

방송통신정책연구

09-진흥-가-29

이동전화 단말기 품질평가 추진방안 연구

(A Study on the quality evaluation
for mobile phones)

2009.11.30

연구기관 : 한국정보통신기술협회



방송통신위원회
KOREA COMMUNICATIONS COMMISSION

1. 본 연구보고서(도서)는 방송통신위원회의 출연금으로 수행한 방송통신정책연구용역사업의 연구결과입니다.
2. 본 연구보고서(도서)의 내용을 발표할 때에는 반드시 방송통신위원회 방송통신정책연구용역사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

방송통신정책연구

09-진흥-가-29

이동전화 단말기 품질평가 추진방안 연구

(A Study on the quality evaluation
for mobile phones)

2009.11.30

연구기관 : 한국정보통신기술협회

총괄 책임자 : 배성용(한국정보통신기술협회)

제 출 문

방송통신위원회 위원장 귀하

본 보고서를 「 이동전화 단말기 품질평가 추진방안 연구 」의
연구결과보고서로 제출합니다.

2009. 11

연구 기관 : 한국정보통신기술협회

총괄책임자 : 배성용

참여연구원 : 호장환, 박기태

요 약 문

1. 제 목

o 이동전화 단말기 품질평가 추진방안 연구

2. 연구의 목적 및 중요성

이동전화 사용자 체감품질 평가를 위해 서비스 망 품질 뿐 아니라 단말기 품질의 체계적인 평가 도입이 필요하다. 이로써, 이동전화 단말기 제조사의 품질향상 경쟁을 유도하여 단말기 품질을 개선할 수 있으며 사용자에게 단말기 품질에 의한 선택권 부여 및 이동전화 전체 체감품질을 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 이동통신 서비스의 품질을 분석함에 있어 이동통신망의 품질과 이동전화 단말기의 품질의 상관관계를 분석하고, 고객체감 관점에서의 이동전화 단말기 품질시험 방안을 고찰하도록 한다. 또한 기존 2G 이동통신 서비스에 대비 고객 불만이 높은 3G 이동통신 품질 안정화를 위하여 이동통신 단말 품질의 객관적 검증 방안 개발의 필요성을 고찰한다.

기존 이동통신망 품질 평가 결과와 고객이 체감하는 품질 차이의 원인을 규명하고 다양한 시험방법을 통하여 입증하도록 함으로서, 고객 체감품질 관점에서의 이동통신 단말의 품질기준 및 시험방법에 대한 관리방안을 고찰하도록 한다.

또한, 디자인 및 기능 위주의 이동전화 단말기 개발경쟁에서 통화품질을 포함하는 경쟁개발 분위기를 조성하여 국내 단말 제조사들의 품질 경쟁력 향상에 기여하도록 하며, 이동전화 단말기 체감품질 관련하여 국내외 표준화 현황 및 국내외 이동통신 사업자들의 품질 관리 방안을 비교 분석하도록 한다.

3. 연구의 구성 및 범위

본 연구는 이동전화 단말기의 품질평가 도입에 앞서 타당성, 정책방향 및 품질지표 등에 대한 사전연구로서 세부적인 연구구성 및 범위는 다음과 같다.

- 고객 체감 관점에서의 이동전화 단말기 품질평가의 필요성 및 타당성을 분석
- 고객 체감품질 관점에서의 이동전화 단말기에 대한 품질평가 방법 비교 분석
- 고객체감 품질 관점에서 시험방법 별 측정 분석에 의한 상관관계 규명
- 국내 이동통신 사업자들의 고객체감 품질과 관련된 단말 품질 평가방법 비교분석
- 국제 인증기관 및 해외 이동통신 사업자들의 체감품질에 연관된 단말품질 시험항목 및 방법, 기준 비교분석
- 기존 이동통신망 품질평가 시험에 이동전화 단말기의 체감품질 요소가 반영될 수 있는 방안 검토

4. 연구내용 및 결과

본 연구의 내용과 결과는 다음과 같다.

첫째, 전파 세기 연구

이동통신망의 전파는 시골지역을 제외하면 불특정 다수 건물의 투과손실을 고려하여 도로에서는 $-60\sim 80\text{dBm}$ 정도로 매우 높은 강전계를 유지하게 된다. 따라서 도로 위주의 자동 호 시험에 의한 이동통신망 품질결과는 휴대폰의 품질편차는 매우 적게 반영이 될 것이며 호 처리 및 핸드오버 절차를 포함하는 이동통신망의 프로토콜 오류 또는 이동전화 단말기 기능 오류에 의한 통화품질을 대변하게 된다.

이에 반하여 고객 통화의 70% 이상은 불특정 다수 건물 내에서 이루어지기 때문에 매우 큰 건물 투과손실과 인체에 의한 전파 손실 등에 의하여 약전계 환경에서 통화가 빈번하게 이루어지게 된다. 따라서 고객 체감품질 관점에서는 인체에 의한 전파손실에 강인함을 갖는 휴대폰이 더 높은 고객체감 품질을 나타내게 된다.

둘째, 인체에 의한 전파손실 연구

이동전화 단말기의 고객체감 품질은 인체에 의한 전파손실의 정도에 의하여 큰 영향을 받음을 알 수 있다. 통화자 인체에 의한 전파손실의 정도는 첫번째 이동전화

단말기 자체의 특성, 두번째 이동전화 단말기 디자인에서 기인하는 구조적 특성, 세번째 통화자의 이동전화 단말기 파지 형태에 의하여 결정되게 된다.

평균적인 인체 모형 조건에서의 고객체감 품질은 삼차원 무반사 챔버나 실제 상용 망에서의 시험 등 다양한 시험을 통하여 약 7dB 정도의 특성저하를 나타냄을 알 수 있다, 또한 통화자가 이동전화 단말기를 강하게 쥐는 경우에는 최대 20dB까지의 특성 저하가 발생할 수 있음을 알 수 있다.

20dB 의 품질저하는 커버리지가 1/4까지 줄어들 수 있는 매우 큰 품질 편차로서 중계기가 설치되지 않은 불특정 다수 건물 내에서 고객의 체감품질에 결정적 영향을 미침을 알 수 있다.

강전계 지역에서의 인체에 의한 전파손실은 강전계 지역에선는 실질적 품질 지표인 E_c/I_o 의 저하를 발생시키지 않으나 약전계 지역에서는 E_c/I_o 의 저하를 발생시켜 체감품질 저하로 연결될 수 있음을 알 수 있다. 즉 상대적 강전계 지역인 도로에서는 인체에 의한 전파손실이 체감품질 저하로 연결되지 않으나 상대적 약전계 지역인 불특정 다수의 건물 내에서는 인체에 의한 전파손실이 통화접속 성공률 저하로 연결되어 체감품질 저하로 나타남을 알 수 있었다.

셋째, 국내 및 해외 이동통신 사업자들의 이동전화 단말기 체감품질 관리방안 연구 미국과 유럽의 대표적 민간 표준화기관에서는 통화자 인체의 의한 전파손실의 정도를 TRP/TIS 로 정의하여 측정방법 등을 상세히 규정하고 있다. 하지만 각각 이동통신 사업자들의 고유한 측정방법과 기준과 상이하게 적용되어 이동전화 단말기의 성능을 시험하고 있다

국내 이동통신 3개사는 CTIA 에서 정의하고 있는 동일한 체감품질 시험방법을 적용하여 시험하고 있으나 각기 다른 인체 모형 기준과 이동전화 단말기의 파지방법 그리고 각기 다른 시험기준에 의하여 이동전화 단말기의 특성을 시험하고 있다.

이동전화 단말기의 체감품질 시험을 위한 인체모형 시험은 3D 무반사 챔버의 크기, 측정방법 및 손과 머리 인체모형의 크기, 모양, 유연성, 유전율, 이동전화 단말기의 파지강도, 파지 모양 등에 따라 매우 상이한 특성을 나타내기 때문에 특정한 표준으로 정의함에 있어 많은 어려움이 예상된다. 통화자의 인체 전파손실에 의하여 크게 변화하는 휴대폰 고객체감 품질은 많은 주관적 요소를 포함하기 때문에 객관적으로

비교 평가하기 위한 시험방법과 기준 등을 통일된 기준으로 정의하기에는 많은 어려움이 예상 된다.

넷째, 이동전화 단말기의 체감품질 특성 편차 연구

인체에 의한 전파손실을 고려하지 않는 free space 조건에서 유사한 특성을 나타내는 이동전화 단말기이라도 이동전화 단말기의 디자인과 내장 안테나의 위치 등에 따라 인체모형에서의 특성은 매우 상이함을 알 수 있다.

일반적으로 이동전화 단말기 상단부에 내장 안테나가 위치하는 폴더형의 경우 과지하는 손과 머리에 의한 영향이 적어 가장 좋은 체감품질 특성을 나타내었으며, 내장 안테나가 아래에 위치하는 일부 슬라이드 모델과 햅틱 모델은 과지하는 손에 의하여 가장 큰 영향을 받음을 알 수 있다. 이는 이동전화 단말기 자체의 특성에서 기인하는 것이 아니라 이동전화 단말기 디자인과 전자파 인체 유해조건인 SAR 특성을 고려하여 안테나의 위치가 결정되고 내장 안테나와 인체와의 밀착 구조에서 기인함을 알 수 있다.

또한 제한적 수량에서의 시험결과이기는 하지만 동일한 모델의 이동전화 단말기들 간에는 인체모형에서의 특성의 차이가 무시할 정도임을 알 수 있었다.

인체 모형 조건에서 특성이 더 많이 저하하는 이동전화 단말기는 약전계 지역에서의 소통 호 시험에서 다소 높은 접속실패율 특성을 나타냄을 알 수 있다. 이는 인체 손실에 의하여 이동전화 단말기의 유효출력의 감소와 유효수신감도의 열화에서 기인함을 알 수 있었다.

다섯째, 이동전화 단말기의 체감품질 관리 방안 연구

이동전화 단말기의 체감품질은 이동전화 단말기의 안테나 구조와 인체에 의한 전파손실에서 기인하게 되며 TRP/TIS 특성값으로 관리가 가능하다.

따라서 인체로부터 멀리 떨어지는 구조인 예전의 외장 안테나 구조가 가장 좋은 특성을 나타낼 것임에 틀림없지만 다양한 사용용도와 전자파 인체 유해성 등이 고려되어 이동전화 단말기의 디자인과 안테나 구조가 결정되기 된다. 따라서 특정한 시험방법이나 시험기준을 정하여 이동전화 단말기의 체감품질 지표를 관리하기 위해서 위의 많은 요소들을 충분히 고려하여야 하겠다.

5. 정책적 활용내용

첫째, 이동전화 단말기 품질평가 기준 정립의 필요성

국내 및 해외 이동통신 사업자별로 독자적인 체감품질 관련 시험방법과 시험기준을 적용하고 있기에 시험방법과 기준 통일화의 많은 반발과 어려움이 예상된다.

이동전화 단말기의 체감품질은 통화자 인체 영향에 의하여 가장 큰 영향은 받는다. 또한 인체 영향의 정도는 이동전화 단말기의 디자인, 크기, SAR(인체 전자파 흡수율)등의 휴대전화 모델별 고유한 특징에서 기인하기 때문에 상대적 서열에 의한 품질 평가 보다는 절대적 기준에 의한 적합 여부로 평가되어야 한다.

이동전화 단말기 자체의 품질평가 보다는 이동통신망 품질평가에 연계된 품질평가의 방안이 검토되어야 한다.

해외 산업계 표준화 단계에 적극적으로 참여함으로써 해외향, 국내향 이동전화 단말기의 체감품질 기준 통일화의 노력이 요구된다.

둘째, 이동통신망 품질평가 시 이동전화 단말기 체감품질 요소의 연계 필요성

기존 이동통신망 품질평가는 통화자들의 휴대전화 전파 상태를 충분히 반영치 못하였기에 체감품질과의 차이가 존재하였다. 따라서 기존 이동통신망 품질평가 방안에 통화자 인체에 의한 전파손실의 요소를 반영하여 시험하도록 하여야 한다.

통화자의 70% 이상이 (필요시 설문조사에 의한 건물 내 통화비율 조사) 불특정 건물 내에서 이루어짐을 고려하여 기존 이동통신망 품질평가 방법에 건물 전파투과손실의 요소를 반영하여 시험하도록 한다.

고객체감 품질을 대변하기 위해서 사업자가 제시하는 휴대전화 모델이 아닌 판매량에 근거하여 선정된 휴대전화 모델을 이동통신망 품질평가의 시험단말로 선정한다. 휴대전화의 모델별로 인체 전파손실의 편차가 발생함을 고려하여 휴대전화 종류별로 시험단말을 선정하도록 한다.

6. 기대효과

본 연구에 따른 가장 큰 기대효과는 이동전화 단말기의 품질을 고려하여 이동전화

서비스 통화품질 평가에 반영할 수 있는 근거를 마련한 한 점이다. 본 연구의 목적 중의 하나였던 이동전화 단말기 품질평가 제도 도입의 타당성 연구는 이미 정책적 활용방안에서 언급되어 있듯이 단말기 자체에 대한 품질평가 제도의 시행에는 많은 어려움이 예상된다. 따라서 단말기 자체의 품질평가 대신 현재 시행하고 있는 통신서비스 품질평가에 단말기 품질을 반영하여 품질평가 방법의 개선 등을 충분히 고려해 볼 수 있다. 건물 내 전파 손실, 사용자의 단말기 파지 형태, 단말기의 안테나 특성 등 다양한 품질평가 조건을 정립하여 평가에 반영한다면 현재의 품질평가 결과보다 사용자의 체감품질에 더 가까운 평가 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

SUMMARY

1. Title

- o A study on the quality evaluation plan for mobile phones

2. Objective and Importance of Research

- o A systematical quality evaluation of mobile phones including service quality is required for the evaluation of user's quality of experience, and as a consequence, it provides the good service quality to subscribers.
- o This study analyses the correlation between service quality and mobile phone quality and investigates the evaluation plan for mobile phones aiming at user's quality of experience.
- o It also clarifies the difference between results of the existing service quality evaluation and user's quality expectation and makes research in the quality criteria and evaluation methods for mobile phones.
- o lastly, the quality management programs of mobile phones for domestic and foreign service operators are reported in this study.

3. Contents and Scope of the Research

- o Analyses the necessity and feasibility for quality evaluation of mobile phones.
- o Compares and analyses the quality evaluation methods of mobile phones in a viewpoint of user's quality of experience.
- o Defines the correlation between quality evaluation methods by analyzing the

evaluation results.

- o Reports the quality management scheme of mobile phones for domestic and foreign service operators.
- o Provides the policy suggestions for practical use of the study results.

4. Research Results

Followings are researched successfully in this study.

- o Mobile service radio power
- o User's radio body loss
- o Quality management scheme of mobile phones for domestic and foreign service operators
- o Property deviation of mobile phones for user's quality of experience
- o Quality management plan of mobile phones for user's quality of experience

5. Policy Suggestions for Practical Use

- o There are many obstacles to introduce mobile phone quality evaluation separated from service quality evaluation because the quality management of mobile phones in the most service operators is applied individually.
- o Therefore, it is more desirable to merge the quality factors of mobile phones into the existing service quality evaluation.

6. Expectations

- o If the quality factors of mobile phones are integrated into the existing service quality evaluation, evaluation results of service quality would be more accurate and more close to user's quality of experience.

