

PCS 대역용 안테나 내장형 단말기의 성능 분석

° 공 성 신, 오 종 대, 양 운 근
인천대학교 공과대학 전자공학과
sskong94@incheon.ac.kr

Performance Analysis of Mobile Station with Built-in Antenna for PCS Band

° Sung Shin Kong, Jong Dae Oh, Woon Geun Yang
Dept. of Electronics Eng., University of Incheon

Abstract

In this paper, we carried out performance analysis of mobile station with built-in antenna for PCS(Personal Communication System) band. The radiation patterns for antenna and mobile phone were simulated by using 3D simulation program, HFSS(High Frequency Structure Simulator) and SEMCAD(Simulation Platform for Electromagnetic Compatibility Antenna Design Dosimetry). We observed radiation pattern variation according to installation of LED(Light Emitting Diode) circuit and ground pattern. The radiation pattern of prototype mobile phone was measured, and the radio sensitivity was measured by using Agilent E5515C and chamber. The measured maximum antenna gain at 1.87GHz was 0.21dBi. The measured radio sensitivity of prototype mobile phone shows proper performances comparable to other models with external antennas.

Key words : built-in antenna, mobile station, radio sensitivity, radiation pattern

I. 서론

현재 이동통신 분야의 휴대용 단말기 부문은 급속히 발전하고 있으며 소형화, 다기능화, 경량화 및 새로운 디자인 개발이 가속화 되고 있다. 이로 인하여 이동 단말기의 시각적 외부 디자인 역시 소비자의 요구에 따라 많은 변화를 추구하고 있는데, 현재 단말기에 돌출형태로 부착되어 가장 많이 쓰이고 있는 외장형 안테나는 휴대시 돌출부위로 인한 불편함이 있고 파손되기 쉬운 단점을 지니고 있다. 이에 새로운 형태의 디자인을 가능하게 하기 위하여 국내용 모델의 안테나 내장형 단말기에 대한 시도가 나타나고 있다

[1,2]. 내장형 안테나를 장착한 이동 단말기는 내장되는 안테나의 종류와 장착되는 환경에 따라 특성이 다르게 나타나며, 기존의 외장형 안테나를 부착했던 경우보다 단말기 회로 내부나 기판의 크기 등에 따라 여러 가지 영향을 더 받게 된다.

따라서, 본 논문에서는 (주)LG 전자의 내장형 안테나를 장착한 이동 단말기 개발과정으로서 안테나 내장형 단말기 시제품의 특성을 살펴본다. 단말기 시제품에 장착된 LED(Light Emitting Diode)의 영향으로 인한 내장형 안테나의 방사 패턴 변화와 개선 방안 등을 전산모의실험을 통하여 알아보고, 내장형 안테나를 탑재한 단말기의 방사패턴을 전산모의실험을 통하여 계산한

다. 기존의 외장형 안테나가 장착된 단말기와 무선감도 비교 측정을 통하여 실용성을 평가한다.

2장에서는 내장형 안테나와 측정 방법에 관하여 기술한다. 3장에서는 단말기에 장착된 LED와 접지판에 따른 방사패턴의 변화를 살펴보고 안테나가 내장된 단말기의 방사패턴을 전체 기구물을 고려한 상태에서 전산모의실험을 통하여 구한다. 4장에서는 안테나 내장형 단말기 시제품에 대해 방사패턴과 이득을 측정하고 외장형 안테나가 장착된 단말기와 무선감도 비교 측정을 통하여 감도를 비교하며 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 내장형 안테나와 특성 측정

2.1 내장형 안테나

이동 단말기에서 사용되는 안테나에 대하여 요구되는 조건은 대체적으로 안테나의 방사패턴이 수평방향으로는 전방향성을 지향하고 수직편파를 수신하는 것을 상정하고 있다. 여기서 이동 단말기는 수직으로 세워져 사용한다는 가정이 포함되어 있다.

내장형 안테나의 경우 단말기의 두께나 크기를 최소화 하기위하여 안테나가 소형일 것을 요구하고 있다. 안테나의 크기가 사용 파장에 비하여 작아지게 되면 상대적으로 안테나의 Q(Quality Factor)값이 커지게 되고 대역폭이 급격히 좁아지며, 안테나 방사 효율이 떨어지게 된다. 좁은 대역폭이 칩 형태의 내장 안테나 사용에 걸림돌이 되기도 한다. 내장형 안테나로서 평판으로 된 안테나로 소형, 광대역 특성을 지닌 판 형태의 역 F형 안테나를 채용하기도 하는 데 다양한 변형방법을 사용하여 원하는 특성을 구현하고 있다[3-5]. 본 논문에서 평가하는 모델의 경우 내장형 안테나에서 요구되는 안테나의 소형화와 등방성의 방사패턴을 얻기 위해 특별한 구조로 되어있다.

