

국내 환경에서의 DTV 전파특성 분석을 위한 전파전파 모델 개발*

김유미*0 · 이성수** · 배석희*** · 이일근*
한남대학교* · 한국전자통신연구원** · 전파연구소***

Development of Radio-wave Propagation Model for DTV Signal Characteristic Analysis in Domestic Environment

Yu-Mi Kim*0 · Sung-Soo Lee** · Seok-Hee Bae*** · Il-Keun Rhee*
Hannam University* · ETRI** · RRL***
joend@ee.hannam.ac.kr, shbae@rrl.go.kr

Abstract

A development scheme for reliable radio-wave propagation model of digital television (DTV) service, adequate to the domestic environment, is proposed in this paper.

Throughout the analysis of several ITU-R recommendations on propagation models in DTV band, ITU-R P.1546, which is based on experimental data, has been selected as our basic model. This model has been programmed, not only to be directly used for engineering analysis, such as frequency assignment, licensing, interference analysis, and sharing frequency bands, but also to be applied for development of a propagation model adequate to the specific environment.

Furthermore, the procedure of developing domestic propagation model for DTV service, combined with experimental data which is now being obtained, has been described in this paper.

I. 서론

자유 공간에서 전파를 이용한 통신 업무를 수행하는 무선통신 분야는 복합적 정보통신 관련기술 발전에 힘입어 비약적 성장을 거듭하고 있다. 그와 함께 다양한 무선국들이 증가하고 있으며, 무선국 관련 업무가 증가하고 있다. 따라서 한정 주파수 자원의 분배와 할당에 투명성이 요구되고 있으며, 최근에는 세계화 및 개방화에 따라 인접국가간 주파수 등록 및 혼신 조정 문제들이 빈번하게 발생하고 있다. 그러므로 관련 무선국 업무의 효율적이고 정확한 수행이 요구되며, 이를 위한 효율적 전파전파 분석이 필요하게 된다.

전파전파 분석을 위하여 전파전파 예측 기법을 사용한다. 이는 사용 주파수, 송수신간 거리, 송수신 안

테나 높이 및 이득, 시간율, 공간을 등의 파라미터 조건에 따라 전계강도나 경로손실 등의 출력 값을 얻을 수 있게 된다. 얼마나 정확한 전파전파 예측 모델을 적절한 상황에 사용하느냐에 따라 전파전파 분석의 정확도가 결정된다.

지금까지 전파전파 모델은 여러 가지 상황에 대한 많은 예측 기법들이 제안되어 왔는데, 일반적으로 주파수 대역 및 적용 업무 등에 따른 전파전파 예측 모델들이 ITU-R 권고안으로 채택되어 사용 중에 있다. 이들 가운데는 이론적 모델과 실측 모델 혹은 이론과 실측 데이터가 합쳐진 모델들이 있다. 이러한 모델들은 대부분 외국에서 측정된 전파 내용을 바탕으로 하여 제안되었기 때문에, 국내 환경에 적용하였을 경우 전파환경의 상이성으로 인해 전파 예측의 정확성을 확보할 수 없다. 따라서 실측 모델을 국내 환경에 적용하기 위해서는 파라미터 보정 등이 필요

* 본 연구는 2003년도 ETRI 위탁 연구비 지원 및 전파연구소 공동지원으로 수행되었습니다.

하게 된다. 현재 국내에는 수도권을 중심으로 DTV 방송이 시행되고 있으며, 전국적인 시행을 위해 정확한 전파전파 예측이 필요한 시점이다.

본 연구에서는 국내 환경에서의 실측 데이터를 취득하여 적절한 ITU-R 전파전파 모델과의 비교 분석을 통한 보정 파라미터를 추출하고, 이를 이용해 국내 환경에 적합한 DTV 전파전파 모델을 개발하기 위한 방법 및 과정을 보여준다.

II. 본론

2.1 국내 DTV 전파 특성

현재 DTV 방송은 KBS1, KBS2, MBC, SBS, 및 EBS 등 각 방송사에서 2001년부터 본 방송을 실시하고 있으며, 2003년 현재는 수도권을 대상으로 실시하고 있고, 점차 광역 시 권으로 늘어나고 있는 추세이다[1]. 표 1은 국내 디지털 TV 방송 실시 일정을 보여준다.