목 차

제1장 서론	1
제2장 이동전화 단말기 체감품질의 정의 및 측정	3
제1절 통화품질 시험결과와 체감품질의 차이	3
제2절 이동전화 단말기 OTAP 특성의 정의	5
1. 전파신호 Body Loss 에 의한 영향 분석방안	5
2. 측정 안테나의 효율성	6
3. 이동전화 단말기의 안테나 구조	7
4. 휴대폰 안테나 효율성 측정	8
제3절 이동전화 단말기 OTAP 측정 환경	12
1. OTAP 시험을 위한 3D 전파 무반사 챔버	12
2. 인체에 의한 전파손실 시험을 위한 인체 모형	14
제4절 이동전화 단말기 OTAP 해외 표준화 현황	16
제5절 국내 사업자들의 이동전화 단말기 체감품질 측정방안	17
제6절 해외 사업자들의 이동전화 단말기 체감품질 측정현황	18
제3장 인체 영향에 의한 이동전화 단말기 체감품질 분석	20
제1절 인체 영향에 따른 이동전화 단말기 안테나의 수신특성 분석	20
제2절 강전계, 약전계 이동통신망에서의 OTAP 특성 분석	25
제3절 3차원 무반사 챔버에서의 이동전화 단말기 모델별 OTAP 특성분석	32
제4절 인위적 약전계에서의 인체 손실이 반영된 전파특성 및 통화시험 측정분석	34

제5절 3셀룰라-WCDMA OTAP 품질편차 분석	44
제4장 연구 요약	46
제5장 이동전화 단말기 품질평가의 정책방향 검토	49
제6장 결 론	50
참고문헌	51

Contents

Chapter 1. Introduction	1
Chapter 2. Definition and measurement of the quality of experience for mobile phones	3
Chapter 3. Analysis of the of the quality of experience for mobile phones under the user's body loss	20
Chapter 4. Research summary	46
Chapter 5. Policy suggestions for practical use	49
Chapter 6. Conclusions	50
References	51

표 목 차

<표 1> 이동전화 단말기 출력 및 감도 표준	8
<표 2> Head 인체모형 재질의 유전율 설정 (3GPP 기준)	15
<표 3> 국내 이동통신 사업자들의 OTAP 시험 조건	18
<표 4> 해외 주요 이동통신 사업자들의 OTAP 시험 조건	19
<표 5> 안테나 수신세기 측정 조건	20
<표 6> DM 케이블에 의한 이동전화 단말기 내장 안테나 영향 분석	26
<표 7> 이동통신망에서의 OTAP 측정을 위한 조건	27
<표 8> 3D 무반사챔버와 상용망에서의 Free Space, 인체모형 조건에서의 전파상태 측정결과	29
<표 9> 3D 무반사 챔버에서의 이동전화 단말기 타입별 TRP/TIS 특성	33
<표 10> 3D 무반사 챔버에서의 동일 모델간의 TRP/TIS 특성 편차	34
<표 11> 약전계 측정조건	35
<표 12> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 전파특성 및 통화성공률 ...	36
<표 13> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 전파특성 및 통화성공률 ...	39
<표 14> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 전파특성 및 통화성공률 ...	42
<표 15> 셀룰라-WCDMA OTAP 측정 비교분석	45

그 림 목 차

<그림 1> 고객 체감품질의 불만 요인	4
<그림 2> 건물투과 손실 측정 결과	4
<그림 3> 전력제어 기능의 구성도	6
<그림 4> 왼쪽부터 이동전화 단말기용 모노폴, 헬리컬, 내장형 PIFA 안테나	7
<그림 5> 이동전화 단말기 모델별 안테나의 위치	7
<그림 6> conducted Tx power 와 TRP 측정방법	10
<그림 7> conducted rx sensitivity 와 TIS(TRS) 측정 방법	10
<그림 8> free space TIS 3차원 측정결과 예	11
<그림 9> Conical Cut Free Space RF 특성 시험방법	12
<그림 10> Great Circuit Free Space RF 특성 시험방법	13
<그림 11> 실제 OTAP Free Space 시험환경 구성도	13
<그림 12> Hand 인체모형 과 이동전화 고정을 위한 Air Gap	14
<그림 13> Head 인체모형의 예	15
<그림 14> 이동전화 송수신 특성 측정 방법의 진화	16
<그림 15> 안테나 수신세기 측정 조건과 구성도	21
<그림 16> 휴대폰 free space 조건	22
<그림 17> 휴대폰 가벼운 파지(把指)	22
<그림 18> 휴대폰 강한 파지	22
<그림 19> 가벼운 파지에 의한 휴대폰 수신세기의 변화	23
<그림 20> 강한 파지에 의한 휴대폰 수신세기의 변화	24
<그림 21> DM 케이블에 의한 이동전화 단말기 내장 안테나 영향 분석	26
<그림 22> 상용망에서의 Head+Hand 인체모형 전파손실 측정	26

<그림 23> 상용망에서의 body loss 측정을 위한 시험차량 구성	27
<그림 24> 강전계 지역에서의 free space 와 hand+head phatom 조건에서의 주행시험 RSSI, Tx Power, Ec/Io 분포도	30
<그림 25> 약전계 지역에서의 free space 와 hand+head phatom 조건에서의 주행시험 RSSI, Tx Power, Ec/Io 분포도	32
<그림 26> 약전계 조성을 위한 지하중계기 출력 제어	35
<그림 27> 약전계 시험을 위한 지하 주차장 (약 90x60meter)	36
<그림 28> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 시험 설정	37
<그림 29> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 수신세기 분포	38
<그림 30> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 송신출력 분포	38
<그림 31> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 시험 설정	40
<그림 32> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 수신세기 분포	40
<그림 33> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 송신출력 분포	41
<그림 34> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 시험 설정	42
<그림 35> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 수신세기 분포	43
<그림 36> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 송신출력 분포	43

제1장 서론

이동전화 사용자 체감품질 평가를 위해 서비스 망 품질 뿐 아니라 단말기 품질의 체계적인 평가 도입이 필요하며 이로써, 이동전화 단말기 제조사의 품질향상 경쟁을 유도하여 단말기 품질을 개선할 수 있으며 사용자에게 단말기 품질에 의한 선택권 부여 및 이동전화 전체 체감품질을 향상시킬 수 있다. 본 연구는 이동전화 단말기의 품질평가 도입에 앞서 타당성, 정책방향 및 품질지표 등에 대한 사전연구이며 연구 목적은 다음과 같다.

첫째, 이동통신 서비스의 품질을 분석함에 있어 이동통신망의 품질과 이동전화 단말기의 품질의 상관관계를 분석하고, 고객체감 관점에서의 이동전화 단말기 품질시험 방안을 고찰하도록 한다. 또한 기존 2G 이동통신 서비스에 대비 고객 불만이 높은 3G 이동통신 품질 안정화를 위하여 이동통신 단말 품질의 객관적 검증 방안 개발의 필요성을 고찰한다.

둘째, 기존 이동통신망 품질 평가 결과와 고객이 체감하는 품질 차이의 원인을 규명하고 다양한 시험방법을 통하여 입증하도록 함으로서, 고객 체감품질 관점에서의 이동통신 단말의 품질기준 및 시험방법에 대한 관리방안을 고찰하도록 한다.

셋째, 디자인 및 기능 위주의 이동전화 단말기 개발경쟁에서 통화품질을 포함하는 경쟁개발 분위기를 조성하여 국내 단말 제조사들의 품질 경쟁력 향상에 기여하도록 하며, 이동전화 단말기 체감품질 관련하여 국내외 표준화 현황 및 국내외 이동통신 사업자들의 품질 관리 방안을 비교 분석하도록 한다.

본 연구의 세부 내용은 다음과 같다.

첫째, 고객 체감 관점에서의 이동전화 단말기 품질평가의 필요성 및 타당성을 분석하고 고객 체감품질 관점에서의 이동전화 단말기에 대한 품질평가 방법을 비교 분석한다.

둘째, 고객 체감품질 관점에서의 이동전화 단말기에 대한 품질평가 방법을 비교 분석하고 고객체감 품질 관점에서 시험방법별 측정 분석에 의한 상관관계를 규명한다.

셋째, 국내 이동통신 사업자들의 고객체감 품질과 관련된 단말 품질 평가방법을 비교분석하고 국제 인증기관 및 해외 이동통신 사업자들의 체감품질에 연관된 단말품질 시험항목 및 방법, 기준을 비교분석하며 기존 이동통신망 품질평가 시험에 이동전화 단말기의 체감품질 요소가 반영될 수 있는 방안을 검토한다.

제2장 이동전화 단말기 체감품질의 정의 및 측정

제1절 통화품질 시험결과와 체감품질의 차이

이동전화 통화자의 70% 이상은 전파의 세기가 강한 도로에서 보다 상대적으로 전파가 약한 불특정 다수의 건물 내에서 통화가 이루어진다. 또한 통화자의 머리와 이동전화 단말기를 쥐고 있는 손에 의하여 송수신 전파의 감쇄가 발생하여 통화품질 저하가 발생하게 된다.

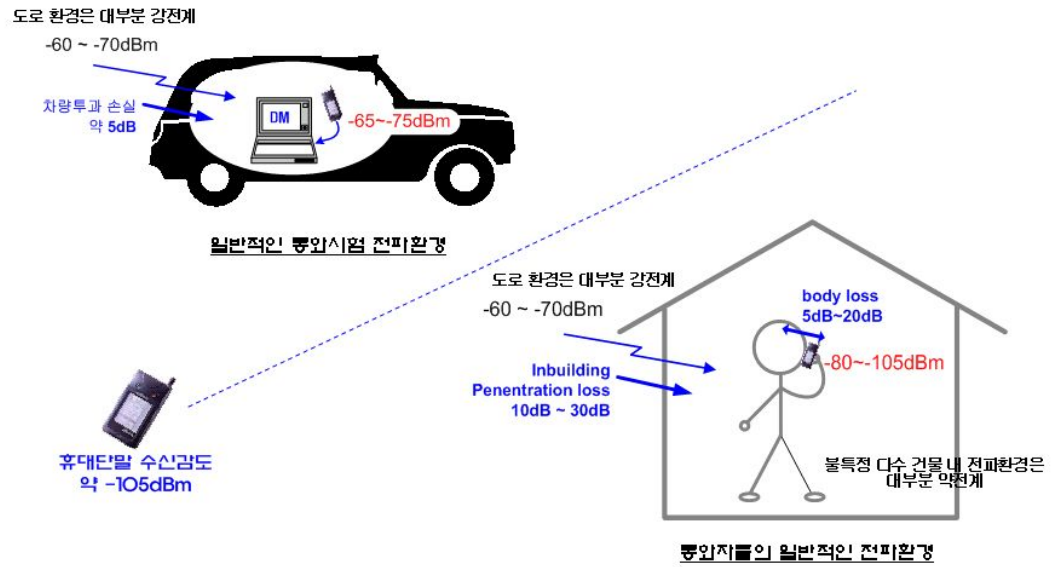
이러한 두 가지 전파 감쇄요인을 반영하여 이동통신망 설계 시 도로에서의 전파의 세기는 $-60\sim-70\text{dBm}^{1)}$ 정도로 매우 높은 전파세기를 유지하도록 무선망 설계가 이루어진다.

따라서 건물 밖 도로에서의 통화는 약한 전파에 의한 통화 불만의 요인은 거의 발생치 않으며 다만 기지국과 이동전화간에 주고받는 제어신호의 오류에 의한 통화절단이 발생하게 된다. 이러한 제어신호의 오류는 기지국 상위단 기지국제어국과 교환기단에서의 오류이기에 기지국의 전파 상태와는 대체적으로 무관하게 된다.

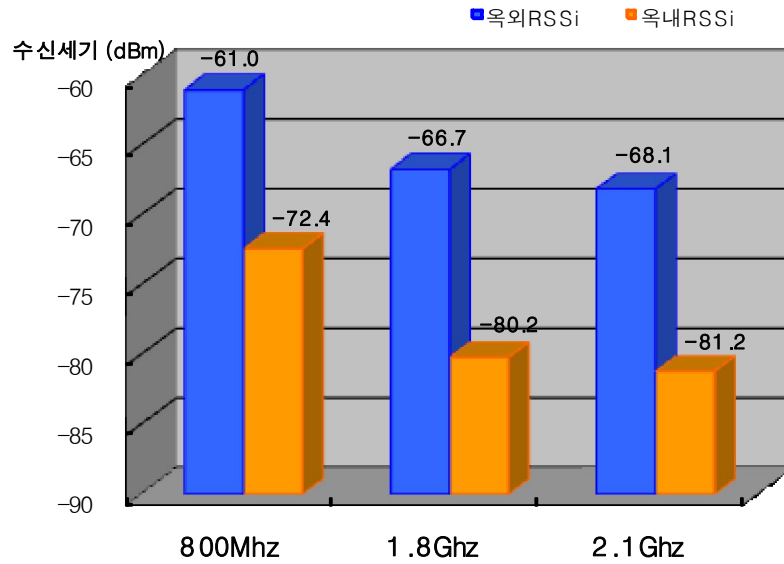
이에 반하여 건물내에 위치한 대다수 통화자는 전파의 건물투과 손실²⁾ $10\sim30\text{dB}$ 와 통화자 인체에 의한 전파손실 $5\sim20\text{dB}^{3)}$ 의 감쇄가 이루어진 약한 전파신호에 대하여 통화가 이루어지게 되어 간혹 통화 접속 시도 실패나 통화중 절단의 불만적인 통화품질을 경험하게 된다.

따라서 고개 관점에서의 체감품질을 정의하기 위해서는 이동전화의 전파 상태를 3차원 공간상에서 정의하고 인체 전파손실에 의한 품질저하를 반영하여야 한다.

-
- 1) 이동전화 단말기의 평균적 수신감도 -106dBm 에 비하면 약 4000배 강한 세기이다.
 - 2) 대형 건물의 경우는 대부분 중계기에 의하여 전파세기의 보완이 이루어지지만 불특정 다수 가정집의 화장실을 연상하면 이해가 될 수 있다.
 - 3) 3.5배~100배



<그림 1> 고객 체감품질의 불만 요인



<그림 2> 건물투과 손실 측정 결과

그림 1 은 중계기가 설치되지 않은 건물의 중간 정도의 깊이에서 측정된 건물투과

손실의 예이다. 여기서 중간정도 깊이의 의미는 건물 깊숙한 위치가 아닌 로비의 안쪽 정도를 의미한다.

측정결과에서 800Mhz 대역에서 약 12dB, 2.1Ghz 대역에서 약 13dB 정도의 건물 투과 손실의 특성을 보임을 알 수 있다.

제2절 이동전화 단말기 OTAP 특성의 정의

통화품질 시험 결과와 고객 체감품질의 차이로서 반복 통화시도 계측기를 이용한 통화품질 시험 결과와 실제 고객들이 느끼는 체감품질 차이의 원인은 아래의 두 가지로 정리될 수 있다

첫번째, 통화의 70% 이상은 상대적으로 전파세기가 낮은 건물 내에서 이루어지고 있으나 통화품질 평가는 전파세기가 우수한 도로 위주로 이루어지고 있다. 즉 Inbuilding Penetration Loss 가 고려되지 않았기에 고객이 느끼는 전파 상태와 통화품질 전파 상태는 차이를 갖게 된다.

두번째, 실제 통화자는 휴대폰을 손으로 쥐고 머리의 귀에 밀착시켜 사용하게 되며 이로 인하여 전파신호의 상당한 Body Loss 가 발생하게 된다. 이러한 Body Loss 에 의한 전파신호의 열화 요인이 체감품질의 큰 차이를 나타내게 된다.

1. 전파신호 Body Loss 에 의한 영향 분석방안

Body Loss 에 의한 휴대폰 품질의 영향은 아래와 같은 다양한 방법으로 검증될 수 있다.

- o 통화자에 의한 실제 통화 조건에서 이동전화 단말기의 전파상태 변화를 휴대폰 내에 로깅하여 분석한다.
- o 통화자에 의한 실제 통화 조건에서 이동전화 단말기 안테나의 수신전파 세기를 스펙트럼 어널라이저 Zero Span 기능을 이용하여 분석한다.
- o 인체를 모형화한 Head, Hand 인체모형 에 이동전화 단말기를 장착하여 해외 인

증기관 기준으로 3차원 무반사 챔버에서 OTAP 특성을 분석한다.

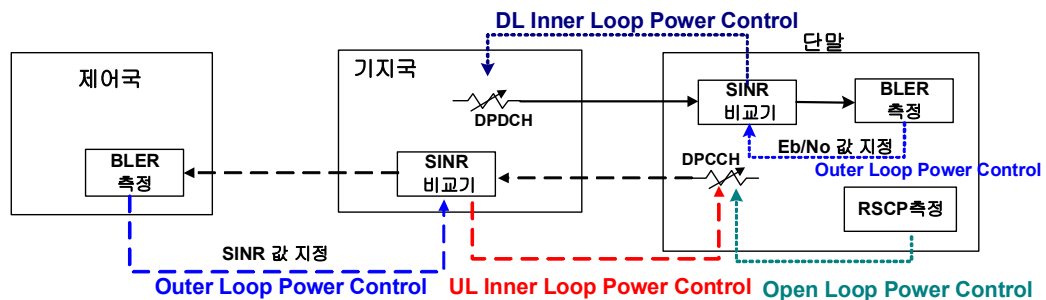
- o 이동전화 단말기 모델별로 상용 이동통신망의 약전계 지역에서 드라이브 테스트를 통하여 송수신 특성 분석 및 반복적 실제 통화시험에 의한 통화접속 성공률의 비교 분석한다.

