

ITU-R 전파전파 알고리즘 재분석을 통한 국내 환경에 적합한 전파관리시스템 기능 개선 연구

A Study on Analysis of ITU-R Radiowave Propagation Algorithms for Engineering Analysis Function Improvement of Radio-Frequency Management System

김 유 미 · 이 일 근 · 배 석 희*

Yu-Mi Kim · Ill-Keun Rhee · Suk-Hee Bae*

요 약

본 연구에서는 먼저 전파관리시스템(RFMS)의 전체 구성 및 기능과 함께 RFMS의 기능 중 전파전파 분석 기능의 문제점과 개선방안에 대한 연구를 수행하였다. 이를 바탕으로 사용자가 분석을 원하는 환경 및 조건에 적합한 적정 분석 알고리즘을 자동으로 선택해 낼 수 있는 모델 선택 기준안 도출을 위하여 기존 및 추가될 전파손실 알고리즘 및 회절 모델에 대해 파라미터별로 분석을 수행하였다. 이러한 분석 결과로부터 사용자가 원하는 환경 및 조건에 적합한 적정 분석알고리즘을 자동으로 선택해 낼 수 있는 모델 선택 기준안을 마련하고, 이를 활용하여 알고리즘 자동 선택을 할 수 있는 프로그램의 작성 및 활용 예를 보였다. 이와 함께 RFMS에서의 전파전파 분석을 효율적으로 수행할 수 있는 방안을 제시하였다.

Abstract

Radio frequency management system(RFMS) is being operated to facilitate national spectrum management and monitoring in Korea. To improve the engineering analysis function in RFMS, criteria for the automated selection of the propagation model adequate to the radio station service environment considered are proposed. Those criteria are derived from the specified parameters obtained through the analysis of related ITU-R propagation & diffraction loss models which are to be used in RFMS. Then, using criteria acquired, computer program is made to achieve the automated selection of the most appropriate propagation algorithm, among the ones provided in RFMS, to the environment in which the engineering analysis is required. Furthermore, an illustrative example is shown with the proposals for increasing the efficiency of the engineering analysis in RFMS.

Key words : 전파관리시스템(RFMS), 전파전파분석, 경로손실모델, 회절손실모델, 전파모델 자동 선택 프로그램

I. 서 론

무선통신 기술 및 경제적 발전에 따른 사회 구성

원들의 시간적, 경제적 풍요가 맞물려 무선통신 업무의 양적 성장뿐 아니라 종류도 다양화되고 있다.

따라서 국내외적으로 무선국 인허가를 포함한 전

「본 연구는 2002년도 전파방송기술 국제표준화 연구과제 지원 결과입니다.」

한남대학교 전자공학과(Dept. of Electronics, Hannam University)

*정보통신부 전파연구소(Radio Research Laboratory, MIC)

· 논문 번호 : 20021102-06S

· 수정완료일자 : 2002년 12월 9일

파자원의 효율적 관리, 운용을 위한 요구가 증대되고 있고, 이에 대한 대응책들이 마련되고 있다^{[1][2]}.

우리 나라 정보통신부에서는 전파환경 분석, 전파전파예측, 주파수 스펙트럼 관리 등의 기능을 가진 전파관리 시스템(RFMS : Radio Frequency Management System)을 개발하여 무선국 인허가를 위한 전파분석과 관리에의 활용을 추진하고 있다^[3].

본 연구에서는 RFMS의 전파전파 분석시의 미비점 보완을 통해 RFMS의 활용도를 극대화하고자 한다. 이를 위하여, 전파전파 예측 모델들의 적용 파라미터별 분석을 통하여 모델 선택 기준안을 마련하고, 이를 기반으로 모델 자동 선택 프로그램을 추가함으로써 RFMS의 활용 효율성을 높이도록 하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 제 1장에서는 본 연구의 배경 및 목적을 간단히 기술하였고, 제 2장에서는 본 연구의 기본이 된 RFMS의 기능과 미비점 개선 방안을 기술하였다. 제 3장에서 기존 및 추가될 전파전파 알고리즘을 파라미터별로 분석한 후 이를 바탕으로 제 4장에서는 모델 선택 기준안을 마련하고, 이를 이용한 모델 자동 선택 프로그램을 추가하여 RFMS의 활용 시 효율성 증대 방안을 도출하고 제 5장에 결론을 맺었다.