2.2 안테나 방사패턴, 이득 측정 및 단말기 감도 측정

안테나의 방사패턴과 이득 측정 및 감도 측정은 무반사실에서 이루어진다. 이동 단말기 안테나의 방사패턴과 이득 측정의 예를 그림 1에 나타내었다.

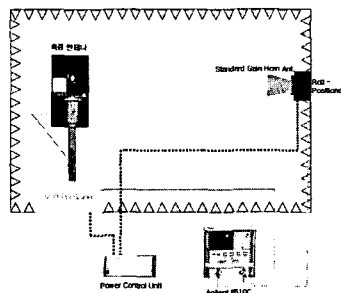


그림 1. 방사패턴 및 이득 측정.

측정 안테나와 표준 혼 안테나는 서로 일직선이 되도록 측정 안테나의 높이를 조정하여야 한다. 측정 안테나와 표준 혼 안테나는 Power Control Unit에 연결되어 회전하게 되며, 따라서 수평 방사패턴과 수직 방사패턴을 측정할 수 있게 된다[6]. 이동 단말기의 안테나에서 수신된 신호 레벨을 바탕으로 소프트웨어에 의해 방사패턴 및 이득을 출력할 수 있게 된다.

한편, 이동 단말기 성능 측정시 감도 측정은 매우 중요한 항목이 되며, 이는 이동 단말기에 장착된 안테나 및 전체회로의 특성을 볼 수 있는 것이다. 감도는 유선 감도와 무선감도로 나눌 수 있는데 유선감도는 E5515C를 측정하고자 하는 단말기에 동축케이블로 직접 연결하여 측정하는 것으로, 안테나는 내부 회로와 떨어지게 되고 단지 측정 단말기의 보드상태에서의 수신감도를 측정하는 것이 된다. 무선감도는 무반사실에서 측정할 안테나가 장착된 이동 단말기와 일정한 거리를 두고 E5515C의 송신부에 연결된 표준 혼 안테나로 송신 전력을 보내면서 측정하는 것을 말한다. 여기서 측정하고자 하는 이동 단말기에는 어떠한 유선케이블도 연결되지 않게 된다. 그림 2는 무선감도 측정 예를 보이고 있다.

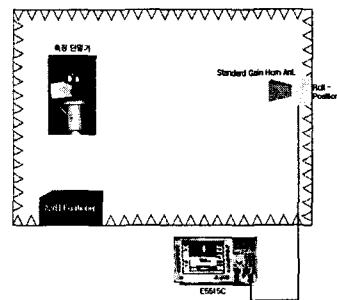


그림 2. 감도 측정.

측정 안테나가 장착된 이동 단말기를 무반사실에 설치한 후 E5515C를 사용하여 측정하고자 하는 단말기에 호를 설정한다. FER(Frame Error Rate)값이 보통 0.1% 이내에 오도록 E5515C를 설정한 후 호가 형성된 상태에서 표준 혼과 연결된 E5515C의 송신전력을 차츰 줄여가게 된다. 최소한의 송신전력 이하로 전력이 내려가게 되면 FER이 기준을 넘게 되는데 이 기준을 초과하기 바로 전의 E5515C의 송신전력을 바로 측정하고자 하는 단말기의 감도로 하여 상대적으로 비교한다. 따라서 일정 기준의 FER이 초과되지 않으면서 E5515C에서 송출하는 송신전력이 낮을수록 성능이 좋은 단말기라 할 수 있다[7].

III. 안테나 내장형 단말기에 대한 전산모의실험

3.1 LED와 접지판에 따른 방사패턴 변화

적용된 안테나는 PCS(Personal Communication System) 주파수 대역(1.75GHz ~ 1.87GHz)용 내장형이다. 안테나의 최장 길이는 28.77mm이고 폭은 7.88mm이다. 전산모의실험에는 Ansoft사의 HFSS(High Frequency Structure Simulator)와 Speag사의 SEMCAD (Simulation Platform for Electromagnetic Compatibility Antenna Design Dosimetry)를 이용하였다.

그림 3 (a)에는 내장형 안테나의 파라미터를 나타내었고, (b)는 내장형 안테나를 기판에 장착한 모습이다.

