

## 해수면에서 주파수에 따른 전파 경로손실 분석

\*최 대식 김 진만 김 경재  
(주) LG 전자 정보통신 중앙 연구소

### An Analysis of Radio propagation path loss in the sea

\*Dea Sick Choi, Jin Man Kim, Kyung Jae Kim  
RF Engineering Dept. R&D Center LGE

#### 요 약

최근 경제 활동의 증가로 인하여 통신 서비스에 대한 이동성, 편의성 및 개인에 대한 요구가 증대되고 있다. 현재 세계각국에서는 이동통신 서비스인 셀룰라 이동통신과 개인 휴대 통신인 PCS(Personal Communication System)가 상용화 되고 있다. 1900MHz 대역은 셀룰라 800 MHz에 비해 전파 특성상 전파환경에 따른 전파의 감쇄 및 회절손실 등으로 인한 전파 경로 손실이 증가 할 것으로 본다. 본 논문에서는 바다 해수면의 영향에 따른 800MHz 대역과 1900MHz 대역에서 주파수에 따른 경로 손실 차를 실측 Data를 이용하여 비교하였으며 실측 Data를 이용하여 전파모형을 만들어 LGE에서 자체 개발한 전파 분석 시뮬레이션 툴로 Coverage 영역을 비교하였다.

#### I. 서론

셀룰라 이동통신의 서비스 영역은 전파 환경에 따라 전파 감쇄가 다양하게 일어난다. 본 논문에서는 기존의 육상 내에서 전파 경로 손실이 아닌 해수면의 영향에 의한 전파 경로 손실을 분석 하였다. 제 II장에서 해수면에서 거리 및 800MHz 대역과 1900MHz 대역에 따른 전파 경로 손실을 자유 공간상의 전파식을 이용하여 분석하였다. 제 III장에서는 해수면에서 실측 Data를 얻기 위해 사용되었던 측정 장비의 개요 및 전파 환경에 대해서 설명하였으며, 제 IV장에서는 해수면에 의한 800MHz와 1900MHz 간에 실측 Data를 이용하여 주파수에 따른 경로 손실을 비교하고 해수면에 대한 신규 전파 모델을 만들어 LGE에서 자체 개발한 전파 분석 시뮬레이션 툴(TelAIR)에 적용하여 Coverage 분석을 수행 하였다.

#### II. 전파 경로 손실

일반적으로 전파 경로 손실은 송수신 지점간의 전파 경로상에서 나타나는 경로 손실로 정의 하며, 이는 주파수가 높아질수록 또는 전파 경로가 멀수록 증가한다. 즉 전파 경로상에서의 손실은 Free Space 상에서는 거리

(d)에 제곱 및 주파수의 제곱에 비례한다. 도심환경에서 발생하는 Path Loss의 기울기는 실험적으로 볼 때 환경에 따라 20 ~ 50dB/dec의 전파 경로 기울기를 갖는다. [1]

전파가 기지국에서 이동전화 단말기로 전파될 때 해수면을 통과하는 전파 모델은 기존의 이동 통신 전파 모델과 다를 수 있다. 먼저 주파수에 따른 자유 공간 상에서 경로 손실을 비교하기 위해 아래 식 (1)과 같이 자유공간 경로 손실을 이용하였다.[2]

$$P_r = \frac{P_t}{(4\pi d / \lambda)^2} \quad \text{--- 식 1}$$

$P_t$ : 송신 출력(W),

$P_r$ : 수신 출력(W),

$G_t$ : 송신국 안테나 이득 (dB)

$G_r$ : 수신국 안테나 이득 (dB)

$d$ : 송수신간 거리(m)

그림 1은 자유공간에서 800MHz 대역과 1900MHz 대역에서 전파 경로 손실을 나타낸 것이다.

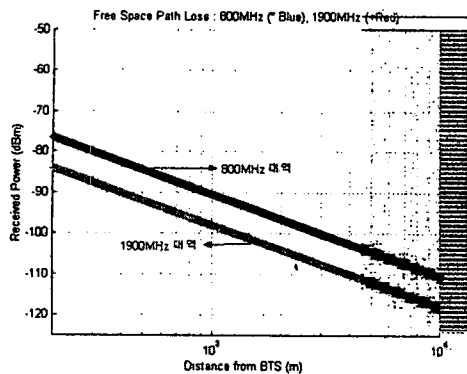


그림 1. 주파수와 거리에 따른 경로 손실

주파수와 거리에 따른 경로 손실의 차를 분석하기 위한 기본적인 파라미터는 송수신 간의 거리 구간을 1 ~ 10Km로 하였다. 청색으로 표기된 800MHz대역의 예측 신호 레벨과 적색으로 표기된 1900MHz대역 예측 신호 레벨을 비교하여 보면 자유 공간상에서 주파수에 따른 경로 손실은 약 7.51dB의 차이를 보인다.

