

논문 2011-48TC-1-16

혈액백용 UHF RFID Tag 안테나와 혈액관리용 시스템

(UHF RFID Tag Antenna for a Blood Bag and BIS (Blood Information System))

최재한*, 전병돈*, 정유정**

(Jaehan Choi, Byungdon Jeon, and Youchung Chung)

요약

현혈원에서 현재 현혈된 혈액백에 부착된 바코드를 하나씩 스캔하여 관리하는 것을, 관리의 효율성을 높이고 정확성을 높이기 위해 UHF RFID 혈액관리시스템 BIS(Blood information system)을 구현하였고, 고유전율인 혈액이 들어있는 현혈용 혈액백 (blood bag)에 부착 가능한 UHF RFID Tag 안테나를 설계하였다. RFID Tag 안테나는 부착된 물체의 전기적인 특성으로 인하여 영향을 받으므로, 고유전율인 혈액에 근접 시 태그 안테나의 임피던스 성분이 변하게 되어 태그의 반사손실 및 대역폭에 영향을 주게 된다. 고유전율에 부착된 일반 태그가 냉장고 안에서 인식률이 20%도 미치지 못한다. 그래서 이러한 영향을 고려하여 일반 다이폴 형태의 태그에 반사판을 사용하여 설계하였다. 반사판이 있을 때와 없을 때, 반사판과 다이폴 태그와의 간격, 다이폴 안테나에 T 매칭 구조의 존재에 따라 임피던스를 조절하여 칩과의 정합 회로를 구성하여 최적화된 태그를 설계 및 제작하였으며 제작된 태그의 특성과 인식거리 패턴을 측정 비교하였다. 또한 본 태그를 사용하여 BIS를 구현하여 혈액관리가 실시간으로 되도록 하였다.

Abstract

The current blood control system is using barcode and scanning one by one to manage blood bags. To have better management and accuracy, an RFID BIS (blood information system) is implemented with an UHF RFID tag antenna using a reflector for a blood bag has been used. The UHF RFID tag for blood bag, attached on the high permittivity blood, is designed and fabricated. The tag antenna is optimized and fabricated with the simulation tests such as the existence and nonexistence of the reflector, various distance between the reflector and the dipole tag, the different widths of the reflector and the existence and nonexistence of the T-matching structure. The characteristics and the reading range patterns of the tag antennas are measured. The BIS is implemented with the new tag design.

Keywords : RFID, Tag for Blood Bag, Tag for High Dielectric Constant. 혈액관리 시스템

I. 서론

RFID(Radio Frequency IDentification) 기술은 각 사물에 전자 태그를 부착하고, 사물의 고유 ID를 무선으로 인식하여 해당 정보를 수집, 저장, 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격 관리 및 사물 간 정보 교환 등의 서비스를 제공하는 기술이다. RFID 시스템은 적용 분

야별로 125 kHz의 저주파 대역에서 2.4 GHz의 마이크로 대역에 이르기까지 다양한 주파수 대역을 사용하고 있다.^[1-2]

최근에 전 세계적으로 UHF 대역의 RFID 기술에 대한 관심이 증가하면서 유통물류 분야를 시작으로 국방, 환경, 의료, 항공, IT 등 다양한 분야에 RFID 기술을 적용하려는 연구가 활발히 전개되고 있다. UHF RFID 시스템은 기존의 저주파 RFID 시스템에 비하여 긴 인식거리와 저렴한 tag 비용의 장점으로 전 세계적으로 유통, 물류 등의 용도에 가장 적합하다고 평가되고 있다. 특히 Wal-Mart와 Tesco와 같은 대형 유통회사에서는 2005년부터 RFID 보급을 가시화하고 있고, 전 세계 단

* 정희원, ** 정희원-교신저자, 대구대학교 정보통신공학부

(Information and Communication Eng. Dept. Daegu University)

※ 대구대학교 학술 연구비 지원에 의한 논문임
접수일자: 2010년1월14일, 수정완료일: 2011년1월14일

일 표준의 RFID 규격이 도입되어 RFID 서비스의 확대가 가속화되고 있다.^[3~4]