표1. 국내 DTV 방송 실시 일정

구분	2001	2002	2003	2004	2005
서비스 지역	본방송 실시	수도권 전지역	광역시	도청 소재지	시·군

표 2. 국내 DTV 방송에 대한 각 방송사의 채널 할당표 [MHz]

방송사	관악산	남산	용문산
KBS1	476-482	758-764	638-644
KBS2	488-494	764-770	674-680
MBC	470-476	752-758	746-752
SBS	482-488	794-800	560-566
EBS	494-500		

표3. MBC의 송신설비 제원

항목	특성값
채널 및 주파수	UHF CH14(470-476MHz)
편파	수평
송신점 높이	약 639m(해발고)
Beam tilt	0°
Null point 위치	2.6[km]
송신기 출력	1[kW] - 평균전력
총 이득	6.6[dB]
안테나 이득	7.8[dB]
송신 급전선 손실	0.8[dB]
Power divider 손실	0.3[dB]
Rigid line	0.1[dB]
ERP	4.57[kW] - 1kW×6.6dB

관악산 및 용문산, 남산 등에 송신 시설을 갖추고 수도권 지역에 방송을 실시하고 있다. 이들은 아날로그 방송과 함께 일정시간을 디지털 방송을 위해 편성하고 있다.

표 2는 디지털 방송을 위해 분배된 주파수 대역이 각 방송사별로 할당되어 사용되고 있는 상황을 보여준다[2]. 표 3은 MBC 송신 제원[3-5]을 나타낸다. 다른 방송사 역시 비슷한 제원으로 디지털 방송을 송출하고 있다.

2.2 DTV 적용 전파 모델 개발을 위한 기반 모델 선택

위의 DTV 전파 특성과 국내 지형적 특성을 고려하여 새로운 모델을 개발할 수 있도록 기반 모델을 선택한 후, 전계강도 측정 결과를 토대로 예측된 결과와 측정 결과를 비교 분석하여 보정을 수행한다.

이를 위해 우선, ITU-R의 권고 모델들을 분석하고 VHF/UHF 대역에서 방송 업무에 대해 분석이 가능한 모델을 정리한 결과를 표 4에 나타내었다[6-11].

여기서 P.370, P.1146 모델은 거의 사용하지 않는 추세이며, 대신 P.1546 모델에 내용이 흡수되었다. P.1546은 모든 지역의 지상파 업무를 위해 만들어진 일반적인 모델이다. 따라서 본 연구에서는 P.1546 모델을 기반 모델로 선택 한 후, 이 모델의 파라미터 범위 및 전파 예측 방법들/분석, 파라미터 값에 대해 전파예측을 할 수 있도록 프로그램 하였다.

표4. VHF/UHF 대역 방송 업무 적용 가능 모델

파라미터	P.370	P.1146	P.1546
주파수	30~1000 MHz	1~3GHz	30~3000 MHz
업무	방송	방송, 육상이동	Terrestrial services
거리	10~1000km	1~500km	1~1000km
Tx	37.5~1200m	1m 이상	0~3000m
Rx	1.5~40m	1~30m	1m 이상
출력	전계강도	전계강도	전계강도
적용	방송업무	평평한 개방지	모든 지역에서의 지상파 업무

2.3 선택 모델의 분석

기반 모델로 선택된 P.1546의 파라미터 특성 및 예측 방법 등의 관점에서 분석하였다. 이 모델은 VHF/UHF 대역의 모든 지상 업무에 적용이 가능하다. 송신 안테나 높이의 범위가 0~3000m까지 넓은 범위에 걸쳐 적용이 가능하며, 일반적인 모든 환경에

적용이 가능하다. 이는 다른 모델들을 흡수하며, 모델 자체가 수식적으로 일반화되었기 때문이다.

P.1546 모델은 P.370과 P.1146의 실측된 데이터를 포함하고 있다. 이 실측된 데이터에 대하여 주파수와 시간율, 거리, 송신 안테나 높이에 대하여 일반화시켰다. 이를 원하는 파라미터 값에 대하여 수식적으로 계산을 통해 원하는 조건에 대한 전파전파를 예측하게 된다. 즉, 이론과 실측 데이터가 합해진 모델이라 할 수 있다.

