

체내 주입형 UHF RFID 태그를 이용한 동물정보관리 시스템에 관한 연구

종신회원 정 유 정*

A Study on Animal Information Management System (AIMS) Using an Insertion Type UHF RFID Tag

You Chung Chung* *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 동물의 표피와 근육질 사이 체내에 주입할 수 있는 UHF 대역의 RFID 태그를 개발하였으며, 그 태그를 사용한 동물정보관리 시스템을 개발 하였다. 일반 상용 태그는 동물의 체내에서 동작하지 않으므로 체지방과 근육의 유전율을 고려하여서 태그를 설계 하였다. 태그는 피부 밑에 삽입이 쉽도록 끝이 뾰족하게 그리고 얇게 설계되었다. 태그의 성능을 동물의 근육과 표피 안에서 검증하였다. 동물정보관리시스템은 개발된 태그를 사용하여 동물들의 종류, 병력, 주인의 정보, 주소지 등을 관리 할 수 있다. 개발된 프로그램과 태그는 군견이나 경찰견 관리용으로 사용이 가능하다.

Key Words : UHF Insertion Tag, RFID Animal System, UHF Bio-tag, Animal Info system

ABSTRACT

This paper introduces UHF RFID tag antenna which can be inserted between the skin and muscle of animal. Animal Information Management System (AIMS) using the developed tag has been developed. Since the general and commercial tags are not working in the body of any animal, the new tag for flash body has been developed with the consideration of dielectric constant of the muscle and fat of animal. The tag shape is flat and sharp end to make it easy to insert the tag just under the skin. The performance of the installed tag under the skin and in the muscle has been verified. The AIMS can manage the animal, history of illness, information of owner and address. This program can be applied to the management of military and police dogs.

I. 서 론

RFID (Radio Frequency Identification) 시스템은 동물 관리용으로 많은 분야에서 사용되고 있다. 최근 우리나라의 산에 GPS와 RFID 태그를 갖춘 반달곰이 야생에서 자랄 수 있도록 야생으로 보내졌고 또한 그 곰들의 위치를 계속적으로 GPS로 위치를 추적하고 있다고 뉴스에 소개가 되고, 어느 곰인지를 태그 정보로 인식을 하고 있다^[1,2]. 최근 들어 1인 가정이 늘어

나고 핵가족사회로 인하여 개인들이 애완용 개나 고양이들을 많이 키우고 있다. 서울시 자료에서 약 80만 마리의 개나 고양이가 사육되고 있으며, 앞으로 사육을 희망하는 가구까지 포함하면 장래에 1백만 마리가 사육될 것으로 추정된다. 그러나 주인이 애완동물의 분실에 대비하여 남에게 피해를 줄이기 위해 기본적으로 필요한 이름표 달기나, 기타 조치를 취하는 경우는 21% 정도에 불과한 것으로 나타났다. 전국적으로 애완견의 연도별 증가는 급격하게 늘어나고 있으며,

* 대구대학교 정보통신공학부(youchung@daegu.ac.kr)

논문번호 : KICS2011-10-462, 접수일자 : 2011년 10월 13일, 최종논문접수일자 : 2011년 11월 12일

2004년에는 260만에서 2005년에는 350만으로 크게 증가하는 추세이다^[3]. 애완동물을 본인이나 가족이 좋아해서 기를 경우가 대부분을 차지하나, 선물로 애완동물을 받아서 기르는 경우도 상당수 있다. 선물로 받는 경우는 동물이 유기되기 쉽고 사육을 쉽게 포기할 가능성이 있다. 이러한 유기전은 2004년에 4만5천에서 2005년에는 6만1천 마리로 급격하게 증가하며, 전국적으로 5,400여 마리 유기동물에서 안락사(89%), 입양(3%), 주인인도(3%), 기타(5%)로 나타나고 있으며 유기전의 수는 매년 증가추세를 보이고 있다^[4]. 또한 전국의 유기동물 폐사 및 안락사 비용으로 58억 원이 지출될 것으로 추산되고 있다. 최근 각 개인들의 바쁜 생활로 인하여 본인들이 키우고 돌보던 애완동물들에게 때로는 관심이 줄어들고, 급기야는 유기 동물들이 급격하게 늘어나는 추세이다^{[3],[4]}. 그래서 동물관리와 정보를 관리하기 위하여 인식거리가 충분한 UHF RFID 태그를 동물의 피부 밑에 넣어서 주인정보 관리 및 병력 관리 등이 필요한 실정이다.