II. RFMS의 기능 및 개선방안

그림 1은 RFMS의 전체 구성도를 보여준다. RFMS는 전파환경분석 관련 3개의 모듈(지형정보 관리, 지형자료관리, 지형분석관리), 전파전파 예측 기술 관련 3개의 모듈(전파전파분석관리, 분석정보 관리, 측정정보관리)과 주파수 스펙트럼 관리에 대한 스펙트럼 분석관리 모듈, 무선국 제원 관리 기술에 대한 무선국 제원 관리 모듈 그리고 시스템 관리부에 해당하는 3개의 모듈 등 총 11개의 모듈로 이루어져 있다^[3].

전파전파 예측 기술에 관련된 전파전파분석 관리 모듈 내에서는 무선국 기술 심의 과정을 처리하기 위해 6개의 경로손실모델과 7개의 회절모델을 이용하여 전파분석을 수행하고 있다. 본 모듈에서는 근처 무선국 정보를 확인하고 새로운 무선국 위치를 입력하여 기존 무선국과의 간섭 등 전파 상태를 확인하여 무선국 허가 여부를 판단하게 된다. 이 때,

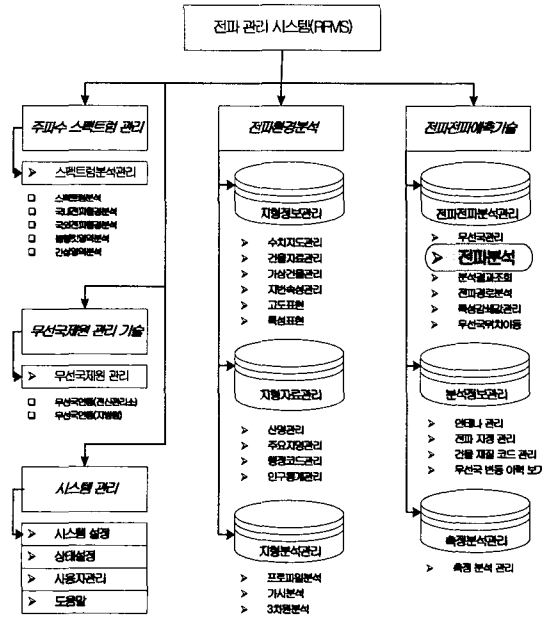


그림 1. RFMS의 전체 구성도
Fig. 1. Configuration of overall RFMS.

사용자는 임의로 분석모델을 수동으로 선택하거나 자동으로 분석을 수행할 수 있도록 되어 있다. 이 과정에서 자동 분석의 경우는 전파 분석 수행 지역의 환경이나 지형에 상관없이 자유공간 모델을 사용하게 되어 있어서 전파전파 분석의 정확성을 확인할 수 없다. 또한 수동분석의 경우는 전파전파 분석을 위한 전파전파 예측모델을 선택함에 있어, 모델의 선택 기준이 정립되어 있지 않기 때문에 비전문가가 임의로 모델을 선택하는데 있어 어려움이 있으며 또한 전파전파 분석 시 신뢰도가 떨어지게 된다.

이를 그림 2의 RFMS 내에서의 무선국 허가 업무의 흐름도를 이용하여 자세히 설명한다.

무선국 기술 심의를 위해 그림 2와 같은 흐름도를 따라 전파전파 분석 수행을 하는데, 이를 위해 먼저 분석 반경을 설정하고, 지형 DB로부터 지형특성정보를 확인하여 전파전파 예측 모델을 사용자가 임의로 선택한다. 그리고 분석을 위한 파라미터 값들을 입력한 뒤, 회절 모델을 임의로 선택하여 기 선택된 경로손실모델과 함께 전파분석을 수행하고 있다.

이와 같이 일정 기준 없이 지형 DB의 확인 결과를 사용자의 임의 판단에 의하여 선택된 전파 전파 예측모델을 사용하여 전파 분석을 수행하고 있다.

