

ITU-R SG3 참가 보고서

이 형 수

한국전자통신연구소 전파공학연구실

1. 회의 개요

본 회의(SG 3)는 미국, Boulder의 NTIA Radio Building에서 1994년 9월 19일 부터 9월 28일에 걸쳐 개최되었다.

SG 3은 1993년 RA에서 SG 5, SG 6을 합쳐 SG 3을 신설(Resolution ITU-R 4)하도록 결정됨에 따라 1994년 3월에 SG 5, SG 6 회의를 끝으로 그 임무를 시작한 후 이번 회의가 처음 열리게 되었다.

주요 업무로서는 전파통신시스템을 개선시키기 위한 전파 잡음의 특성과 전파전파(Radio Wave Propagation)특성을 주 내용으로 하고 있는데 이 중 1~3GHz에서의 전파전파특성은 RA에서도 시급한 분야로 명시하고 있다.

SG 3(의장: 영국, L.W. Barclay)은 표 1과 같이 4개의 Working Party(3J, 3K, 3L, 3M)과 1개의 Task Group(TG 3/1)으로 구성되어 있으나 본 회의에서는 WP 3K와 3M, TG 3/1에 관한 회의가 있었다.

〈표 1〉 SG 3의 구성

작업반	연구 범위	의장
WP 3J (전파전파 기초이론)	용어, 회절, 대지 효과, 전파 잡음과 이온 특성	네덜란드 G.Brussaard
WP 3K (전파전파영역계산)	HF방송을 제외한 지상 이동통신과 방송에 관련된 전파전파 특성	미국 E.J. Haakinson
WP 3L (HF 전파전파)	HF예측, 특성, 전리층 측정	영국 P.A. Bradley
WP 3M (점 대 점, 지상 대 위성간 전파특성)	고정통신과 위성서비스에 관련된 전파특성	영국 M.P.M Hall
TG 3/1 (3GHz이하 주파수대의 지상 대 위성 전파특성)	이동위성(LEO)에 관련된 전파특성	캐나다 D.V. Rogers

본 고에서는 본 회의에서 가장 쟁점이 되고 있을 뿐만 아니라 국내에서도 관심이 증대되고 있는 1~3GHz대의 육상이동통신, 개인통신을 위한 전파 전파 예측 모델을 분석하여 향후 이 분야의 연구에 도움이 되고자 한다.

2. 참가자 현황 및 회의 일정

본 회의는 약 15개 회원국의 정부 및 공인된 운영기관에서 파견된 약 36명 (<표 2>)의 대표가 참가하였으며 주로 이 분야에서 15년 이상의 경력을 가진 전문가들로 구성되어 있었다.

<표 2> 참가국 및 참가자수

국 가	<ul style="list-style-type: none"> • 미 국 : 10명 • 영 국 : 7명 • 프 랑 스 : 3명 • 호 주 : 2명 • 카 나 다 : 3명 • 노르웨이 : 2명 	<ul style="list-style-type: none"> • 브라질 : 2명 • 한 국 : 1명 • 중 국 : 1명 • 독 일 : 1명 • 스웨덴 : 1명
국제기구	<ul style="list-style-type: none"> • ITU : 1명 • UER-EBU : 1명 	<ul style="list-style-type: none"> • INTELSAT : 1명 • ESA : 1명

회의 일정은 <표 3>과 같이 3K와 3M은 동시에 작업을 하였으므로 본인은 3K와 TG 3/1에 참여하였다.

<표 3> 회의 일정

	3K	3M	TG 3/1
9/19(월)~ 9/23(금)	08:30~ 17:30	08:30~ 17:30	
9/26(월)~ 9/28(수)			08:00~ 17:30

서비스와 육상이동서비스의 주파수 할당에 따른 후속 작업으로서 사용하기 쉽고 경험치에 기인한 전계강도 예측 모델 개발을 그 목적으로 하고 있으며 방송(HF대역의 방송 제외), 지상이동통신에 관련된 전파전파특성 및 예측모델을 연구하는 3개 소그룹으로 나누어 작업을 하였다.

