

전파 분석 알고리즘 및 전파 전계 분석 알고리즘 및 전파 관리 시스템을 통한 전파 관리 시스템 기능 향상을 위한 전파 관리 시스템

A study on Radiowave Interference Analysis Algorithms for Interference Enhancement of Radio-Frequency Management System Radio-Frequency

김유미*, 이일근**, 배석희* 김유미*, 이일근**
 Yu-Mi Kim*, Ill-Keun Rhee**, Suk-Hee Bae* Yu-Mi Kim*, Ill-Keun Rhee**

요약

본 연구에서는 전파관리시스템(RFMS)의 효율적 운용을 위하여 전파 전계 분석 알고리즘을 개선하고, ITU-R에서 권고하는 파라미터별 전파전파 알고리즘, 간섭률, 전파 전계 등 권고하고 있는 가우시안 무작위 과정 기반 분석 알고리즘, 간섭 분석을 수행한 후, 사용자가 원하는 환경 및 조건에 적합한 전파 전계 분석 후 가장 적합한 환경 조건에 적합한 전파 전계 분석을 수행할 수 있는 모델 선정 기준안을 도출하였다. 이 결과를 이용하여 RFMS의 전파 전계 분석을 자동화하고, 전파 전계 분석을 이용하여 자동 선택하여 효율적으로 분석을 수행하도록 해주는 프로그램 및 선택 화면 개발을 수행하도록 해주는 프로그램 및

요약

Abstract

This paper proposed an improvement scheme for efficient wave propagation analysis algorithm for effective radio frequency management system(RFMS), which has been operated to facilitate national radio frequency management. Based on the wave propagation models, interference analysis algorithm was improved. Based on the wave propagation criteria recommended by ITU-R, we derived criteria for the automated selection of the sharing conditions adequate to the environment to be analyzed. The conditions obtained were used to select the most appropriate propagation model, interference analysis algorithms, and sharing criteria from the ones provided in RFMS with the same sharing criteria.

Abstract

1. 서론

국내 8개 체신청에서 운용중인 전파관리시스템

*檀國大學校 電氣電子컴퓨터工學部

(School of Electrical, Electronics and Computer Engineering, Dankook Univ.)

※ 본 연구는 2003년도 전파연구소 연구개발사업의 연구결과입니다.

接受日: 2003年 8月 25日, 修正完了日: 2003年 11月 18日

(RFMS)은 전파 관리의 효율성과 무선국 허가 업무의 신속, 정확한 처리를 위해 2001년 개발되었다. 이 시스템은 무선국 허가 절차의 적합성 판정 시 6개의 전파 모델과 7개의 회절 모델을 사용하여 각 지역에 대한 전파

표 1. 전파모델 적용을 위한 파라미터 기준 설정
Table 1. Criteria determination of parameters for propagation model applications.

모 델	적 용 범 위			
	주파수	업 무	거 리	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	제한없음	목표물 반사에 의한 전파	제한없음	자유공간
P. 617	30 MHz 이상	Trans-horizon 고정링크	100~1000 km	전지역

분석 수행 및 경로와 지형의 프로파일을 분석할 수 있도록 설계되어 있다. 이 시스템을 이용하여 무선국 개설을 원하는 지역에 대한 프로파일 분석과 전파 분석을 통하여 적합성을 판단하고 결과에 따라 허가 업무를 진행하고 있다[1]. 여기서 사용되는 전파 모델은

주파수, 업무 종류, 여러 가지 지형 파라미터 등의 변화에 따라 전파 전파가 얼마나 잘 이루어질 수 있는지를 확인할 수 있도록 한다.

이 시스템에 적용하고 있는 전파 모델과 회절 모델은 VHF/UHF 대역에 대하여 적용 가능한 모델들로서 점 대 점 혹은 점 대 지역간의 전파를 분석하고 있다. 이는 지역간 분석 내용을 실무자의 눈을 통해 확인하여 이의 적합성을 판단하고 있다. 따라서 RFMS의 효율적 활용을 위해 전파 예측 모델의 선택 기준을 마련함으로써 전문가의 조언 없이도 전파 분석을 수행할 수 있도록 할 필요가 있다.

