

봉인볼트용 UHF RFID Tag Antenna를 이용한 차량인식에 관한 연구

정 유 정[°], 김 기 식^{*}, 설 창 환^{*}

A Study on Detecting System of Illegal Automobile Using a Seal-Bolt UHF RFID Tag Antenna

You Chung Chung[°], Ki-sik Kim^{*}, Chang-hwan Seol^{*}

요 약

본 논문은 UHF 대역의 소형 RFID 태그 Antenna를 설계하여 자동차 후방 번호판 봉인볼트나 고정용 볼트에 적용하여 자동차를 인식 하여서 대포차량을 포함한 불법 차량을 속출 할 수 있는 시스템을 구현 하였다. 해당 태그의 크기는 100원짜리 동전정도의 지름이 24mm 정도의 크기이며 태그의 반사계수와 인식거리를 측정하였다. 기존의 볼트형 태그보다 인식거리를 대폭 개선하였다. 이 볼트형 태그를 번호판에 부착하면 경찰은 차량의 정보를 쉽게 알아낼 수 있으며 더 나아가 차량관리 시스템을 통한 손쉬운 범죄차량 추적 및 검거가 용이하다.

Key Words : Tag for Bolt, Car Detation Tag, RFID Middleware, RFID Tag for Car Plate, Plate Tag

ABSTRACT

This paper introduce UHF miniaturized RFID tag antenna which is embedded on the seal-bolt or plastic bolt for automobile plate. To detect the illegal and un-registered car, the illegal automobile detection system has been developed using the seal-bolt UHF RIF tag antenna. The diameter of seal-bolt UHF tag is about 24mm, almost the same size as 100 Won coin. The simulated and measured reflection coefficient are compared, and the reading range patten is also measured. If seal-bolt tag is embedded on car plate, police can get information of automobile and detect illegal vehicles easily with the illegal automobile detection system.

I. 서 론

RFID(Radio Frequency Identification)는 버스 승차비 지불, 물류관리, 도서관리, 동물관리, 가로수관리, 검출 및 검색 등의 적용에 널리 사용되어져 왔고, 최근에 대포 차량을 포함한 불법 차량을 속출하기 위하여 여러 가지 방법들이 시험이 되어져 왔다¹⁻⁷⁾.

RFID 시스템은 주파수 대역별로 135kHz 이하와, 근거리 인식용 HF 대역(13.56 MHz), 장거리 인식용

UHF대역 (능동형 433MHz, 수동형 840~960MHz) 그리고 주파수가 높은 2.45GHz 대역으로 구분된다. HF 대역에서는 RFID가 근거리 자기장(magnetic field) 결합을 이용하는데 비해 최근 주목 받고 있는 UHF 대역 수동형 RFID는 원거리에서 전자기파를 이용하여 역산란(backscattering) 방식으로 정보를 전달한다^{7,8)}. RFID 시스템은 태그, 리더, 미들웨어, 객체 정보 검색 서비스, 객체 정보 표현 서버 및 응용서비스 등으로 구성되고 인터넷 망에 연동되어 운용이 되

※ 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임

° First and Corresponding Author : Information and Communication Eng. Dept., Daegu University, youchung@daegu.ac.kr, 종신회원

* Daegu University, 학생회원

논문번호 : KICS2016-05-089, Received November 28, 2016; Revised December 5, 2016; Accepted December 23, 2016

기도 한다.

2015년 국토교통부에 의하면 전국적으로 약 19,000대 가량의 대포 차량이 운영이 되며 이로 인하여 사회적으로 많은 문제가 발생하는 것을 발표하였으며, 이를 단속하고 처벌하기 위하여 국민권익위원회에서 방안을 내놓게 되었다. 해마다 2천대씩 대부업체들을 통한 대포차량이 유통이 이루어지며 해당 분야 금융계 손실 연간 수천억 원에 이른다(2015.4월 현대캐피탈 통계)^[9]. 현실에서는 일반적인 방법들로는 통행하는 차량들 중에 숨어있는 대포차량 색출은 쉬운 일이 아니므로 RFID 시스템을 이용하여 각 차량의 정보를 알아내어 손쉽게 대포차량을 검거 할 수 있도록 본 시스템과 태그를 설계 하였다.

