

GSM/GPS대역 차량용 텔레매틱스 안테나

GSM/GPS Band Telematics Antenna for Vehicle

김해연 (광운대, 석사과정) 이병제 (광운대, 교수) 이종철 (광운대, 교수) 김종현 (광운대, 교수) 김남영 (광운대, 교수) 박면주 (광운대, 교수)

목 차

- I. 서 론
 - 1. 연구배경 및 목적
- II. 본 론
 - 1. 안테나 설계 사양
- III. 결 론
 - 2. 안테나 구조 및 설계
 - 3. 제작 및 측정

I. 서 론

1. 연구배경 및 목적

텔레매틱스(Telematics)는 통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics)이 합쳐진 용어로서 이동통신 기술과 인공위성을 이용한 위치정보시스템(GPS)을 기반으로 차량과 정보센터를 연결하여 차량운행 중 요구되는 각종정보와 서비스를 실시간으로 제공하는 시스템을 의미한다. 현재 서비스되고 있는 카네비게이션(Car Navigation)은 위성 GPS신호를 이용해 도로상의 차량위치와 운전자가 원하는 목적지까지 운전경로를 찾아주는 차량항법장치를 총칭하는 것으로 최적경로 탐색 및 위치정보에 초점을 맞춘 서비스를 말한다. 이와는 달리 텔레매틱스는 차량항법 시스템뿐만 아니라 자동차에 장착된 서비스 단말기를 통해 텔레매틱스 서비스센터와 연결되어 각종 정보를 제공받을 수 있으며, 인터넷 접속, 위치추적(GPS), 원격차량진단, 사고감지, 교통정보 제공 등의 복합기능을 갖춘 최첨단 차량 서비스 시스템인 것이다. 현재 출시된 제품들은 차량의 외부에 장착할 수 있는 형태와 차량 내부에 장착할 수 있는 형태로 구분되어지는데 GPS 안테나의 경우 크기를 줄이기 위해 고유전율을 가진 유전체를 사용한 마이크로 스트립 패치 안테나를 사용하여 구현 되어져 있으며 이동통신 대역 안테나는 외부 장착형인 경우 모노폴 또는 헬리컬 안테나를 사용하며 내부 장착형인 경우 Planar Inverted F Antenna(PIFA)를 이용하여 구현 되어져 있는 것이 일반적인 사례이다. 크기 면에서 외부 장착형이 내부 장착형에 비해 크며 설치시 차량의 외관을 고려하여 내부 장착형이 선호 되어지고 있는 추세이다. 본 논문에서는 이런 점을 고려하여 내부 장착형의 안테나를 제안 하였으며 GPS 안테나를 고유전율을 가진 유전체를 사용하지 않고 기존 내부 장착형 안테나 보다 크기를 줄이면서 동일한 성능을 가지도록 설계 하였다. 또한

제작비용의 절감효과도 기대된다. 이동통신대역 안테나는 크기를 줄이기 위해 PIFA를 사용하여 구현 하였으며 GPS안테나와 이동통신대역 안테나를 같은 평면에 구현함으로써 제작 공정의 간소화를 추구 하였다.

II. 본 론

1. 안테나 설계 사양

<표 1> 텔레매틱스 안테나 설계사양

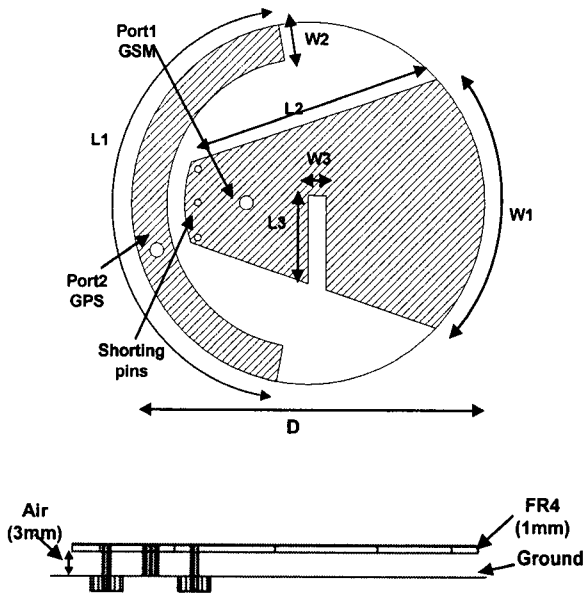
	GPS	GSM
Frequency[MHz]	1.575.42(±1.023)	890~960
Polarization	Linear	Linear
VSWR	1.5 : 1	2 : 1
Gain [dBi]	≥ 2	≥ 0
Pattern	Omni	Omni