### III. 측정 환경 및 측정 장비.

본 논문의 전파 경로 손실 측정은 중남미지역에 위치하여 있는 섬 주변의 바닷가에서 수행하였다.

송신국으로부터 송신되는 신호 레벨은 실시간으로 수신 장비인 Agilent사의 HP RF Coverage Measurement System을 이용하여 측정하였다.

위치 정보를 파악하기 위해 수신장비 내에 GPS(Global Positioning System)장비로 위치 정보를 수집하여 거리에 대한 경로 손실을 분석하는데 사용되었다.

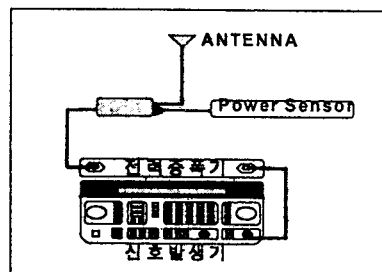
각 주파수에 대한 송수신 측정 장비 및 방법은 아래와 같다.

#### 1) 송신 장비.

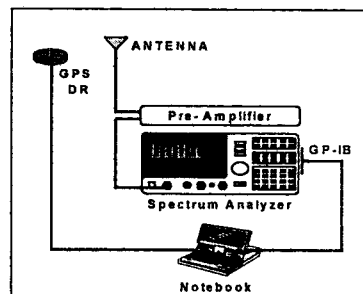
800MHz, 1900MHz 대역에 대한 송신 기지국은 중남미 내에서 사용되고 있는 기존 기지국을 이용하였다. 기지국에서 사용된 송신 장비는 그림 2와 같이 Signal Generator를 이용 신호를 발생하여 송신하였으며 안테나는 기존의 철탁에 설치하였다.

#### 2) 수신 장비.

해수면에 의한 경로 손실을 측정하기 위해서 수신단 이동수단으로는 보트를 이용하였으며 보트 속도는 약 40 ~ 60Km/h이다. 수신 장비는 Agilent사의 HP RF Coverage Measurement System을 800MHz, 1900MHz 대역에 대해 측정할 수 있도록 각각 준비하였다. 그림 2와 같이 수신단의 신호 레벨 및 GPS 정보는 컴퓨터를 이용하여 Data를 수집하였다.



a) 송신 장비 구성도



b) 수신 장비 구성도

그림 2. 송수신 측정시스템

### IV. 결과 분석

해수면에 의한 전파 경로 손실 모델을 개발하기 위해 실측 Data를 이용하였다. 개발된 전파 경로 손실 모델을 이용하여 해수면에서 800MHz 대역과 1900MHz 대역에 따른 전파 경로 손실을 비교하였다.

그림 3은 각각의 실측 Data를 이용하여 거리에 대한 수신 신호 레벨을 나타낸 것이다. 그림 3에서 청색 신호 레벨은 800MHz 대역의 실측 Data이며 적색 신호는

1900MHz 대역의 실측 Data 이다. 실제 도심지 LOS(Line Of Sight)내에서는 1900MHz 대역이 800MHz 대역에 비해 평균 9 ~ 13dB 더 전파 감쇄가 발생하는 것과 같이 바다 환경내의 전파 경로 손실 또한 그림 3.4 와 같이 1900MHz 대역이 800MHz 대역에 비해 평균 10dB 의 전파 감쇄가 더 발생됨을 알 수 있다.

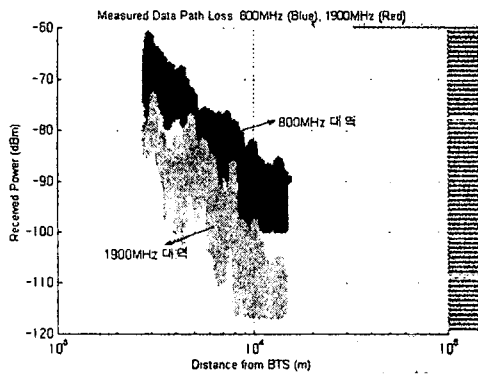


그림 3. 거리에 따른 경로손실

표 2. 그림 4 에 대한 결과표

주파수 대역	800 MHz	1900MHz
회귀 분석 거리(m)	2800 ~ 10000	
기울기 (dB/dec)	34.068	39.257

그림 4 는 그림 3 의 800MHz 대역과 1900MHz 대역의 실측 Data 를 이용하여 회귀 분석한 결과이다.