그리고 현재 운용중인 RFMS는 주변 무선국들에 의한 간섭영향 분석부분이 결여되어 있어, 전파 분석 결과에 대한 정확성을 장담할 수 없다. 수행된 간섭 분석 결과가 허가 가능한 값인지의 판단 기준 또한 갖추

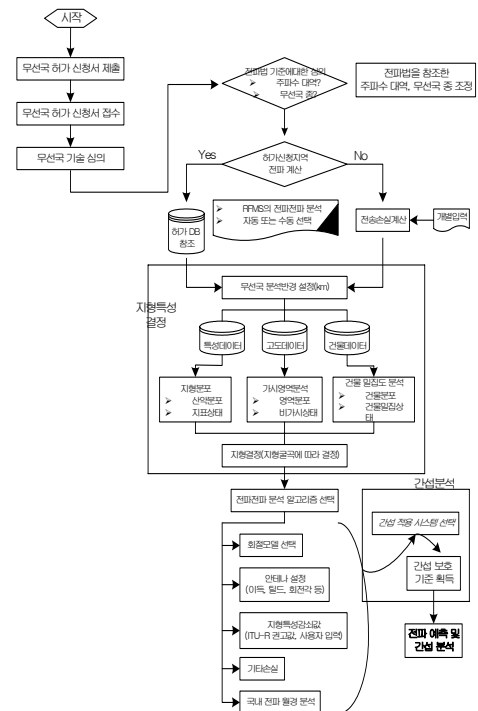


그림 1. 무선국 허가 업무의 흐름도
Fig. 1. Flowchart of radio station licensing service.

어져 있지 않다. 따라서 전파 모델의 선택 기준 정립 이외에도 상황에 따른 다양한 시스템별 혹은 업무별 간섭 분석 방법의 내장 및 선택 기준, 또한 간섭 분석 결과의 판정을 위한 시스템 간 보호비 혹은 S/I비등의 기준이 요구된다.

이를 위해 본 논문에서는 ITU-R에서 권고하는 파라미터별 전파전파 알고리즘, 간섭분석 알고리즘 및 공유기준들에 대한 체계적인 분석을 수행한 후, 사용자가 원하는 환경 및 조건에 적합한 전파예측 및 전파간섭 분석 알고리즘과 보호기준을 자동으로 선택해 낼 수 있는 모델 선정 기준안을 도출하였다. 이 결과를 이용하여 RFMS에서 최적의 전파 간섭 분석 알고리즘을 자동 선택하여 효율적으로 분석을 수행하도록 해주는 프로그램 및 그 활용 예를 제시하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 제2장에서는 RFMS의 특성과 함께 전파예측 알고리즘의 선정 기준 결과를 정리하였고, 제3장에서는 전파 간섭 분석 기준연구를 위하여 ITU-R 권고안들을 근거로 상황 별 알고리즘들을 분석한 후, 입력 파라미터에 따른 간섭 분석 알고리즘의 선택 기준 및 간섭보호 기준을 도출하였다. 아울러 이를 RFMS에 적용하여 RFMS의 전파분석기능 강화시키는 방안을 제시하였다. 제4장에서는 이를 이용한 프로그램을 첨가하여 실제 운용 예를 통해 제안된 방안의 효용성을 입증하였다.

II. 전파 전파 알고리즘 선정 기준

그림 1은 RFMS에서의 무선국 허가 업무의 흐름을 보여준다. 무선국 기술 심의를 위해 전파 분석을 수행하게 되는데, 이때 분석 환경을 설정하고, 지형 DB로부터 지형 특성 정보를 확인한다. 그리고 확인된 정보에 따라 적절한 전파 알고리즘을 선정하여 전파분석을 수행한다. 이 과정에서 전파분석을 위한 전파 알고리즘의 선정 기준 부재로 전파분석 시 항상 전문가를 필요로 하는 단점이 있었다. 따라서 RFMS의 효율적 활용을 위해 적용 전파 알고리즘의 선택 기준 정립을 위한 연구가 본 연구진에 의해 수행되었고, 그 결과가

표 1과 같이 정리되어 있다[1,2]. 여기서 사용된 전파 알고리즘들은 기존 RFMS에 적용되어 있는 것들뿐만 아니라 ITU-R에 권고된 지상파 업무에 대하여 사용 가능한 알고리즘들을 함께 적용하여 분석한 것이다.