표1은 텔레매틱스 안테나 설계사양으로서 기존의 상용화된 내부 장착형 안테나를 기준으로 설정 하였으며 특이한 점은 GPS 안테나의 경우 기존은 원형편파를 통해 구현되어 졌으나 본 논문에 제안한 안테나는 선형 편파를 통해서 구현할 것이다 그 이유는 도심지역의 경우 높은 빌딩과 밀집된 건물에 의해서 위성으로부터 송신되는 GPS신호의 편파 특성의 왜곡이 심하고 음영지역이 증가되어지고 있기 때문에 텔레매틱스에서는 이동통신망이 GPS의 음영지역을 보충하는 형태로 발전되고 있다[1]. 그러므로 본 논문에서는 GPS의 원형편파를 선형편파로 수신하였을 경우에 편파손실 3dB 고려하여 선형편파로 구현하되 Gain이 2dBi 이상으로 설정하였다[2]. 또한 GPS와 GSM의 신호가 각각 다른 포트에 입력되기 때

문에 두개의 포트를 가지며 같은 평면에 안테나를 구성할 경우의 포트 간 격리도를 고려하여 설계 하였다. 두 가지의 경우를 고려하여 비교 하였으며 첫 번째는 GPS와 이동통신 대역 안테나를 동일한 PIFA로 구성한 PIFA-PIFA 경우와 두 번째는 GPS 안테나는 패치 안테나로 구현하고 이동통신 대역은 PIFA로 설계한 PIFA-Patch 의 두 가지 형태로 설계 하였다.

2. 안테나 구조 및 설계

본 논문에서 제안한 안테나를 그림1에 나타내었다.



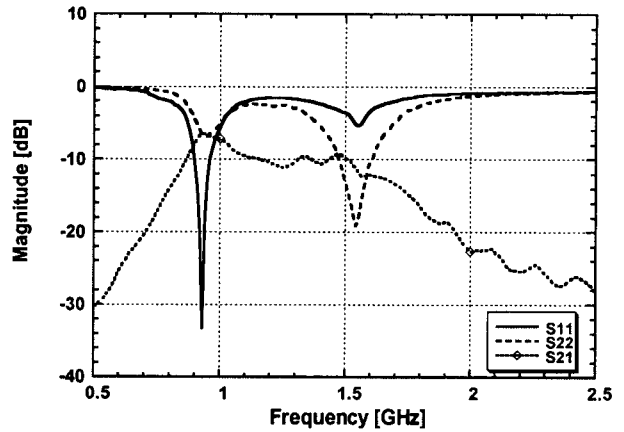
<그림 1> 제안된 안테나 구조

<표 2> 제안된 안테나의 세부적인 치수

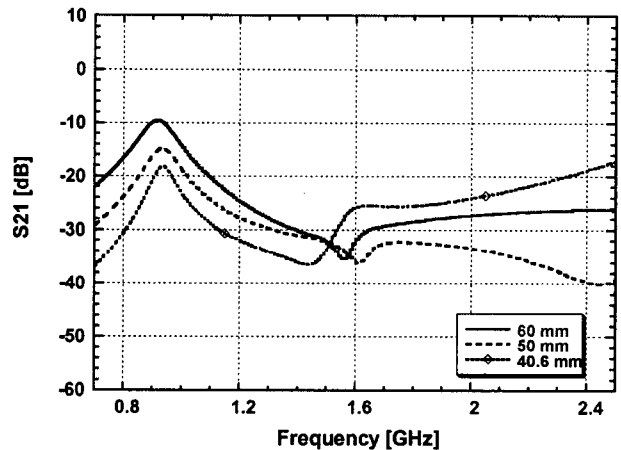
D	60 mm
L ₁	93.2mm
L ₂	44.6 mm
L ₃	16.3 mm
W ₁	40.6 mm
W ₂	7 mm
W ₃	4 mm