RFID 리더 시스템을 이용하면, RFID 태그가 부착된 물건이나 동물에 대한 정보를 쉽게 인식할 수 있다. 차량에 태그를 붙여서 태그 정보를 통해서 차량정보나 차량의 위치 정보를 추적 할 수 있다. 하지만 붙여 있는 태그를 훼손하거나 떼어 버리게 되면 차량 정보를 얻을 수 없게 된다. 그래서 자동차 번호판에 봉인용 볼트위어나 번호판 고정용 볼트 머리 부분에 RFID를 부착하여, 교체 및 훼손을 방지하도록 한다. 이를 통해서 차량 검출에 RFID 리더기를 통해 시간적인 문제를 해결하고, 불법 차량 검거율을 높일 수 있고 그에 따른 경제적 효과도 클 것으로 예상된다^[2].

RFID를 이용한 과속측정 시스템이 논문 [3]에서 소개가 되었으며, 차량의 번호판을 개조한 433Mz의 능동형과 수동형 태그와 900MHz UHF 대역의 수동형 태그를 동시에 이용 가능한 이중 대역 태그가 [4, 5]에서 소개되었다. 433MHz RFID 대역은 능동형 태그로서 배터리가 포함되어 있어 무선 통신이 가능한 태그로서 인식거리가 100~200m 나 달하는 태그이다. 하지만 인식거리가 너무 길면 여러 차량이 인식이 될 수 있어서 개별 적으로 차량인식이 되지않아 대포 차량이 검거가 불가하며 정차시 RFID 교신시에도 차량의 배터리 소모가 우려된다. 또한 [4, 5] 논문에서는 기존의 번호판을 위의 일부를 개조하여 번호판의 일부를 현 알루미늄의 재질에서 다른 재질인 PCB로 변경하여 안테나로 사용하기 때문에 현재로서는 사용이 불가하여 차량 적발용 RFID 태그로는 사용이 불가하다.

이러한 대포차량 적발을 위해 검거율을 높이고 이로 인하여 경제적 효과를 높이고 쉽게 검색이 장착이 가능하므로 적발을 위한 인력부족을 해결할 수 있어서 본 논문에서는 RFID 볼트용 [6] tag를 자동차 봉인용 볼트위어나 번호판 고정용 볼트머리 부분에 부착하여 자동차의 등록 여부와 차량을 확인하여서 대

포차량 검색 및 차량검수를 할 수 있게 하였다.

본 논문에서는 920MHz UHF 대역의 소형 RFID tag를 설계하여 자동차 후방 번호판용 봉인볼트에 적용하였다. 또한 설계된 UHF 대역의 RFID tag를 인식하여 해당 자동차에 대한 정보를 인식 할 수 있는 시스템 또한 구현을 하였다. 본 시스템을 통해 대포차량을 포함한 불법차량에 대한 색출을 보다 효율적으로 할 수 있다.

논문의 II.본론에서는 시스템과 태그의 설계에 대하여 과정을 설명하였고, III.결론에서는 본 논문에 대한 최종 결론을 보여준다.

II. 본 론

2.1 RFID 불법 차량 검출 시스템

본 논문에서 제안한 불법차량 검출 시스템의 개략적인 구상도는 그림 1과 같다. 태그를 차량의 번호판 부착용 봉인 볼트나 일반 볼트의 머리 부분에 태그를 장착하여서, 자동차를 생산할 때와 거래할 때 입력된 차량과 번호판 정보와 해당 소유자에 대한 정보를 입력 할 수 있다. 불법차량 탐색 프로그램은 RFID 리더기를 통해 차량 운행 시에 고속도로에서나 차량이 운행 시에 CCTV에 인식된 번호판과 인식된 태그를 정보는 불법차량탐색 프로그램에서 확인 비교 후에 불법 차량을 판별하는 시스템이다.



그림 1. UHF RFID 태그를 이용하여 불법차량 검출 시스템 Fig. 1. Illegal vehicle detection system using an UHF RFID tag

2.2 볼트 형태의 RFID 태그 안테나

일반적인 UHF 태그를 자동차에 붙이면 손실이나 고의로 떼어서 버리기 쉬우므로 변호판용 볼트에 설계하면 회손 및 버리기가 어렵다. 본 시스템에서는 그림 2에서 보여주는 UHF Tag Antenna (920MHz)를 그림 1의 볼트의 머리 부분에 맞도록 설계가 되었다.

설계는 CST사의 MWS(Micro Wave Studio) simulation 프로그램을 사용하였다. 차량의 뒤쪽 변호판의 왼쪽에 봉인용 볼트위에나 오른쪽 변호판 고정용 볼트 머리 부분에 부착하여 사용하기 위하여 접지면을 태그의 뒷면에 두고 설계를 하였다.