2. 측정 안테나의 효율성

OTAP (TRP+TIS) 에 의한 시험의 결과와 conducted tx power, sensitivity 측정값의 차이는 손과 머리에 의한 손실뿐 만 아니라 측정 안테나의 효율성에 의한 손실도 포함하고 있다.

따라서 OTAP 측정값으로부터 손과 머리에 의한 손실에서 기인하는 고객의 체감 품질을 정의하기에는 다소 어려움이 있다. 따라서 휴대폰 자체의 RF 상태(RSSI, Tx Power) 데이터를 로깅 분석함으로써 손과 머리에 의한 손실을 유추할 수 있게 된다.

- o 하향링크 전파의 수신세기 RSSI 를 로깅하여 분석한다.
- o 상향링크 closed loop(inner loop) power control 기능을 이용하여 분석하도록 한다.



<그림 3> 전력제어 기능의 구성도

통화중인 단말은 상향링크의 일정한 품질을 유지하도록 기지국의 명령에 의하여 WCDMA 는 1500회/초, CDMA 는 800회/초의 출력을 동적으로 제어하게 된다. 따라

서 body loss 에 의한 상향링크 감쇄를 만회하기 위하여 기지국은 단말에 출력을 더 많이 송신하도록 전력제어를 명령하게 된다.

따라서 전력제어에 의한 단말의 출력변화를 분석하면 상향링크 body loss 를 분석할 수 있게 된다.

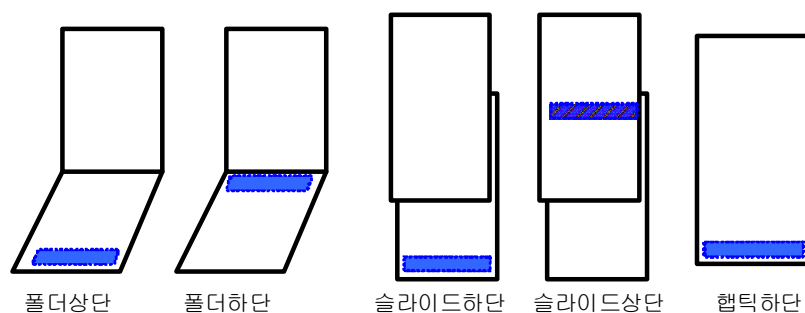
3. 이동전화 단말기의 안테나 구조

휴대 단말에 사용되는 안테나는 외장형의 모노폴 whip안테나, 헬리컬 안테나가 사용된다. 하지만 최근에는 모든 이동전화 단말기에서 내장형 안테나가 사용된다.

내장형 안테나는 PIFA 타입으로부터 파생된 다양한 형태의 안테나가 사용되고 있으며 이동전화 단말기 내 안테나의 위치에 따라서 인체에 의한 영향의 정도 차이가 발생하여 고객체감 품질에 많은 영향을 미치게 된다.



<그림 4> 왼쪽부터 이동전화 단말기용 모노폴, 헬리컬, 내장형 PIFA 안테나



<그림 5> 이동전화 단말기 모델별 안테나의 위치

대부분의 폴더형 이동전화 단말기의 내장 안테나는 이동전화 단말기의 윗부분에 위치하게 되며 폴더를 폼 때 중간 부분에 위치하게 되어, 통화 시 머리와 파지하고 있는 손에 의하여 전파전파 영향을 많이 받게 된다.

슬라이드 이동전화 단말기의 안테나는 일반적으로 윗부분에 위치하게 되며 통화 시 내장 안테나가 머리에 가깝게 위치하기 때문에 머리에 의한 전파전파 영향을 많이 받게 된다. 하지만 최근의 슬라이드와 햅택계열의 바타입 이동전화 단말기의 안테나는 SAR 특성을 고려하여 대부분 이동전화 단말기의 아래 부분에 위치하게 되어 머리 보다는 이동전화 단말기를 쥐고 있는 손에 의한 전파전파 영향을 많이 받게 된다.

4. 휴대폰 안테나 효율성 측정

이동전화 단말기의 고객체감 품질에 가장 큰 영향 요소는 전파환경에 의한 프레임 오류(FER)또는 블록오류(BLER)에 의하여 발생하게 되며, 오류 원인의 99% 이상이 하향링크 수신전파 환경 불량이나 상향링크 커버리지 부족에 의하여 기인한다. 따라서 휴대폰의 성능은 휴대폰의 RF 특성에 의하여 결정이 되게 되며 가장 고객이 체감하는 품질은 단말에서 기지국까지의 무선경로 품질을 책임지는 송신출력(Tx Power)과 기지국에서 단말까지의 무선경로 품질을 책임지는 단말의 수신감도(Rx Sensitivity)에 의하여 결정이 된다.

<표 1> 이동전화 단말기 출력 및 감도 표준

표준화 기관	송신출력, 수신감도 관련 표준 규격
3GPP	TS34.121, TS34.121-1 section 5.2 TS34.108, TS34.109 TS25.101
3GPP2	TIA-98-E section 4.4.5, section 6.5.2, section 3.5.1

Conducted(RF 케이블로 연결된 상태) 송신출력과 수신감도의 시험절차와 기준은 아래와 같이 3GPP 와 3GPP2 표준화기관에서 표준규격으로 명확하게 정의하고 있다.

하지만 고객이 체감하는 체감품질은 conducted 환경에서의 품질이 아니라 휴대폰이 고객의 손에 쥐고 귀에 갖다 대었을 때의 송신주력과 수신감도에 의하여 결정이 된다. 즉 손과 머리에 의한 휴대폰의 안테나 특성변화와 전파전파 감쇄에 의하여 유효한 송신출력과 수신감도가 변화하게 되며 이를 TRP(Total Radiated Power), TIS(Total Isotropic Sensitivity) 또는 TRS(Total Radiated Sensitivity)라고 하며 총칭하여 OTAP(Over The Air Performance) 이라고 한다.

아래 그림은 conducted Tx power 와 TRP, conducted sensitivity 와 TIS 의 관계를 보이고 있다.

3GPP 와 CTIA 에서 TRP, TIS 시험의 정의와 방법이 정의되었다. 다만 많은 주파수대역과 통신방식에 대하여 fail, pass 를 정의하기 위한 임계값은 TBD 상태이며, 각각 이동통신 사업자별로 자체적인 기준을 정하여 시험이 이루어지고 있다.

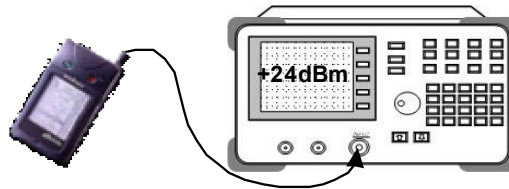
- o 3GPP TS34.114 “UMTS/LTE Over The Air Antenna Performance Conformance Testing”
- o CTIA Certification “Test Plan for Mobile Station Over the Air Performance”

아래의 수식에서 N 는 X 축에 대한 측정회수, M 은 Y축에 대한 측정회수를 나타내며, theta 는 X 축의 회전각도, phi 는 Y 축의 회전 각도를 나타낸다.

CTIA 와 3GPP 표준에서는 TRP에 대하여는 15도 단위로 수평(theta), 수직(phi)축 전체 264회, TIS(TRS) 에 대하여는 30도 단위로 수평, 수직축 전체 60회 측정을 정의하고 있다.

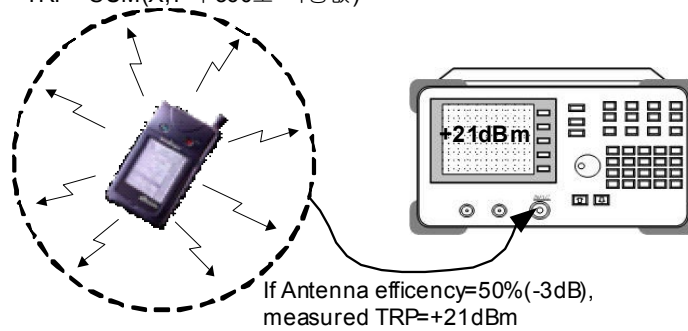
$$TRP \approx \frac{\pi}{2NM} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} [EIRP_{\theta}(\theta_n, \varphi_m; f) + EIRP_{\varphi}(\theta_n, \varphi_m; f)] \sin(\theta_n)$$

$$TRS \approx \frac{2NM}{\pi \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} \left[\frac{1}{EIS_{\theta}(\theta_n, \varphi_m; f)} + \frac{1}{EIS_{\varphi}(\theta_n, \varphi_m; f)} \right] \sin(\theta_n)} \left| \right|$$

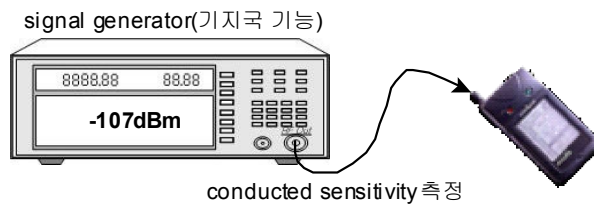


conducted power측정

TRP= SUM(X,Y측 360도 측정값)

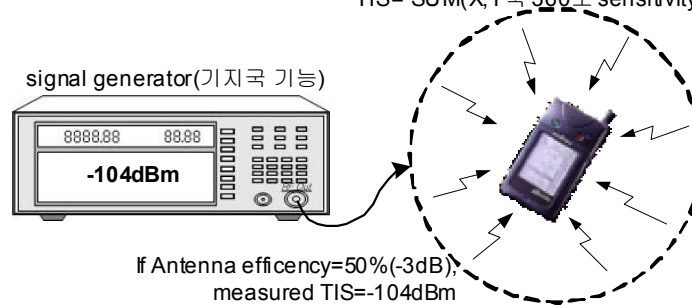


<그림 6> conducted Tx power 와 TRP 측정방법



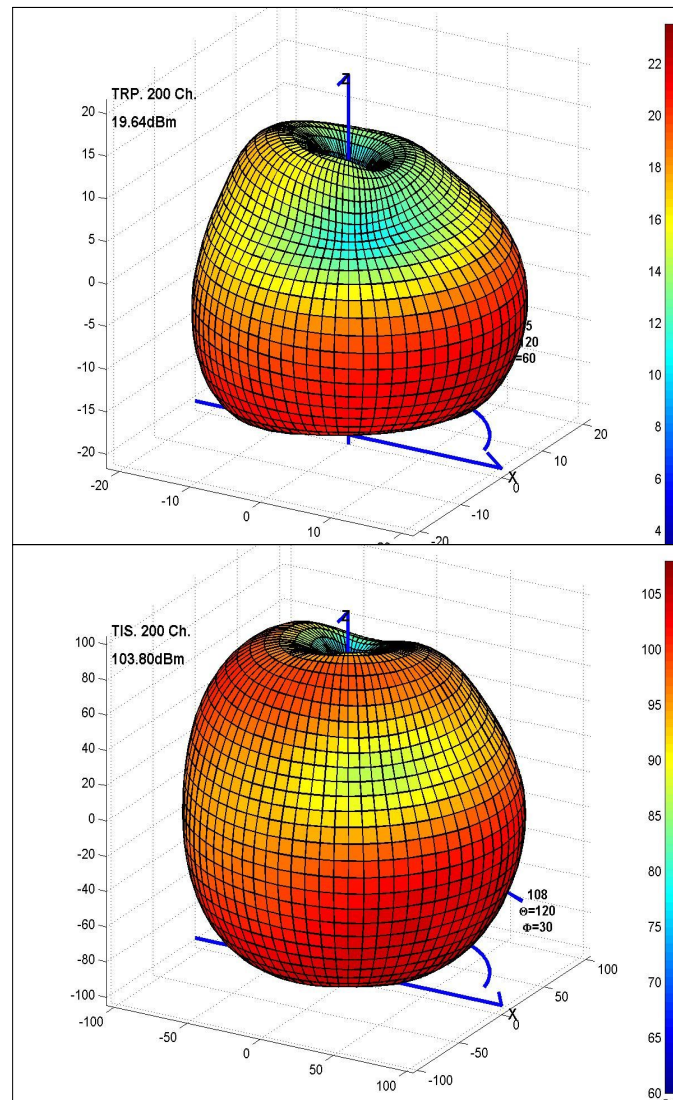
conducted sensitivity측정

TIS= SUM(X,Y측 360도 sensitivity 값)



<그림 7> conducted rx sensitivity 와 TIS(TRS) 측정 방법

OTAP TRP, TIS 측정은 수평, 수직으로 회전하면서 3차원으로 측정되어 평균값으로 정의 된다. 아래 그림은 3차원으로 측정 결과의 예이다.



<그림 8> free space TIS 3차원 측정결과 예

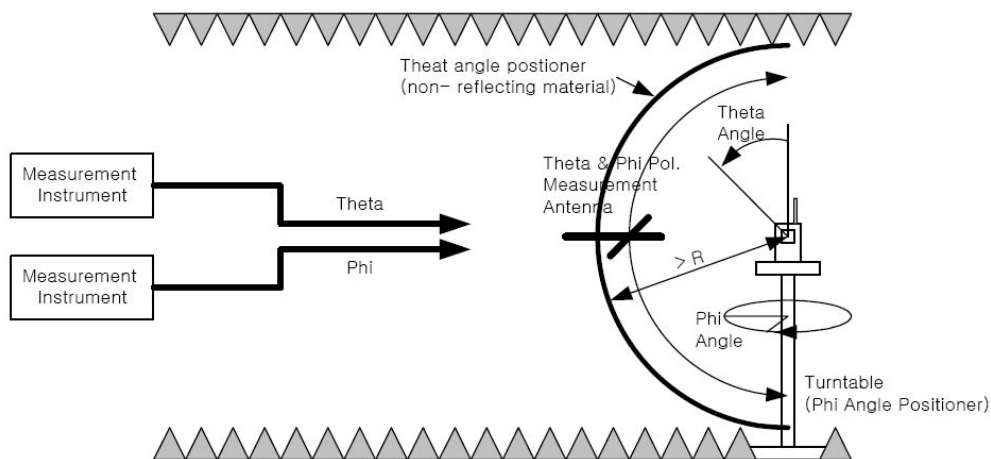
제3절 이동전화 단말기 OTAP 측정 환경

1. OTAP 시험을 위한 3D 전파 무반사 챔버

CTIA, 3GPP 에서는 아래의 규격서에서 OTAP 시험을 위한 3차원 전파 무반사 챔버의 세부 규격과 시험방법을 규정하고 있다.