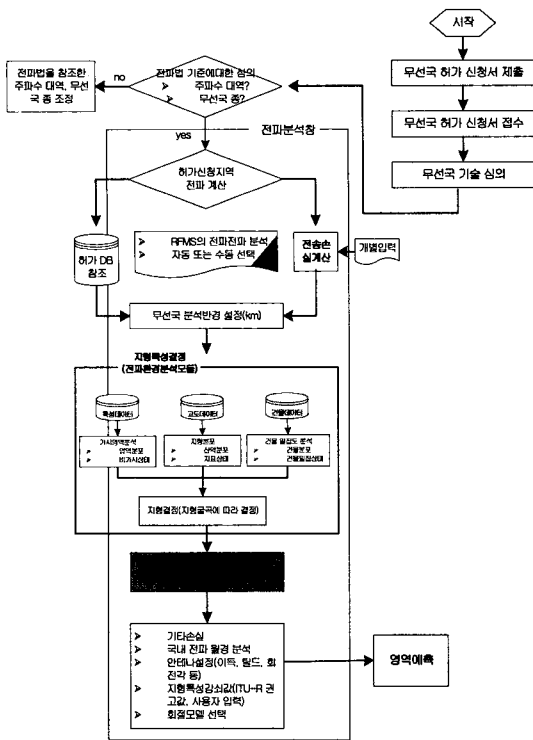


그림 2. 무선국 허가 업무의 흐름도
Fig. 2. Flowchart of station licensing service.

따라서 RFMS를 이용한 전파전파 분석의 정확성 확보를 위해서는 전담 전문가에 의한 별도의 분석과 판단과정을 필요로 하게 되어 업무처리의 효율성을 기대할 수 없는 상황이다. 또한 현재 사용 중인 RFMS 내 ITU-R의 전파전파 예측 기법들이 여러 부분 수정되었고 새로운 모델들이 발표되고 있으므로 전파전파 분석 기능 향상을 위해 새로운 전파전파 알고리즘의 추가와 기존 분석 모델의 개선이 필요한 시점이다.

따라서 본 연구에서는 RFMS의 효율성 개선을 위해 분석환경에 적합한 전파전파 예측 모델의 자동선택 기준안을 마련하고, 새로운 전파전파 예측 알고리즘들을 추가함으로써 RFMS의 전파전파 분석 기능을 개선하는데 초점을 맞추었다.

III. 기존 및 추가될 전파전파 알고리즘의 선정 기준 연구

RFMS의 기능향상을 통한 활용성 증대를 위하여,

RFMS에서 사용 중인 전파전파 알고리즘들뿐만 아니라 VHF/UHF 대역에서 활용 가능한 전파전파 예측모델들을 보완하고, 이들 모델들의 재분석을 통하여 우리나라 환경에 적합한 사용자 편의를 고려한 전파전파 예측모델 선택 기준안을 마련토록 한다.

표 1에 기술된 모델들은 VHF/UHF 대역에 대하여 적용 가능한 것들로서, 본 연구에서 추가하고자 한 전파 모델들이다^{[4]~[9]}. 기존의 RFMS에서 적용되는 전파전파 모델들과 더불어 국내 전파 환경에서의 지상파 대역에 대하여 전파 분석을 수행할 수 있다. 기존에 RFMS에 적용되고 있는 전파전파 예측 모델들과 새로이 추가한 전파전파 예측모델들을 파라미터 비교를 통해 적정환경에 대한 적정 모델의 선택 기준안을 얻고자 하였다.

표 2와 3은 전파전파 예측모델들을 파라미터별로 비교해 본 것이다. 표 2는 기존에 RFMS에 적용되고 있는 모델들이고, 표 3은 추가하고자 한 모델들 중 VHF 대역 주파수와 point to area 형식을 갖는 모델들만을 비교한 것이다.

이들의 파라미터별 비교 결과 주파수와 적용업무는 모델을 적용하기 위한 기본 조건이 됨을 알 수 있다. 또한 각 모델들의 사용 주파수에 따라 전파분석 가능 반경 즉, 적용 거리가 달라진다. 따라서 적용거리는 주파수에 대하여 모델이 분류될 경우에, 모델 선택의 우선순위 결정을 위한 파라미터로서 사용될 수 있다. 그러나 시간율이나 공간율 등의 파라미터들은 사용자의 분석 범위의 임의 설정에 따라 달라지는 값이므로 모델의 선택기준은 될 수 없고, 일단 모델이 선택되었을 경우 이후 전파전파 분석을 위해 필요한 파라미터들이다. 따라서 적용범위가 다른 주파수와 업무별로 모델을 분리하고, 적용 거리에 따라서 적용환경에 대한 모델 선택의 우선순위를 결정하게 된다.