보통 동물관리 RFID 시스템과 태그는 LF (Low Frequency) 대역의 134.2KHz과 HF (High Frequency) 대역의 13.56MHz을 사용 한다^[5]. 논문 [6]에서는 LF와 HF 대역의 동물 인식용으로 두 가지 대역에서 사용이 가능한 하이브리드 리더기의 개발에 대하여 보여 주었다. 논문 [7]에서는 동물관리를 위한 시스템을 선을 보였지만 인식거리가 짧은 HF대역의 상업용 태그를 사용 하였다. 하지만 LF와 HF 대역의 태그들의 문제는 아래와 같다.

LF대역과 HF대역의 낮은 주파수 대역의 생체용 태그는 생체의 영향을 적게 받아서 인식이 잘되지만, 인식거리가 매우 짧고, LF 대역 태그가 조금은 큰 경향이 있다. 그래서 LF대역 태그는 체내에 삽입이 어렵고, HF 대역에서 태그는 주사기로 피부 밑 체지방 층에 보통 삽입이 되는데 굵기가 1.5~2mm나 되는 유리나 플라스틱 캡슐 형태로 태그가 존재 한다^[5]. 이 HF 태그는 인식거리가 수 cm밖에 안되며, 이 1.5mm 두께의 유리의 길이 매끄러운 HF 태그는 피부 밑에서 몸 전체를 피부 밑으로 태그가 돌아다니므로 태그의 위치를 동물의 몸에서 찾기가 쉽지 않다. 태그를 인식하기 위해서는 인식거리가 짧은 HF 리더기로 동물의 몸 전체를 스캔해야 하는 힘든 상황도 벌어진다. 이 HF태그는 피부 밑 체지방 층에 삽입이 될때 1.5mm 정도의 유리캡슐형 태그는 평평한 피부에 돌출 현상이 나타나므로 사람이 애완용 동물을 쓰다듬을때 촉감을 저해하는 경향이 있다. 그래서 UHF 대역의 생체용 태그 개발이 절실하게 필요한 상황이다. 하지만

UHF 대역의 전파가 동물이나 사람의 몸에 유해하다는 여러 가지 인터넷 등에서 정보가 있지만, 이 UHF RFID 전파가 동물의 몸에 나쁜 영향을 주는지 여부를 논문 [8]에서는 영향이 없음을 실험을 통해서 증명 하였다. 본 논문에서는 인식거리가 길고 체내에 주입이 가능한 태그를 개발하게 되었다.

UHF RFID 시스템은 RFID 리더, 태그 안테나, 리더 안테나, 그리고 리더와 연결된 컴퓨터로 구분 할 수 있다. 컴퓨터에는 리더기를 제어할 수 있는 미들웨어와 적용프로그램이 동작한다. 태그는 태그 안테나와 태그의 RFID 칩으로 구성된다. 태그 안테나의 임피던스는 태그의 칩의 임피던스에 공액정합이 되도록 설계가 되어야 하는데, 태그 안테나 설계에 있어서 가장 큰 어려운 부분은 전도성 물질인 철재에 부착 가능한 태그 안테나 개발이고 몸체와 같은 고유전율 근처에서 동작하는 태그 안테나또한 개발에 어려움이 많다^{[9],[10]}. RFID 태그 안테나는 전기적 성능을 요구할 뿐만 아니라 칩 결합이 용이하고, 태그가 부착되는 물질 및 사용되는 환경에 영향을 받지 않아야 한다. 특히 고 유전체의 경우 일반적인 형태의 태그를 사용하게 되면 태그 안테나의 방사 효율과 공진주파수 및 안테나 임피던스가 크게 변하게 된다. 일반 시중에 유통되고 있는 성능이 좋은 Gen2 의 태그를 고유전체인 동물의 몸체에 부착하여 실험을 한 결과 원래 성능의 0~10%정도 인식거리로 거의 사용하기가 불가능하므로 고유전체에서 동작하는 안테나를 환경에 맞도록 설계를 하여야한다^[11].