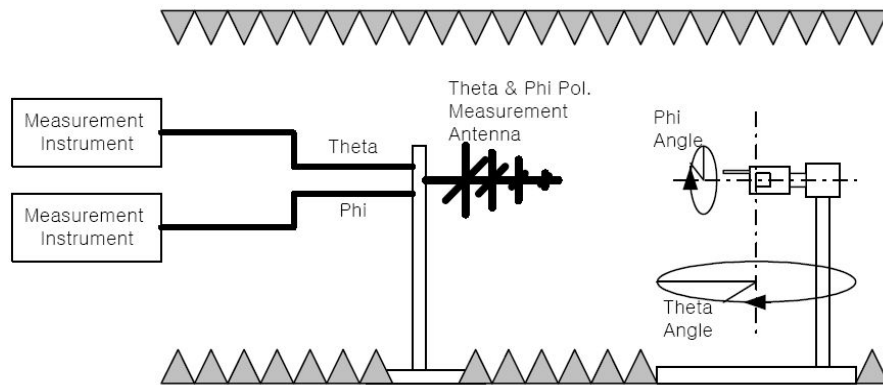
- o 3GPP TS34.114 Annex G“UMTS/LTE Over The Air Antenna Performance Conformance Testing”
- o CTIA Certification “Test Plan for Mobile Station Over the Air Performance”

무반사 챔버의 구조는 측정 휴대폰을 수평,수직축 360도로 회전하여 측정하는 Great Circle 방식과 휴대폰은 수평축으로 회전하고 측정 안테나는 수직축으로 회전하는 Cornical Cut 방식으로 구분된다. Cornical Cut 방식이 더욱 큰 규모의 투자가 요구되며 국내에서는 대부분 조금 더 구조가 간단한 Great Circle 방식이 더 많이 사용되고 있다

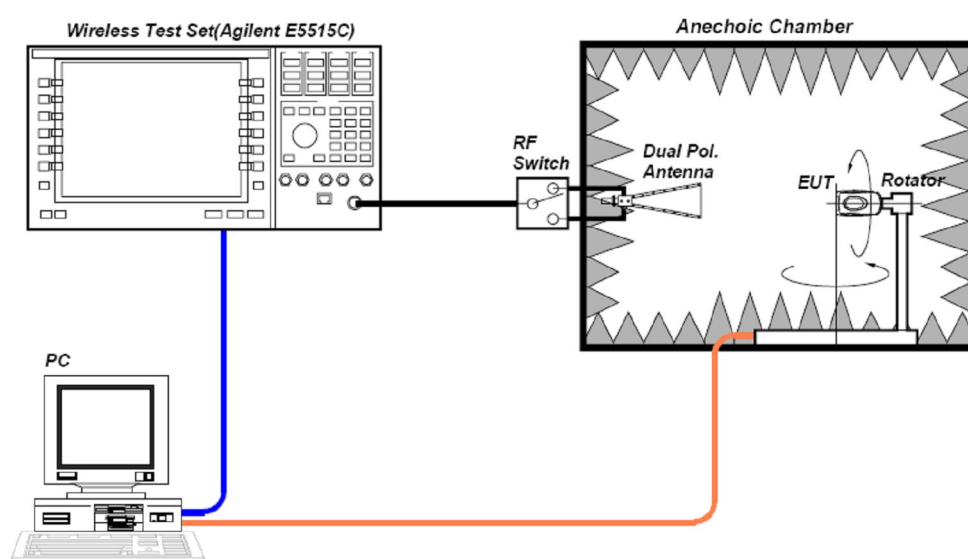


<그림 9> Conical Cut Free Space RF 특성 시험방법

다음 그림은 free space 시험 구성을 보이고 있으면 Head&Hand 인체모형 시험 시에는 휴대폰을 인체모형 에 부착하여 시험하게 된다.



<그림 10> Great Circuit Free Space RF 특성 시험방법



<그림 11> 실제 OTAP Free Space 시험환경 구성도(Great Circle 시험방식 기준)

2. 인체에 의한 전파손실 시험을 위한 인체 모형

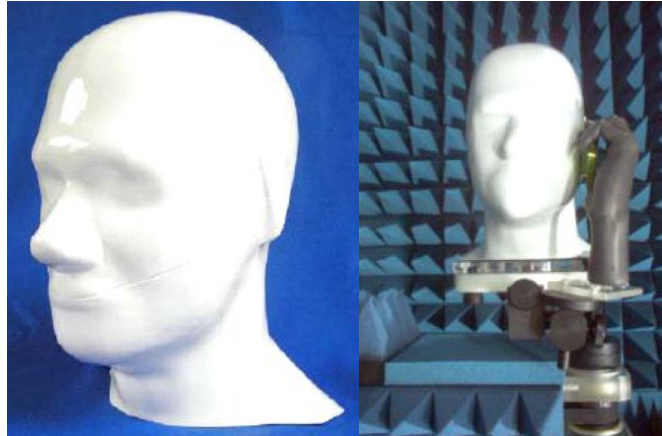
OTAP 시험을 위해서는 시험을 위한 머리(Head 인체모형)와 손(Hand 인체모형)의 물리적 크기와 유전율, 휴대폰의 부착방법 그리고 3D 챔버의 물리적 크기와 측정방법 등이 표준화 되어야 한다.

2009년8월 기준으로 3GPP 에서는 TS34.114(UMTS/LTE Over The Air Antenna Performance Conformance Testing) 규격으로 OTAP 시험절차와 3D 챔버의 규격, 측정방법을 규격화하였으며, CTIA 에서는 머리의 크기와 유전율, 부착방법 등에 대하여 규격화 하였다. 또한 가장 민감한 손에 대하여는 표준화 검토단계에 있다.

각각 이동통신 사업자들은 각자의 기준으로 Head & Hand 인체모형 시험기준과 시험 임계값을 설정하고 있다. 특히 Hand 인체모형 의 경우 손의 크기와 휴대폰을 쥐는 형태에 이동전화를 손바닥에 고정하기 위한 Air Gap 의 크기와 구조에 따라 OTAP 의 많은 성능편차가 발생할 수 있다.



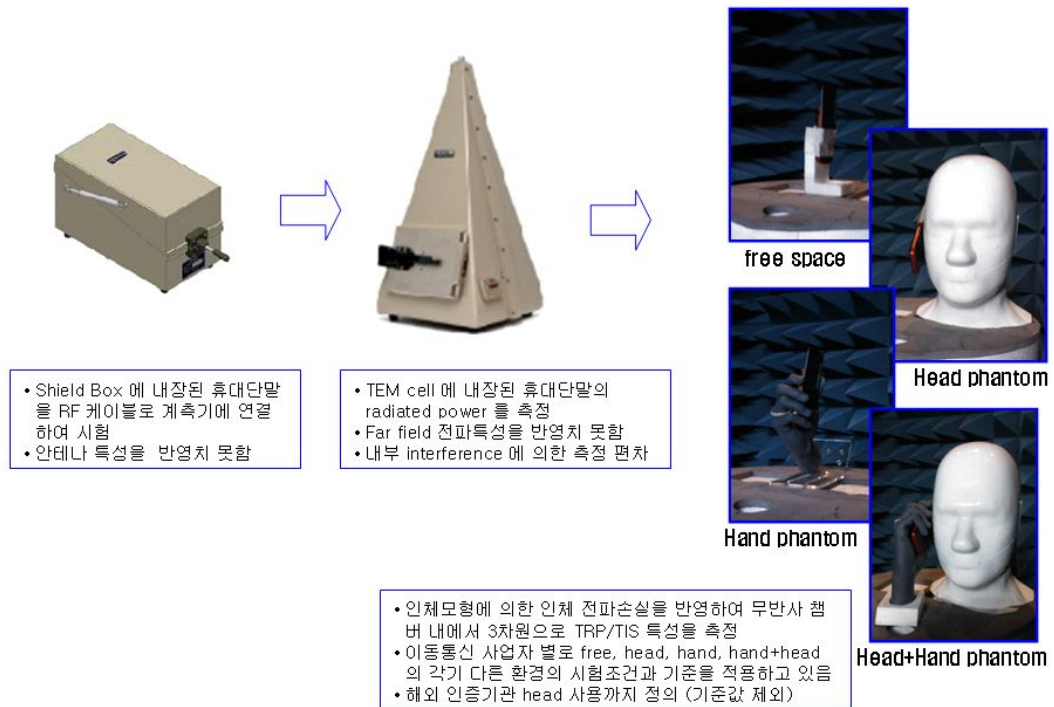
<그림 12> Hand 인체모형 과 이동전화 고정을 위한 Air Gap



<그림 13> Head 인체모형의 예

<표 2> Head 인체모형 재료의 유전율 설정 (3GPP 기준)

Frequency (MHz)	Relative Dielectric Constant (ϵ_r)	Conductivity (σ) (S/m)
450	43,5	0,87
835	41,5	0,90
900	41,5	0,97
1450	40,5	1,20
1800	40,0	1,40
1900	40,0	1,40
1950	40,0	1,40
2000	40,0	1,40
2450	39,2	1,80
3000	38,5	2,40



<그림 14> 이동전화 송수신 특성 측정 방법의 진화

제4절 이동전화 단말기 OTAP 해외 표준화 현황

이동전화 단말기 제감품질에 해당하는 OTAP(Over The Air Performance) 절차를 정의하고 있는 기관은 아래와 같다.

- o GCF test (Global Certified Forum) : GSM, GPRS, EDGE, WCDMA 등의 이동통신 기술에 대한 사업자, 제조사, 이동전화 단말기, 시험자 중심의 단체
- o PTCRB(PCS Type Certification Review Board) test : 북남미 GSM, CDMA 휴대폰 사업자 중심의 단체
- o CTIA(Cellular Telecommunication Industry Association) : 미국 이동통신사업자와 기기제조업체로 구성된 업계단체로 이동통신의 발전과 보급 확대를 위한 기

술적 문제를 협의하고 주파수 및 정책 문제를 정부와 교섭, 사용자를 위한 세미나와 전시회도 개최

o 3GPP

OTAP 절차를 정의하고 있는 문서는 아래와 같으며, 측정항목, 단말기 구면 좌표계, 측정방법, 최소측정거리, 3D 전파무반사 챔버, 시험절차, Quiet Zone Ripple Test, Path Loss Calibration, 측정기준점, 측정기준, Head 인체모형, Hand 인체모형, 대역별 방식별 측정 기준값 등을 정의하고 있다.

- o 3GPP TS34.114 Annex G“UMTS/LTE Over The Air Antenna Performance Conformance Testing”
- o CTIA Certification (A Division of CTIA) “Test Plan for Mobile Station Over the Air Performance” Method of Measurement for Radiated RF Power and Receiver Performance

제5절 국내 이동통신 사업자들의 이동전화 단말기 체감품질 측정방안

국내 이동통신 사업자들은 초기 템셀 조건에서의 송수신 특성시험에서 3D 무반사 챔버에서의 TRP, TIS 시험 그리고 작년부터 3D 무반사 챔버에서 Hand 와 Head 인체모형에 의한 인체손실을 고려한 TRP, TIS 시험을 수행하고 있다.

하지만 각 사업자들이 사용하는 시험조건과 기준은 모두 상이하게 적용되고 있다.

이동전화 단말기 제조사들은 동일한 모델, 주파수 대역의 단말이라도 수요처인 이동통신 사업자들의 각기 다른 기준을 적용하여 이동전화 단말기 내부 안테나 튜닝을 별도로 개발하기도 한다.

<표 3> 국내 이동통신 사업자들의 OTAP 시험 조건

		SKT	KT(KTF)	LGT
인체모형 적용		Hand only	Hand(자체형상) +Head	Free space, 내년부터 Hand 예정
Display LCD 조건		항상 켜있는 조건	무관	무관
3D 챔버 시험환경		CTIA 표준 준용	CTIA 표준 준용	CTIA 표준 준용
3D 무반사 챔버 구조		Conial	Great Circle	Conial
3D 무반사 챔버 공급사		국내 A+tech사	국내 A+tech사	국내 A+tech사
인체모형 공급사	Head		영국 인덱스사	영국 인덱스사
	Hand	영국 인덱스사	자체 제작	영국 인덱스사
TRP 기준	Free Space			1.8G +18.5dBm
	인체모형	CDMA GSM +21dBm 2.1G +17.0 dBm	GSM +21dBm 2.1G +16.5 dBm	
TIS 기준	Free Space			1.8G -102.5dBm
	인체모형	CDMAGSM -98dBm 2.1G -104.0 dBm	GSM -92dBm 2.1G -102.0 dBm	
적용 시작 시점		2008년 하반기	2008년 하반기	2009년7월
일반적으로 판매되는 상용 모델의 동작 주파수		CDMA - 800 M Singe band WCDMA Quad Band - 900MHz - 1.8Ghz - 1.9Ghz - 2.1Gha	WCDMA Quad Band - 900MHz - 1.8Ghz - 1.9Ghz - 2.1Gha	Single Band - 1.8Ghz

제6절 해외 이동통신사업자들의 이동전화 단말기 체감품질 측정현황

3GPP 에서는 3차원 무반사 챔버에서의 free space 시험 방법을 정의하고 있으나 인체모형 조건에서의 시험은 정의하고 있지 않다.

미국의 CTIA 에서는 Head 인체모형 에 의한 시험방법을 표준화하여 제시하고 있으나 시험결과 기준값에 대하여는 TBD로 각기 사업자들의 고유한 기준을 사용하도

록 하고 있다. 또한 시험조건 정량화가 까다로운 Hand 인체모형 에 대하여는 표준화 협의 단계에 있다.

해외 이동통신 사업자들은 각기 free space, Head 인체모형, Head+Hand 인체모형, Hand 인체모형 의 조건 중에서 각기 다른 조건을 선택하여 기준으로 삼고 있으며, 시험결과 기준값도 각 사업자들 별로 각기 다른 기준값을 사용하고 있다.

<표 4> 해외 주요 이동통신 사업자들의 OTAP 시험 조건

사업자	주파수 대역	Free space		인체모형	
		TRP	TIS	TRP	TIS
미국 AT&T	인체모형 조건			Head only	
	E850Mhz	+20.5	-92.5	+22	-99
	E1900Mhz	+19.5	-93.5	+24.5	-101.5
	W850Mhz			+13	-96.5
	W1900Mhz			+18.5	-100.7
미국 Vodafone	인체모형 조건			Head only	
	G900Mhz	+29.0	-104.0	+24.0	-100.0
	DCS	+26.0	-103.0	+25.0	-102.0
	PCS	+21.0	-106.0	+22.5	-98.5
	W2100Mhz			+18.0	-104.0
미국 Verizon	USC	+20.0			
	PCS	+18.0			
미국Sprint	USC	+19.0	-103.0		
	PCS	+20.0	-103.0		
미국 T-mobile	인체모형 조건			Head only	
	G900Mhz			+24.0	-100.0
	G1800Mhz			+25.0	-104.0
	W2100Mhz			+18.0	-104.0
일본 KDDI	인체모형 조건	Free space 조건에서만 측정			
일본 Docomo	인체모형 조건	Free space 조건과 무반사 챔버내에서 사람에 의한 2차원 측정을 시행			

제3장 인체 영향에 의한 이동전화 단말기 체감품질 분석

이동전화 단말기의 체감품질은 통화자 인체에 의한 전파손실의 영향이 가장 큰 요인으로 작용한다. 이와 같은 인체에 의한 전파감쇄 요인과 체감품질 영향의 정도를 다양한 방법으로 규명하도록 한다.

제1절 인체 영향에 따른 이동전화 단말기 안테나의 수신특성 분석

1. 분석의 목적

휴대폰에 내장된 안테나가 파지하는 손의 형태에 의하여 어떠한 영향을 받는지 분석하도록 한다.

2. 측정 방법

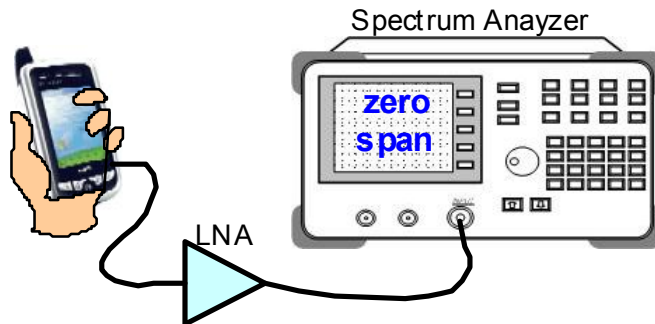
인체에 의한 영향의 정도를 분석하기 위하여 휴대폰 내부의 안테나를 이동전화 단말기 송수신 RF 회로와 연결을 분리하고 외부의 스펙트럼 어널라이저로 연결하여 측정하도록 한다.

스펙트럼 어널라이저에서는 이동전화 단말기 내장 안테나를 통하여 수신되는 상용망의 전파신호의 세기를 시간축 상에서 실측할 수 있도록 Zero Span 모드로 설정한다. 측정 조건과 구성도는 아래와 같다.

<표 5> 안테나 수신세기 측정 조건

중심 주파수	DL 10812 (2162.4MHz)
RBW	1Mhz
VBW	1kHz
SPAN	0 Hz
Sweep Time	5초

휴대 폰 안테나	하부에 위치
시험 휴대 폰	SPH-W3400



<그림 15> 안테나 수신세기 측정 조건과 구성도

3. 측정 결과와 분석

그림 16 ~ 18는 2.1Ghz WCDMA 휴대폰을 free space 조건에 가깝게 두개의 손가락만으로 쥐었을 때와 손으로 가볍게 쥐는 때, 강하게 쥐었을 때의 수신세기의 변화를 측정하였다.

측정 결과에 의하면 손의 파지(把指) 방법에 따라 수신세기가 7~20dB 까지 감쇄됨을 알 수 있다.