봉인용 볼트나 변호판 고정용 볼트에 장착이 가능한 Tag의 설계된 모습은 그림2에서 보여준다. 태그의 전체 지름(F)은 동전 하나(백 원)크기보다 작은 지름이 A= 24mm이며, B= 14.7mm C= 13.5mm, D=17.5mm E=1.5mm, F=10mm, G=17mm, H=16.4mm, I=2.5mm, J=12.3mm, K=2mm, L=1mm이다. 또한 표시되지 않은 선의 두께는 모두 0.5mm이다.

RFID Chip은 Alien사의 Higgs4를 삽입하였기 때문에 Higgs4의 임피던스 공식을 아래 식(1)에 포함하여 시뮬레이션을 실시하였다. 일반적으로 안테나는 아래 식을 통하여 임피던스 및 정재파비 특성을 계산하고 그에 따른 수동형 태그의 인식거리 관계식은 다음과 같다. 일반적인 RF시스템과 달리 Zo는 50오옴이 아닌 chip 임피던스로서 실수와 허수로 구성된다. ZL은 안테나의 임피던스로 실수와 허수부로 구분된다.

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o} \tag{1}$$

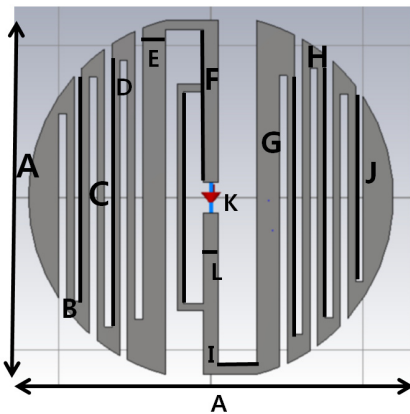


그림 2. 설계된 UHF RFID tag 파라미터
Fig. 2. Parameters of designed UHF RFID tag

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \tag{2}$$

$$R = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_r G_r G_{tag}}{P_{th,tag}} (1 - |\Gamma_{tag}|^2)} \tag{3}$$

여기서 R은 인식거리, P_r 은 리더기의 파워, G_r 은 리더기 안테나의 이득, G_{tag} 는 태그 안테나의 이득, $P_{th,tag}$ 는 칩의 최소 threshold power다. 이처럼 태그의 인식거리는 위 값들에 의해 정해지지만 리더기의 파워 P_r 은 각국마다 규정이 있으므로 이를 제외한 것들에 의해 정해진다.

Higgs4의 임피던스를 Datasheet에서 주어진 R값과 C값에 의해서 920MHz에서 계산하면 ($w = 2\pi fC$, $R = 1800\Omega$, $C = 0.85pF$) 을 대입하면 22.7-201j의 값을 얻을 수 있다. Tag antenna의 임피던스 값을 칩의 임피던스 값에 공액 정합하여서 반사계수의 크기의 simulation 결과와 측정 결과는 그림 3에서 보여준다. 설계치와 simulation 결과를 비교하며, 측정치가 920MHz에서 만족 하도록 설계를 하였다.

그림 3에서의 반사계수 크기는 CST로 시뮬레이션 하였을 때 960MHz에서 -4dB의 값을 나타내었다. 하지만 안테나를 제작하여 Network Analyzer로 측정한 결과, 920MHz에서 약 -5dB의 이득을 보였다. 또한 측정값의 -3dB 대역폭은 200MHz의 대역폭을 보여 주고 있다.

그림 4는 제작한 태그 안테나의 인식거리를 방사 패턴으로 나타내고 있다. Theta(θ , 방향), Phi(ϕ , 방향) 평면에서 보여 주는 그림이다. 0도를 정면으로 정의했을 때, Pic 방향 최대 인식거리는 0 도에서 350cm로 나타났으며 90 도에서 40cm의 최소 인식 거리를 보였다. 1.76dB 지점에서 가장 낮은 인식률을 보이며

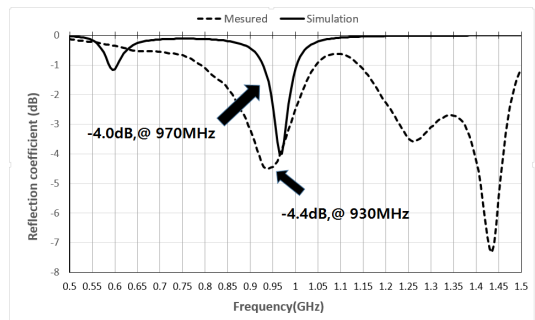


그림 3. UHF 태그 안테나의 설계치와 측정된 반사계수의 크기.
Fig. 3. Simulated & Measured |S11| of UHF tag antenna.