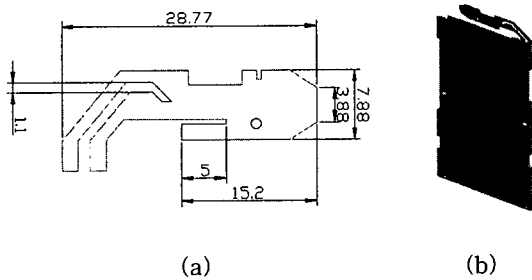


그림 3. 내장형 안테나의 모델링.
(a) 내장형 안테나의 파라미터,
(b) 단말기 기판에 장착된 안테나.

시제품 단말기 구조상 안테나가 장착되는 공간 앞에 필름형태의 LED가 존재하는데 이 LED 회로 실장에 따른 안테나 방사패턴과 무선감도에 미치는 영향을 고려하였다. 내장형 안테나를 기판에 장착시 LED의 유·무와 접지판의 길이에 따른 방사패턴 비교를 위하여 다음 그림 4와 같이 네 가지의 경우를 설정하였다.

그림 4 (a)의 case 1은 기판에 안테나만 장착된 경우이고, case 2는 안테나와 LED가 장착된 경우, case 3은 접지판이 안테나와 LED 사이에 장착된 경우, case 4는 장착된 접지판의 길이를 늘린 상태이며 그림 5에 각 경우의 방사패턴을 비교하였다. 안테나만 부착된 case 1의 경우 등방성의 방사 특성을 보이고 있으나, LED가 부착된 case 2의 경우 LED의 영향으로 인해 방사패턴의 일그러

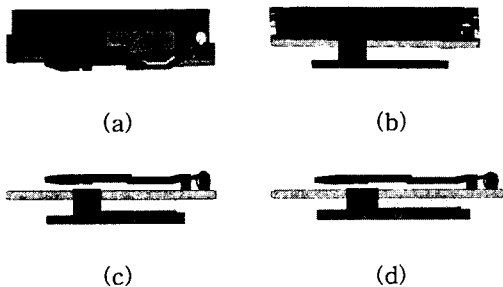


그림 4. 접지와 LED에 따른 비교 설정.
(a) Case 1, (b) Case 2,
(c) Case 3, (d) Case 4.

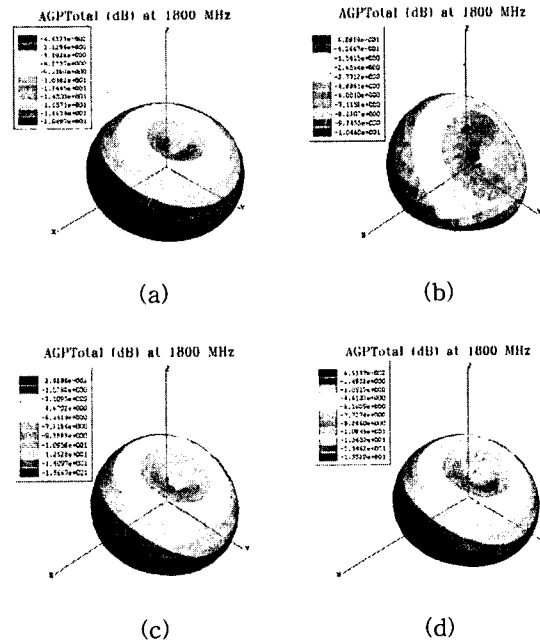


그림 5. 3차원 방사패턴.
(a) Case 1, (b) Case 2,
(c) Case 3, (d) Case 4.

짐이 일어났다. Case 3의 경우 접지판의 장착으로 인해 방사패턴의 일그러짐이 보상됨을 알 수 있으며 접지판의 길이가 길어진 case 4는 비교적 양호한 등방성의 방사패턴을 보이고 있다.

3.2 이동 단말기의 외부케이스를 고려한 방사 패턴

이동 단말기용 안테나는 장착되는 단말기의 기구적인 형태 및 재질에 따라 성능이 변하기 때문에 이에 대한 방사패턴 및 이득을 비교하기 위해 그림 6과 같이 내장형 안테나를 단말기 기판에 장착 후 외부 케이스까지 포함시킨 상태로 모델링한 후 전산모의실험을 실시하였다.

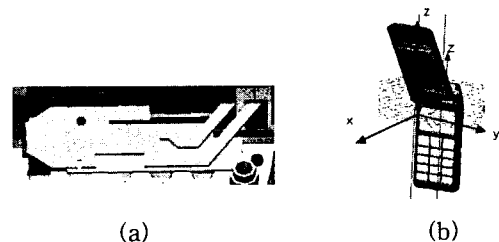


그림 6. 전산모의실험용 모델링.
(a) 내장형 안테나 모델링,
(b) 안테나 내장형 단말기 시제품 모델링.

