

# 지능형 주차검지센서용 안테나 개발

## Design of Antenna for Intelligent Detection Sensor

최윤선\* · 홍지훈\*\* · 우종명\*\*\*

\* 주저자 : 충남대학교 전자전파정보통신공학과 박사과정

\*\* 공저자 : 충남대학교 전자전파정보통신공학과 석사과정

\*\*\* 교신저자 : 충남대학교 전자정보통신공학과 교수

Yoon-Seon Choi\* · Ji-Hun Hong\* · Jong-Myung Woo\*

\* Dept. of Radio wave & Communication Eng. Univ. of Chungnam

† Corresponding author : Jong Myung Woo, jmwoo@cnu.ac.kr

Vol.19 No.2(2020)

April, 2020

pp.104~109

pISSN 1738-0774

eISSN 2384-1729

<https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.2.104>

2020.19.2.104

Received 6 January 2020

Revised 29 January 2020

Accepted 23 March 2020

© 2020. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

### 요약

본 논문에서는 지능형 주차검지센서에 장착하기 위한 ISM-대역(중심주파수 447 MHz) 소형화된 역 F 안테나를 제안하였다. 먼저 제한된 크기를 가진 지능형 주차검지센서 모듈(72 mm × 70 mm)내에 안테나를 내장하기 위해, ISM-대역의 낮은 주파수 447 MHz(파장 λ : 670mm)에서 폴디드 형태의 역 F 안테나를 설계하였다. 그 결과, ISM 대역(중심주파수 447 MHz)에서 공진하며, -10 dB 대역폭 13 MHz(2.9%)로 적합한 특성을 얻었다. 또한, 수직·수평소자에 의한 H-plane 패턴은 null point가 제거된 전방향성 패턴을 나타내며, E-plane은 특정 방향으로 지향성을 가지므로, 주차장에서의 차량 관리용 안테나로써 적합함을 확인하였다.

핵심어 : 자율협력주행, 협력형 지능형교통체계, 차세대 ITS, 안전서비스

### ABSTRACT

In this paper, we proposed a miniaturized folded inverted F antenna with ISM-band (center frequency : 447 MHz) for mounting in intelligent parking sensor. First, to mount the antenna in the intelligent parking sensor module (72 mm × 70 mm) with limited size, a folded inverted F antenna was designed at low frequency 447 MHz (wavelength λ : 670 mm) of the ISM-band. As a result, it resonates in the ISM band and obtains suitable characteristic with a -10 dB bandwidth of 13 MHz (2.9%). In addition, the H-plane pattern by the vertical and horizontal elements represents the omni-directional patterns from which the null point is removed, and the E-plane has directivity in a specific direction. Finally, it is suitable as and antenna for vehicle management in parking lots.

Key words : Operative autonomous driving, Operative Intelligent transport systems, Next generation ITS, Safety service

## I. 서 론

최근 들어 건물 내 주차 관리를 위해 RF 시스템이 주차장 관리에 적극적으로 활용 되고 있다. 주차장 관리에 사용되는 wireless sensor network의 경우 대부분 AMR(anisotropic magneto-resistive) sensor로 부터 차량이 들어오게 되면 지구자기장의 변화를 감지하고 이를 신호 처리 한 후 안테나를 통하여 무선으로 차량 유무에 대한 정보를 중계기 및 base station으로 전달하는 방법을 사용한다(Knaian, 1999). 위 시스템은 환경의 변화에 덜 민감하다는 장점이 있으나 시스템 개발 시 움직임을 감지하는 AMR 뿐만 아니라 신호를 중계기로 전달하기 위한 안테나도 필요하기 때문에 두 개의 안테나를 설치해야 하는 단점이 있다(Padmavathi et al., 2010). 따라서 보도블럭에 장착되는 시스템은 AMR sensor 대신에 크기가 상대적으로 작은 광센서를 이용하여 차량 유무를 감지하고 이 신호를 전기적 신호로 변환시켜 그 신호를 안테나로 전송시키는 RF 시스템이 바람직하다.