- 3K-1 : 0.8~3GHz대 지상이동통신과 방송서비스를 위한 전파예측 모델 개발
- 3K-2 : 300MHz~100GHz대 무선 LAN과 개인통신(Personal Communication)을 위한 단거리 전파예측 모델 개발
- 3K-3 : 다른 SG과 협력 활동
 - FPLMTS를 위한 전파모델개발(SG 8과 협력)
 - 광대역 시스템을 위한 장소변동율(SG 10, 11과 협력) 연구

3. WP 3K의 세부 회의내용

가. 주요업무

WARC '92에서 결정된 1~3GHz대역의 방송

나. 회의 주요내용 및 결과

1) 1~3GHz대 지상이동통신과 방송서비스를 위한 전파예측모델 분야

1993년 10월 스위스 제네바에서 모델개발을 시작하였으며 영국이 주관기관이 되어 경험적 모델을 개발하기로 하고 유럽, 미국, 아시아 등 여러 나라에서 측정된 데이터를 ITU와 영국에 데이터베이스로서 제공하도록 하였으며 이를 기초로 만들어진 권고안(현재 REC 3K/XA로 명명되고 있음)은 1994년 1월 SG 3에 제출될 예정이다.

현재 토의되고 있는 전파예측 모델은 다음식과 같다.

$$E = FS_d + K_1 + K_2 \quad \mu v/m$$

E : 수신기 전계강도

FS_d : 송신기로부터 d만큼 떨어진 거리에서의 전계강도

K₁ : 수신기에서 지형 Clearance angle 보정치

K₂ : 송수신 안테나 높이 보정치

여기서 FS_d인자는 경로 형태를 Line-Of-Sight, 1개 장애물, 2개이상 장애물, 바다의 4개로 분류하여 매 1Km마다의 전계강도를 제시하고 있으며, K₁인자는 수신기에서 5Km이내에 있는 가장 높은 고도와 양각에 따른 전계강도 보정치이며, K₂는 송수신안테나의 높이에 따른 보정치로서 대도시, 도시, 중소도시, 시골지역으로 구분하여 그 값을 제공하는 수식으로서 이제까지 나온 ITU의 어떤 모델보다도 처리 시간의 단축, 정확성의 향상이라는 장점과 더불어 많은 국가가 이 작업에 자국의 측정데이터를 제출함으로써 국제적인 모델로서의 장점도 가진것으로 생각되었다.

2) 지상 전파예측모델에 관련된 SG2, 4, 8, 9, 11과의 협력 분야

ITU에서 제안한 30MHz~30GHz대역의 전파 전파 예측 모델에 대해 응용분야, 적용 형태, 출력 형태, 적용 주파수대역, 적용 거리, 시간을, 장소, 적용되는 송수신 높이, 요구되는 입력 데이터 등을 서로 비교하여 어떤 경우에, 어떤 데이터가 요구되며 제한 조건은 무엇인지를 쉽게 참조할 수 있도록 하는 작업으로서 <표 4>와 같이 거의 마무리가 된 상태이다.

3) 서비스 계획 또는 간섭계산을 위한 지상전파 예측 분야

앞의 각 모델별 적용 방법과 달리 이동통신, 고정통신, 방송서비스의 초기 서비스 계획에 적용될 수 있는 모델은 어떤 종류이며 고정, 이동, 방송서비스 상호간에 간섭 계산을 위해 적용될수 있는 모델에 대해 쉽게 참조할 수 있도록 하는 작업으로서 <표 5>와 같이 거의 마무리가 된 상태이다.

4) 단구간(short path) 전파전파 예측모델 분야

이 작업은 300M~100GHz대역 주파수대역에서 실내, 실외와 실내간, 실외 환경에서의 개인통신(PCS, FPLMTS), 무선 LAN 등의 통신을 위한 단거리 구간 전파전파 모델에 대한 권고안을 개발중이다.

이 작업은 현재 매우 어렵기 때문에 여러가지 경우로 구분하여 각각에 대해 검토하는 형식으로 진행되고 있다. 즉, 거리에 따른 구분(100미터 이내 구간, 1키로 이내 구간), 업무별 구분(상업용도의 실내, 일반 가정의 실내, 공항이나 공장 등의 실내, 실내와 인접한 실외 구간, 도시 보행구간 등), 빌딩구조나 나무에 따른 shadow 특성, 실내에서 사