한편, 전파는 지형의 구조나 특성에 의해서 다른 전파 매커니즘을 일으킨다. 따라서 전파전파 분석을 위해서는 각 환경에 적당한 전파전파 예측모델의 선택이 중요하다.

표 2와 표 3의 적용범위는 각 전파전파 예측모델의 특성 분석을 통해 알아내었다^{[3]~[15]}. 여기서 적용환경이 모델 선택의 중요한 파라미터가 됨을 추출해 내었고, 각 모델에 적합한 적용 환경에 관한 특

표 1. 추가할 VHF/UHF 대역 전파예측 모델

Table 1. Propagation models to be added in VHF/ UHF band.

방법	P. 370	P. 529	P. 1146	P. 1546	P. 452	P. 617
주파수	30~1000 MHz	30 MHz~3 GHz	1~3 GHz	30~3000 MHz	0.7~30 GHz	30 MHz 이상
업무	방송	육지이동	육지이동 방송	지상국 업무	지구국 서비스 간섭	Transhorizon 고정링크
거리	10~1000 km	VHF: 10~600 km UHF: 1~100 km	1~500 km (보통 20 km 이상)	1~1,000 km	특별하지 않다.	100~1,000 km
형식	point to area	point to area	point to area	point to area	point to point	point to point
시간율	1.5, 10, 50 %	VHF: 1, 10, 50 % UHF: 50 %	1~99 %	1~50 %	0.001~50 %	20, 50, 90, 99, 99.9 %
공간율	1~99	특별하지 않음	1~99 %	1~99 %	적용안됨	적용안됨
단말기 높이	Tx: 0~1200 m Rx: 1.5 m~40m	Tx: 20 m~1 km Rx: 1~10 m	Tx: 1 m 이상 Rx: 1~30 m	Tx: 0~3000 m Rx: ≥1 m	특별한 제한없음	특별한 제한없음
입력	주파수 거리 송수신 안테나 높이 시간율 공간율 Clearance angle Terrain irregularity	주파수 거리 송수신 안테나 높이 시간율 Ground cover	주파수 거리 송수신 안테나 높이 시간율 공간율 지형정보 -경로상 장애물수, ground cover, TCA	주파수 거리 송수신 안테나 높이 시간율 공간율 지형정보 -경로상 장애물수, ground cover, TCA	주파수 송수신 안테나 높이 시간율 송수신단 경·위도 경로 프로파일 데이터 기하학적 데이터	주파수 송수신 안테나 높이 기하학적 경로모양 데이터
출력	전계강도	전계강도	전계강도	전계강도	경로손실	경로손실

표 2. 현재 RFMS에 적용되고 있는 모델들의 파라미터별 분석

Table 2. Analysis of propagation models, in terms of parameters, to be currently used in RFMS.

파라미터	Microwave 모델 (P. 452-10)	Modified Hata 모델	Modified COST 231-WI 모델	Ray-Traoing 모델 (P. 1411, 1238포함)	ITU-R rader 모델
주파수	0.7~30 GHz	30~3000 MHz	800~2000 MHz	300 MHz~100 GHz	30~3000 MHz
업 무	지구국 서비스, 간섭	이동 통신	이동 통신	RLAN, 이동 통신	Radar 시스템
거 리	특별하지 않음	1~5 km	0.02~5 km	1 km 이내	제한 없음
형 식	point to point	point to area	point to area	point to area	point to point
시간율	0.001~50 %	적용 안됨	적용 안됨	적용 안됨	제한 없음
공간율	적용 안됨	적용 안됨	적용 안됨	적용 안됨	제한 없음
단말기 높이	특별한 제한 없음	Tx: 37.5~1200 m Rx: 0~10 m	Tx: 4~50 m Rx: 0~3 m	Tx: 37.5~1200 m Rx: 0~10 m	제한 없음 일반 안테나
입력	주파수	○	○	○	○
	거 리	×	○	○	○
	송수신 안테나 높이	○	○	○	○
	시간율	○	×	×	×
	경로 프로 파일 데이터	○	×	×	×
	Ground cover	×	○	○	×
	송수신단경위도	○	×	×	×
	Geometric data	○	×	○	×
건물 높이	×	×	○	×	
출 력	경로손실	경로손실	경로손실	경로손실 Delay spread	경로손실
적 용	micro파의 전파	Cellular 통신	PCS 통신	urban 환경 1 km이내의 짧은 경로 전파	목표물 반사에 의한 전파 고려시

표 3. ITU-R 권고를 통한 추가 모델들의 파라미터별 분석

Table 3. Analysis of propagation models, in terms of parameters, to be added from ITU-R recommendations.