본 논문에서는 고유전율을 가지는 동물의 피부 밑에 삽입이 가능한 얇은 UHF RFID 태그 안테나를 개발하여 이를 이용한 동물정보관리 시스템을 구현하였다. II장 본문에서는 태그에 관한 간단한 성능과 동물 정보관리시스템의 구현에 대하여 설명을 보여 주었으며, III장에서 결론을 내렸다.

II. 본 론

2.1 삽입형 UHF RFID 태그

일반적인 삽입형 태그는 13.56MHz HF 대역의 태그가 많이 사용되는데 그림 1과 같이 주사기 형태로 작은 플라스틱이나 유리안에 코일 형태로 들어있는 태그를 주사기로 주입하게 된다^[5]. 하지만 두께가 1.5~2mm 정도로 동물의 표피 바로 밑에 주입하면 피부에 불룩하게 튀어 나와 보이는 현상이 있고, 앞 서론에서 설명한 문제와 같이 리더기로 온몸을 스캔을



그림 1. 13.56MHz HF대역 주입용 주사기와 태그
Fig. 1. 13.56MHz HF Band Insertion type tag and syringe

해야 하는 번거로움도 있다.

그래서 현 시점에서 판매가 되고 있는 UHF RFID 태그를 피부 밑에 삽입하여 측정하여 사용 가능성을 실험하였다. 측정결과는 Alien사의 3가지 대표적인 태그를 측정하였다. 첫 번째 측정값은 일반 공기 중에서 인식거리를 측정하고, 두 번째 측정 값은 피부 밑에서 측정된 인식거리 값이다. 측정된 태그는 ALN-9640 (3.15m, 0m), ALN-9554 (2.9m, 0m), ALN-9534 (2.3m, 0m) 로서, 모두 피부 밑에서는 동작을 하지 않음을 알 수가 있었다. 그래서 피부 밑에 주입형으로 UHF 태그 안테나를 설계 하였다.

태그 설계시에 태그 안테나의 주위환경 물질의 유전율을 고려하여서 설계를 하여야 하는데 본 논문에서는 지방층의 유전율을 고려하여서 태그가 피부 밑에 주입시에 동작하는 태그로 설계 하였다. 지방층의 유전율을 [4.3-7.5(C/m^2)] 고려하여 안테나 시뮬레이션 프로그램인 MWS로 RFID 태그를 설계 하였다. 지방층의 시뮬레이션 환경은 가로×세로가 160mm×160mm인 지방층을 [유전율=5.5C/m²] 두 개의 3mm의 층을 설정하고, 두 층 사이의 거리 0.88mm에 태그가 그 사이에 삽입이 되도록 설정을 하고 simulation 을 하였다.

태그의 인식거리는 아래의 공식(1)에서 설명 되는데 [12],

$$r_{max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_r G_r G_t \tau}{P_{th}}}, \tag{1}$$

$$\tau = \frac{4R_c R_a}{|Z_c + Z_a|^2}, \quad 0 \leq \tau \leq 1$$

여기서 $Z_c = R_c + jX_c$ 칩 임피던스이고, $Z_a = R_a + jX_a$ 는 태그 안테나 임피던스이다. λ 는 파장, G_r 과 G_t 는 각각 리더 안테나와 태그 안테나의 이득을 나타낸

다. P_r 은 리더 안테나에 공급되는 전력이며, P_{th} 는 칩의 동작에 필요한 문턱 전력이다. 여기서, $P_r \cdot G_r$ 은 EIRP(Effective Isotropic Radiated Power)이며, ISO 18000-6에 따라 4W 즉, 36dm보다 작아야 한다.