혈액관리 시스템에는 각 혈액형별 (A, B, AB, O) 그리고 혈소판, 혈장, 전혈, 적혈구제제, 동결 침전제제와 RH+와 RH-형 등의 여러 가지 다른 종류로 관리되고 있다. 또한 전국적으로 130여개의 헌혈의 집에서 채혈을 할 때나, 헌혈원에서 혈액원으로 또 혈액원에서 여러 병원으로 혈액을 이동시에 혈액백에 붙어 있는 바코드를 하나하나 스캔하여 세어서 확인을 하게 된다. 그래서 위에서 언급한 여러 종류별로 실시간 추적이 힘든 형편이고, 많은 양을 이동시에 수의 착오가 있을 수도 있다. 냉장 보관되어 옮겨야 하는 혈액이지만 수를 헤아리는데 걸리는 시간이 오래 걸려 온도의 변화도 우려가 되고 있다. 일반 시중에 유통되고 있는 성능이 좋은 Gen2, Gen3의 태그를 혈액백과 실험을 한 결과 원래 성능의 8~16%정도 인식거리로 혈액을 보관하는 냉각고 안에서 측정된 결과 인식거리가 짧아서 인식이 되지 않아 혈액관리 시스템 구축에 문제가 있다.^[5]

RFID 혈액관리 시스템을 구축하기 위해서는 인식이 잘되는 태그의 설계가 우선되어야 한다. 그러나 RFID 태그 안테나 설계에 있어서 가장 큰 어려운 부분은 전도성 물질과 고유전율인 혈액과 같은 물질에 부착 가능한 태그 안테나 개발이다. 그 이유는 알루미늄 캔이나 금속 상자와 같은 전도성을 가지는 물질이나 고유전체 물질은 안테나의 방사 효율과 공진주파수 및 안테나 임피던스가 크게 변하게 된다. 그래서 태그의 성능에 아주 크게 영향을 미치기 때문에 RFID 시스템을 구축하는데 많은 어려움이 있다.^[6]

본 논문에서는 고유전율을 가지는 혈액 저장용과 헌혈에 사용되는 혈액용백에 사용 가능한 태그를 설계하기 위해 다이폴 형태와 반사판을 결합한 형태로 UHF RFID 태그를 설계 및 제작을 하였다. II장에서는 혈액백 옆에 부착하는 태그를 설계하기 위해 다양한 반사판의 모양에 따른 다이폴 태그의 특성을 분석하여 가장 적합한 태그를 설계하여 특성 및 방사패턴을 분석하였으며, III장에서는 제작된 태그를 사용한 혈액관리시스템을 설명하고 IV장에서 결론을 내렸다.

II. 본 론

1. 혈액관리 시스템

본 논문에서 제안한 혈액관리용 시스템의 개략적인

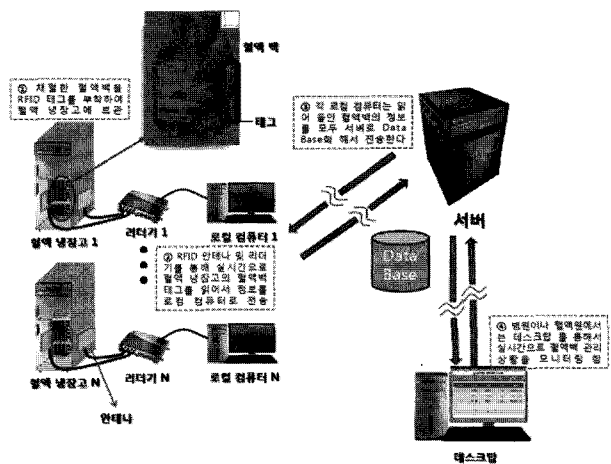


그림 1. 혈액관리 시스템
Fig. 1. Blood Information System.

구상도는 그림1과 같다. RFID 태그가 부착된 혈액백이 냉각고에 보관되면 냉각고에 설치된 리더와 리더 안테나로부터 실시간으로 RFID 태그의 정보를 읽어 들여 그 정보를 로컬 컴퓨터에 전송하게 된다. 각각의 혈액원에 설치된 로컬컴퓨터로부터 읽어 들인 혈액백의 정보를 대한적십자사 혈액관리본부로 Data Base화해서 전송하게 된다. 그리고 병원이나 혈액원에서는 컴퓨터를 통해서 실시간으로 혈액 관리 상황을 모니터링 할 수 있도록 한다.