그림 7은 전산모의실험 결과로 얻어진 3차원 방사패턴을 나타내고 있다.

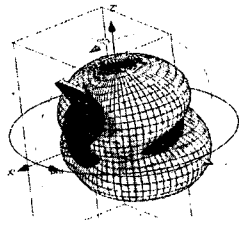


그림 7. 안테나 내장형 단말기의 방사패턴.

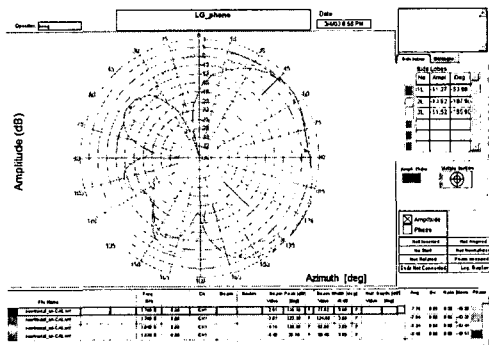
이 결과에서 단말기의 뒤쪽으로 방사패턴이 치우쳐 있음을 볼 수 있다.

IV. 안테나 내장형 단말기의 성능 측정

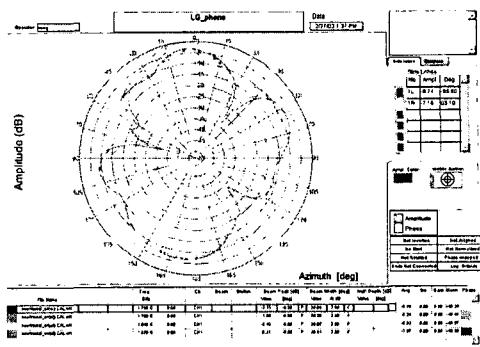
4.1 안테나 내장형 단말기의 방사패턴 측정

내장형 안테나를 단말기에 장착시킨 후 방사패턴 및 이득 측정을 실시하였다. 그림 8 (a)는 수평 방사패턴을 (b)는 수직 방사패턴을 나타낸다.

단말기 케이스 내에 안테나를 장착한 상태에서의 이득 측정값은 1.87GHz에서 최대 0.21dBi로 나타났다.



(a)



(b)

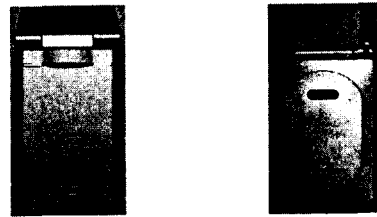
그림 8. 측정된 방사패턴 및 이득.

(a) 수평 방사패턴, (b) 수직 방사패턴.

4.2 이동 단말기의 무선감도 측정

무선감도 측정은 Agilent사의 무선통신 시험 장비인 E5515C를 사용하여 전자파 무반사실에서 측정하였다.

그림 9는 감도 측정에 사용된 (주)LG 전자 안테나 내장형 단말기 개발 시제품과 외장형 안테나가 장착된 단말기이다. 그림 10은 이 두 가지 단말기의 감도 측정 결과를 나타낸다. 측정 결과를 보면 내장형 안테나가 장착된 단말기의 감도가 외장형 안테나가 장착된 단말기의 감도에 비해 성능면에서 크게 차이가 나지 않아 사용상 문제가 되지 않음을 볼 수 있다.



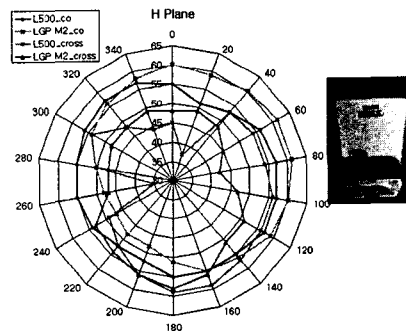
(a)

(b)

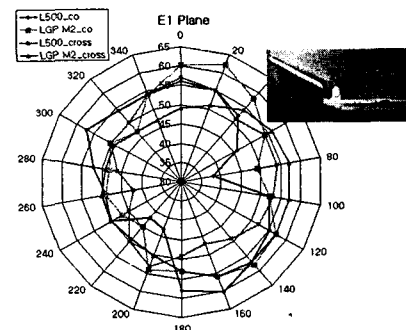
그림 9. 감도 측정에 사용된 단말기.