사용 UHF RFID 표준 주파수 범위는 각 나라별로 RFID 주파수가 할당 되어져 있다. 2009년부터 중국이 840~844.5MHz의 대역을 사용함에 따라 UHF 대역이 840~960MHz 대역으로 확장 되었다 [13]. 본 시스템은 한국의 새로운 규격인 917~920.8MHz 대역의 4W 그리고 920.8~923.5MHz 대역의 200mW에 맞도록 920MHz에 동작하게 설계 되었으며 [14], Alien Gen2 칩을 사용하였다.

이러한 규정에 의하여 리더기의 전송전력 (EIRP)은 정해져 있으므로 인식거리를 연장하려면 태그의 설계가 중요하고, 안테나와 칩의 임피던스 정합도가 매우 중요하다.

그림 2는 지방층에 삽입 가능한 실제로 설계된 UHF RFID 태그를 XY 평면에 (가로 X축, 세로 Y축) 보여 준다. 제작된 태그의 개별 파라미터들의 크기는 (단위 mm) $X_1=28, X_2=24, X_3=9, X_4=1.89, Y_1=4, Y_2=2.9, Y_3=1.7$ 이다. 그림 2에서는 RFID 칩이 안테나 중간에 안테나 급전점에 존재한다. 그림에서 보는 바와 같이 가로×세로가 28×4mm로 크기로 작으며, 생체에 주입이 쉽도록 양 끝이 뾰족한 모양으로 설계 하였다. 본 태그로 피부 밑에 주입하여 인식거리를 측정 하였고 동물정보관리 시스템을 구현 하였다.

설계된 태그 안테나를 피부 밑에 삽입하고 태그의 인식거리 방사패턴을 측정하여서 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 보는 것과 같이 Y축 위 방향 (0 degree)으로 최대 인식거리를 37cm로 나타났으며 양쪽 +/- 90°에서 약 6cm로 최소 인식거리를 나타냈다. 앞에서 측정한 상용 태그는 인식이 전혀 안되지만, 본 논문에서 설계된 태그는 37cm정도에서 임히므로 적당한 거리에서 인식이 가능하여 동물정보관리시스템을 구현하기에 충분함을 입증하였다.

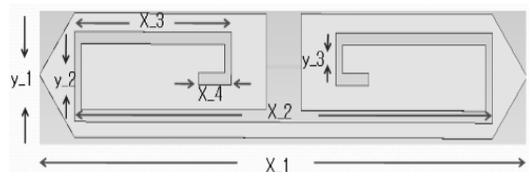


그림 2. 체내 주입형 UHF RFID Tag 안테나
Fig. 2. Bio-Insertion type UHF RFID Tag antenna

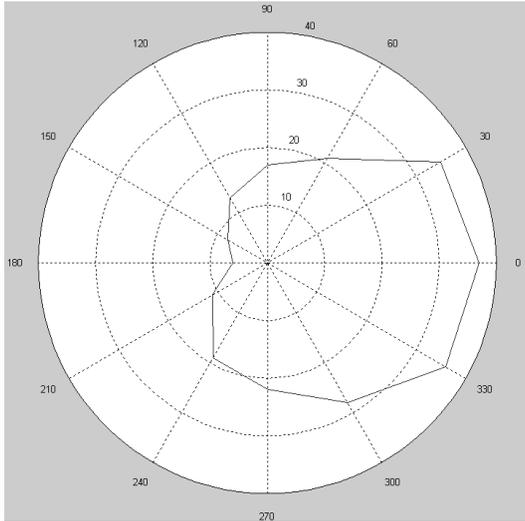


그림 3. 제작된 UHF RFID Tag 안테나 인식거리 패턴
Fig. 3. Reading rang pattern of fabricated UHF RFID Tag antenna

2.2 동물정보관리시스템 (AIMS) 프로그램 구성

동물정보관리 시스템은 그림 4에서와 같이 동물의 정보를 UHF 리더에서 읽어 서버에 저장하여서 관리하는 시스템이다. 프로그램은 미들웨어와 응용프로그램으로 구성되며. 미들웨어는 RFID 시스템에서 하드웨어인 리더로부터 수집된 초기 데이터가 다양한 응용시스템과 연동되어 사용되도록 인터페이스를 통해 응용시스템으로 전달해 주는 기능을 해주는 일종의 소프트웨어이고 [15], 응용시스템 프로그램은 사용자가 활용하기에 편리하도록 제공되는 프로그램이다.

