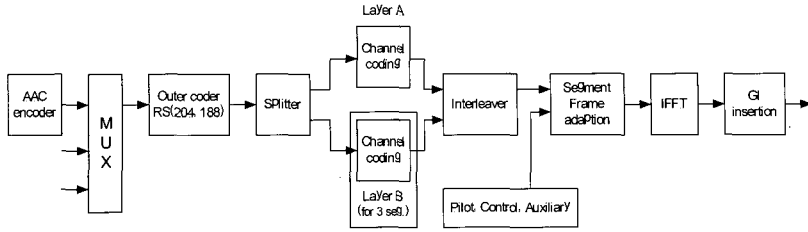
미국에서는 아날로그 FM 방송과 동일 채널에서 1개의 오디오 채널과 여분의 비트로 데이터 서비스를 제공하는 방식을 표준으로 채택하여 사용한다. IBOC 방식은 기존의 FM/AM 방송과의 양립성을 유지하고 있어 새로운 스펙트럼 할당 문제없이 실용화가 쉽다는 장점이 있다. FM IBOC 시스템은, FM 채널에서 FM 신호와 DMB 신호를 동시에 전송하는 하이브리드 모드와 DMB 신호만을 전송하는 디지털 모드가 있다. FM 방송과의 동시방송 기간에는 전자를 사용하고, FM 방송을 중단한 후에는 후자를 사용할 예정이다. 그림 2에는 IBOC 방식의 개념을 보인다.

3) ISDB-T 방식

ISDB는 현재까지 개발된 다양한 전송 및 압축 기술을 총망라한 시스템으로 오디오와 TV 서비스가 모두 가능하도록 설계된 방식이며, 오디오 서비스를 위해 협대역 ISDB-T가 정의되어 있다. 협대



<Fig. 2> Conception of IBOC mode



(Fig. 3) Block diagram of ISDB-T transmitter system

역 ISDB-T는 경우에 따라, 430 KHz(1 세그먼트) 또는 1.3 MHz(3 세그먼트)의 두가지 대역폭을 사용할 수 있다. 그림 3에는 협대역 ISDB-T의 송신 시스템 블록도를 보인다.

Ⅲ. 전달예측모델

전파예측모델은 적용하고자 하는 지역에서 실측하는 얻는 결과가 가장 타당하다[8-9]. 즉, 전파예측모델은 경로손실모델을 기초로 지형, 산세, 지역 등의 정보를 추가하여 실제 전계측정치로부터 얻어진 계수로 수정하는 방법이다.

지금까지 발표된 전파예측모델 중 본 논문에서는 ETRI 모델을 적용하고자 한다. 본 논문에서 적용한 ETRI 전파모델은 우리나라 환경에 알맞은 전파 모델 정립을 위해 한국전자통신연구원에서 개발한 모델로, 30MHz~1GHz 주파수 대역에 적용되는 모델로서, 수신안테나의 높이에 따른 영향을 포함시키기 위해 국내 지형의 특성에 따라 개발지, 중소도시, 대도시 밀집대도시 4가지형태로 지형을 분류하였다[10-11]. 회절손실로는 Knife Edge 회절을 고려하였으며 단일 장애물일 때와 다중 장애물일 때의 수식을 달리 적용하여 신뢰성을 높였다[12]. 또한 장거리 구간에 대하여 적용 가능하므로 부산지역의 전파환경 분석을 위해 가장 적합하다고 판단하여 본 논문에서 적용하였다.

3.1 ETRI 전파모델의 기본식

- Line of Sight 조건인 경우

$$E = BFS + RAL + BAL$$

- Non Line of Sight 조건인 경우

$$E = \min(BFS, DL) + RAL + BAL$$

E : 전계강도 예측값 (dB μ V/m)

BFS : 기본전계강도(Basic Field Strength) (dB μ)

RAL : 수신안테나 높이에 따른 손실 보정항 (dB)

BAL : 기지국 안테나의 높이에 따른 보정항 (dB)

DL : 회절손실 (dB μ V/m)

3.2 기본전계강도(BFS)

BFS는 ETRI 전파모델의 가장 기본이 되는 식으로 거리별 전계강도를 구하기 위해 사용된다. 여기서 기본적인 전계강도를 구한 후 보정값을 통해 전파의 실제 통달거리를 구하게 된다. BFS는 다음의 기본 전제조건을 만족하면서 측정된 데이터를 통계 처리한 결과를 수식으로 변환한 것이다.