그림1의 안테나 구조는 최종적으로 제안된 PIFA-Patch 안테나의 그림이며 표2는 그에 대한 세부적인 치수를 나타내었다. 맨 밑층에 Ground가 존재하며 그 위에 Air층 그리고 FR4층이 적층되어 있는 형태이다. GPS와 GSM 안테나는 FR4층위에 구현 되었다. GPS안테나는 길이가 약 $\lambda_g/2$, $W_2=7\text{mm}$ 를 가지는 패치안테나로 구현하였으며 GSM 안테나는 약 $\lambda_g/4$ 길이를 가지는 PIFA로 구현하였다[3]. Air층의 두께는 차량의 대쉬 보드나 자동차의 내부 유리에 장착을 고려하여 가능한 얇으면서 GPS안테나 뒷단의 LNA와 Filter의

장착을 고려하여 설계 하였다. 표2의 치수는 시뮬레이션을 토대로 하여 설계된 안테나의 세부적인 치수 이다. 그림2는 동일한 크기를 가지며 GPS 안테나를 PIFA로 구현 했을 때 PIFA-PIFA의 결과이다. 임피던스 대역폭은 만족 했으나 포트 간 격리도가 좋지 못했다. 그 이유는 PIFA는 $\lambda_g/4$ 의 크기를 가지며 Ground가 안테나로서 역할을 하기 때문이며 또한 GPS와 GSM 안테나 서로간의 방사부분이 겹치면서 기생 소자의 역할을 하게 되어서 격리도 특성이 좋지 않은 것으로 생각된다. 그러므로 GPS 안테나의 크기를 줄이기 위하여 PIFA로 구현하는 것은 격리도 특성에 대한 대비책이 필요할 것이다. 반면 GPS 안테나를 패치 안테나로 구현 하였을 경우 그림1의 W₁의 크기를 조정하면서 시뮬레이션을 수행 하였다. 시뮬레이션은 Agilent社의 HFSS를 사용하였으며 그 결과는 그림3에 나타내었다.



<그림 2> GPS안테나를 PIFA로 구현한 경우 (PIFA-PIFA)