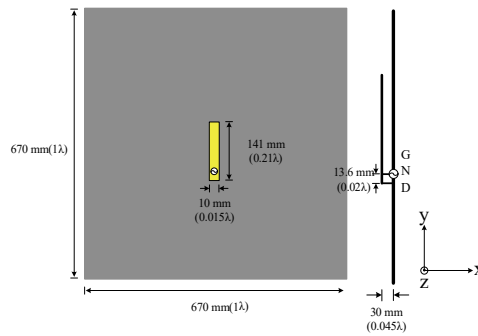
이러한 지능형 주차검지 신호 전송에 사용될 안테나는 공진 주파수가 고주파수 대역일 경우에는 파장이 짧아 소형으로 중계기 및 주차장 보도블럭 내 장착이 용이하나, 짧은 파장으로 회절 특성이 좋지 못하다는 단점이 있다(Saunders, 1999). 반대로 저주파수 대역일 경우에는 파장이 길어 회절 특성은 좋으나 안테나의 크기가 커지기 때문에 주차장 바닥 블록 내 장착에 다소 어려움이 있다. 따라서 스마트 주차관리시스템을 설계하는데 있어서 회절특성이 좋게 사용 주파수대를 낮추면서 주차장 바닥 내 장착이 가능하게하기 위한 안테나의 소형화가 요구된다. 이러한 낮은 주파수 대역에 사용되는 대표적 안테나 예로는 헬리컬 구조의 안테나와 블레이드 안테나 등이 있다(Ripin et al., 2014; Arand et al., 2013). 헬리컬 안테나의 경우 진행파 안테나로 넓은 대역폭으로 인해 주차검지센서에 장착 시 불필요한 전력소모가 발생하며, 블레이드 구조의 안테나는 실외, 비행체 등에서 사용 되는 안테나로 일정 높이가 필요하기 때문에 제한된 크기의 모듈에 실장하기 어려운 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위한 파장 대비 소형화 된 크기의 폴디드 역 F 안테나를 제안함으로써, 주차장 바닥 내 장착의 용이성과 전방향성 복사패턴을 유지하는 특성을 확보하고자 하였다.

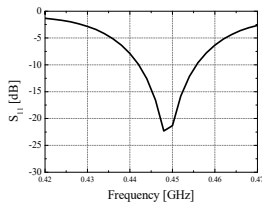
## II. 본 론

### 1. 기본형 역 F 안테나

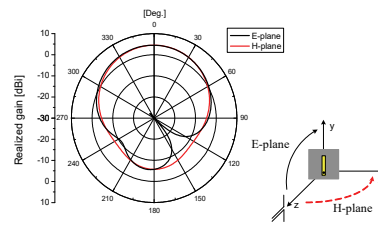
먼저, 본 논문에서 제안하고자 하는 안테나의 기본형인 역 F 안테나를 <Fig. 1(a)>과 같이 설계하였다(Lee et al., 1999). 중심주파수 447 MHz에서 670mm × 670mm( $1\lambda \times 1\lambda$ )상에 역 F 안테나를 위치시켰고, 방사소자의 길이 L은 141mm(0.21 $\lambda$ ), 방사소자의 폭 W는 10mm(0.015 $\lambda$ )이고, 높이 h는 30mm(0.045 $\lambda$ )로 설정하였다. 설계 결과, <Fig. 1(b)>와 <Fig. 1(c)>에 나타난 바와 같이 중심주파수 447 MHz에서  $S_{11}$ 은 -21.5 dB이고, -10 dB 대역폭은 12 MHz(2.8%)를 얻었다. 복사패턴은 전방향성 특성을 나타내고 있으며, 최대 이득은 4.48 dBi이고, -3 dB 빔 폭 E-plane 105°, H-plane 95°를 얻었다. 이 때, 방사소자 길이 L이 141mm(0.21 $\lambda$ )로 상대적으로 큰 크기를 가지며, 복사 패턴을 유지하기 위해서는 접지면 크기 또한 일정 크기가 요구되기 때문에 이는 주차장 바닥 블록 내에 내장되는 모듈 크기에 적합하도록 안테나의 소형화가 요구된다.



(a) Basic inverted F antenna



(b)  $S_{11}$

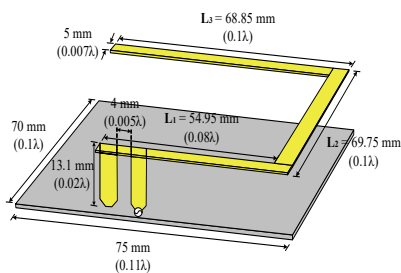


(c) Radiation pattern

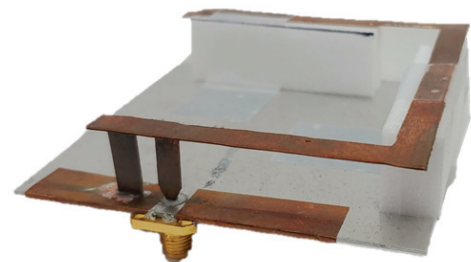
<Fig. 1> Basic inverted F antenna characteristics(simulation)

## 2. 폴디드 역 F 안테나 설계

앞 절에 제시한 UHF 대역(중심 주파수 447 MHz)의 기본형 역 F 안테나는 접지면이 일정 크기를 갖기 때문에 제한된 크기의 RF 시스템 모듈(72 mm × 70 mm)에 내장하기 어렵고, 안테나의 높이가 30mm(0.045λ)로 주차장 바닥에 내장 시, 시스템 전체 크기가 증가하게 된다. 따라서, 본 절에서는 안테나의 크기를 소형화할 수 있는 구조와 적교 편파 특성의 복사패턴을 얻기 위한 방법으로 폴디드 역 F 안테나 구조를 제안하였다. RF 시스템 모듈(72 mm × 70 mm)의 크기에 맞추어 수평하게 'ㄷ'자형으로 폴디드 한 구조를 <Fig. 2>와 같이 적용하였다.