- BFS의 기본 전제조건

EIRP : 1kW

지형 : 반평탄 지형

송신안테나 높이 : 30 m

수신안테나 높이 : 1.8 m

$$BFS = -40.15 \log(d) - 2.91 \log(f) + 112.86 + 20 \log\left(\frac{h_{te}}{30}\right)$$

d : 거리 (km)

f : 주파수 (MHz)

h_{te} : 송신 기지국 안테나 높이

3.3 지역별 수신 안테나 높이 보정항(RAL)

BFS로 계산된 기본 전계강도 수신안테나 높이

에 따른 영향을 포함시키기 위해 RAL을 도입하였으며 이 값은 지형 특징별로 다르게 표현된다. 즉, 국내 지형의 특성에 따라 개활지, 중소도시, 대도시, 밀집대도시의 4가지 형태로 지형을 분류한 것으로 다음과 같다

○ 중소도시

$$E_1 = BFS + 10.84 \log(h_m) - 2.89 \log(f) - 16.05$$

○ 대도시

$$E_2 = BFS + 14.74 \log(h_m) - 5.24 \log(f) - 23.48$$

○ 밀집대도시

$$E_3 = BFS + 18.20 \log(h_m) - 5.55 \log(f) - 27.11$$

h_m : 수신 안테나 높이

3.4 회절 손실(DL)

○ 단일 장애물

$$BFS = \min(BFS, DL), \quad DL = E_F - J(v)$$

$$v = h \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)}$$

$$J(v) = 6.9 + 20 \log \sqrt{(v-0.1)^2 + 1} + v - 0.1 [\text{dB}]$$

○ 다중 장애물(DL)

$$BFS = \min(BFS, DL), \quad DL = E_F - J(v)$$

$$L_d = \sum_{i=1}^N L_i^- + L^+(ux)_1 + \sum_{i=1}^N L_i^+(yz)_i$$

h : 송수신 안테나를 연결하는 가상의 선 위로의 장애물 높이

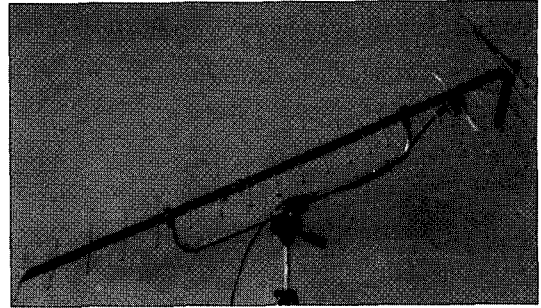
$d_{1,2}$: 송수신 안테나로부터 장애물까지의 거리

N : 장애물 수

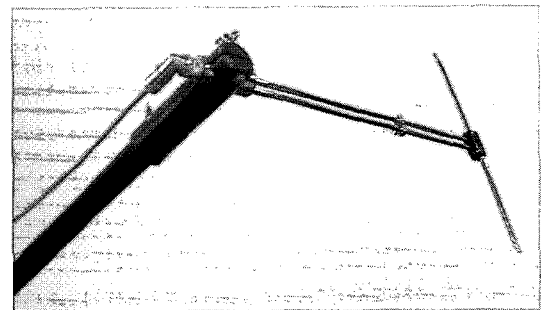
IV. 측정 및 분석

4.1 전계강도 측정

전계강도 측정을 위해 사용된 수신기는 그림 4에서와 같은 DTV 수신 테스트를 위하여 10dB의 이득을 갖는 야기 안테나(UHF 대역)를 사용하였다. 송수신안테나는 그림 5와 같이 Anritsu 사의 MP



(Fig. 4) Yagi antenna for DTV reception



(Fig. 5) MP534B dipole antenna of Anritsu Co.

534B 다이폴 안테나를 사용하였다.

거리별 전계강도 측정을 위하여 MP534B 다이폴 안테나를 지상으로부터 9m 높이에 설치하고 10m의 동축 케이블 양단의 N-type(m) 어댑터를 통해 ML521B 수신 전계강도 측정기에 연결하여 측정하였다.