III. 간섭 분석 기준 연구

1. 개요

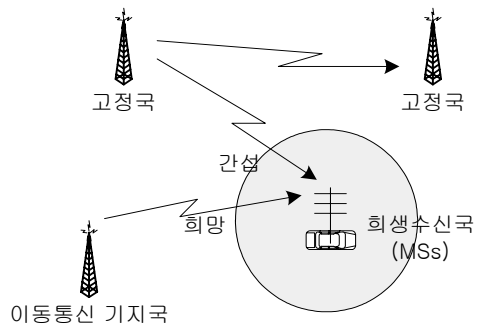


그림2. 고정 송신국들이 이동 수신국에 간섭을 주는 경우의 간섭 시나리오

Fig. 2. Interference scenario of FSs into MS

현재 RFMS에서는 위성업무를 제외한 지상파 업무 중 방송업무를 제외한 고정 및 이동업무에 대한 전파 분석이 가능하다. 이동업무의 수행동안에 고정국에 의한 간섭이 발생할 수 있고, 고정업무의 수행 동안에 이동국에 의한 간섭이 발생할 수 있다. 따라서 이들 간섭의 영향 분석과 함께, 간섭 허용 기준치 또는 간섭 보호비 등을 만족할 수 있는지의 판정도 필요하다.

한편, 고려되는 무선국들이 서로 동일 채널을 사용하느냐 인접 채널을 사용하느냐에 따라 사용되는 파라미터 및 무선국 환경을 포함한 무선국들에 관련된 특성들이 달라지며, 간섭 허용 기준치 또는 목표치(간섭 보호비 등)도 달라지고, 간섭분석을 위한 방법에서도 차이가 나게 된다. 동일채널 간섭은 지리적 경계를 넘어서 발생하게 되고, 인접채널 간섭은 주파수 경계를 넘어서 발생하게 된다. 무선국 허가 또는 치국 설계를 위한 간섭 허용 기준치를 만족하도록 하기 위해

표2. 간섭 분석 알고리즘의 선택 기준
Table 2. The selection criteria of interference analysis algorithms

Frequency	Algorithm	적용시스템	입력 파라미터	특정 파라미터	출력
1-3GHz	F.1334	·Fixed and land mobile	·주파수, 거리 ·간섭원 전송전력 ·송수신 안테나 이득, 피더 손실	·Noise figure ·수신 피더 높이 ·송수신전파손실	·링크 최소 손실 ·최소 이격 거리
전체	F.1402	·FWA and MWA	·수신기 열잡음레벨 ·송수신		·링크 최소 손실 ·링크 간 간섭량 ·이격 거리
30-3000MHz	SM.851	·Broadcasting and fixed ·Broadcasting and mobile	·Channel bandwidth ·Noise floor ·송수신간 보호비 (최대 허용 간섭량)	·간섭신호 ·주파수편차 ·IF 수신기 대역폭	·방송채널보호비 ·보호 마진
전체	SM.1334	·Land mobile services			·혼변조 간섭
0.7-30GHz	P.452-10	·Stations on the surface of the earth		·주파수, 거리 ·송수신 경위도	·링크간 전파손실
전체	SM.337	·전체		·송수신전파손실	·주파수 이격 ·거리 이격
30-3000MHz	P. 1546	·전체		·주파수, 송신반경	·링크 간 수신 전계강도

서는 일반적으로 동일채널 경우에는 지리적(거리) 이격을 조절하여야 하며, 인접채널 경우에는 주파수 이격을 조절하여야 한다.

그림2는 고정국들이 이동국에 간섭을 주는 경우에 대한 간섭 시나리오 예를 보여준다. 이동 수신국은 기지국으로부터의 전파를 수신해야 하는데 가까이 있는 고정국에 의해 원하지 않는 전파를 수신할 경우가 생긴다. 이러한 경우에 희생수신국에서 받아들인 고정국에 의한 간섭량이 무시할만한 것인지 아니면 이동업무 처리에 문제를 일으킬 만한지 판단하기 위해 간섭량 분석과 함께 시스템 간 보호비등을 활용한 판정기준이 필요하게 된다.

2 간섭 분석 알고리즘 분석

입력 파라미터에 따른 간섭 분석 알고리즘의 적용 기준을 세워 RFMS에 적용하기 위해, ITU-R에서 권고하고 있는 알고리즘들을 분석하였다[3-16].

먼저 권고안을 기준으로 각 시스템에 적용 가능한 분석 방법들을 찾아 분류하고 분석하였다. 각 권고안들은 각 시스템에 대한 간섭 분석 방법 및 분석 예제등을 제시하고 있다. 이들의 분석을 통해 간섭 분석 알고리즘을 선택할 수 있는 기준을 마련하기 위해 주파수와 적용 시스템 그리고 입력 파라미터와 출력 파라미터별로 분류하였다 (표 2 참조).