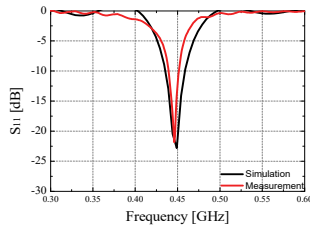
(a) Simulation



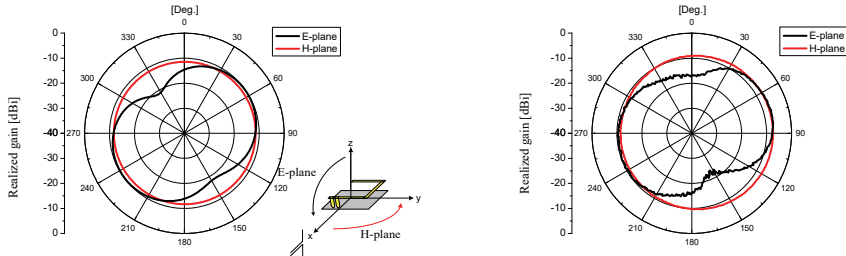
(b) Fabrication

<Fig. 2> Folded inverted F antenna

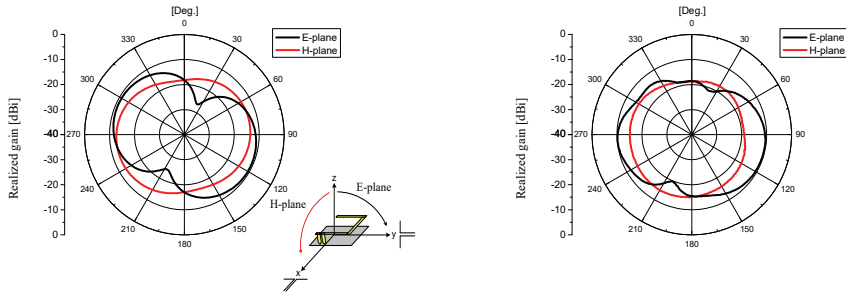
이 때, 제안된 안테나는 중심주파수 447 MHz에서 RF 시스템 모듈의 크기인 75 mm × 70 mm(0.11λ × 0.1λ)의 반사판 상에 위치시켰으며, 방사소자의 전체적 크기는 68.85 mm × 69.75 mm × 13.1 mm(0.1λ × 0.1λ × 0.02λ)로 설계되었다. 이로써, 기본형 역 F 안테나 대비 접지면 크기는 89% 축소되었으며, 방사 소자의 높이는 56% 감소하였다. 또한, 직교 편파 특성의 복사패턴을 얻기 위해 2번 폴딩시켰고 이를 통해 제한적 크기를 갖는 RF 시스템 모듈 상에 내장하여 가능하게 하였다.



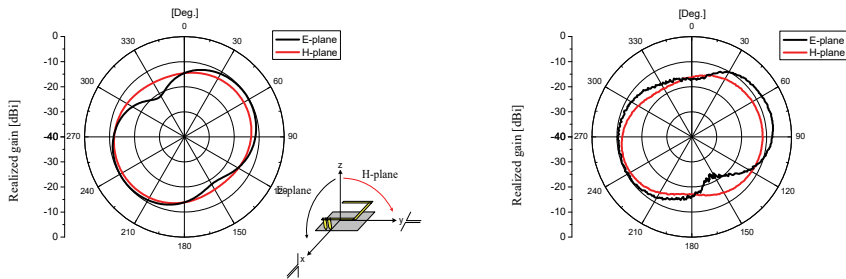
(a)  $S_{11}$



(b) Radiation pattern of vertical radiation element



(c) Radiation pattern of horizontal radiation element( $L_1$  &  $L_3$ )



(d) Radiation pattern of horizontal radiation element( $L_2$ )