4.2 적용전파 모델

1) 적용기본전계강도

$$BFS = -48.15 \log_{10}(d) - 2.91 \log_{10}(f) + 112.86 + 20 \log_{10}(h_{te}/30) - 10$$

ETRI 전파 모델에서는 1kW가 기본 전제조건이었으나 실제 측정에 있어서 100W로 하였기 때문에 기본 전계강도 식에서 -10dB를 보정하였으며, 부산지역에서는 도시 전체가 산악과 구릉지대로 이루어진 전형적인 도시밀집 지역이므로 ETRI 전파모델의 BFS보다 거리에 따른 손실이 훨씬 크다.

따라서 본 논문에서는 거리에 따른 손실 보정항을 ETRI 전파모델과 달리 하였다.

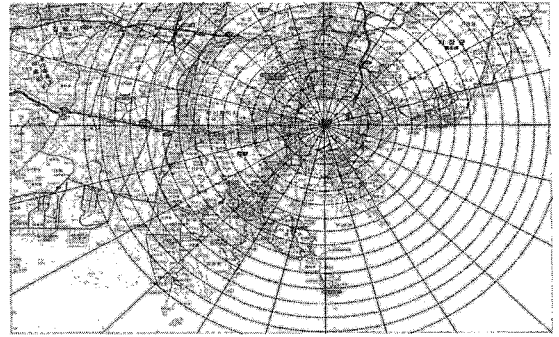
2) 적용 수신안테나 높이 보정항

$$E3 = BFS + 18.20 \log 10(hm) - 5.55 \log 10(f) - 27.11 + 18 \log 10(h_b) - 25$$

본 논문에서는 ETRI 전파모델의 도시밀집 지역에서의 모델을 기본으로 시뮬레이션하여, 부산지역에서의 전파환경이 전체적으로 열악하여 실제 전계강도 측정시 이론치보다 낮게 나와 25dB를 보상하였으며, 지상파 방송은 하나의 중계소로 넓은 지역을 커버한다. 그러므로 지형의 특성에 많은 영향을 받으므로 수신안테나의 실효높이 보정항을 추가함으로써, 더욱 정확한 값을 예측할 수 있다.

3) 전계강도 분석

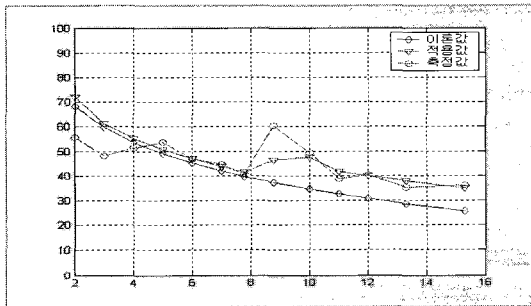
디지털 TV 전파환경 분석을 위한 측정에 있어서 송신 출력을 100W로 두고 주파수를 483MHz로



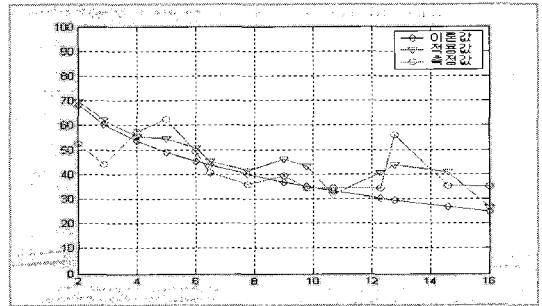
<Fig. 6> Map manufacture for propagation environment measurement

하여 황령산 송신소를 중심으로 15°간격으로 총 24방향으로 나누고, 1km 단위로 확장하며 원을 표시하여 총 17km 반경내의 전파환경을 측정하고자 하며, 전파환경 측정을 위해 제작된 지도는 그림 6과 같다.

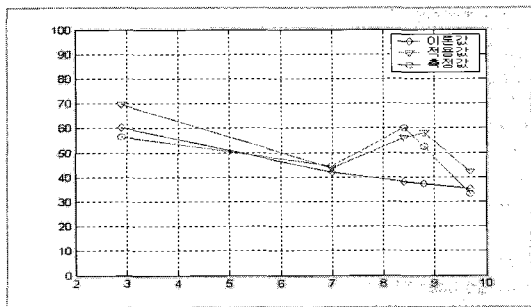
그림 7~그림 10에는 방사선 방향에 대해 진북 방향을 기준으로 4개의 각도내의 전계강도에 대한 ETRI 전파모델에 의해 산출된 이론값과 실제 측정을 통해 얻은 측정값을 동시에 나타내었으며, 실제 측정값은 이론치와 많은 차이를 보인다. 그리하여