파라미터		P. 1546	P. 1146	P. 529	P. 370
주파수		30~3000 MHz	1~3 GHz	30 MHz~3 GHz (1.5 GHz 이상 제한적 사용)	30~1000 MHz
업 무		지상 업무	육지이동 방송업무	육지 이동	방송
거 리		1~1,000 km	1~500 km	VHF : 10~600 km UHF : 1~100 km	10~1000 km
형 식		point to area	point to area	point to area	point to area
시간율		1~50 %	1~99 %	VHF : 1, 10, 50 % UHF : 50 %	1, 5, 10, 50
공간율		1~99 %	1~99 %	특별하지 않음	1~99
단말기 높이		Tx : 0~3000 m 실효높이	Tx : 1 m 이상	Tx : 20 m~1 km	Tx : ~1200 m 이상
		Hx : ≥ 1 m	Hx : 1~30 m	Hx : 1~10 m	Hx : 1.5~40 m
입력	주파수	○	○	○	○
	거리	○	○	○	○
	송수신 안테나높이	○	○	○	○
	시간율	○	○	○	○
	공간율	○	○	×	○
	Ground cover	○	×	○	×
	Terrain information	○	○	×	×
	Path Classification	○	×	×	×
	Terrain irregularity	×	×	×	○
	TCA	○	×	×	○
출 령		전계강도	전계강도	전계강도	전계강도
적 용		지상국 업무 전 지역 적용 가능	평평한 open 환경 육지이동	VHF : 시골 UHF : 도심지 (20 km 이하~2 GHz)	VHF 대역 방송 업무 반파장 다이폴 사용

성을 밝혀내었다. 이러한 적용환경을 추출하기 위해서는 시설자가 입력하는 파라미터 중 지번이나 경위도 좌표를 이용하여 이를 지형 DB와 연동시켜 분석하고자 하는 환경 모폴로지를 얻어낸다. 현재 ITU-R에는 15개로 환경 모폴로지를 분류하고 있고, RFMS에서는 국내 환경에 적합하도록 9개의 모폴로지(밀집도시, 중소도시, 교외지, 개방지, 공업지역, 밀집지역, 숲, 바다, 호수)로 교정하여 사용하고 있다^[3].

주파수와 업무에 따른 전파 모델의 분석 적용 범위가 우선적으로 구분되고 RFMS 내의 지형정보DB로부터 확인될 수 있는 환경 모폴로지에 따라 적용 지역이 분류되어 모델 선택 기준이 마련되고 더불어 적용 거리에 따라서 모델 선택의 우선 순위가 결정된다.

IV. 모델 선택 기준 설정 및 모델 자동 선택 프로그램 추가

앞장의 분석 결과를 토대로 모델 선택의 기준 파라미터로서 주파수, 업무, 분석 반경 및 적용 환경을 설정하였다. 이때 적용 환경 정보는 사용자가 분석하고자 하는 위치의 분석 지번을 기본 입력으로 한다. 분석 지번의 입력을 통해 그 지역에 대한 지형정보를 획득한다. RFMS는 지형 DB를 기반으로 한 시스템이므로 해당지역에 대한 지형 정보를 통하여 정확한 분석을 수행할 수 있다. 새로이 추가된 알고리즘들의 경우, 실측 전계강도 그래프에 대하여 필요한 파라미터 값들을 적용하여 보간, 외삽 등의 방법으로 원하는 출력을 얻어내고 있다. 따라서 실측지역에 대한 정보는 적용 환경 분리에 좀 더 정확성을 부여할 수 있으므로, 실측 지역에 대한 정보와 실측 적용 상황 정보를 분석하여 적용환경을 설정하였다.

표 4는 모델 선택 기준 파라미터로 설정한 파라미터들에 대하여 적용 전파 모델들을 정리한 것이다. 한편, 표 5는 회절 모델의 선택 기준을 정리한

표 4. 전파모델 적용을 위한 파라미터 기준 설정

Table 4. Criteria determination of parameters for propagation model applications.

