

## 지형정보를 이용한 DTV Service 구역 예측

김권일, 김대진

전남대학교 전자공학과

전화 : (062) 530-0758 / 팩스 : (062) 530-1759

### Prediction of DTV Service Area by Using Geographic Information

Kwon Il Kim and Dae Jin Kim

Dept. of Electronics Engineering Chonnam National University.

E-mail : winds@kbs.co.kr

#### Abstract

방송을 포함한 무선통신 분야에서 전파전파 모델링에 의한 서비스 구역예측은 매우 중요하다. 그러나 대부분의 모델들이 전파전파의 물리량을 정확히 알아내는 데 어려움을 가지고 있어 광범위한 측정에 기반한 통계치와 전자파 이론을 기초로 하여 일정범위의 정확도로 예측을 하고 있다. 우리나라 DTV 방송은 8-VSB방식으로 디지털 방송 서비스가 확산되고 있다. 2002년 수도권을 완료하고 2003년 광역시를 비롯하여 2005년 시·군지역으로 서비스가 예정되어 있다. 본 논문에서는 Longley-Rice 전파전파 모델을 적용하고 미 상무부의 GLOBE 지형정보를 이용하여 DTV 서비스 구역을 예측하고자 한다.

고 두 지점간의 지형 프로파일 정보가 있으면 점대점 예측 모드(point-to-point prediction mode)를 사용한다. 본 논문에서는 GLOBE 지형정보를 이용한 점대점 예측 모드를 사용해서 DTV 전파의 경로손실을 예측하고 FCC에서 규정한 DTV 수신에 필요한 최소 전계강도를 초과하는 지역을 서비스 구역으

#### I. 서론

Longley-Rice 모델은 20 MHz에서 20 GHz의 범위에서 거리와 시간, 공간에 대한 함수로 전파전파 손실을 추정하는 전파모델이다[1]. 이 모델에는 두가지 모드가 있는데, 정확한 지형정보를 얻을수 없으면 지역 예측 모드(area prediction mode)를 사용하

표 1. DTV수신 Planning Factors

Planning Factor	Symbol	Low VHF	High VHF	UHF
중심 주파수	F	69	194	615
다이폴 요소	$K_d$	-111.8	-120.8	-130.8
다이폴 요소 조정	$K_a$	없음	없음	$20\log(615/\text{채널주파수})$
열 잡음	$N_t$	-106.2	-106.2	-106.2
안테나 이득	G	4	6	10
Downlead line 손실	L	1	2	4
System Noise Figure	$N_s$	10	10	7
요구 C/N	C/N	15	15	15

로 판정한다. FCC에서 규정한 DTV 수신에 필요한 최소 전계강도는 표 1로부터 얻을 수 있다. 이 Planning Factors는 수신점에서 일종의 Link Budget으로 이득과 손실에 관한 식(1)을 계산함으로써 필요한 최소 전계강도를 얻을 수 있다.

$$E + K_d + K_a + G - L - N_t - N_s = C/N \quad (1)$$

표 2. DTV수신 임계 전계강도

채널	임계 전계강도
2 - 6	28
7 - 13	36
14 - 69	$41 - 20\log[(615/(\text{channel mid freq.}))]$

E는 전계강도이고,  $K_a$ 는 다이폴 요소 조정으로서 UHF 높은 대역에서는 필요한 최소 전계강도가 좀 더 높아지는 것을 반영한다. 식(1)에 의해 구한 각 대역별 임계 전계강도는 표 2와 같다. UHF 대역에서 채널 38이 41 dB이고 채널 14와 69사이의 임계 전계강도 차이는 4.6 dB이다.

## II. 전파전파 모델

### 1. Longley-Rice 모델

이 모델은 광범위하게 측정된 전계강도의 통계 데이터 및 전자파 이론을 근거로 하여 컴퓨터 프로그램을 이용해 주파수 20 MHz에서 20 GHz범위에서 여러 경로에 대한 지형정보와 대류권의 굴절도를 이용해서 평균 전송손실을 예측한다. 또한, 자유공간에 대한 상대적인 전송 손실의 중앙값을 예측해 내는 방법을 제시하는데, 세부적 지형 프로파일을 근거로 점대점 예측모드를 사용하고, 지형 프로파일을 얻지 못했을 경우 측정된 전계강도 데이터의 통계치로부터 얻어진 지형 프로파일에 근거한 지역 예측 모드로 나뉘어 진다.

각 경로의 전송 손실 예측을 위하여 전송 주파수, 경로 길이, 편파의 종류, 안테나 높이, 대지 굴절율, 유효 지구반경, 지표 전도도, 지표 유전상수, 기후를 입력 파라미터로 한다. 경로상 지형 불규칙 정도, 안테나의 지평선 거리, 지평선 각, 등을 경로-특성 파라미터로 입력한다.