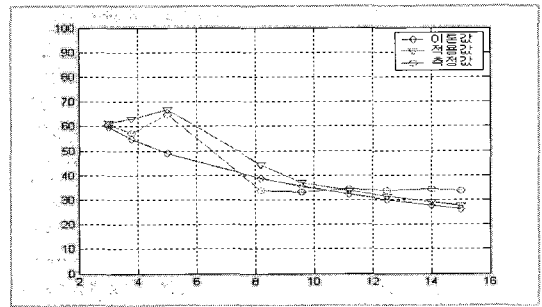
<Fig. 7> Kyumjung-gu direction



<Fig. 9> Saha-gu direction



<Fig. 8> Youngdo-gu direction



<Fig. 10> Kwangse-gu direction

본 논문에서는 이론값을 보정하여 실제 측정값과 근사한 값을 유도하였다. 그림에서 이론치를 파란색으로 표시하고 측정치를 빨간색으로 표시하였다.

그림 7~그림 10은 디지털 TV 전파환경 파악을 위해 부산지역에서 황령산 송신소를 중심으로 진북 방향에 대해 15° 간격으로 24방향에 대해 수신 전계강도를 측정하였다. 이들 24 방향에서 금정구 방향(0°), 영도구 방향(195°), 사하구 방향(225°), 강서구 방향(300°)에 대해서 프로파일을 작성하였다. 이러한 방향을 선정한 것은 우선 금정구 방향은 도심을 가로지르며 가시거리(LOS)의 조건을 갖추고 있으므로 이론치와 측정치를 쉽게 비교할 수 있으며, 거의 평탄함으로 쉽게 전파환경에 대해 파악하기 쉽기 때문이다. 그리고 사하구와 강서구 및 철마면 방향은 처음 도심지를 거치고 산악지역을 거쳐 도심지나 평야 혹은 분지로 전파가 전파됨으로 부산지역의 전파환경을 파악하기에 적합하기 때문에 선정하였다. 그리고 영도구 방향은 부산지역이 바다와 접해 있기 때문에 해양의 영향을 파악하고 영도구 내에 산악이 형성되어 있으므로 부산지역에 대한 전파환경을 파악하기에 적절할 것으로 판단하여 선정하였다.

부산지역 내에서의 수신 전계강도 분포는 고르게 나타나지만 백양산, 수정산, 구덕산 등에 가려진 부분에 한해서는 수신 전계강도가 다른 곳에 비해 낮게 나왔다. 그리고 아파트 밀집 지역이나 높은 건물에 둘러싸인 곳에서도 마찬가지로 다른 곳에 비해 수신 전계강도가 낮게 나타났다. 또한 3km 이내 지점에서는 송신소에서 전방에 급격한 비탈길이므로 대부분 전계강도가 낮게 나타났다.

V. 결 론

본 논문에서는 ETRI 전파모델을 기준으로 시뮬레이션을 통하여 얻은 결과와 실제 측정한 전계강도를 비교한 결과, 전반적으로 기준모델에 대한 시뮬레이션 결과보다 낮은 결과를 갖지만 분포 패턴은 비슷하게 나타남을 알 수 있었다.

이론치와 실측치를 비교하기 위해서 자유공간에

대한 전파전파의 이론적 모델링과 ETRI 전파모델을 통해 이론치를 산출하였으며, 이 이론치와 실측치를 비교한 결과 평탄한 지형에서는 비슷한 결과를 가지지만 도심 밀집지역 및 산악 지형에 대해서는 상당한 차이를 가지는 것으로 나타났다. 그 결과, ETRI 전파모델 및 자유공간에 대한 전파전파의 이론적 모델링이 부산 지역에 대해서는 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 따라서 차후 연구과제로는 산악지형 등과 같이 전계강도가 급격하게 감소하는 지역들에 대하여 보정을 통하여 부산지역에 맞는 새로운 전파모델을 개발하고자 한다.