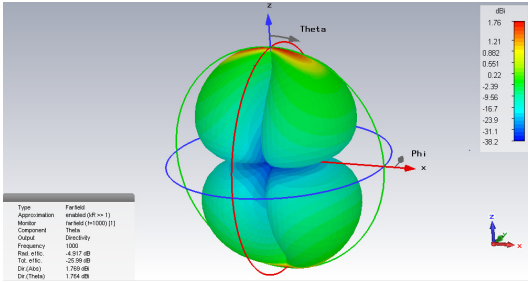


그림 4. 태그 안테나의 방사 패턴
Fig. 4. Radiation pattern of designed tag antenna

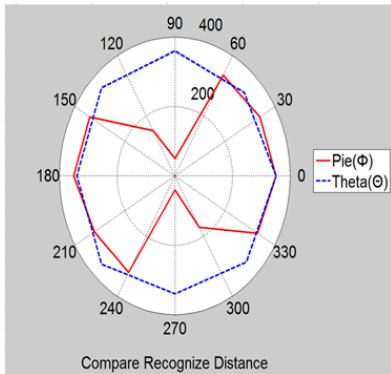


그림 5. 인식거리 패턴
Fig. 5. Reading range pattern

이 거리는 약 380cm이다. Theta의 최대 인식거리는 모든 각도에서 약 350cm로 나타났으며 측정된 결과 전 방향 40 ~ 350cm의 인식패턴을 보여주고 있다.

그림 6은 제작된 태그를 동전과 비교하며, 인식거리가 3.5m이다. 연구를 통하여 봉인 볼트나 일반 볼트에 적용 하면서 6m 정도 이상이 되도록 연구가 지속이 될 것이다. 구현된 불법차량 탐색 프로그램 실행 모습은 그림 7에서 보여준다. 차종, 번호판의 번호와 태그 번호를 비교하여 불법 차량의 유무를 확인하게 된다.



그림 6. 제작된 태그 안테나의 사진과 동전 비교
Fig. 6. Fabricated tag and comparison with a coin

III. RFID 불법차량 검출 시스템

RFID리더를 경찰차량에 부착 후 즉시 차량의 정보를 확인하며 불법차량의 여부를 확인한다. 이는 결과적으로 차량 검거에 도움이 된다. 또한 도로 CCTV에 RFID 리더를 장착한 후 차량의 정보를 읽은 CCTV의 위치와 시간을 확인한다면 차량의 이동경로를 파악할 수 있어 도난차량의 위치를 실시간으로 파악 가능하도록 한다. PC로 프로그램을 이용하여 해당 관리 데이터를 확인 및 입력관리, PC를 통한 조회 및 검색을 할 수 있다. 그림 7은 MFC로 제작한 불법차량 탐색 프로그램이다.

RFID 불법차량 탐색 프로그램의 등록 화면의 구성은 차종, 차번호, TAG ID, 불법차량 여부로 구성되며 이를 통해 불법차량을 등록하고 관리한다. 등록된 정보를 활용하여 도로 위 주행 중인 차량을 리더로 검색하여 즉시 차량의 정보와 불법의 여부를 알 수 있다.

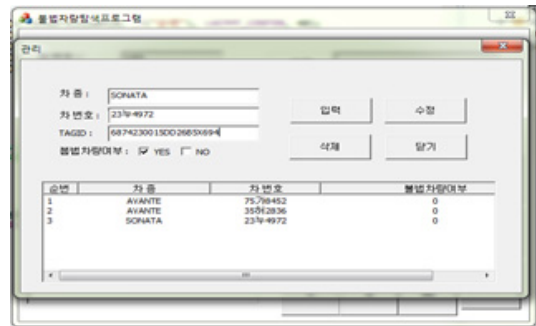


그림 7. RFID 불법차량 탐색 프로그램 실행 모습
Fig. 7. Illegal vehicle navigation programs

IV. 결론

본 논문에서는 차량의 번호판 봉인용 볼트나 번호판을 고정 할 수 있는 볼트의 머리 부분에 적용이 가능한 소형 UHF RFID tag를 설계 하였다. 설계된 태그를 이용하여 자동차의 정보를 읽고 판별하는 시스템 프로그램을 구현 하였다. 제작된 안테나의 크기는 동전 크기이며 안테나의 최대 거리는 약 3.5m 정도로 짧지만 조금 더 연장이 될 전망이다.