이 시험 결과에 의하면 TRP/TIS 시험에 사용되는 Hand 인체모형은 가벼운 파지와 유사한 조건임을 알 수 있다. 특히 의도적으로 휴대폰을 손으로 강하게 파지하였을 때에는 최대 20dB 까지 감쇄할 수 있음을 알 수 있다.

아래의 측정 결과는 전파 무반사실에서의 측정이 아닌 일반 사무실에서의 측정이다. 따라서 통화자의 위치와 자세, 손의 습기 등에 따라 많은 측정편차를 나타내고 있기에 hand & head loss 의 근사적 의미만을 파악하도록 한다.

본 시험에 사용된 휴대폰 모델은 내장 안테나가 휴대폰 아래 부분에 위치하기에 머리에 의한 전파손실은 무시할 정도이었다.



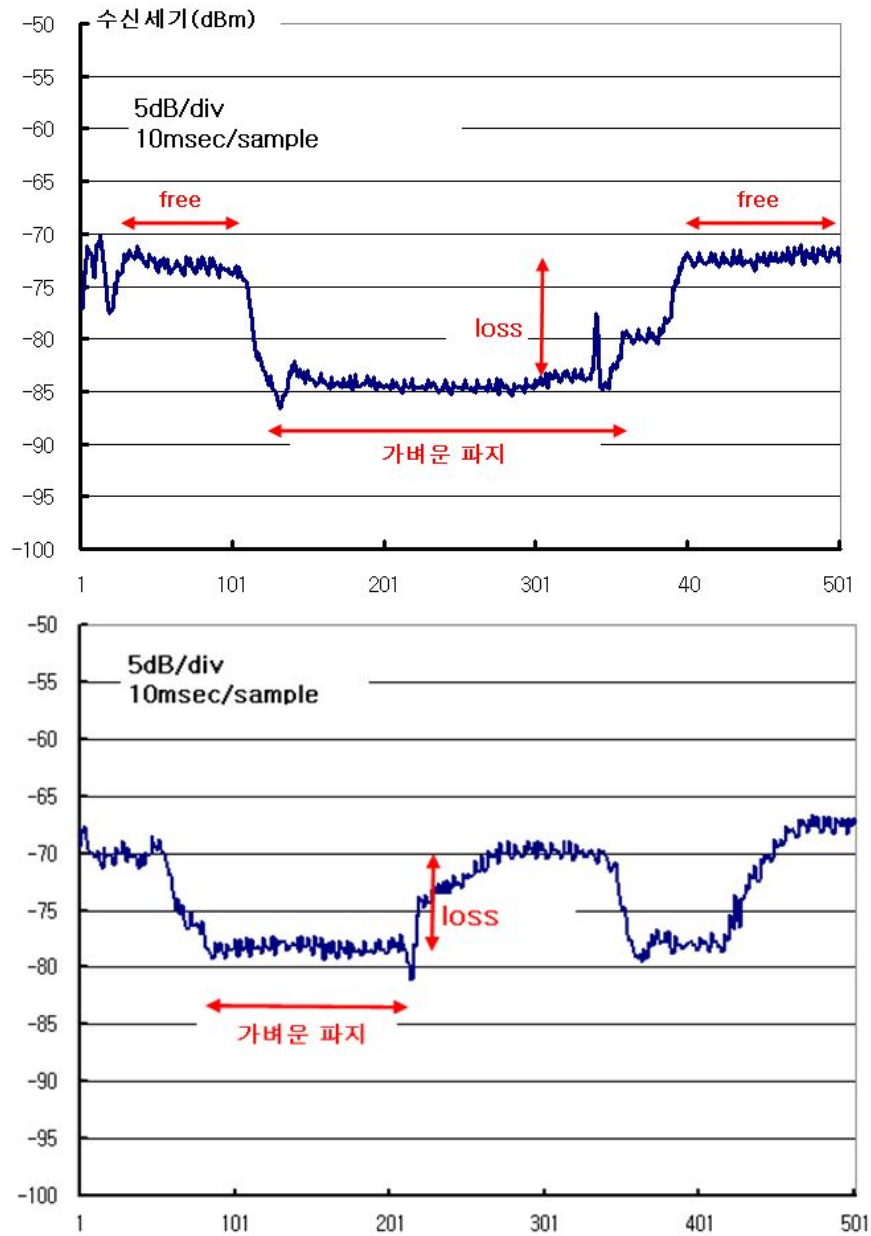
<그림 16> 휴대폰 free space 조건



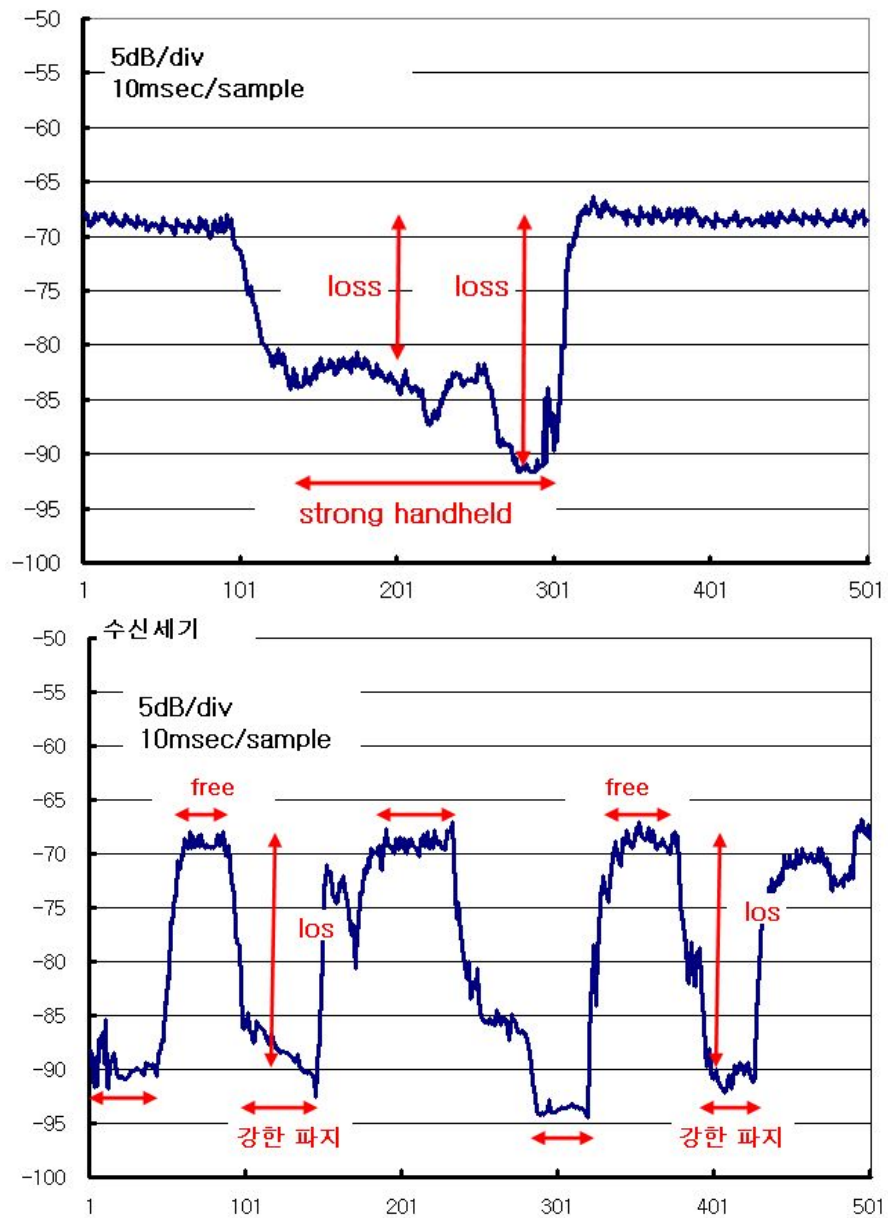
<그림 17> 휴대폰 가벼운 파지(把指)



<그림 18> 휴대폰 강한 파지



<그림 19> 가벼운 파지에 의한 휴대폰 수신세기의 변화



<그림 20> 강한 파지에 의한 휴대폰 수신세기의 변화

제2절 강전계, 약전계 이동통신망에서의 OTAP 특성 분석

1. 분석의 목적

실제 이동통신 상용망에서 주행시험에 의한 인체에 의한 전파손실의 정도를 측정 분석함으로써 3D 무반사 챔버에서의 TRP/TIS 시험결과와의 차이점을 분석하도록 한다.

또한 강전계와 약전계 지역 각각에 대하여 인체 영향에 의한 품질저하의 영향을 분석하도록 한다.

2. 측정 방법

CDMA, WCDMA 이동전화 단말기의 수신세기와 송신세기를 측정하는 기능은 높은 정밀도를 요구하지 않는다. 따라서 측정 이동전화 단말기 시료간에 RSSI, Tx Power 측정 정밀도가 $\pm 1\text{dB}$ 이내가 되는 모델을 선정하거나, 측정결과에 대하여 보정을 실시하도록 한다.

이동전화 단말기의 수신세기와 송신출력을 로깅하기 위해서는 이동전화 단말기에 USB 케이블을 통하여 노트북의 DM에 연결시켜야 하며, 이 DM 케이블이 이동전화 단말기의 안테나 특성에 영향을 주지 않는지 확인하여야 한다.

이를 위해서는 그림 21과 같이 DM의 연동 없이 이동전화 단말기 스스로 로깅한 데이터와 DM을 통하여 로깅된 RSSI, Tx Power 데이터간에 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 오차를 나타내는지 확인하여야 한다.

표 6은 실험실 고정위치에서 측정한 결과로서 DM 케이블이 내장안테나에 미치는 영향이 $\pm 1\text{dB}$ 이내로서 무시할 정도임을 알 수 있다. 따라서 앞으로의 현장시험을 DM 연동에 의한 측정으로 가능한 것으로 판단된다.

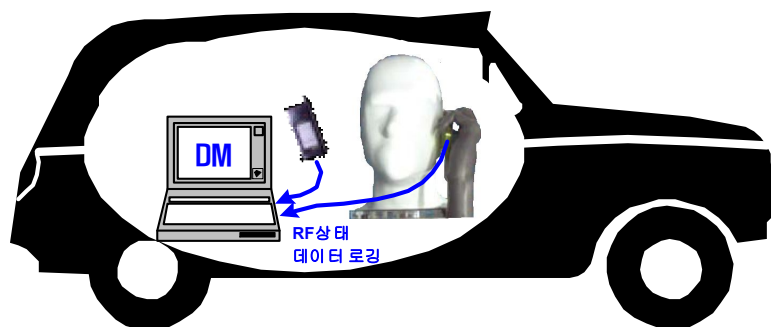


<그림 21> DM 케이블에 의한 이동전화 단말기 내장 안테나 영향 분석

<표 6> DM 케이블에 의한 이동전화 단말기 내장 안테나 영향 분석

	RSSI	Ec/Io
DM 연동에 의한 로깅	-67.4dBm	-5.9dB
단말 스스로 로깅	-66.9dBm	-6.2dB

인체 전파손실을 모형화한 Head+hand phatom 에 의한 전파품질 영향 정도를 파악하기 위해서는 그림 22와 같이 phatom 에 부착하지 않는 휴대폰과 인체모형에 부착한 휴대폰을 동일한 시험차량 내에 실장하여 RF 상태를 로깅하도록 한다.



<그림 22> 상용망에서의 Head+Hand 인체모형 전파손실 측정

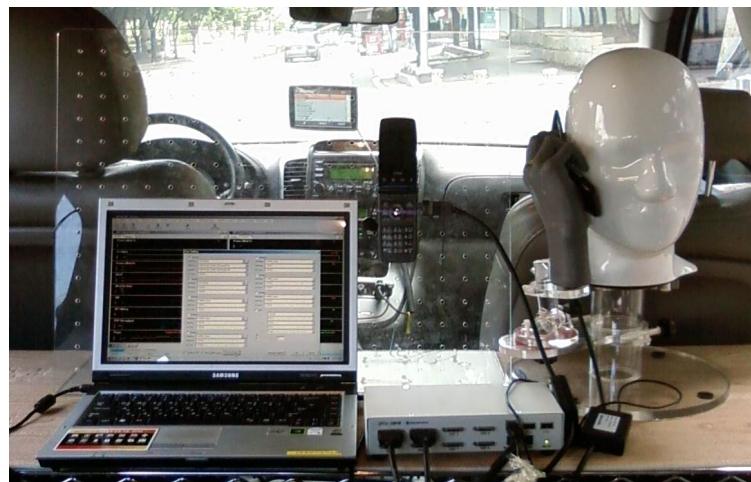
이때 동시에 시험되는 두개의 휴대폰은 동일한 모델을 사용하도록 하며 3D 챔버

에서 사전 OTAP 시험에 의하여 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 품질편차를 갖는지를 확인하여 시험하도록 한다

그림 22의 방식에 의하여 측정되어 휴대폰 내에 로깅된 RF 데이터를 주행시험 종료 후 분석하도록 하며, 측정 조건은 아래의 표와 같다.

<표 7> 이동통신망에서의 OTAP 측정을 위한 조건

설정 항목	설정조건
측정 휴대폰	LG-KH4500, 폴더형, 안테나 하단부 위치
측정 주파수	DL 10812 (2162.4Mhz)
Hand 인체모형	영국 인덱스사 제품, 90% 크기
Head 인체모형	영국 인덱스사 제품
Hand air gap	사용
강전계 시험 구간	성남대로 분당 구간 및 주변 간선도로
약전계 시험 구간	경기도 가평-현리 37번 국도
DM 장비	이노와이어리스사 옵티스
3D 챔버	A+tech 무반사 챔버
통화접속 시간, 시도수	25초, 500~700호



<그림 23> 상용망에서의 body loss 측정을 위한 시험차량 구성

3. 측정결과 분석

표 8은 상용망 도로주행 시험에 의하여 Head+Hand 인체모형 의 영향의 정도를 측정한 결과로서 강전계 지역이나 약전계 지역에서 모두 TIS에 해당하는 RSSI 값의 평균은 7dB 정도 감쇄함을 알 수 있으며, TRP에 해당하는 Tx Power 평균값은 6dB 정도 증가함을 알 수 있다.

하지만 통화품질의 지표가 되는 Ec/Io 값은 -80dBm 이상의 강전계 지역에서는 free space 조건과 인체모형 조건에서 차이가 발생하지 않아 실질적 체감품질 저하가 발생하지 않음을 알 수 있다.

이는 강전계 지역에서는 인체손실을 고려하더라도 강전계 상태를 유지하기 때문에 다른 잡음 요소에 대한 우월한 신호에너지를 유지하기 때문에 Ec/Io 의 저하가 발생하지 않은 것으로 분석된다.

이에 반하여 약 -80dBm 정도의 약전계 지역에서는 free sapce 조건과 인체모형 조건에서 Ec/Io 는 약 1dB 정도의 차이를 나타내어 실질적 체감품질 저하가 명확하게 나타났다. 이는 인체손실에 의한 수신신호 에너지의 감소는 다른 잡음요소에 대한 비율의 감소로 나타나게 되어 Ec/Io 의 저하로 나타남을 알 수 있다

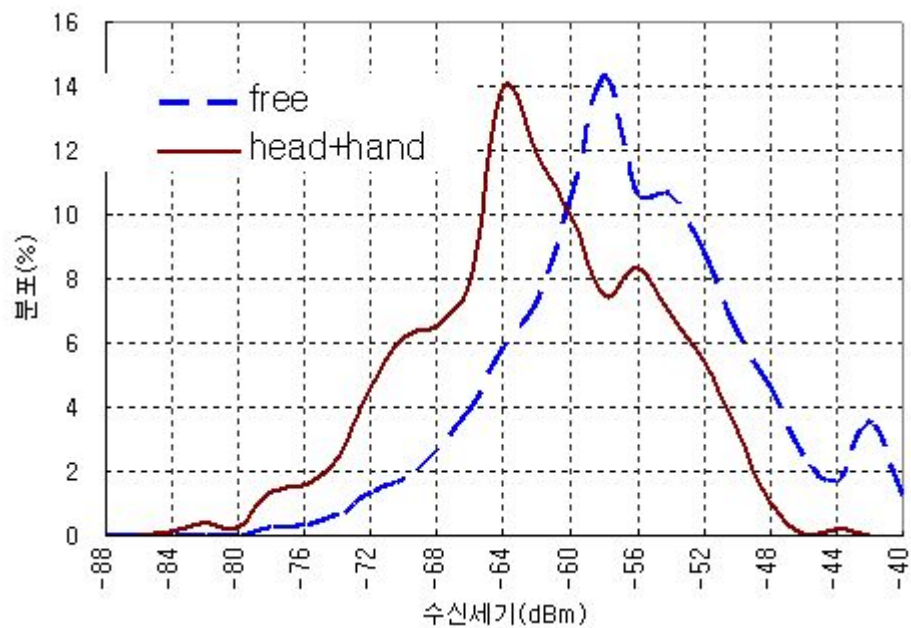
따라서 강전계 지역에서는 인체 손실에 의하여 실질적 고객체감 품질 저하가 발생하지 않지만 약전계 지역에서는 고객체감 품질 저하로 나타나게 됨을 의미하게 된다.