3 간섭 보호비 기준

무선국 인허가 신청 시 기술적 심사의 한 과정으로서 해당 지점에서의 무선국 허가 시 간섭 분석을 통해

기존 무선국과의 간섭 여부를 판단하게 된다. 현재 RFMS에서는 내장된 전파예측 알고리즘에 따라 신청 무선국으로부터 해당 지점에 미치는 전계강도만을 예측해 낼 뿐, 적정 간섭 분석 알고리즘이나 간섭량의 정도에 따른 허용여부를 판단하는 보호기준에 따른 허가 여부 및 허가 무선국의 제원 변경에 대한 권고를 할 수 있는 기능을 갖추지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 ITU-R의 권고안에 근거하여 시스템별로 간섭 보호비를 연구, 정리하였다.

표3. 87.5-108MHz 대역에서의 D/SECAM TV 전송으로부터의 FM 음성 방송에 대한 보호비
Table 3. RF protection ratio for D/SECAM TV transmission into FM sound broadcasting in 87.5-108MHz

Difference between wanted signal and picture carrier frequencies(MHz)	RF 보호비(dB)	
	Mono	Stereo
-0.5	0	20
-0.15	19	25
-0.1	24	35
-0.05	30	50
0.0	35	45
0.05	30	50
0.1	24	35
0.15	19	31

표 3은 권고된 간섭 보호비 기준의 한 예로 87.5-108MHz 대역에서의 D/SECAM TV 전송에서 FM음성 방송으로 일으키는 간섭에 대한 보호비 기준을 보여주고 있다.

4. 전파 분석 예

앞에서 분석한 입력 파라미터에 따른 가장 효율적인 간섭분석 기법과 간섭 보호비를 자동으로 RFMS내에서 도출 전파분석을 수행할 수 있도록 제안된 방법의 전체적인 흐름도가 그림 3과 같이 제시되어 있다.

전파 분석을 위해 우선 분석 적용 지번과 주파수, 분석 반경, 적용 업무를 입력받는다. 그리고 주어진 파라미터에 대하여 적절한 전파 예측 모델을 표 1에 주

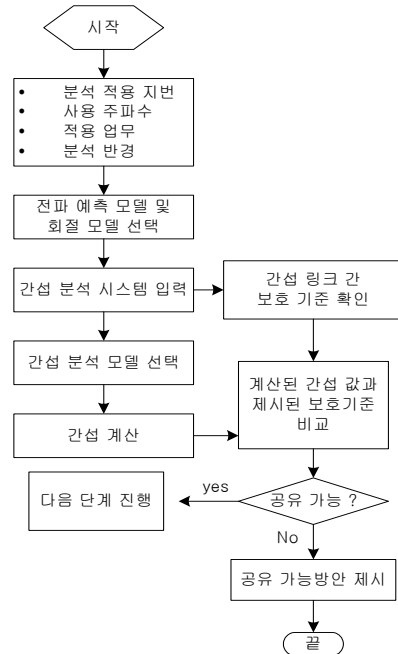


그림 3. RFMS에 추가 제안된 전파간섭 분석과정
Fig. 3. Proposed interference analysis to the RFMS

어진 모델 선택기준에 따라 RFMS내에서 자동으로 선택한다. 다음은 간섭 분석 수행을 위해 분석할 간섭 시스템에 따라 RFMS에 내장된 시스템 보호 기준과 간섭 분석 모델을 표 2에 따라 자동으로 결정해준다. 선택된 전파 예측 모델과 간섭 분석 모델을 통하여 전파 분석을 수행하고, 나타난 결과와 보호 기준을 비교하여 무선국 허가 가능 여부를 판정을 하게 된다. 만약 허가가 가능하지 않은 결과가 나온다면 보호비에 근거하여 공유 가능한 방안을 제시해주도록 한다.

그림4는 그림 3의 흐름도에 따라 전파전파 모델과 간섭 분석 모델을 사용하여 전파 분석을 수행하였을 경우에 대한 프로그램 적용 예이다. 우선 주파수와 거리, 적용 업무, 적용 환경에 대하여 적절한 전파 예측 모델과 회절 모델을 선택한다[2]. 그리고 이와 함께 분석할 간섭 모델을 선택하기 위해 간섭을 분석할 시스템을 결정한다.