본 시스템에서의 미들웨어 역할은 관공서나 동물병원에 설치된 RFID 리더에서 읽어 들인 동물의 정보를 미리 저장된 동물정보 DB와 인식된 정보를 비교 하며 저장한다. 또한 정보를 저장시에 그림 5에서 보여주는 User Interface 입력창에 입력되는 정보를 DB에 맞는 형태로 저장하게 된다.

User Interface 입력창에는 그림5와 같이 태그의 ID가 동물에 삽입시에 동물의 주인정보 (주민번호, 성명, 주소, 전화번호)등이 입력이 되고, 동물정보란에는 동물의 이름, 출생년도, 종류, 품종, 색깔 나이, 예방접

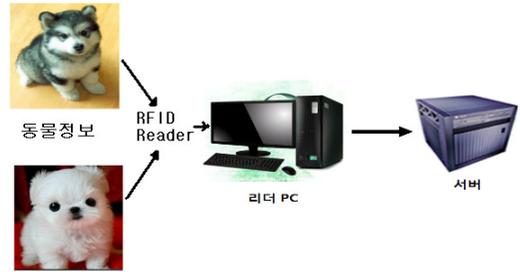


그림 4. UHF RFID Tag를 활용한 동물정보관리시스템 (AIMS)
Fig. 4. AIMS using UHF RFID tags



그림 5. UHF RFID 동물정보관리시스템 (AIMS) 사용자 입력창
Fig. 5. UHF RFID Input window of user interface for AIMS

종, 접종날짜, 등록일시, 분양일시, 동물의 집 이름 등의 정보가 입력이 된다. 현재 병력입력을 하도록 하고 있으며 UHF 태그 ID가 읽혀져서 정보와 같이 짝을 이루어 저장하게 된다. 그림 5에서와 같이 수정이 가능하며 자동으로 ID는 리더기로부터 주입된 태그를 읽게 된다.

그림 6에서는 그림 5에서 입력한 순서대로 DB의 형태를 보여 주고 있다. DB 입력이 되어 저장된 순서는 주민번호, 주민성명, 동물이름, 주소지, 전화번호, 동물의집, 출생년월 등의 순서로 저장이 된다.

그림 7에서는 시스템의 실행 원도우와 실행 순서를 보여 주고 있다. 연결을 실행하여 리더기 연결을 실행하고, 태그등록 실행을 통해 태그 ID를 등록하게 된다. 동물 모니터링, 도구 창에서는 환경설정과 소프트웨어 정보가 보여 질 수 있도록 한다. 본 시스템을 통

주민번호	주민성명	동물이름	주소지	전화번호	동물의집ID	동물의집...	출생년월일	동물성별
940125112...	박철수	리나	대구광역시	0538526548	대구-001	동물하루...	2010-07-30	수컷
890124112...	김동성	리나	대구광역시	0538556548	대구-001	동물하루...	2010-07-30	수컷
820203254...	김동성	리나	대구광역시	0532456799	대구-001	동물하루...	2010-07-30	수컷

그림 6 저장된 동물정보 DB 형태
Fig. 6. The saved data format of animal information

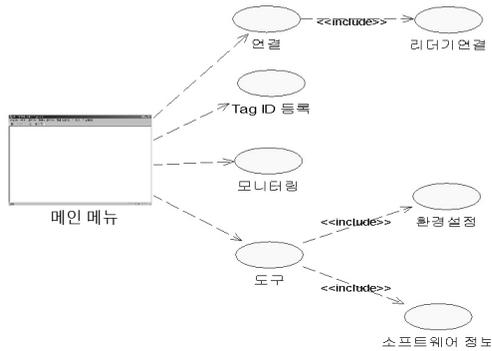


그림 7. AIMS 의 윈도우 실행 트리 순서정보
Fig. 7. Access window tree and order of AIMS

해서 성공적으로 동물관리와 동물의 정보는 물론이고 주인에 관한 정보관리를 실행 할 수 있었다. 또한 본 프로그램을 사용하여 군용 경찰용 견을 관리 할 수 있도록 군견관리기록부의 정보를 추후에 입력이 가능하도록 설계 하였다.