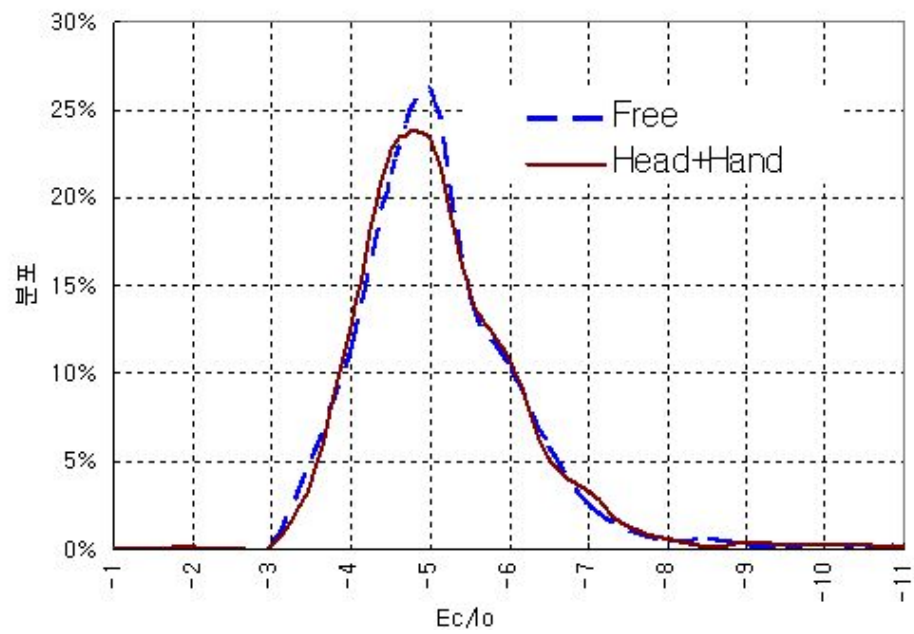
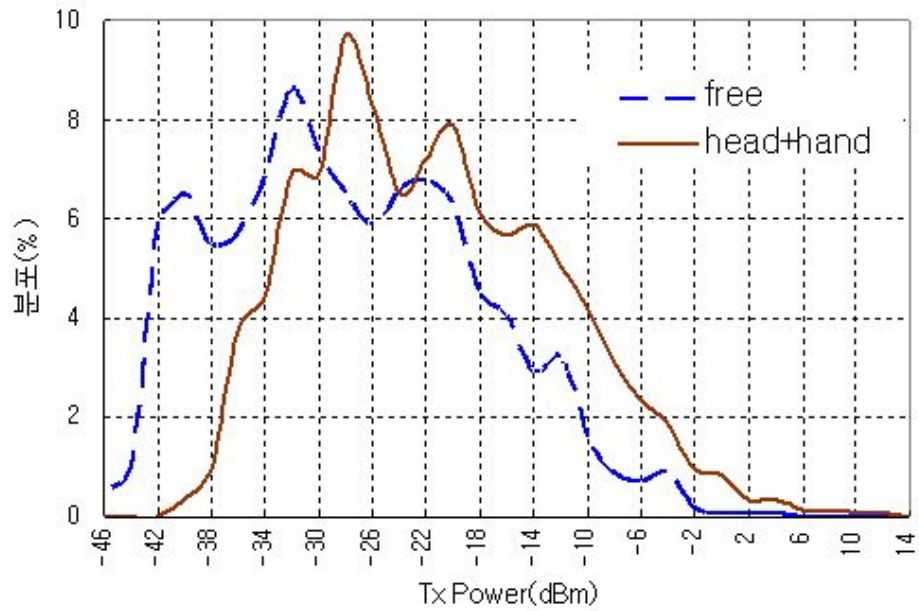
이 측정 결과가 3D 무반사 챔버에서 free space 조건과 Head+Hand 인체모형 조건에서의 TRP/TIS 값의 차이보다는 크게 측정된 요인은 핸드폰텀에 부착된 air gap 의 차이와 주행중 진동으로 인하여 이동전화 단말기가 핸드 안쪽으로 흔들림에 의한 요인으로 유추된다.

강전계에서의 통화접속 성공률의 차이는 나타나지 않았으며 약전계 지역에서 미세한 차이를 나타내었다. 이러한 통화접속 성공률의 편차는 좀 더 전파신호 레벨이 낮고 넓은 구간에서 약전계를 이루는 지역에서 시험을 실시하면 더욱 큰 편차로 나타날 것으로 예상된다.

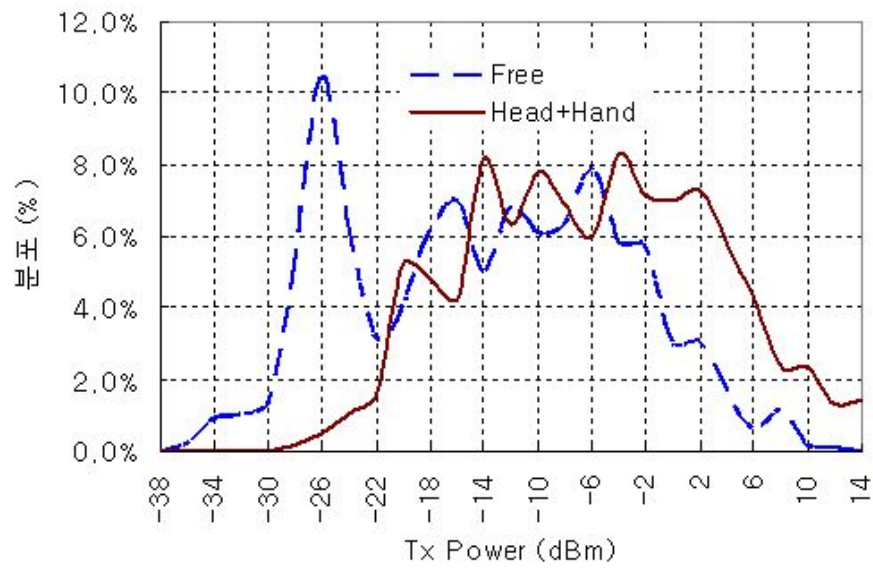
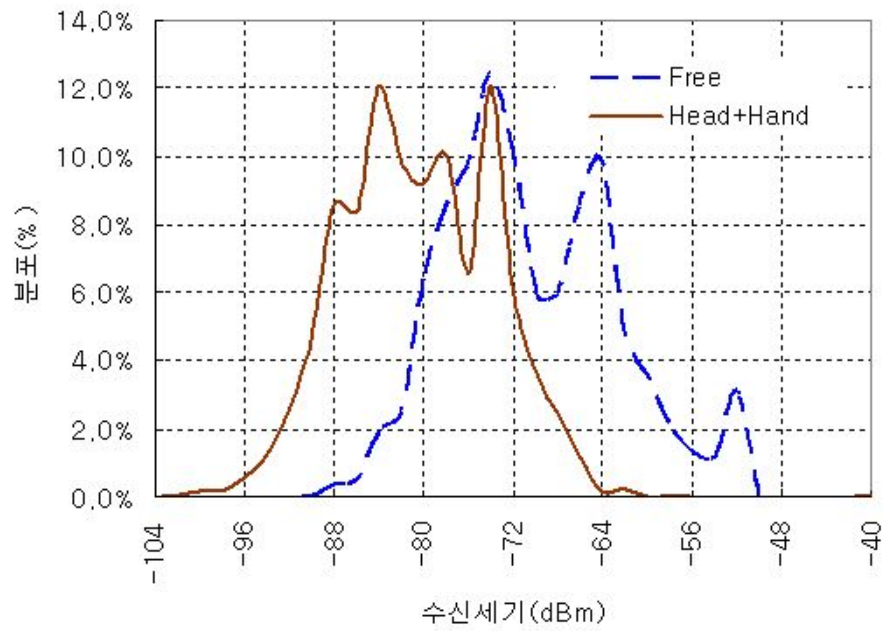
<표 8> 3D 무반사챔버와 상용망에서의 Free Space, 인체모형 조건에서의 전파상태 측정결과

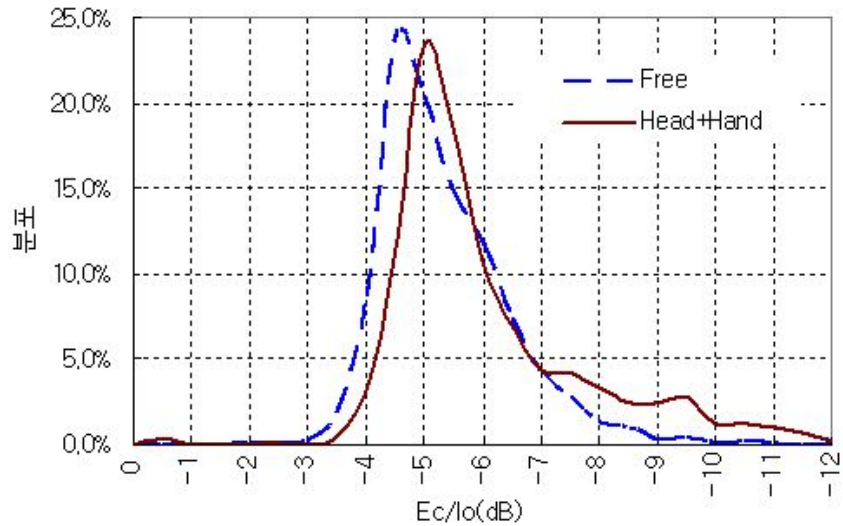
		Free space	Head+Hand 인체모형	차이
3D무 반사 챔버	TIS (Rx)	-109.14dBm	-105.23dBm	3.91dB
	TRP (Tx)	+22.05dBm	+17.26dBm	4.79dB
강전계	RSSI	-57.6dBm	-63.18dBm	5.58dB
	Tx Power	-28.65dBm	-22.5dBm	6.15dB
	Ec/Io	-4.83dB	-4.89dB	0.06dB
	통화접속성공률	99.8%	99.6%	0.2%
약전계	RSSI	-69.35dBm	-79.32dBm	9.97dB
	Tx Power	-12.82dBm	-5.0dBm	7.82dB
	Ec/Io	-5.12dB	-6.09dB	0.97dB
	통화접속성공률	99.7%	99.1%	0.6%





<그림 24> 강전계 지역에서의 free space 와 hand+head phatom 조건에서의 주행 시험 RSSI, Tx Power, E_c/I_o 분포도





<그림 25> 약전계 지역에서의 free space 와 hand+head phatom 조건에서의 주행 시험 RSSI, Tx Power, Ec/Io 분포도

제3절 3차원 무반사 챔버에서의 이동전화 단말기 모델별 OTAP 특성 분석

1. 분석의 목적

이동전화 단말기 모델별 free space 조건과 인체손실 조건에서의 송수신 특성 변화를 분석한다.

2. 측정 방법

3차원 무반사 챔버에서 인체 모형에 의한 이동전화 단말기의 송수신 특성의 변화를 측정 분석하도록 한다.

측정 조건은 인체손실을 고려하지 않는 free space 조건과 손에 의한 영향만을 고

려하는 Hand 인체모형 조건, 손과 머리의 영향을 고려하는 Hand & Head 인체모형 조건에서 측정하여 비교하도록 한다.

3. 측정결과 분석

아래의 표 9는 3차원 무반사 챔버에서 Free Space 조건에서와 인체모형 조건에서의 TRP, TIS 특성을 실측한 결과이다.

free space 조건에서 유사한 특성을 나타낸 이동전화 단말기들이 인체 모형의 조건에서는 각기 다른 OTAP 특성을 나타내었다. 이는 이동전화 단말기 내부의 안테나 위치와 이동전화 단말기의 기구적 구조 등에서 기인한 것으로 판단이 된다.

대표적으로 내장 안테나가 이동전화 단말기 아래 부분에 위치하여 손에 의한 전파 손실이 크게 발생하는 햅틱 또는 슬라이드 단말의 특성저하가 폴더 타입에 비하여 2~4dB 정도 더 저하함을 알 수 있다.

또한 동일 폴더 모델의 시험 시료들 간에는 품질의 편차가 크지 않음을 알 수 있다. 이는 인체 전파손실에 의한 특성 변화가 이동전화 단말기 각각의 회로적 특성이 아닌 기구적 특성에서 기인하기 때문으로 분석된다.

<표 9> 3D 무반사 챔버에서의 이동전화 단말기 타입별 TRP/TIS 특성

		Free space	Hand+Head인체모형	품질저하
슬라이드	TRP	+20.33dBm	+12.75dBm	7.58dB
	TIS	-107.31dBm	-101.0dBm	6.31dB
햅틱	TRP	+21.63dBm	+15.84dBm	5.79dB
	TIS	-107.68dBm	-101.98dBm	5.7dB
폴더	TRP	+22.05dBm	+17.26dBm	4.79dB
	TIS	-109.14dBm	-105.23dBm	3.91dB

<표 10> 3D 무반사 챔버에서의 동일 모델간의 TRP/TIS 특성 편차⁴⁾

		Free space	Hand 인체모형
폴더1	TRP	+20.8dBm	+18.43dBm
	TIS	-109.83dBm	-107.02dBm
폴더2	TRP	+20.95dBm	+18.97dBm
	TIS	-109.92	-107.35dB,
폴더3	TRP	+20.8dBm	+18.25dBm
	TIS	-109.37dBm	-107.11dBm

제4절 인위적 약전계에서의 인체손실이 반영된 전파특성 및 통화시험 측정분석

1. 분석의 목적

Free space 와 Hand 인체모형 조건의 이동전화 단말기의 송수신 특성 및 통화 접속성공률의 차이를 분석한다

이동전화 단말기 타입별 송수신 특성 및 통화 접속성공률의 차이를 분석하고 차원 무반사 챔버에서 측정된 OTAP 측정결과와의 상관관계를 분석한다.

2. 측정 방법

앞 장에서 인체의 전파손실을 고려하더라도 강전계에서는 통화품질 저하가 발생하지 않지만 약전계에서는 통화품질 저하가 발생함을 알 수 있었다. 따라서 이동전화 단말기의 체감품질을 비교분석하기 위해서는 약전계 지역에서 송수신 특성 및 통화 접속성공률 시험을 실시한다.

약전계 조건을 구현하기 위하여 아파트 지하 주차장의 지하중계기 출력을 제어하여 무작위적인 약전계 조건을 구현하여 지하 주차장 구간을 시험차량으로 주행하면서 측정하도록 한다.

시험 시료간 상대적인 품질 비교를 시험의 목적으로 하고 있기에 품질편차를 크게 나타나게 하고 시험시간 절약 등의 목적을 고려하여 통화접속 시간을 5초로 (기존 품

4) Head 인체모형 을 확보하지 못하여 Hand 인체모형으로만 측정

질평가 기준은 25초) 줄여 시험하도록 한다.

특히 동기식 CDMA 와 달리 비동기식 WCDMA 에서의 Random Access 는 매우 빠른 속도로 진행되기 때문에 통화접속 시간을 5초로 제한하여도 이동전화 단말기의 전파특성을 충분하게 고려되게 된다. (상세내역은 첨부자료 1 참조)

Head 인체모형 은 시료 확보의 어려움과 Hand 인체모형 에 비하여 영향이 적음을 고려하여 Hand 인체모형으로만 인체 전파손실을 구현하도록 한다.