Simulation

Measurement

<Fig. 3> Characteristics of proposed antenna

<Fig. 3>에는 설계하여 제작한 제안된 안테나의 시뮬레이션과 측정 결과를 나타내었다. <Fig. 3(a)>에 나타난 바와 같이 제안된 안테나는 중심 주파수 447 MHz에서 공진하며, -10 dB 대역폭은 시뮬레이션 결과 23 MHz(5.2%), 측정 결과 13 MHz(2.9%)를 얻었다. 임피던스 정합이 용이한 역 F 안테나는 단락 소자의 높이 및 급전점과의 간격을 조절하여 원하는 주파수 대역에서 양호한 입력 임피던스 특성을 얻을 수 있다. 또한, <Fig. 3(b)~(d)>에는 수직 방사소자와 수평 방사소자( $L_1$  &  $L_3$ ,  $L_2$ )에 대해 각각 시뮬레이션 및 측정된 E-plane, H-plane 방사패턴을 나타내었다. 먼저, <Fig. 3(b)>에 나타난 수직 방사 소자의 E-plane 특성의 경우 60°와 240° 도에서 측정 결과 -6.9 dBi로 최대가 되며, 150°와 330° 방향으로의 레벨 저하가 발생하는 역 F 안테나의 특성이 나타났다. 또한, H-plane의 경우 null point가 제거된 안정적인 전방향성 패턴 특성을 시뮬레이션과 측정 결과 모두에서 확인할 수 있다. 다음으로, <Fig. 3(c)>의 수평 소자  $L_1$  &  $L_3$ 의 E-plane 방사패턴은 120°와 240° 방향에 대해 지향성을 가지는 것을 확인할 수 있다. 마지막으로 <Fig. 3(d)>에서의 수평 방사소자  $L_2$  소자에 의한 E-plane 특성은 수직소자의 E-plane 방사 특성과 동일하며, H-plane의 경우, null point 없이 타원형의 복사 특성을 얻었다. 이와 같은 결과를 분석해보면, 급전점이 접지면 중심에 대해 한쪽으로 치우쳐 있어 수직소자가 관여하는 E-plane 복사패턴 특성의 경우, 안테나의 축으로부터 대각선으로 지향성을 갖는 형태를 나타낸다. 각 방사소자에 의한 H-plane 패턴은 시뮬레이션, 측정 결과 모두 일정한 전방향성 특성을 나타내므로 주차장 지능형 주차 검지 센서용 안테나로써 유효함을 확인하였다.

### III. 결 론

본 논문에서는 지능형 주차검지센서 장착용 안테나를 설계, 제작하였다. 기본형 역 F 안테나를 소형화하기 위해 폴디드 구조를 채택하여 UHF 대역(중심주파수 447 MHz)에서 공진시켰으며, -10 dB 대역폭 13 MHz(2.9%)로 적합한 특성을 얻었다. 또한, 각 수평소자에 의한 H-plane 패턴이 각각 수직·수평방향으로 지향성을 얻었으며 최대이득은 -6.9 dBi를 얻었고, 수직 소자 또한 null point가 제거된 전방향성 패턴을 나타내어 주차장에서의 차량 관리용 안테나로써 적합함을 확인하였다.

향후, 논문에서 제안된 안테나로 새로 신축되는 건물들은 물론 기존의 주차장을 대상으로 ICT 솔루션의 적용을 지원하기 위한 제공될 수 있다. 또한, 효율성 높은 관리를 통해 교통 혼잡 해소에 기여할 수 있고, 탄력적인 주차 공간 제공이 가능하고, 포괄적인 지능형 모니터링 시스템에 적용되어, 평상시 장비 운행 간 사각지대에 대한 정보제공으로 안전 운행을 보장하는데 활용할 수 있다.

### ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 충남대학교사회맞춤형산학협력선도대학육성사업단(2019-1161-01) 지원으로 수행하였습니다.

### REFERENCES

Arand B. A., Shamsae R. and Yaktakhah B.(2013), "Design and Fabrication of a Broadband Blade Monopole Antenna Operating in 30 MHz - 600 MHz Frequency Band," *2013 Electrical*

*Engineering (ICEE) Iranian Conference*, pp.1-3.

Knaian A. N.(1999), "A Wireless Sensor Network for Smart Roadbeds and Intelligent Transportation Systemes," *Mass. Inst. Technol.*, pp.8-10.

Lee H. S., Woo J. M. and Kim J. C.(1999), "Printed Type Inverted F Antenna," *Proc. of 1999 KEES Microwave and Electromagnetic Wave Communication Conference*, vol. 22, pp.253-256.

Padmavathi G., Shanmugapriya D. and Kalaivani M.(2010), "A Study on Vehicle Detection and Tracking Using Wireless Sensor Networks," *Wireless Sensor Network*, pp.173-185.

Ripin N., Sulaiman A. A., Rashid N. E. A. and Hussin M. F.(2014), "Design and Analysis of Defected Ground Structure(DGS) in Normal Mode Helical Antenna," *IEEE Wireless Technology and Applications(ISWTA)*, pp.170-175.

Saunders S. R.(1999), *Antenna and Propagation for Wireless Communication Systems*, John Wiley & Sons(USA), pp.51-54.