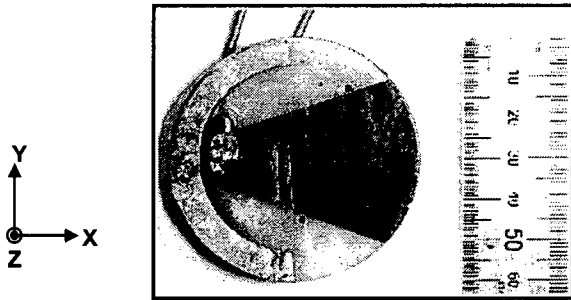


<그림 3> W₁의 변화에 따른 S₂₁의 변화

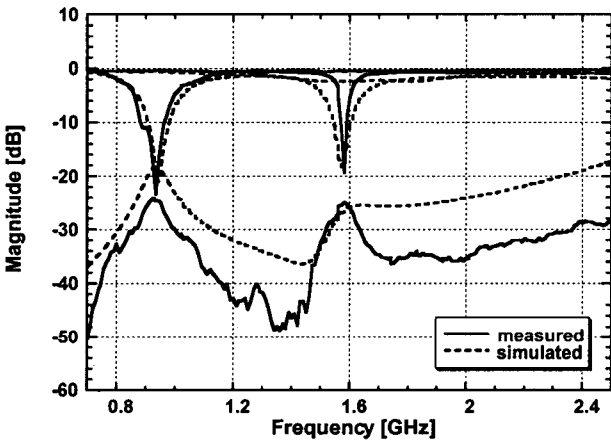
그림3에서처럼 W₁의 길이가 증가함에 따라 격리도 특성이 나빠지는 것을 알 수 있다. 이것은 길이가 증가함에 따라 GPS 안테나의 방사부에 인접하게 되고 또한 GSM 안테나의 방사부가 늘어나게 되어 서로 간섭 현상을 일으킴으로서 일어나는 현상이라 할 수 있다. 그림1에 대한 안테나의 치수는 최적화 된 값이다. 그림1의 GSM 안테나의 슬롯은 두 안테나

간의 간섭을 줄이기 위해 GSM 안테나의 사이즈를 줄임에 따라 PIFA의 $\lambda_g/4$ 길이를 만족시키지 못하게 된다. 그러므로 슬롯을 이용하여 전류의 경로를 길게 하여 공진 조건을 맞추어 주었다[4]. 격리도 특성을 향상시키기 위해서 W_1 의 길이를 크게 줄이면 PIFA의 공진주파수를 위해 슬롯의 폭을 크게 하거나 길이를 증가 시켜야 한다. 그러나 이렇게 하면 높은 주파수에서 또 하나의 공진이 일어나게 되며 그에 따른 격리도 특성이 떨어지게 된다. 그림3에서 이런 특성을 확인할 수 있다.