현재 이 모델은 주파수 100MHz, 600MHz, 2000MHz, 시간율 1%, 10%, 50%, 송신 안테나 높이 0m, 10m, 37.5m, 75m, 150m, 300m, 600m, 1200m 에 대하여 1~1000km 이내의 범위에 대한 전계강도 변화 그래프를 갖고 있고, 주파수와 시간율, 송신 안테나 높이, 거리 각각에 대한 수식을 갖고 있다. 이 모델을 통해 전계강도를 예측하기 위해서는 주어진 주파수, 시간율, 거리, 송신 안테나 높이 값에 대한 Lower nominal, Higher nominal value를 취득하여 2×2×2×2=16가지 경우의 수에 대한 전계강도 값을 P.1546에 주어진 그래프로부터 확인한 뒤 이를 주어진 식에 대해 계산을 거쳐 최종 전계강도 값을 결정해야 한다.

2.4 실측 데이터 취득 방법

기반 모델로 선택된 P.1546의 파라미터와 국내 DTV 전파 특성을 고려하여 실제 국내 환경에서의 DTV 방송 전파를 측정하였다. 이를 위한 측정계획 및 과정을 살펴보면 다음과 같다. 파라미터 조건 등은 기반 모델에 제시된 값을 사용한다.

표6. 송수신 파라미터 제원

파라미터	적용범위
주파수	479MHz(KBS1-CH15)
업무	terrestrial services
거리	1~1000km
시간율	50%
단말기 높이	송신 안테나 : 해발 663m 수신 안테나 : 지상 9.5m
거리	1~1000km
출력	전계강도

이때, 송신국은 실험국을 개설하는 방법과 기존 DTV 방송국을 이용하는 방법이 있다. 실험국을 개설하는 방법은 실제적으로 허가나 장비 등의 문제가 있고, 기존 방송국의 송신 시설을 이용하면 실제 방송 전파 전파를 확인할 수 있기 때문에 정확성 면에

서 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 관악산에서 송출하고 있는 DTV 전파를 준비된 수신 장치를 사용하여 측정하는 방법을 택하였다. 표 6은 실험을 위한 송수신 파라미터 제원을 나타낸다.

표7. 환경에 따른 수신 지역

도심 지역	가시거리	서울 여의도 일대
	비가시거리	서울 여의도 일대 서울 구파발 일대
교외 지역	가시거리	분당부터 천안까지 경부 고속도로 일대
	비가시거리	경기도 이천, 광주 일대

주파수는 KBS1로 방송되고 있는 476-482MHz 대역(CH 15), 송신 안테나 높이는 KBS1의 이 대역에 대해 실제 사용되고 있는 높이를 사용하였다. 또한 수신안테나 높이는 이동전파 수신 차량의 마스터를 포함한 안테나의 최대 높이인 9.5m 로 결정하였다.

수신 지역은 환경의 영향을 알아보기 위해 가시거리 내 지역과 비 가시거리 내 지역으로 나누어 우리나라 대표적 밀집 도심 지역인 여의도에서 약 100m 간격으로 각 상황에 대해 약 15회 정도의 측정을 수행하였다. 그리고 개방 지역과 도심 지역의 차를 알아보기 위해 경기도 이천 일대 지역과 경부 고속도로를 따라 아래쪽으로 이동하며 측정하는 방법으로 천안까지 내려오면서 측정하였다.

시간율은 초당 데이터를 획득하는 장비를 통해 약 5분간의 연속 측정된 값에서 50%의 시간율에 해당하는 값을 찾아 사용한다. 여기서 시간율이란 일정 시간동안에 원하는 확률 내로 수신되는 값을 말하는 것이므로 여기서는 측정된 데이터의 평균값을 사용하도록 한다. 또한 도심지의 측정 시 약 100m 간격 정도의 근거리 측정을 함으로써 공간율을 고려할 수 있도록 하였다.

2.5 국내 환경에 적합한 전파 모델 개발을 위한 수행 방법

측정된 데이터와 기반 모델과의 비교, 분석을 위해 P.1546 모델을 컴퓨터 프로그램화 하였다. 즉, 주파수, 거리, 시간율, 송신 안테나 높이의 네가지 파라미터 값을 입력받고, 이들 사이의 수식 관계에 의해 전계강도를 예측하게 된다. 그림 1은 작성된 프로그램의 메인 화면을 보여준다.