2. 고유전율을 고려한 UHF 태그 안테나 설계

일반적인 RFID 태그 안테나가 고유전율인 혈액이 담겨 있는 혈액백에 부착되었을 때 동작을 잘 하지 않으므로, 본 논문에서는 혈액의 유전율을, $58 \sim 62 C/m^2$, 고려하여 태그와 혈액과의 영향을 적게 받기 위해 반사판을 태그 안테나와 혈액백 사이에 첨가 하여 다이폴

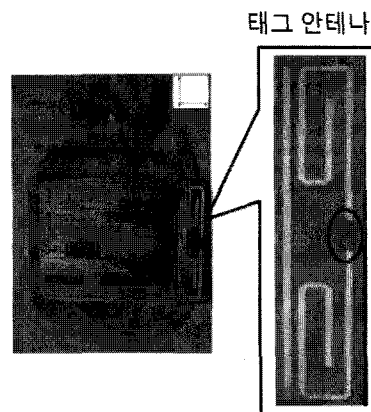


그림 2. 혈액백과 태그의 모양
Fig. 2. Blood Bag and Attached Tag Antenna.

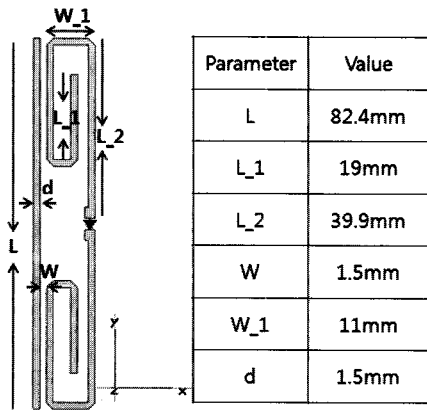


그림 3. 태그 안테나와 파라미터 값
Fig. 3. Tag antenna with parameters.

형태의 태그 안테나를 설계하였다.

그림 2는 본 논문에서 개발한 헌혈시에 사용하는 혈액백용으로 설계한 태그 안테나를 보여주고 있다.

태그 안테나를 설계할 때 태그 안테나의 임피던스는 칩 임피던스와 공액 정합을 해서 설계를 하였다.

각 소자 파라미터의 변수를 그림 3에서 보여주고 있다. 혈액백은 가로 11cm×세로 14.5cm, 두께는 약 3cm 정도 이고, 혈액의 유전율은 $60 C/m^2$ 로 설정하여 태그 안테나를 설계하였다. 혈액백과 태그간의 간격은 그림 2에서 실제 간격을 고려하여 16.5mm로 설정 하였다.

먼저 반사판이 포함된 태그와 반사판이 제외된 태그를 최적화 하여 비교한 결과 값을 그림4에서 보여주고 있다. 반사판이 포함된 태그의 반사손실(return loss)은 중심주파수 910MHz에서 -27.8MHz, -10dB 이하의 대역폭은 12MHz(902~914MHz)이고, 반사판이 제외된 태그의 최적화된 크기의 반사손실은 중심주파수 910MHz에서 -4.93dB를 나타냈다. 결론적으로 반사판이 없이 좋은 값의 S11은 기대하기가 힘들었다.

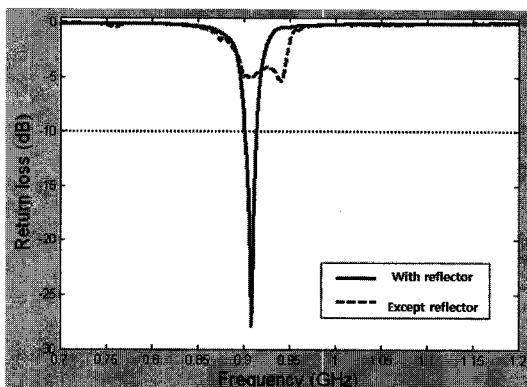


그림 4. 반사판의 존재에 따른 Return loss in (dB)
Fig. 4. Return loss (dB) depend on the reflector.

반사판과 다이폴 안테나의 거리(W)에 따른 시뮬레이션 결과 거리에 따라 반사판과 태그 사이의 거리가 1.5mm 일 때의 반사손실은 중심주파수가 910MHz에서 -27.8dB, -10dB 이하 대역폭은 12MHz(902~914MHz)로 가장 좋은 결과를 보여 주었다. 또한 반사판의 두께(d)에 따른 시뮬레이션 결과는 1.5mm 일 때 태그의 반사손실은 중심주파수가 910MHz에서 -27.8dB, -10 dB 이하로 제일 좋은 결과를 보여 주었다.