Longley-Rice 모델에서는 전송 손실의 중앙값을 경로거리에 따라 다른 전파 메카니즘을 적용한다. 지평선 거리를 기준으로 그 보다 가까운 구간과 먼 구간으로 구분하고, 먼 구간에서 회절손실과 산란손실이 같아지는 거리이내 구간과 더 먼거리로 구분하여 다른 전파 메카니즘으로 취급한다. 전체 전송손실은 거리에 의해 결정되는 자유공간에서의 전송손실과 전파 메카니즘에 의해 구해진 상대적 손실의 합이 된다[2].

### 2. GLOBE 지형정보

Longley-Rice 모델에 사용하게 될 지형정보는 GLOBE (Global Land One-km Base Elevation) 프로젝트에 의해 작성된 데이터 베이스이다. 이 프로젝트는 동경, 북위 각각 30초 간격의 지형정보를 작성하기 위한 것으로 많은 과학자들과 DLR(the German Aerospace Center), USGS(U.S Geological Survey), UCL(University College London), NGDC(National Geophysical Data Center)등의 기관이 참여한 global consortium으로 1992년에 출범하여 1999년 GLOBE Version 1.0이 완성되었다. 이 데이터 베이스는 인터넷에서 공유되고 있다.

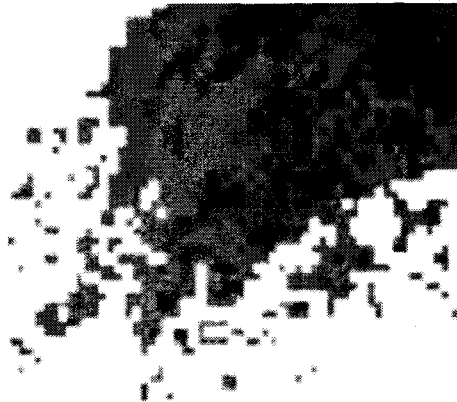


그림 1 GLOBE 광주·전남 지방 지형도

GLOBE를 통해 얻는 지형 프로파일이 Longley-Rice 모델에 적용하여 점대점 예측 모드로 계산하여 전송 손실의 중앙값을 얻을 수 있다.

3. FCC(50,90)을 이용한 커버리지 예측

FCC Propagation Curve로부터 커버리지 영역을 추정할 수 있다. 커버리지는 최대의 가능한 서비스 영역을 결정해 주기 때문에 방송 관계자들에게 중요한 정보이다. NTSC 아날로그에서는 Grade B 서비스를 규정하고 F(50,50) Propagation curve를 사용하였으나 DTV는 Cliff Effect 때문에 F(50,90)curve를 사용하게 된다.[3]

$$Pr = Pt - L \quad (3)$$

식(1)에서 구한 필요 전계강도로부터 수신안테나에 인가되는 수신전력(Pr)을 식(2)로부터 구할 수 있고, Pr과 송신전력(Pt)으로부터 손실을 구할 수 있다.[4]

위 식(2)와 (3)으로부터 DTV 수신에 가능한 경로 손실은 125 dB이다. 점대점 예측 모드에서 통계 데이터의 신뢰도는 50%이다.

III. 서비스 구역 예측

1. 광주 KBS 1 DTV 서비스 구역 예측

광주 무등산 KBS 1 DTV는 송신 채널 17에 안테나 이득 9.3 dB로 출력 2.5 kW로 방송 예정중이고 송신점의 고도는 900 m이고 수신점의 높이는 9 m로 가정했다.

2. 아날로그 NTSC

아날로그 NTSC TV의 서비스 구역은 Grade A와 B로 서비스를 규정한다. DTV의 경우 Cliff Effect 때문에 임계 전계강도 이상이면 완벽한 영상을 재현하고 그렇지 못하면 시청할 수 없다.

표 3. 아날로그 NTSC 임계 전계강도[5]

채널	Grade A	Grade B
2 - 6	68	47
7 - 13	71	56
14 - 69	$74 - 20\log[615/\text{채널 주파수}]$	$64 - 20\log[615/\text{채널 주파수}]$

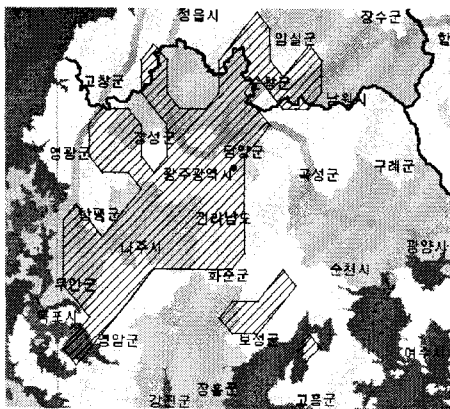


그림 2. 무등산 KBS 1DTV 서비스 구역

총 175개 지점에 대한 점대점 예측 결과 그림 2와 같이 송신점으로부터 동북과 서남방향을 축으로 서비스 구역이 나타남을 알 수 있다.