이 프로그램을 통해 파라미터 조건에 대한 전계강도를 예측하고, 동일 조건에서 실측된 데이터와 비

교, 분석을 수행하게 된다.

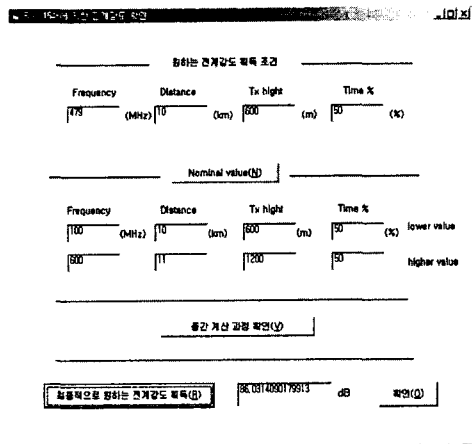


그림 1. P.1546 프로그램의 주 화면

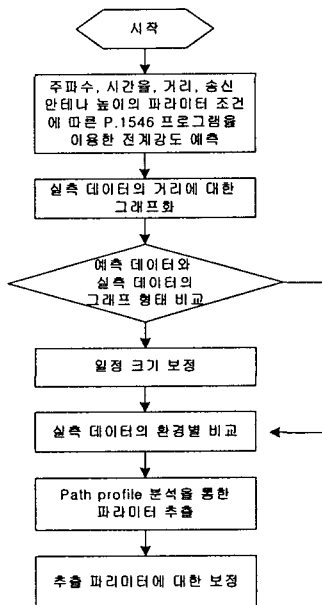


그림 2. 새로운 모델 개발을 위한 방법 흐름도

그림 2는 모델 개발을 위한 방법을 흐름도로 보여준 것이다. 먼저 측정에 사용된 파라미터 값을 통해 P.1546 프로그램에 의한 전계강도를 예측한다. 그 후, 실측된 데이터와 예측된 데이터의 형태 비교를 행하여 비슷한 형태일 경우, 일정값을 보정한 뒤, path profile에 대한 파라미터를 추출하고 이에 대한 보정을 실시한다. 거리에 대한 진행 형태가 비슷하지 않을 경우는 바로 파라미터 추출을 위한 경로 분석을 시작한다. 이 때, 파라미터는 TCA, 장애물 개수 등이 포함된다. 추출된 파라미터에 대하여 P.1546에 주어진 수식을 수정하거나, 값을 보정하는 형태로 새로운 모델을 개발하게 된다.

III. 결론

측정 데이터는 도심 지역과 개방 지역에 따라 많은 차이를 나타내게 되므로, 이러한 환경별 영향을 고려하기 위해 Terrain Clearance Angle과 장애물 개수 등을 확인하는 Path profile 분석이 필요하다. 분석된 내용과 측정된 데이터를 통해 찾아진 지형 파라미터를 보정하여 다른 환경에 대해 다르게 적용할 수 있도록 모델을 개발한다.

참고 문헌

- [1] www. digital-tv.or.kr
- [2] www.kbs.co.kr/techcenter
- [3] 정보통신부, 최종연구보고서, 지상파 디지털 TV 방송 테스트베드 구축지원에 관한 연구, 2000.
- [4] 한국방송공사 기술 연구소, 지상파 DTV 방송 연구, 2000.
- [5] 한국교육방송공사, 기술연구 보고서, 지상파 디지털 TV 본방송, 제 2 호, 2001.
- [6] Rec. ITU-R P.1144-2, "Guide to the application of the propagation methods of Radiocommunication Study Group3," 2001
- [7] Rec. ITU-R P.370-7, "VHF and UHF propagation curves for the frequency range from 30MHz to 1000MHz," 1995.
- [8] Rec. ITU-R P.452-10, "Prediction procedure for the evaluation of microwave interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.7GHz," 2001.
- [9] Rec. ITU-R P.1146, "The prediction of field strength for land mobile and terrestrial broadcasting services in the frequency range from 1 to 3GHz," 1995.
- [10] Rec. ITU-R P.529-3, "Prediction methods for the terrestrial land mobile service in the VHF and UHF bands," 1999.
- [11] Rec. ITU-R P.1546, Method for point to area predictions for terrestrial services in the frequency range 30MHz to 3000MHz, 2001.