〈표 4〉 30MHz~40GHz 대역의 전파전파 모델 이용 방법 비교

권고안 번호	적용 서비스	형태	결과	주파수	적용거리	% time[1]	% location	Terminal height	입력데이터
Rec.ITU-R PN.370	Broadcasting	Point to area	Field strength	30MHz to 1000MHz	10 to 1000km	1, 5, 10, 50	1 to 99 (Location may be defined as a square with 200m sides to which the 50% signal level refers.)	Tx : effective height from less than 0m to greater than 1200m Rx : 1.5 to 40m	Distance Tx antenna height Frequency Percentage time Rx antenna height Terrain Clearance Angle Terrain irregularity
Rec.ITU-R PN.452	Services employing stations on the surface of the Earth; interference and coordination	point to point	Path loss	700MHz to 30GHz	Not specified but up to and beyond the radio horizon	0.001 to 50 Average year and worst month	Not applicable	No limits specified	Path profile data Frequency Percentage time Tx and antenna height Rx antenna height Lat. and long. of Tx Lat. and long. of Rx Meteorological data
Rec.ITU-R PN.617	Transhorizon fixed	point to point	Path loss	> 30MHz	100 to 1000km	20, 50, 50, 99, and 99.9	Not applicable	No limits specified	Frequency Tx antenna gain Rx antenna gain Path geometry
Rec.ITU-R PN.529 (Rep.ITU-R PN.567)	Land mobile	point to area	Field strength	30MHz to 3GHz (Limited application above 1.5GHz)	VHF : 10 to 600km UHF : 1 to 10km	VHF:1,10,50 UHF:50	Not clear	Base:20m to 1km Mobile:1 to 10m	Distance Base antenna height Frequency Mobile antenna height Percentage time
Rec.ITU-R PN.530	Line-of-sight Fixed links	point to point Line of sight	Path loss	Approx. 150MHz to 40GHz	10 to 200km	All percentages of time in average worst month and average year	Not applicable	Ground cover Distance Transmitter height Frequency Receiver height Percentage time Path obstruction data Climate data	

〈표 5〉 고정, 이동통신, 방송서비스 상호간의 전파전파 모델 비교

서비스분야	30~1000MHz	1000~3000MHz	3~30GHz
고정통신	Rec.370	Rec.530	Rec.530
→고정통신	Rec.370	Rec.452	Rec.452
→이동통신(base)	Rec.370	Rec.452	Rec.452
→이동통신	Rec.370	Rec.[3K/XA]/ Rec.452	Rec.452
→방송	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
이동통신(base)	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
→고정통신	Rec.370	Rec.452	
→이동통신(base)	Rec.370	Rec.452	
→이동통신	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
→방송	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
이동통신			
→고정통신	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
	Rec.370	Rec.[3K/XA]/ Rec.452	
→이동통신(base)			
	Rec.370	Rec.[3K/XA]/ Rec.452	
→이동통신			
→방송	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
방송	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
→고정통신	Rec.370	Rec.452	
→이동통신(base)	Rec.370	Rec.452	
→이동통신	Rec.370	Rec.[3K/XA]	
→방송	Rec.370	Rec.[3K/XA]	

람이나 물건의 이동에 따른 영향 등 다양한 조건을 구체화시키고 이러한 환경하에서 전개되는 시나리오를 매트릭스 형태로 작성하는 작업과 병행하여 기 발표된 적절한 모델을 분석하고 있었다.

또한 측정데이터를 적절히 활용하기 위한 DB 구

조 결정 및 데이터 분석 방안도 강구중에 있었다.

현재까지 진행중인 단거리구간에서의 업무별, 주파수대별, 적용 구간별, 입력 데이터, 사용 제한조건 등을 정리하면 〈표 6〉과 같으며 제시된 각 모델에 대해 간략하게 설명하도록 한다.

〈표 6〉 단거리 구간에서 제안된 전파전파모델 비교

적용분야	제안된 모델	제한조건	적용 주파수	거 리	인테나 높이	입력파라미터	입력 데이터
Business indoor	Ray tracing model	Omnidirectional antennas, Single floor model, Computationally intensive	300MHz to 3GHz	Typically up to 200m	Both antennas on same floor of building	f, d, H _b , H _m	Building data
Neighbourhood outdoor-to-indoor Home outdoor-to-indoor	Belcore model	Fixed antenna heights Only outdoor-to indoor, For indoor, use ray tracing model	2.11GHz (and other frequencies not of interest to TG 8/1)	60m to 1km	H _b = 8.2m H _m = 1.8m	f, d	seasonal data, vegetation category
Urban vehicular outdoor	COST 231 (Walfish-Ikegami)	Computationally intensive	1 to 3GHz	0 to 5km	H _b above mean roof height, H _m below mean roof height no limit	f, d, H _b , H _m	Terrain data, width of streets
Urban pedestrian outdoor	Two-ray model	LOS paths only	no limit	no limit	no limit	f, d, H _b , H _m	
Rural outdoor	DNR[5/58]	Accuracy decreases for D < 10km	1 to 3GHz	1 to 1000km	H _b above 3m, H _m above 1m	f, d, H _b , H _m polarisation, percent time, path category, terrain clearance angle	