차량의 볼트에 해당 RFID태그를 장착 후 태그의 정보와 차량의 정보를 일치시킨다면 경찰차량, CCTV에 RFID 리더기를 장착하여 서로 동조한다면, 손쉽게 번호판의 번호인식과 RFID tag 정보를 비교할 수 있으며 이를 통해 불법 차량 및 도난 차량 추적가능이

용이해진다. 또한 태그와 봉인볼트를 일체화 하여 단속함으로써 번호판의 도용, 차량의 도난과 복제를 방지할 수 있으며 번거로운 차량 정보 조회를 RFID리더 인식을 통해 업무의 간소화 효과도 얻을 수 있다.

References

- [1] Y. C. Chung, "A study on animal information management system using an insertion type UHF RFID tag," *J. KICS, Networks*, vol. 36, no. 12, pp. 1680-1685, Dec. 2011.
- [2] K. Kim, C. Seol, J. Kim, M. Lee, and Y. Chung, "A study on detecting illegal automobile detection system using an UHF RFID tag antenna for seal-bolt shape," in *Proc. KICS Winter Conf.*, no. 56, Jeju, Jun. 2016.
- [3] D.-W. Kim, "The overfast measurement system which uses the RFID," in *Proc. Multimedia Conf.*, pp. 487-490, Nov. 2006.
- [4] D.-H. Park and K.-S. Min, "Directivity pattern design of a vehicle tag antenna for improvement of the readable range," in *Proc. KIEES*, vol. 21, no. 8, pp. 872-879, 2010.
- [5] D.-H. Park and K.-S. Min, "Design for a Tag Antenna Using License Plate Attached Vehicle Bumper," in *Proc. KIEES*, vol. 20, no. 6, pp. 535-543, 2009.
- [6] Y. C. Chung and B.-D. Jeon, "Bolt shape UHF RFID tag antenna for insertion to a tree," *J. KIEES*, vol. 23, no. 2, pp. 270-273, Feb. 2012.
- [7] Y. C. Chung, "RFID Location Based Tree Management System (TMS) Using Insertion UHF RFID Tag and GPS," *J. KICS*, vol. 37C, no. 10, pp. 909-914, 2012.
- [8] Finkenzeller, *RFID Handbook*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, England, 2011.
- [9] 국민 권익위원회, "대포차량 관리 및 단속방안 개선," 8월 24일 2015. from <http://acrc.go.kr>

정 유 정 (You Chung Chung)



1990년 2월 : 인하대 전기공학사
 1994년 12월 : Univ. of Nevada
 전기전자공학과 M.S.
 1999년 12월 : Univ. of Nevada
 전기전자공학과 (Ph.D)
 2000년 1월~2003년 : 4월 Utah
 State Univ., ECE Dept. 연
 구조교수

2003년 5월~2004년 8월 : University of Utah, ECE
 Dept. 연구조교수

2004년 9월~현재 : 대구대학교 정보통신공학과 교수
 2004년~현재 : IEEE Antenna Propagation Society,
 Senior Member

<관심분야> RFID, 유전자 알고리즘을 이용한 안테
 나 최적화, 다중밴드 안테나 최적화, 배열 안테나
 최적화, RFID 태그 및 시스템

김 기 식 (Ki-sik Kim)



2011년 3월 : 대구대학교 통신
 공학과 입학
 2016년 1월 : 통신학회 우수논
 문 선정
 2016년 5월 : 장려상, IT 융합
 비즈니스모델공모전, 한국IT
 서비스학회

2017년 8월 : 대구대학교 통신공학과 졸업예정
 <관심분야> RFID 태그 안테나 설계, 터널내 UHF
 능동형 태그 위치추적

설 창 환 (Chang-hwan Seol)



2010년 3월 : 대구대학교 통신
 공학과 입학
 2014년 12월 : 경북벤처창업동
 아리 경진대회 3위
 2016년 1월 : 통신학회 우수논
 문 선정
 2016년 5월 : 장려상, IT 융합
 비즈니스모델공모전, 한국IT서비스학회

2017년 3월~현재 : 대구대학교 정보통신공학부 대학
 원생

<관심분야> RFID 태그 안테나 설계, 마이크로프로
 세서와 센서 적용 수화용 글로벌