참 고 문 헌

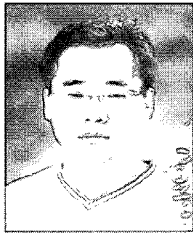
- [1] 김창환, "디지털 방송기술동향", KETI 전자정보센터, Sep., 2003.
- [2] 이재홍, "디지털방송 추진정책 및 방향", 한국통신학회, Vol. 19, No. 4, pp. 24~32, 2002.
- [3] 김진웅, "방송통신융합과 멀티미디어방송서비스 기술", 한국통신학회, Vol. 19, No. 4, pp. 53~61, 2002.
- [4] 박지형, "디지털방송", 세종출판사, 1999.
- [5] 임동규, "DMB 표준화", TTA 저널, Vol. 86, pp. 51~58, 2002.
- [6] 전자부품연구원, "DAB(Digital Audio Broadcasting) 산업동향 보고서", Mar., 2002.
- [7] 백종호, 이경택, 권기원, 전원기, 조용수, "디지털 멀티미디어 방송 (Digital Multimedia Broadcasting ; DMB)수신기 기술 개발 현황", 전자부품연구원, 2003.
- [8] 정해식, "디지털 TV의 시장환경과 최근의 수출입동향", KETI 전자정보센터, 2003.
- [9] 김충남, "차세대 이동통신 실무기술", 진한도서, pp. 43~48, 2001.
- [10] 이상설, "안테나 및 전자파전파", 형설출판사, 1997.
- [11] Y. Oda, R. Tsuchihashi, K. Tsumekawa, and A. Hata, "Measured Path Loss and Multipath Propagation Characteristics in UHF and Microwave

Frequency Bands for Urban Mobile Communications," Proceedings of the IEEE VTS 53rd Vehicular Technology Conference - Vol. 1, pp.

52, 1991.

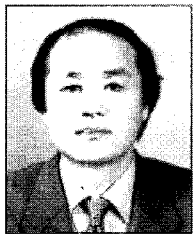
[12] W.C.Y.Lee, "Mobile Communication Engineering," New York, Mc Graw-Hill Inc., 1982.

〈저자소개〉



성 태 경 (Tae-Kyung Sung)

1996년 2월 : 동의대학교 전자통신공학과 (공학사)
 1999년 2월 : 동의대학교 전자공학과 (공학석사)
 1999년 3월~2002년 2월 : 한국해양대학교 전파공학과 박사수료
 1999년 3월~2002년 6월 : 동의대학교 겸임전임강사
 2002년 7월~2004년 1월 : 동의대학교 전자세라믹스센터 연구원
 관심분야 : 전파모델, OFDM 시스템, 차세대 이동통신 등



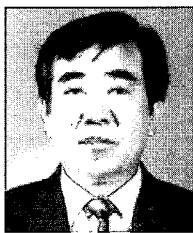
원 영 수 (Young-Su Weon)

2002년 2월 : 한국해양대학교 전자통신공학과 (공학박사)
 1976년 3월~1994년 10월 : KBS 한국방송 부장대우
 1994년 10월~현재 : PSB 부산방송 뉴미디어정보센터장, 국장
 1998년 9월~현재 : PSB 방송통신기술연구소장, 국장
 1998년 9월~현재 : 동의공업대학 전자통신과 겸임교수, 한국해양대학교 전파·정보통신공학부 겸임교수, 현 동명정보대학교 정보통신공학과 겸임교수
 관심분야 : 멀티미디어 콘텐츠, 방송 송출 시스템, 초고주파공학 등



조 형 래 (Hyung-Rae Cho)

1982년 2월 : 광운대학교 응용전자공학과 (공학사)
 1984년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 1993년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
 1996년 4월~현재 : 한국해양대학교 전파·정보통신공학부 교수
 1997년 7월~2000년 12월 : 한국해양정보통신학회 상임이사
 2002년 1월~2003년 12월 : 전파교육기반강화사업단 단장
 2002년 6월~현재 : 정보통신부 EMC 기준전문위원회 소위원장
 2004년 4월~현재 : (사)조선기자재연구원 원장
 관심분야 : 차세대 이동통신, 디지털 홈네트워크 등



김 기 문 (Ki-Moon Kim)

1972년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과 (공학사)
 1978년 2월 : 건국대학교 행정학과 (행정학석사)
 1994년 2월 : 경남대학교 통신행정 (행정학박사)
 1997년 8월~2002년 12월 : (사)한국해양정보통신학회 회장
 1998년~2002년 12월 : 한국항만항해학회 이사
 1989년~현재 : 한국해양대학교 전파·정보통신공학부 교수
 관심분야 : 통신정책, 전파법, 선박통신시스템 등