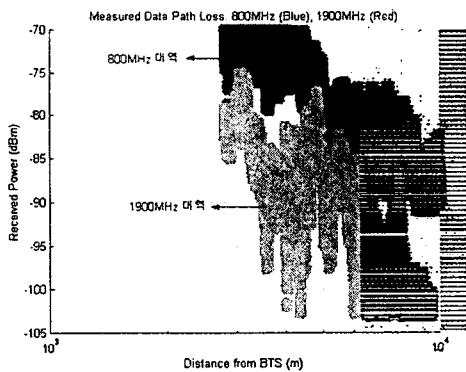
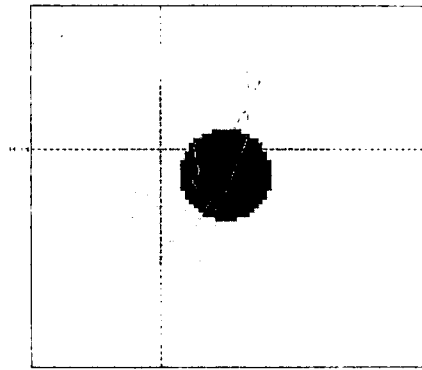


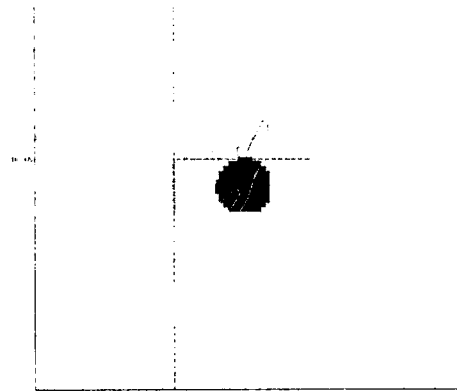
그림 4. 주파수에 따른 경로 손실

그림 5 는 실측 측정 Data 를 이용하여 전파 예측모형을

만들어서 LGE 의 전파 분석 시뮬레이션 툴인 TetAIR 로 주파수별 Coverage 를 분석한 결과이다.[3][4][5]



a) 800 MHz Coverage 분석



b) 1900MHz Coverage 분석.

그림 5 주파수별 Coverage 분석

### V. 결론

자유 공간 상에서의 전파경로 손실은 1900MHz 대역이 800MHz 대역에 약 7.5dB 증가함을 볼 수 있었으나 실제 측정된 해수면에 의한 1900MHz 대역이 800MHz 대역에 비해 평균 10.01dB 의 전파 감쇄가 더 발생됨을 알 수 있으며 회귀 분석 결과 또한 경로 손실 기울기 값이 800MHz 보다 1900MHz 가 큼을 알 수 있다. 실측 Data 에 따른 회귀 분석 결과를 이용하여 전파 예측 모델을 만들어 이를 LGE 의 자체 개발 한 전파 분석 시뮬레이션 툴(TetAIR)에 적용 후 주파수에 따른 Coverage 분석한 결과 800MHz 대역의 주파수가 1900MHz 대역의

주파수 보다 Coverage 증가 함을 알 수 있다.

본 논문에서 실측 Data 결과물을 이용하여 바닷가 주변을 이동통신 서비스 할 목적으로 사용된다면 보다 좋은 양질의 서비스를 사용자들에게 제공할 수 있으리라 사료된다.

< 참고 문헌 >

- [1] 김진만, 강태구, 김경재 “전파 환경을 고려한 Wireless Local Loop 최적 망 구축에 대한 연구” 추계 마이크로파 및 전파 학술 대회”pp493 ~ 496, 1999
- [2] Sung-Jin Hong, Kyung Jae Kim. “Highway Propagation using Omnidirectional and Directional Antennas 1840MHz and its Analysis using the First Fresnel Break Distance”, 1997 URSI, F69.6. pp.4333, 1997
- [3] Jin Man Kim, Tae Gu Kang, Yong Seek Sun and Kyung Jae Kim. “Wireless Local Loop Network Design using Empirical Propagation Model”. Wireless99, pp.384-387, 1999
- [4] 김경재, 홍성진, 이정률, “1800MHz 대역 전파 측정에 의한 한국형 PCS 경로손실 예측 모델 개발” 한국통신학회 추계 종합학술 발표회 논문집, pp185 -188, 1996
- [5] Jin Man Kim, Kwang Rok Chang and Kyung Jae Kim, “CDMA Network Planning For Wireless Local Loop Application”. APCC/OECC'99, pp.554 -556, 1999