송신 채널 17의 DTV수신에 필요한 최소 전계강도는 다이폴 요소 조정을 고려해서 39.0 dBu이다.

$$Pr = \frac{1}{480} \left( \frac{E\lambda}{\pi} \right)^2 \quad (2)$$

아날로그의 경우 Grade A와 B로 서비스를 구분한다. NTSC Grade A 서비스는 평균적인 시청자가 화질이 "acceptable" 하다고 느끼고 이 정도의 화질을 최소 90% 이상의 시간 동안 70% 이상의 지역에서 시청할 수 있으면 해당지역에서 Grade A 서비스를 제공한다고 규정한다. Grade B의 경우는 90%의 시간 동안 50%의 지역에서 역시 같은 화질의 서비스를 제공하는 지역을 말한다. "acceptable" 화면은 TASO(the Television Allocation Study Organization)에서 규정한 3등급 정도의 화면을 말하며 S/N 30 dB 정도이다. 도심지역의 경우 Grade A보다 전계강도가 6 dB 높게 규정하고 있고 이것을 City Grade라 한다. 아날로그 NTSC TV의 서비스 구역 예측은 KBS 1 TV, 채널 11번(201 MHz), 출력 10 kW로 실험했다. Grade B의 경우 경로손실이 148 dB 이고 Grade A의 경우 134 dB이다. 서비스 구역 추정 결과는 그림 3과 같고 빗금부분이 Grade A 지역이고 그 외의 지역은 Grade B이다. DTV와 비교했을 때 Grade B와 DTV 서비스 구역의 레벨

이 거의 일치함을 알 수 있다.

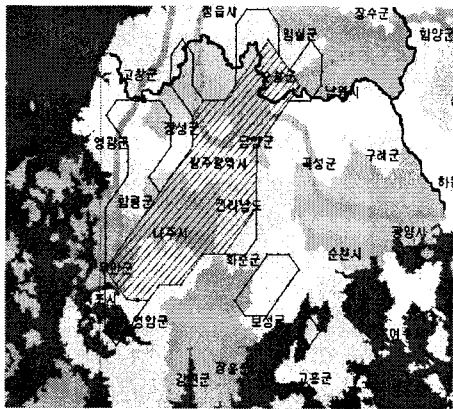


그림 3 Analog NTSC 서비스 구역 예측

- [3] FCC "Code of Federal Regulations", Federal Communication Commission Title 47. Ch. 1, Part 73, Radio Broadcast Services, Sec 73-683, 73-684, 73-699.
- [4] Constantino Perez-Vega, Jose M. Zamanillo, "Path loss Model for Broadcasting Application and Outdoor Communication System in the VHF and UHF Bands", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol 48 No. 2, June, 2002.
- [5] Robert A. O'Connor, "Understanding Television's Grade A and Grade B Service Contours", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol 47, No. 3, Sep, 2001.

#### IV. 결론

Longley-Rice 전파전파 모델을 적용하고 미 상무부에서 제공하는 GLOBE 지형정보를 이용하여 DTV와 아날로그 NTSC Grade A와 B 서비스 구역을 예측하였다. 그림 2와 3에서 알 수 있듯이 아날로그 NTSC Grade B와 DTV서비스 구역이 상당히 일치함을 알 수 있다. 이것은 채널 배치와 출력, 안테나 이득을 두 매체의 서비스 구역이 거의 일치할 수 있도록 배정하고 배치했기 때문이다. 서비스구역에 관한 문제는 초기 DTV 방송시 중요한 사항이고 본 논문에서 실험한 방법이 비교적 간단하게 서비스 구역을 추정해 볼 수 있어서 TVR(Television Relay) 등 송신시설 설계에 용이하게 사용될 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] FCC, "Longley-Rice Methodology for Evaluating TV Coverage and Interference" OET Bulletin NO. 69, July, 1997.
- [2] G. A. Hufford, A. G. Longley, W. A. Kissick, "A guide to the use of the ITS Irregular Terrain Model in the Area Prediction Mode", NTIA Report 82-100, U.S Department of Commerce, April, 1982.