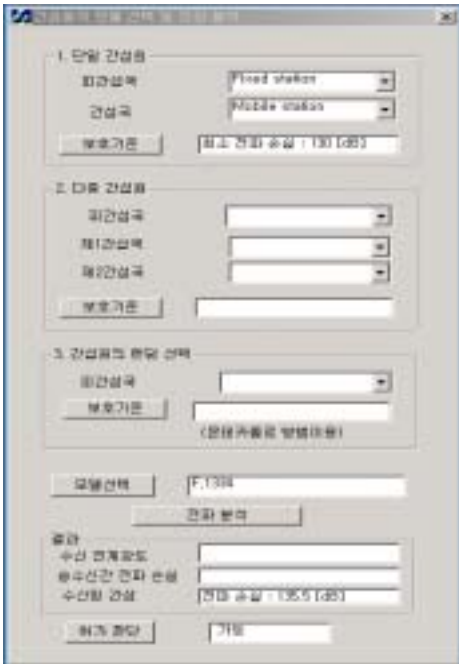


그림 4. RFMS내 전파전파 알고리즘 및 간섭 분석 알고리즘 선택 예

Fig. 4. Example of wave propagation and interference analysis algorithms selection for RFMS

간섭 예측 모델 선택을 위해 적용 시스템을 입력하고 그에 따른 보호기준을 확인한다. 파라미터에 따른 적정 분석 모델이 우선 순위별로 제시된다. 그 후 적정한 모델을 자동으로 선정하여 분석을 수행하거나 사용자가 임의로 선택하여 간섭 분석 및 전파 예측을 수행하게 된다. 그림 3의 맨 아래 결과 창에 보이는 수신 전계강도와 송수신간 전파 손실은 원하는 링크 사이의 분석 결과로 전파 예측 알고리즘을 통해 얻어지는 값이다. 그리고 수신된 간섭이 간섭 분석을 통해 얻어진 값으로 이 값과 보호 기준을 비교하여 허가 가능 여부가 RFMS내에서 판정되게 된다.

IV. 결론

본 연구에서는 ITU-R 권고안을 토대로 하여 전파 예측 알고리즘과 간섭 분석 알고리즘들을 파라미터 관점에서 분석하였다. 이를 통해 전파 예측 알고리즘과 간섭 분석 알고리즘의 선택 기준의 마련 및 적용을 통한 전파 분석 수행의 정확성 및 처리 속도의 관점에서의 성능 향상이 기대된다. 본 연구에서 제안된 기법을 RFMS에 적용함으로써 무선치국 설계나 주파수 계획 등에도 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 정부통신부 전산관리소, 전파전파 분석시스템 (RFMS) 사용자 안내서, 2000년 12월.
- [2] 김유미 외 2명, "ITU-R 전파전파 알고리즘 재분석을 통한 국내 환경에 적합한 전파관리시스템 기능 개선 연구," 한국전자과학기술논문지, 2002년 1월.
- [3] ITU-R Rec. F.302. "Limitation of interference from trans-horizon radio-relay systems", 1997.
- [4] ITU-R Rec. F.758, "Considerations in the development of criteria for sharing between the terrestrial fixed service and other services", 2000.
- [5] ITU-R Rec. F.1334, "Protection criteria for

systems in the fixed service sharing the same frequency bands in the 1 to 3GHz range with the land mobile service". 1997.

[6] ITU-R Rec. F.1402, "Frequency sharing criteria between a land mobile wireless access system and a fixed wireless access system using the same equipment type as the mobile wireless access system", 1999.

[7] ITU-R Rec. BS.412, "Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF", 1998.

[8] ITU-R Rec. BS.641, "Determination of radio-frequency protection ratios for frequency-modulated sound broadcasting". 1986.

[9] ITU-R Rec. BT.1368, " Planning criteria for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands", 1998.

[10] 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 0.7GHz", 2001.

[11] ITU-R Rec. P.1546, "Method for point to area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 to 3000MHz", 2001.

[12] ITU-R Rec. SM.337, "Frequency and distance separations", 1994.

[13] ITU-R Rec. SM.669, "Protection ratios for spectrum sharing investigations", 1994.

[14] ITU-R Rec. SM.851, "Sharing between the broadcasting service and the fixed and/or mobile services in the VHF and UHF bands", 1993.

[15] ITU-R Rec. SM.1134, "Intermodulation interference calculations in the land mobile service", 1995.

[16] Radiocommunication Bureau, Handbook national spectrum management, ITU, 1995.

저 자 소 개

김유미 (학생회원)



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

이일근(正會員)



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
정보통신멀티미디어공학부 교수

주 관심분야 : 어레이 신호처리, 스펙트럼 분석 및
관리, 안테나 및 전파전파

배석희 (正會員)



1989년 2월: 연세대학교 이과대학
(이학사)
1991년 2월: 연세대학교 대학원
(이학석사)
1997년 2월: 연세대학교 대학원
(이학박사)
1991년~현재: 정보통신부
전파연구소 공업연구사

주 관심분야 : Radio Propagation, Wireless internet,
Spectrum management