III. 결 론

본 논문에서는 현재 사용되는 동물관리용 저주파 대역인 LF와 HF 대역의 문제점을 인지하였다. 그 문제점들은 첫째로 저주파 태그는 인식거리가 매우 짧고, 둘째로 피부 밑에 HF 태그가 삽입시 피부 밑에서 태그가 온 몸에 돌아다녀 태그를 인식시에 태그를 찾기가 힘들고, 셋째로 인식거리가 짧은 저주파 리더기로는 태그를 읽으려면 온몸을 스캔해야 하는 불편함을 900MHz 대역인 UHF 대역에서 주입형으로 RFID 태그를 개발하여 위에서 소개한 낮은 주파수 태그의 문제를 해소 하였다. 개발된 태그의 인식거리는 37cm 정도로 충분하며 주입이 편리 하도록 얇게 뽀족하도록 설계가 되었다. 그리고 그 태그를 이용하여 동물정보 관리와 주인정보 관리를 용이 하도록 UHF RFID 태그 기반의 동물정보관리 시스템을 구현하였다.

본 논문에서 개발된 UHF RFID 기반의 동물정보 관리 시스템을 사용하면 UHF 태그를 사용하므로 인식거리가 충분하고, 군용 경찰용 견을 관리하기에도 편리함이 많으며, 많은 유기동물들의 주인을 찾아주는 효과 또한 제공된다.

참 고 문 헌

[1] KBS internet news, www.kbs.go.kr

[2] 김소현, 김도현, 박희동, “RFID, GPS 및 센서를 이용한 동물 상태 추적 서비스,” *한국인터넷방송통신TV학회 논문지*, 제9권, 제 5호, pp.79-84, 2009.

[3] 애완견 및 유기견 관리 통계, 농림수산부 2006.

[4] 전국 유기견 처리 실태, 서울시 통계자료, 2006

[5] Finkenzeller, “RFID Handbook,” 2nd edition, John Wiley & Sons, England, 2011.

[6] 김문갑, 정보환, ‘애완동물 인식을 위한 하이브리드 RFID 리더 개발,’ *대한전자공학회 2010년 하계학술대회*, pp.1846-1849, 2010.

[7] 홍성혁 외3, ‘PMS : 유비쿼터스 환경을 고려한 애완동물 관리를 위한 U-Pet 시스템,’ *한국멀티미디어학회 2008년 학술대회*, pp.284-287, 2008.

[8] 김연주 외 3, ‘900MHz 대역 RFID 리더기의 생체에 대한 연구-동물실험경과,’ *한국전자파학회 전파기술 제 21권, 5호*, pp.41-54, 2010년 9월

[9] 최제한, 전병돈, 정유정, “혈액백용 UHF RFID 태그 안테나와 혈액관리용 시스템” *전자공학회 TC 논문지*, Vol.48, No.1, pp.102-107, 2011년 1월

[10] 정유정 ”작은 UHF RFID를 이용한 열쇠 관리 철재 캐비닛 시스템과 인식률에 관한 연구”, *한국통신학회논문지*, Vol.35, No.2, pp.263-268, Feb., 2010.

[11] 이진성, 이경환, 정유정, ” 귀금속 관리를 위한 900 MHz Near field RFID 시스템에 관한 연구,” *한국통신학회논문지*, Vol.35, No.1, pp.78-84, Jan., 2010.

[12] K. V. S. Rao, P.V. Nikitin and S. F. Lam, “Antenna design for UHF RFID tags: a review and a practical application,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol.53, No.12, pp.3870-3876, 2005.

[13] ‘Regulatory status of using RFID in the UHF spectrum,’ <http://www.epcglobalinc.org/>, March, 2009.

[14] 무선설비규칙 방송통신위원회고시 제2008-137호, 2008년 12월.

[15] Joseph E. Hoag and Craig W. Thompson, “Architecting RFID Middleware”, *IEEE Internet Computing*, vol.10, No.5, pp.88-92, Sep. 2006.

정 유 정 (You Chung Chung)

종신회원



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. 연구조교수

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