(a) 안테나 내장형 단말기 시제품,

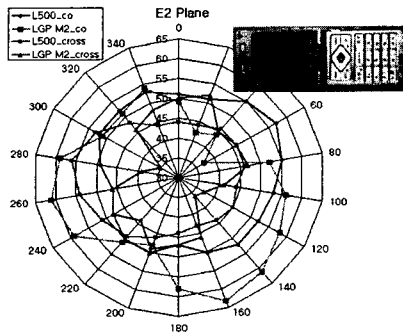
(b) 외장형 안테나가 장착된 단말기.



(a)



(b)



(c)

그림 10. 이동 단말기 감도의 비교.
(a) H 평면, (b) E1 평면, (c) E2 평면.

V. 결 론

본 논문에서는 PCS 대역용 내장형 안테나를 장착한 이동 단말기에 대하여 살펴보았다. Ansoft사의 HFSS와 Speag사의 SEMCAD를 사용하여 단말기에 장착된 LED와 접지판에 따른 방사패턴의 변화를 살펴보고 내장형 안테나를 장착한 이동 단말기의 방사패턴에 관하여 전산모의실험 하였다. 단말기 내부에 LED 회로를 실장함에 따라 나타나는 방사패턴의 일그러짐 영향을 접지판을 이용하여 보완할 수 있었으며, 접지판의 길이를 늘림으로써 좀 더 전방향성에 가까운 방사패턴의 특성을 보였다.

내장형 안테나를 단말기 내부에 장착 후 측정된 안테나 이득은 1.87GHz에서 최대 0.21dBi로 나타났다. 또한, 무반사실내에서 측정된 무선감도는 외장형 안테나를 장착한 단말기와 유사한 성능을 보여 기존의 외장형 안테나가 장착된 단말기와 비교해 성능면에서도 사용상 문제가 없음을 보였다. 또한 실제 운용시험에서도 별다른 문제점을 보이지 않고 양호한 통화품질을 유지하였다. 실제적인 운용 상태에서는 단말기를 수직상태로 사용하지 않고 대개의 경우 약 45° 기울인 상태로 사용하게 된다. 이점을 고려한다면 내장형 안테나를 장착한 단말기의 무선감도 측정 결과는 더욱 긍정적으로 평가될 것으로 생각된다.

내장형 안테나의 방사패턴과 이득은 단말기 회로와 케이스의 구조에 따라 여러 변화 요인을 가지고 있다. 내장형 안테나는 이러한 변화 요인에 따라 설계 및 장착의 방법이 다르게 되므로 표준화된 설계 지침을 정하기 어렵다. 안테나 내장형 단말기에 대한 성능 평가 방법의 새로운 기준이 필요할 것으로 생각된다.

이동 단말기에 대한 다양한 내장 안테나 모델에 대한 연구와 통신기기의 기구물 구조 및 SAR(Specific Absorption Rate)의 영향까지 고려한 안테나에 대한 연구 개발이 지속적으로 필요할 것으로 사료된다.

VI. 참고 문헌

- [1] 김성철, 이종근, 김혜광, “헬리컬 구조를 이용한 IMT-2000 단말기용 소형 인쇄기판형 안테나 설계”, *전자파학회 학회지*, vol.14, no.5, pp.444-449, 2003년 5월.
- [2] 김종규, 박인식, 서호석, “단말기용 소형 안테나 특성 및 개발 동향”, *전파 진흥*, 1999년 6월.
- [3] 이호준, 이재영, 김종규, “이동통신 단말기용 안테나”, *전자파학회 학회지*, vol.14, no.2, pp.68-74, 2003년 4월.
- [4] Kin-Lu Wong, *Planar Antennas for Wireless Communications*, Wiley, 2003.
- [5] K. Fujimoto, J. R. James, *Mobile Antenna Systems Handbook*, Artech House, 2001.
- [6] Hiroyuki Arai, *Measurement of Mobile Antenna Systems*, Artech House, 2001.
- [7] 공성신, 김창일, 양운근, “PCS 대역용 인테나폰의 성능 분석에 관한 연구”, *인천대학교 논문집*, 제 28집, pp.191-208, 2003년 9월.

=====

본 연구결과는 (주) LG 전자의 안테나 내장형 단말기 개발 시험과정중의 일부임을 밝혀둡니다. 과제에 참여할 수 있도록 여러 가지 지원해 주신데 대하여 감사드립니다. 본 연구는 2003년도 인천대학교 교내 연구비의 일부 지원을 받아 수행되었습니다.