<표 11> 약전계 측정조건

설정 항목	설정조건
측정 휴대폰	LG-KH4500, 폴더형,안테나 상단부 위치SPH-W5300, 슬라이드,안테나 하단부 위치SPH-W7700, 햅틱, 안테나 하단부 위치
측정 주파수	DL 10812 (2162.4Mhz)
Hand 인체모형	영국 인덱사 제품, 90% 크기
Hand Air Gap	사용
Head 인체모형	사용하지 않음
자동호 시험장비	Innowireless 사 Optis 장비
시험 구간	성남시 분당구 서 현동 동아아파트 지하주차장
통화시도 time out	5초
통화접속 시도 수	100~200호



<그림 26> 약전계 조성을 위한 지하중계기 출력 제어



<그림 27> 약전계 시험을 위한 지하 주차장 (약 90x60meter)

3. Free Space - 폴더 Hand 인체모형 전파특성 및 통화시험 분석

동일한 폴더 타입 이동전화 단말기를 Free Space 조건과 Hand 인체모형 조건에서 수신세기, 송신출력, Ec/Io 값 그리고 통화접속 성공률의 차이를 측정 분석한 결과는 표 12와 같다. Hand 인체모형 에 의한 수신세기 평균값은 2.1dB 저하하고 송신출력 평균값은 2.1dB 상승하여 3D 무반사 챔버에서 측정된 Free Space TRP, TIS 값과 Hand 인체모형 TIS, TRP 값의 차이와 1dB 이내의 편차로 유사한 특성을 나타냄을 알 수 있다.

또한 Hand 인체모형 에 의하여 송수신 특성이 저하한 이동전화 단말기의 통화접속 성공률이 Free Space 이동전화 단말기의 접속성공률에 비하여 약 14% 정도 낮음을 알 수 있다.

이러한 시험결과는 인위적인 약전계 조건에서의 결과이기에 일반적 체감품질을 대변할 수는 없지만 통화자 인체에 의한 전파손실로 인하여 통화품질이 저하함을 입증하게 된다.

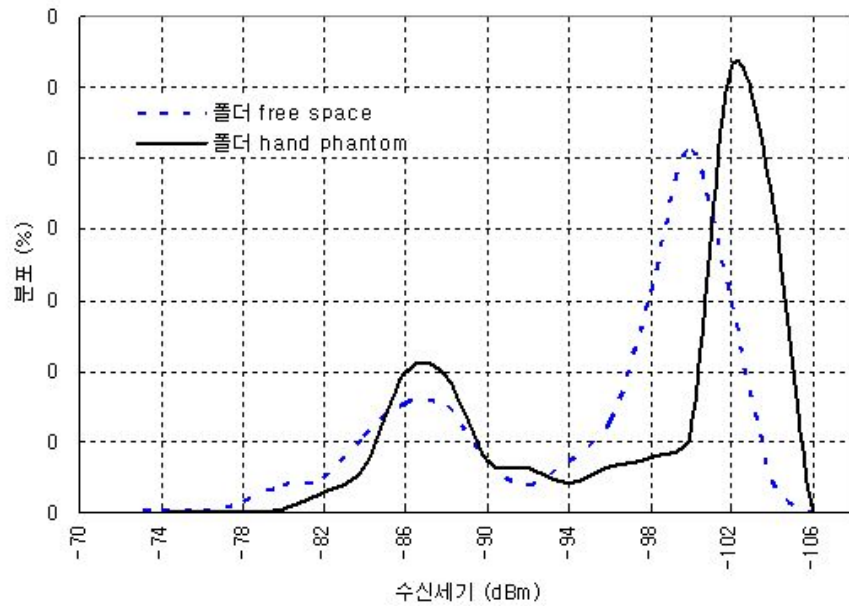
<표 12> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 전파특성 및 통화성공률

	폴더	폴더	차이값
시험조건	Free Space	Hand 인체모형	

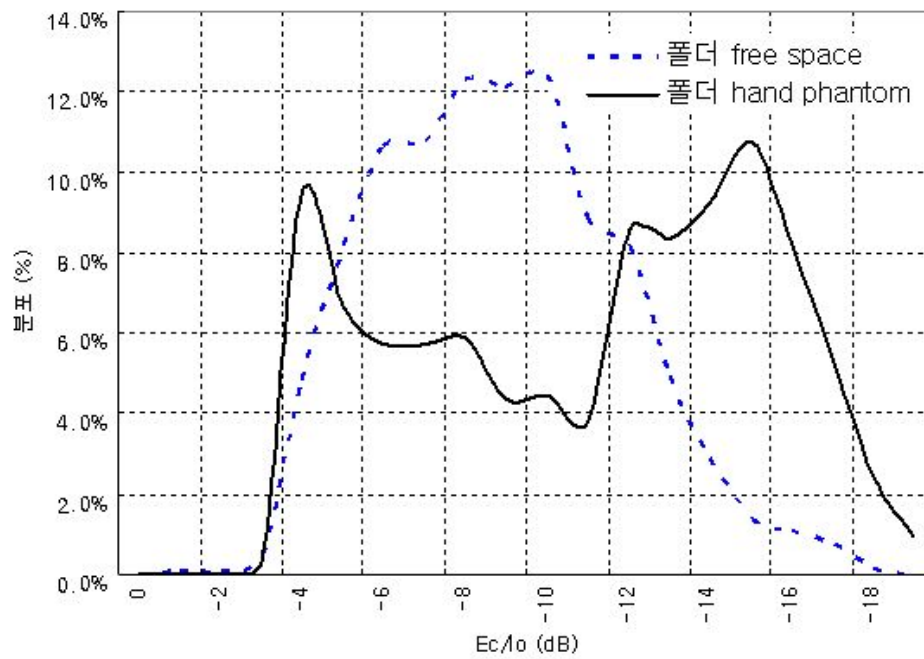
Rx 평균	-96.17dBm	-98.17dBm	2.0dB
Tx 평균	+9.26dBm	+10.37dBm	1.11dB
Ec/Io 평균	-9.36dB	-11.61dB	2.25dB
TIS	-109.92dBm	-107.35dBm	2.57dB
TRP	+20.95dBm	+18.97dBm	1.28dB
접속 성공률	91%	77%	14%



<그림 28> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 시험 설정



<그림 29> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 수신세기 분포



<그림 30> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 송신출력 분포

4. 폴더 hand 인체모형- 슬라이드 hand 인체모형 전파특성 및 통화시험분석

폴더 타입 이동전화 단말기와 슬라이드 타입 이동전화 단말기 모두 동일한 Hand 인체모형 조건에서 수신세기, 송신출력, Ec/Io 값과 통화접속 성공률의 차이를 분석한 결과는 표 13과 같다.

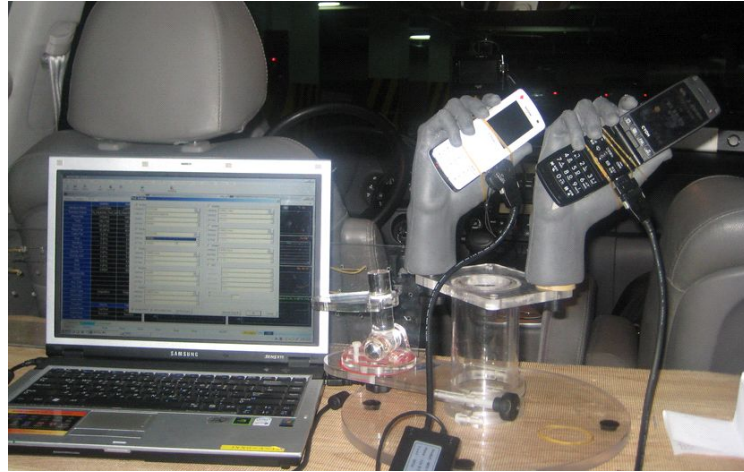
측정된 결과에서 슬라이드 이동전화 단말기가 폴더 이동전화 단말기에 비하여 수신세기 평균값은 2.1dB 낮고 송신출력 평균값은 2.1dB 높아 3D 무반사 챔버에서 Hand 인체모형 조건으로 측정된 TRP, TIS 값과 1dB 이내의 편차로 유사한 특성을 나타냄을 알 수 있다.

또한 Hand 인체모형 조건에서 TRP, TIS 특성이 더 양호한 슬라이드 타입 이동전화 단말기의 통화접속 성공률이 폴더 타입 이동전화 단말기의 접속성공률에 비하여 약 19% 낮음을 알 수 있다.

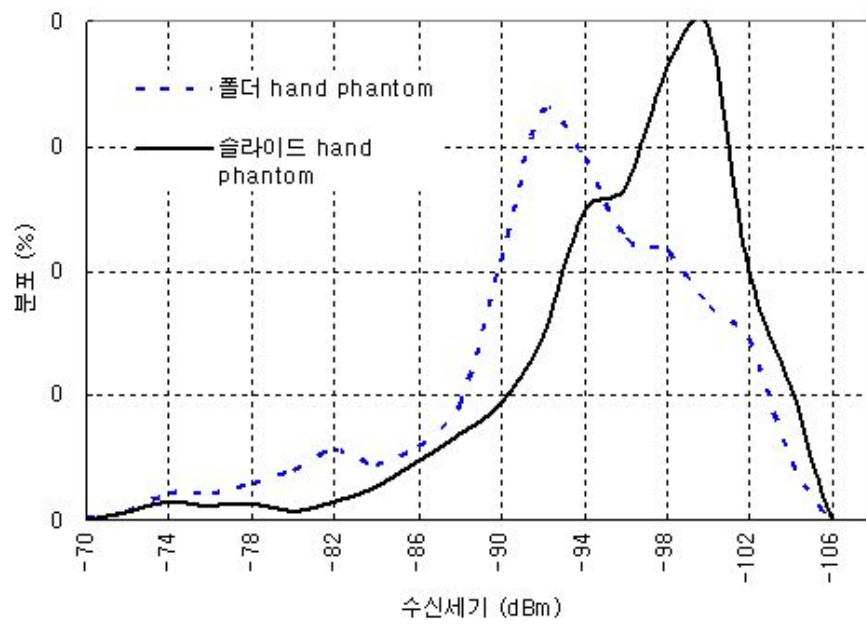
이러한 시험결과는 인위적인 약전계 조건에서의 결과이기에 일반적 체감품질을 대변할 수는 없지만 통화자 인체에 의하여 슬라이드 타입 이동전화 단말기의 체감품질이 폴더 타입에 비하여 더 낮아 질수 있음을 의미하게 된다.

<표 13> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 전파특성 및 통화성공률

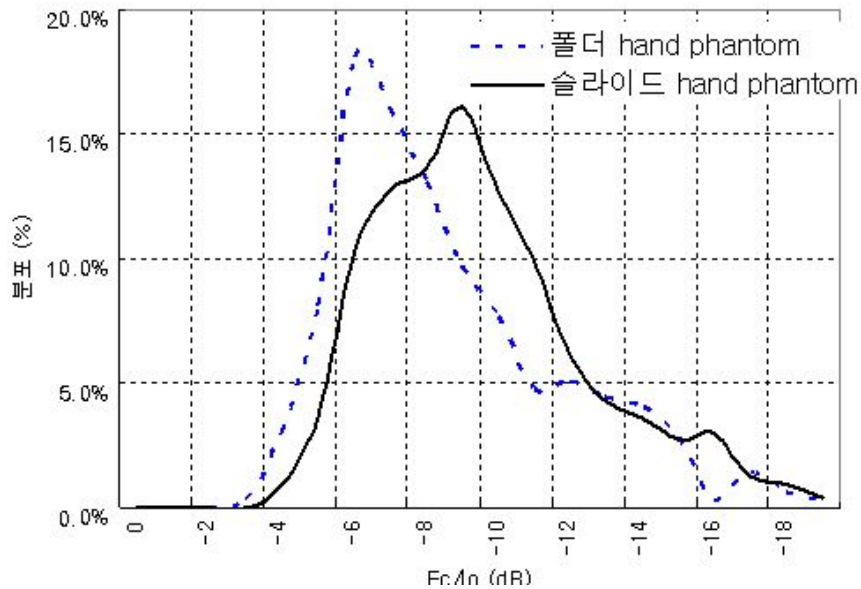
	폴더	슬라이드	차이값
시험조건	Hand 인체모형	Hand 인체모형	
Rx 평균	-94.2dBm	-97.17dBm	2.97dB
Tx 평균	+10.54dBm	+14.91dBm	4.37dB
Ec/Io 평균	-9.11dB	-10.1dB	0.99dB
TIS	-105.23dBm	-101.0dBm	4.23dB
TRP	+17.26dBm	+12.75dBm	4.51dB
접속 성공률	82%	63%	19%



<그림 31> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 시험 설정



<그림 32> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 수신세기 분포



<그림 33> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 송신출력 분포

5. 폴더 hand 인체모형 - 햅틱 hand 인체모형의 전파특성 및 통화시험분석

폴더 타입 이동전화 단말기와 햅틱 타입 이동전화 단말기 모두 동일한 Hand 인체 모형 조건에서 수신세기, 송신출력, E_c/I_o 값과 통화접속 성공률의 차이를 분석한 결과는 표 14와 같다.

측정된 결과에서 슬라이드 이동전화 단말기가 햅틱 타입 이동전화 단말기에 비하여 수신세기 평균값은 2.1dB 낮고 송신출력 평균값은 2.1dB 높아 3D 무반사 챔버에서 Hand 인체모형 조건으로 측정된 TRP, TIS 값과 1dB 이내의 편차로 유사한 특성을 나타냄을 알 수 있다.

또한 Hand 인체모형 조건에서 TRP, TIS 특성이 더 양 좋은 햅틱 타입 이동전화 단말기의 통화접속 성공률이 폴더 타입 이동전화 단말기의 접속성공률에 비하여 17% 정도 낮음을 알 수 있다.

이러한 시험결과는 인위적인 약전계 조건에서의 결과이기에 일반적 체감품질을 대

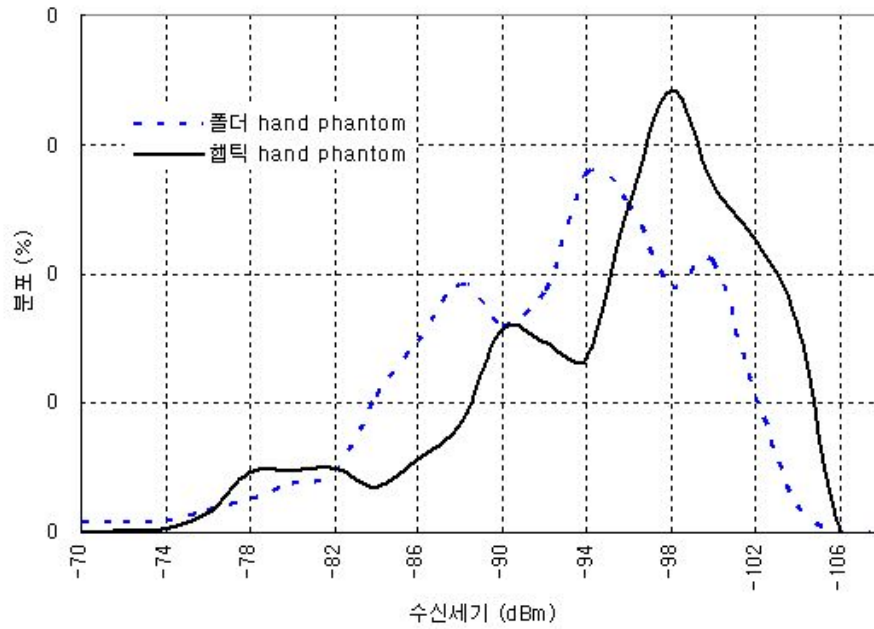
변할 수는 없지만 통화자 인체에 의하여 햅틱 타입 이동전화 단말기의 체감품질이 폴더 타입에 비하여 더 낮아 질수 있음을 의미하게 된다.