모델	적용 범위			
	주파수	업무	거리	적용환경
Ray Tracing	0.3~100 GHz	이동통신	1 km 이내	도심지
Modified Hata	30~3000 MHz	이동통신(Cellular)	1~5 km	도심지
Modified COST 231-WI	800~2000 MHz	이동통신(PCS)	0.02~5 km	도심지
P. 1146	1~3 GHz	육지이동	1~500 km	전지역(개방지)
P. 529-VHF	300~3000 MHz	육지이동	10~1000 km	전지역(시골)
P. 529-UHF	300~3000 MHz	육지이동	20 km 이하	도심지
P. 370	30~1000 MHz	방송	10~1000 km	전지역
P. 1546	30~3000 MHz	지상 업무	1~1000 km	전지역
Microwave	0.7~30 GHz	지상국 업무, 간섭 예측	radio-horizon 이내	전지역
ITU-R radar	제한 없음	목표물 반사에 의한 전파	제한없음	자유공간
P. 617	30 MHz 이상	Trans-horizon 고정링크	100~1000 km	전지역

표 5. 회절 모델의 선택 기준

Table 5. Criteria for diffraction models to be applied.

회절 모델	장애물 개수	적용 거리	적용 환경
One-knife edge	1	원거리	구릉지, 개방지, 바다
Bullington	2	근거리	구릉지, 개방지
Epstein & Peterson	2	원거리	구릉지, 개방지
Deygout	3개 이상	5 km 이하	도심지
Japan NTT	3개 이상	5 km 이하	산악 밀집지, 도심지

것이다. 회절 모델은 전파 분석 시 경로손실모델과 함께 선택되는데 지형정보에 따라 적용 모델이 다르므로 이때도 지형 DB의 확인이 필요하다. 위의 결과를 활용하여 전파 모델 자동 선택 프로그램을 추가하여 활용함으로써 효율성과 신뢰성을 갖는 전파분석이 수행될 수 있다. 그림 3은 지금까지 설명한 전파전파 모델선택 기준을 바탕으로 작성된 모델 자동선택 프로그램의 흐름도를 보여준다.

사용자에 의해 적용 지번, 주파수, 적용 업무 및 분석 반경을 입력받는다. 프로그램 내부에서는 이들 입력값을 확인한 후 적절한 모델을 찾는다.

그런 후에 사용자는 이 결과를 활용하여 분석에 사용할 모델을 선택하여 각 모델에 맞는 파라미터 값들을 입력하거나 혹은 지형 DB로부터 얻어와 전파분석을 수행할 수 있도록 한다.

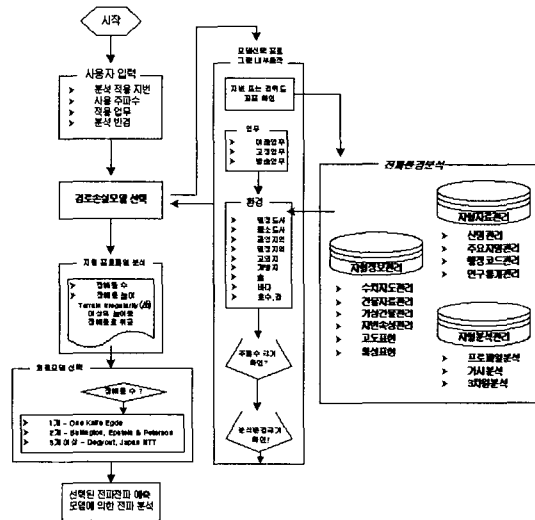


그림 3. 모델 자동 선택 프로그램 흐름도

Fig. 3. Flowchart of automated propagation model selection program.

지금까지 설명한 내용을 토대로 작성된 모델 자동 선택 프로그램을 활용한 적용 예를 살펴본다. 분석을 위한 지역이 '대전 동구 하소동 산 1번지'이고, 30 km 분석반경을 가지는 주파수 1,200 MHz인 이동통신업무의 전계강도 분포를 찾고자 할 경우 입력된 파라미터에 따라 그림 4에서 보이는 바와 같이 적용환경이 지형 DB와 연계되어 선택되고, 분석 모델이 ITU-R P.1546 모델로 자동 선택되어 이를 사용하여 전파전파 분석을 수행하면 된다. 이 경우 회절모델은 적용되지 않는다.