가) Ray-tracing Model

이 모델은 현대 건축물로 된 사무빌딩내에서 UHF대역내의 전파 현상을 연구한 것으로서 업무용 실내 환경에 잘 맞게 되어 있으며 아래와 같은 경우로 제한 사용된다.

- 단일층 Cell
- 전방향 안테나
- 안테나 편극효과는 고려안됨

그리고 이 모델은 빌딩내 구조물 형태를 고려하기 때문에 많은 계산이 요구된다.

나) Bellcore 모델

이 모델은 PCS를 주거지에서 cell 설계를 다루고 있다. 기지국은 실외로서 8.2m 안테나를 가정하였으며 이동국은 집 내부로서 층(floor)에서 1.8m, 이동국과 기지국 사이의 거리는 100m 이내로 설정하였다. 이 모델은 식물, Scattering, 자유공간손실과 빌딩투과등을 종합하여 계산하도록 하였다. 식물분포의 계절적 변화도 고려되었다.

따라서 이 모델은 개인집이나 집의 인근지역에 적절하나 완전하게 실내 또는 실외 경로를 해석할 수 있는 것은 아니다. 짧은 실내 경로에서 이 모델이 사용될 수는 있으나 주거지나 사무실 건축물 사이의 차이점에 대해서는 고려되지 않았다.

다) Two-ray model

이 모델은 마이크로셀 환경에서 L-O-S를 위한 전파특성에 대한 연구결과로서 이 접근방법은 L-O-S 조건이 만족될때 실외 환경의 도시보행자에게 적용되어진다. Shadowing 효과와 회절효과는 이 모델에 포함되지 않았다.

라) COST 231 model

이 모델은 walfish-Ikegami 형태의 모델로 간주되며, 2GHz이상일때는 Hata 모델의 확장으로

볼 수 있다.

Hata 모델은 도시경로에 대한 전파예측 목적을 가지고 있으며 Walfish-Ikegami 형태는 도시경로에서 장애물을 고려한 것이다.

4. 참석소감

본 SG3의 WP 3K 작업은 WARC '92에서 결정된 1~3GHz대역의 방송서비스와 육상이동서비스 등의 새로운 무선 서비스에 대한 주파수 할당에 따른 후속 작업으로서 사용하기 쉽고 이용 업무에 적절한 전계강도 예측 모델 개발을 그 목적으로 하고 있다.

이 분야의 업무는 현재 국내에서 관심의 대상인 개인통신 및 신규 무선 서비스에 대한 전파전파 예측 및 간섭계산이라는 중요한 분야이나 우리나라 독자적인 모델을 개발하기에는 측정 데이터의 빈약과 측정에 따른 많은 시간의 소요 등의 문제로 인해 어려운 상태이므로 이 분과에 지속적으로 참여하여 작업과정 및 작업된 결과 분석과 더불어 각국에서 측정된 데이터의 상호 교환, 각국 모델 관련 자료 협조 등을 통하여 향후 국내 모델 개발에 이 데이터를 활용한다면 한결 쉬울것 같다.

그리고, 이 분야는 전파전파에 대한 기초 연구 이론과 많은 측정 경험을 요구하고 있으므로 전파 관련 국가 기관에서 측정경험과 이론을 가진자가 참석하면 좋은 성과를 거둘수 있을 것으로 생각된다.

끝으로 각국에서 참석한 사람들의 공통된 의견이 현재 권고된 모델이나 향후 개발될 모델이나 전부 프로그램화 또는 프로그램에 적합하게 수식의 변경 등에 관한 요구가 많았으므로 '95년에는 이러한 의견이 반영되어 프로그램이 제시될 것 같으며 현재 각국에서 측정된 전파전파 환경데이터는 ITU에 데이터베이스로 저장되어 있으므로 필요로 하는 사람은 이 데이터를 지원 받을 수 있을 것이다.