<표 14> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 전파특성 및 통화성공률

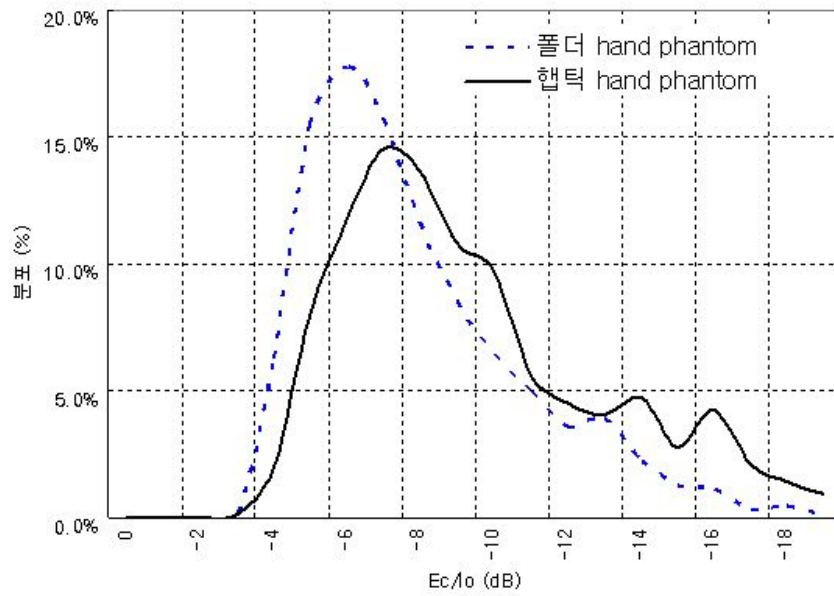
	폴더	햅틱	차이값
시험조건	Hand 인체모형	Hand 인체모형	
Rx 평균	-93.38dBm	-96.08dBm	2.7dB
Tx 평균	+10.63dBm	+13.4dBm	2.77dB
Ec/Io 평균	-8.38dB	-10.04dB	1.66dB
TIS	-105.23dBm	-101.98dBm	3.25dB
TRP	+17.26dBm	+15.84dBm	1.43dB
접속 성공률	88.5%	71.5%	17%



<그림 34> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 시험 설정



<그림 35> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 수신세기 분포



<그림 36> 폴더모델의 free space, hand 인체모형 조건의 송신출력 분포

제5절 셀룰라-WCDMA OTAP 품질편차 분석

1. 분석의 목적

800MHz 대역의 셀룰라 이동전화 단말기와 2.1Ghz 대역의 WCDMA 이동전화 단말기의 OTAP 특성 편차를 분석함으로써, 통화자 인체에 의한 품질저하의 정도를 비교한다.

2. 측정 방법

3D 챔버내에서 Free Space 조건과 Hand 인체모형 조건에서의 TRP 와 TIS 를 측정 분석한다.

3. 측정 결과 및 분석

셀룰라 이동전화 단말기가 TRP 측정값에서 다소 우수한 특성을 나타내기는 하였지만 제한된 개수의 측정시료와 모델의 차이 등의 편차를 고려하면 큰 의미를 부여하기 힘들다.

결과적으로 셀룰라 이동전화 단말기와 WCDMA 이동전화 단말기의 통화자의 인체손실에 의한 통화품질 저하의 정도는 유사한 특성을 갖는 것으로 판단될 수 있다.

<표 15> 셀룰라-WCDMA OTAP 측정 비교분석

단위(dBm, dB)

Band	Type	ANT 위치	Free		Hand		Free&Hand 비교	
			TRP	TIS	TRP	TIS	TRP	TIS
Cellular	슬라이드	하단	20.07	104.42	16.81	101.48	-3.26	-2.94
Cellular	슬라이드	하단	19.29	103.60	17.94	98.93	-1.35	-4.67
Cellular	폴더	하단	20.26	104.94	18.24	99.94	-2.02	-5.00
Cellular	슬라이드	상단	17.86	102.02	15.87	99.16	-1.99	-2.86
Cellular	슬라이드	상단	19.12	104.88	17.83	103.81	-1.29	-1.07
Cellular	폴더	상단	18.87	104.08	16.96	99.28	-1.91	-4.80
Cellular	폴더	상단	19.81	106.54	18.08	103.32	-1.73	-3.22
			19.33	104.35	17.39	100.85	-1.94	-3.51
WCDMA	슬라이드	하단	21.56	106.59	18.37	103.88	-3.19	-2.71
WCDMA	슬라이드	하단	21.45	108.42	17.69	102.66	-3.76	-5.76
WCDMA	슬라이드	하단	21.17	106.38	17.69	102.60	-3.48	-3.78
WCDMA	폴더	하단	18.96	105.82	15.16	103.10	-3.80	-2.72
WCDMA	슬라이드	상단	19.34	106.55	15.24	102.93	-4.10	-3.62
WCDMA	슬라이드	상단	19.63	109.44	16.13	104.98	-3.50	-4.46
WCDMA	슬라이드	상단	20.19	105.87	16.35	103.74	-3.84	-2.13
			20.33	107.01	16.66	103.41	-3.67	-3.60

제4장 연구 요약

o 전파세기

이동통신망의 전파는 시골지역을 제외하면 불특정 다수 건물의 투과손실을 고려하여 도로에서는 $-60\sim 80\text{dBm}$ 정도로 매우 높은 강전계를 유지하게 된다. 따라서 도로 위주의 자동 호 시험에 의한 이동통신망 품질결과는 휴대폰의 품질편차는 매우 적게 반영이 될 것이며 호 처리 및 핸드오버 절차를 포함하는 이동통신망의 프로토콜 오류 또는 이동전화 단말기 기능 오류에 의한 통화품질을 대변하게 된다.

이에 반하여 고객 통화의 70% 이상은 불특정 다수 건물 내에서 이루어지기 때문에 매우 큰 건물 투과손실과 인체에 의한 전파 손실 등에 의하여 약전계 환경에서 통화가 빈번하게 이루어지게 된다. 따라서 고객 체감품질 관점에서는 인체에 의한 전파손실에 강인함을 갖는 휴대폰이 더 높은 고객체감 품질을 나타내게 된다.

o 인체에 의한 전파손실

이동전화 단말기의 고객체감 품질은 인체에 의한 전파손실의 정도에 의하여 큰 영향을 받음을 알 수 있다. 통화자 인체에 의한 전파손실의 정도는 첫번째 이동전화 단말기 자체의 특성, 두번째 이동전화 단말기 디자인에서 기인하는 구조적 특성, 세번째 통화자의 이동전화 단말기 파지 형태에 의하여 결정되게 된다.

평균적인 인체 모형 조건에서의 고객체감 품질은 삼차원 무반사 챔버나 실제 상용 망에서의 시험 등 다양한 시험을 통하여 약 7dB 정도의 특성저하를 나타냄을 알 수 있다, 또한 통화자가 이동전화 단말기를 강하게 쥐는 경우에는 최대 20dB까지의 특성저하가 발생할 수 있음을 알 수 있다.

20dB의 품질저하는 커버리지가 1/4까지 줄어들 수 있는 매우 큰 품질 편차로서 중계기가 설치되지 않은 불특정 다수 건물 내에서 고객의 체감품질에 결정적 영향을 미침을 알 수 있다.

강전계 지역에서의 인체에 의한 전파손실은 강전계 지역에서는 실질적 품질 지표인 E_c/I_o 의 저하를 발생시키지 않으나 약전계 지역에서는 E_c/I_o 의 저하를 발생시켜

체감품질 저하로 연결될 수 있음을 알 수 있다. 즉 상대적 강전계 지역인 도로에서는 인체에 의한 전파손실이 체감품질 저하로 연결되지 않으나 상대적 약전계 지역인 불특정 다수의 건물 내에서는 인체에 의한 전파손실이 통화접속 성공률 저하로 연결되어 체감품질 저하로 나타남을 알 수 있었다.

o 국내 및 해외 이동통신 사업자들의 이동전화 단말기 체감품질 관리 방안

미국과 유럽의 대표적 민간 표준화기관에서는 통화자 인체의 의한 전파손실의 정도를 TRP/TIS 로 정의하여 측정방법 등을 상세히 규정하고 있다. 하지만 각각 이동통신 사업자들의 고유한 측정방법과 기준과 상이하게 적용되어 이동전화 단말기의 성능을 시험하고 있다

국내 이동통신 3개사는 CTIA 에서 정의하고 있는 동일한 체감품질 시험방법을 적용하여 시험하고 있으나 각기 다른 인체 모형 기준과 이동전화 단말기의 파지방법 그리고 각기 다른 시험기준에 의하여 이동전화 단말기의 특성을 시험하고 있다.

이동전화 단말기의 체감품질 시험을 위한 인체모형 시험은 3D 무반사 챔버의 크기, 측정방법 및 손과 머리 인체모형의 크기, 모양, 유연성, 유전율, 이동전화 단말기의 파지강도, 파지 모양 등에 따라 매우 상이한 특성을 나타내기 때문에 특정한 표준으로 정의함에 있어 많은 어려움이 예상된다.

통화자의 인체 전파손실에 의하여 크게 변화하는 휴대폰 고객체감 품질은 많은 주관적 요소를 포함하기 때문에 객관적으로 비교 평가하기 위한 시험방법과 기준 등을 통일된 기준으로 정의하기에는 많은 어려움이 예상된다.

o 이동전화 단말기의 체감품질 특성 편차

인체에 의한 전파손실을 고려하지 않는 free space 조건에서 유사한 특성을 나타내는 이동전화 단말기이라도 이동전화 단말기의 디자인과 내장 안테나의 위치 등에 따라 인체모형에서의 특성은 매우 상이함을 알 수 있다.

일반적으로 이동전화 단말기 상단부에 내장 안테나가 위치하는 폴더형의 경우 파지하는 손과 머리에 의한 영향이 적어 가장 좋은 체감품질 특성을 나타내었으며, 내장 안테나가 아래에 위치하는 일부 슬라이드 모델과 햅틱 모델은 파지하는 손에 의하

여 가장 큰 영향을 받음을 알 수 있다. 이는 이동전화 단말기 자체의 특성에서 기인하는 것이 아니라 이동전화 단말기 디자인과 전자파 인체 유해조건인 SAR 특성을 고려하여 안테나의 위치가 결정되고 내장 안테나와 인체와의 밀착 구조에서 기인함을 알 수 있다.

또한 제한적 수량에서의 시험결과이기는 하지만 동일한 모델의 이동전화 단말기들 간에는 인체모형에서의 특성의 차이가 무시할 정도임을 알 수 있었다.

인체 모형 조건에서 특성이 더 많이 저하하는 이동전화 단말기는 약전계 지역에서 의 소통 호 시험에서 다소 높은 접속실패율 특성을 나타냄을 알 수 있다. 이는 인체 손실에 의하여 이동전화 단말기의 유효출력의 감소와 유효수신감도의 열화에서 기인함을 알 수 있었다.

o 이동전화 단말기의 체감품질 관리 방안

이동전화 단말기의 체감품질은 이동전화 단말기의 안테나 구조와 인체에 의한 전파손실에서 기인하게 되며 TRP/TIS 특성값으로 관리가 가능하다.

따라서 인체로부터 멀리 떨어지는 구조인 예전의 외장 안테나 구조가 가장 좋은 특성을 나타낼 것임에 틀림없지만 다양한 사용용도와 전자파 인체 유해성 등이 고려되어 이동전화 단말기의 디자인과 안테나 구조가 결정되기 된다. 따라서 특정한 시험방법이나 시험기준을 정하여 이동전화 단말기의 체감품질 지표를 관리하기 위해서는 위의 많은 요소들을 충분히 고려하여야 하겠다.

제5장 이동전화 단말기 품질평가의 정책방향 검토

o 이동전화 단말기 품질평가 기준 정립의 필요성

- 국내 및 해외 이동통신 사업자별로 독자적인 체감품질 관련 시험방법과 시험기준을 적용하고 있기에 시험방법과 기준 통일화의 많은 반발과 어려움이 예상된다.
- 이동전화 단말기의 체감품질은 통화자 인체 영향에 의하여 가장 큰 영향은 받는다. 또한 인체 영향의 정도는 이동전화 단말기의 디자인, 크기, SAR(인체 전자파 흡수율)등의 휴대전화 모델별 고유한 특징에서 기인하기 때문에 상대적 서열에 의한 품질 평가 보다는 절대적 기준에 의한 적합 여부로 평가되어야 한다.
- 이동전화 단말기 자체의 품질평가 보다는 이동통신망 품질평가에 연계된 품질평가의 방안이 검토되어야 한다.
- 해외 산업계 표준화 단계에 적극적으로 참여함으로서 해외향, 국내향 이동전화 단말기의 체감품질 기준 통일화의 노력이 요구된다.

o 이동통신망 품질평가 시 이동전화 단말기 체감품질 요소의 연계 필요성

- 기존 이동통신망 품질평가는 통화자들의 휴대전화 전파 상태를 충분히 반영치 못하였기에 체감품질과의 차이가 존재하였다. 따라서 기존 이동통신망 품질평가 방안에 통화자 인체에 의한 전파손실의 요소를 반영하여 시험하도록 하여야 한다.
- 통화자의 70% 이상이 (필요시 설문조사에 의한 건물 내 통화비중 조사) 불특정 건물 내에서 이루어짐을 고려하여 기존 이동통신망 품질평가 방법에 건물 전파 투과손실의 요소를 반영하여 시험하도록 한다.
- 고객체감 품질을 대변하기 위해서는 사업자가 제시하는 휴대전화 모델이 아닌 판매량에 근거하여 선정된 휴대전화 모델을 이동통신망 품질평가의 시험단말로 선정한다.
- 휴대전화의 모델별로 인체 전파손실의 편차가 발생함을 고려하여 휴대전화 종류별로 시험단말을 선정하도록 한다.

제6장 결 론

본 연구는 이동전화 단말기에 대한 이용자의 품질 불만 등의 민원 증가와 현재 시행하고 있는 이동통신 서비스 품질평가에 단말기의 체감품질 요소가 반영되지 않아 서비스 품질평가 결과와 이용자 체감품질과는 여전히 차이가 있음을 인식하여 이동전화 단말기의 품질평가 제도 도입의 필요성 및 타당성을 마련하고, 또 필요하다면 품질지표 및 평가 방법 등을 조사하기 위해 사전 정책연구 과제로 진행되었다.

본 연구의 주요 수행 결과로는 이용자의 체감품질 관점에서 이동전화 단말기의 품질 요소가 무엇이며, 이들 요소들에 대한 품질을 어떻게 평가할 것이며, 또 각각의 품질 기준값은 어느 정도인지를 조사·분석하였다. 또한 국·내외 서비스 사업자들의 이동전화 단말기의 품질관리 방안을 조사하였으며, 단말기 품질에 관한 국제 표준도 조사·분석하였다.

이동전화 단말기에서 이용자의 체감품질에 영향을 미치는 품질 요소는 대부분 사업자들이 자체적으로 품질 관리를 진행하고 있으며, 사업자간 품질관리 항목이나 품질 기준값은 현재 표준화되어 있지 않은 상황으로 각 사업자 내부적으로 정의하여 사용하고 있다. 따라서 이동전화 단말기의 품질평가 제도를 도입할 경우 사업자들로부터 많은 반대가 예상되며, 설사 제도를 도입한다하더라도 사업자간 공통의 품질평가 항목 및 최소 품질 기준값 등을 표준화하는 문제가 더 시급한 것으로 판단된다.

결국, 본 연구의 정책적 활용 방안은 이동전화 단말기 자체의 품질평가 제도 도입보다 현재 시행하고 있는 통신서비스 품질평가에 이동전화 단말기의 체감품질 요소를 반영하여 현 품질평가 방법을 보완하고 개선하는 것이 보다 효율적이다. 만약 이동전화 단말기의 체감품질 요소가 현 통신서비스 품질평가에 다양한 평가조건 및 방법으로 반영된다면 이용자의 체감품질에 더 가까운 품질평가 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] “Test Plan for Mobile Station Over the Air Performance” 2009년1월, CTIA Certification
- [2] “CTIA OTA 측정규격과 측정 시스템” 2009년2월, 에이프러스텍
- [3] TS34.114 “User Equipment(UE)/Mobile Station(MS) Over The Air (OTA) antenna performance, Conformance testing” 3GPP homepage <http://www.3gpp.org>
- [4] 이상근, 조봉열, 여운영 “3G/4G 이동통신 시스템”, second edition, 2009, 홍릉과학출판사
- [5] 이상근, 조봉열, “UMTS를 위한 HSDPA/HSUPA”, 2007, 홍릉과학출판사
- [6] Erik Dahlman “3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband” second edition, 2008, Academic Press