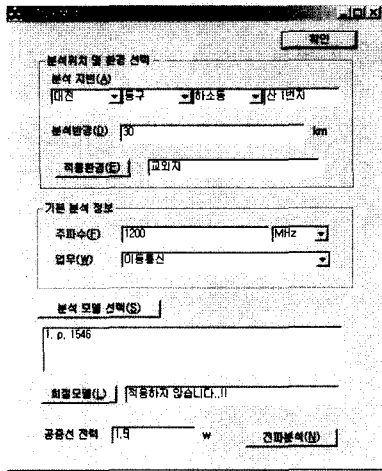


그림 4. 모델 자동 선택 프로그램 활용 예
 Fig. 4. Application example of automated propagation model selection program.

V. 결 론

본 연구에서는 ITU-R의 권고안을 토대로 하여 전파관리시스템(RFMS)의 현황과 활용도를 분석하고, 주파수, 응용분야, 출력, 거리, 송수신 안테나 높이 등의 관점에서 전파 알고리즘들을 집중분석하여 전파관리시스템의 활용도 극대화를 위한 방안을 도출하였다. 이를 통해 적정 전파 환경에 대한 전파 모델의 적정 선택을 위해 모델 선택 기준안을 마련하고, 이를 이용하여 모델을 자동선택하는 프로그램을 제안하였다. 본 프로그램을 정확한 지형 DB와 연동을 시켜 운용함으로써 전파전파 분석 수행 시 신뢰도 향상과 RFMS의 효율성 증대가 기대된다.

참 고 문 헌

[1] FCC, "FCC Forms Available via Internet", 1999.
 [2] 우정성, "신청·신고 등 수속의 전자화 및 서류 보존 전자화", 1998년.
 [3] 정보통신부 전산관리소, 전파전파 분석 시스템 (RFMS) 사용자 안내서, 2000년 12월.
 [4] ITU-R Rec. P. 370-7, "VHF and UHF Propagation Curves for the frequency range from 30 MHz to 1000 MHz", 1995.

[5] ITU-R Rec. P. 452-10, "Prediction Procedure for the evaluation of microwave interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.7 GHz", 2001.
 [6] ITU-R Rec. P. 1146, "The Prediction of Field strength for land mobile and terrestrial broadcasting services in the frequency range from 1 to 3 GHz", 1995.
 [7] ITU-R Rec. P. 529-3, "Prediction method for the terrestrial land mobile service in the VHF and UHF bands", 1999.
 [8] ITU-R Rec. P. 617-1, "Propagation prediction techniques and data required for the design of trans-horizon radio-relay systems", 1992. 4.
 [9] William C. Y. Lee, *Mobile Communications Design Fundamentals*, Interscience, 1996.
 [10] J. D. Parsons, *The Mobile Radio Propagation Channel*, John Wiley & Sons Ltd., 1992.
 [11] ITU-R Rec. P. 1144-2,3, "Guide to the application of the propagation methods of Radio-communication Study Group 3", 2001.
 [12] ITU-R Rec. P. 1238-2, "Propagation data and prediction methods for the planning of indoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 900MHz to 100GHz", 2001.
 [13] ITU-R Rec. P. 1411-1, "Propagation data and prediction methods for the planning of short-range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz", 2001.
 [14] ITU-R Rec. P. 1410-1, "Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial broadband millimetric radio access systems operating in a frequency range of about 20-50 GHz", 2001.
 [15] ITU-R Rec. P. 1546 (Draft), "Method for point to area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 to 3000 MHz", 2001.

김 유 미



2002년 2월: 한남대학교 전자공학과 (공학사)
2002년 2월~현재: 한남대학교 전자공학과 석사과정
[주 관심분야] 어레이 디지털 신호처리, 디지털 이동통신

배 석 희



1989년 2월: 연세대학교 이과대학 (이학사)
1991년 2월: 연세대학교 대학원 (이학석사)
2000년 2월: 연세대학교 대학원 (이학박사수료)
1991년~현재: 정보통신부 전파연구

구소 공업연구소
[주 관심분야] Radio Propagation, Wireless internet, Spectrum management

이 일 근



1982년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1986년 6월: 미국 Oregon State University 전자공학과 (공학석사)
1990년 2월: 미국 Oregon State University 전자공학과 (공학박사)
1990년 3월~현재: 한남대학교 정

보통신멀티미디어공학부 교수
[주 관심분야] 어레이 신호처리, 스펙트럼 분석 및 관리