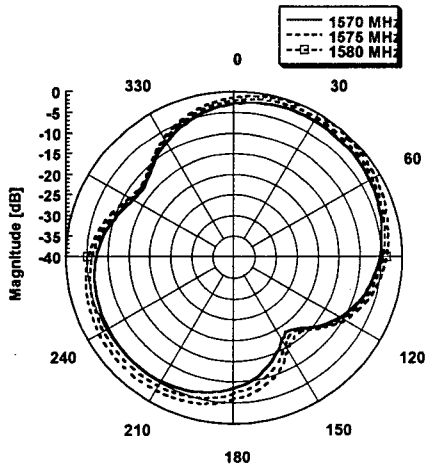
3. 제작 및 측정



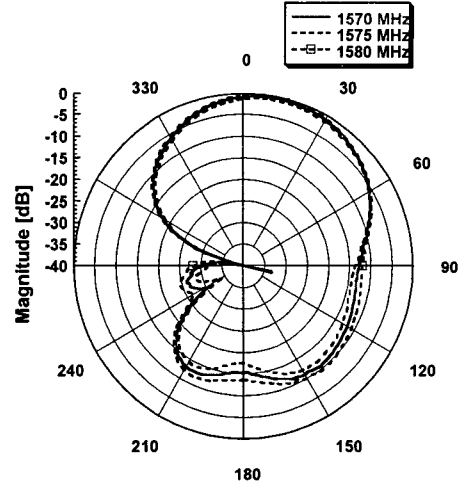
<그림 4> 제작된 안테나의 실물도



<그림 5> 안테나의 S-Parameter 특성



(a) xz-plane pattern

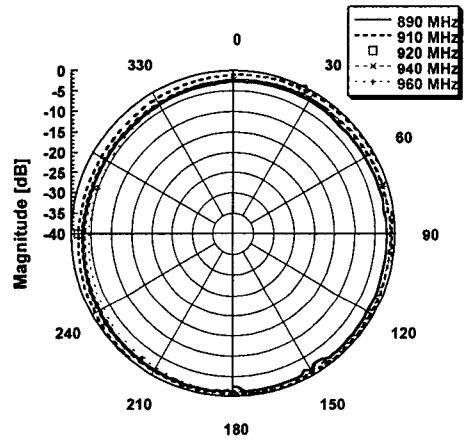


(b) yz-plane pattern

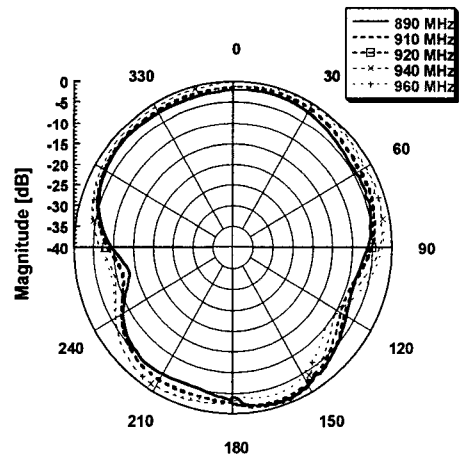
<그림 6> GPS 대역 방사패턴

<표 3> GPS대역 이득

	xz-plane [dBi]	yz-plane [dBi]
1570 MHz	2.23	2.79
1575 MHz	3.13	3.33
1580 MHz	3.03	3.68



(a) xz-plane pattern



(b) yz-plane pattern

<그림 7> GSM 대역 방사패턴

<표 4> GSM대역 이득

	xz-plane [dBi]	yz-plane [dBi]
890 MHz	-0.50	-0.47
910 MHz	0.30	0.40
920 MHz	1.02	0.98
940 MHz	0.31	0.25
960 MHz	-0.24	-0.31

그림4는 실제 제작된 실물도 이며 그림5 실제 설계된 안테나와 시뮬레이션의 S-Parameter 특성을 비교한 그림이다. 제작된 안테나의 S-Parameter 특성은 Agilent社의 E5071B를 사용하여 측정된 값이며 그림에서 보는 것처럼 시뮬레이션 결과 값과 측정값이 거의 일치하는 것을 알 수 있다. 또한 표 1의 설계사양에서 제시한 임피던스 대역폭과 VSWR특성을 모두 만족 시키는 것을 확인 할 수 있다. 격리도 특성 역시 시뮬레이션 결과보다 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 그림6, 그림7은 Anechoic Chamber에서 측정한 GPS와 GSM 안테나의 방사패턴 이다. 방사패턴은 normalize 된 값이며 각 주파수마다의 이득 값은 표로 나타내었다. GPS 대역에서 측정된 최대이득은 3.68dBi 이며 GSM 대역에서는 1.06dBi의 최대이득이 측정 되었다. 이론적으로 안테나의 xz-plane과 yz-plane에서의 최대 이득은 일치 하지만 측정 시스템이 구형좌표계가 아닌 원통형 좌표계로 이루어져 있어 측정 오차가 발생한 것으로 생각된다.

III. 결 론

본 논문에서는 차량의 텔레메틱스 시스템의 안테나를 설계 및 측정 하였다. 기존의 안테나의 설계사양을 토대로 GPS 안테나와 GSM 안테나를 동일평면에 구성함으로써 제작공정의 간소화와 GPS 안테나의 제작비용의 절감을 기대 할 수 있다. 제작된 안테나는 표1의 임피던스 대역폭을 만족하며 GPS 대역에서는 표3에서처럼 전 대역에서 2dBi 이상의 특성을 얻었다. 향후에 GPS의 뒷단에 LNA를 접속 및 레이돔을 고려한 안테나의 세부 설계에 대한 연구가 요구 되어진다.

참고문헌

1. Kenny Ka Ho Kan, Stephen Ka Chun Chan, Joseph Kee-Yin Ng, "A Dual-Channel Location Estimation System for providing Location Services based on the GPS and GSM Networks" Advanced Information Networking and Application , 2003. ANIA 2003. 17th International Conference on, 2003
2. Constantine A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, New York. John Wiley and Sons, pp.69-73, 1997
3. A. Henderson. K. Hirasawa and J.R.James, *Small Antennas*, New York, John Wiley and Sons, Research Studies Press, pp.116-135,1987.
4. Girish Kumar, K.P.Ray, *Broadband Microstrip Antennas*, Artech House, pp.241-248. 2003