태그에 T 매칭이 포함됐을 때와 제외 됐을 때의 시뮬레이션 결과를 비교하였다. 태그에 T 매칭 루프가 없을 때의 태그의 반사손실은 중심주파수가 910MHz에서 -27.8dB, -10dB 이하 대역폭은 12MHz(902~914MHz)이고, 태그에 T 매칭 루프가 포함되어 있을 때의, 반사손실은 중심주파수가 910MHz에서 -12.87dB를 나타냈다. 또한 태그의 방향이 그림 2의 방향과 180도 회전 되었을 때 (태그 칩이 혈액백 쪽에 위치할 때)의 성능을 비교 하였을 때 월등하게 그림1과 2의 방향이 좋음을 알 수 있었다.

혈액백에 태그를 부착했을 때와 혈액백 없이 태그만 공기 중에 있을 때의 방사 시뮬레이션 결과, 혈액백이 있을 때는 이득이 3.1dBi과 효율 96%의 특성을 보이고 있고 혈액백이 없을 때의 이득이 0.96dB과 효율69%의 특성을 보이고 있다.

고유전율을 가지는 혈액백을 고려하여 부착된 태그 안테나가 안정적으로 동작하기 위해서는 방사된 에너지가 혈액백으로 여기 되는 것을 최소화해야 한다. 개발한 태그 안테나의 반사판은 전류의 흐름을 반사판의 반대쪽으로 집중시키도록 도와 다이폴안테나와 상호 작용을 통하여 공진 주파수를 높여 주는 역할을 하게 된다.

3. 실제 제작한 혈액백용 태그 안테나

그림 5는 고유전율을 가지는 혈액 백에 부착이 가능한 태그로서 부착 가능한 0.04mm 두께의 비닐에 구리를 사용하여 제작한 안테나이다. 태그는 다이폴 형태에 반사판이 있는 형태이며, 크기는 가로 14mm × 82.4mm

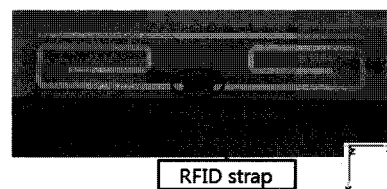


그림 5. 제작한 태그 안테나
Fig. 5. Fabricated tag antenna.

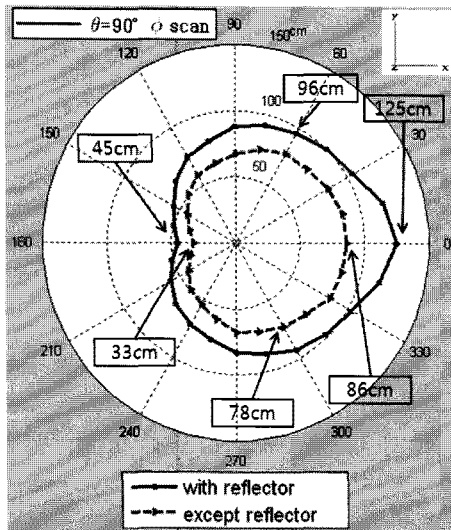


그림 6. 반사기가 있을 때와 없을 때 인식거리 패턴
 Fig. 6. Reading range patterns of tag antenna with reflector and without reflector.

이다. RFID 스트랩은 다이폴 안테나의 중간에 위치하고 있다.

제작한 태그 안테나의 인식거리를 측정하였다. 열린 공간에서 Alien사의 리더기와 리더 안테나를 사용하였다. 리더기는 ALR9900 모델을 사용하였으며, 리더안테나는 이득이 6dBi인 ALR-9610-AL 모델을 사용하였다. 그림 6은 반사기가 있는 태그와 반사기가 없는 중심주파수 910MHz에 임피던스가 매칭된 태그를 ($L_1=17.7\text{mm}$ $L_2=43.9\text{mm}$, $L_3=36.5\text{mm}$) 각각 혈액백 옆에 부착하여 인식거리 패턴을 측정하였다. 반사기가 있는 태그에서 리더기 쪽으로 태그가 위치해 있을 때 즉, 0일 때 최대 125cm, 30에서 105cm로 충분함을 아래 그림 7에서 보여 주었다. 그리고 반사기가 없는 태그에서 0일 때 최대 86cm, 30에서 83cm를 나타냈다. 반사기를 가진 태그의 인식거리가 반사기가 없을 때보다 39cm 더 긴 인식거리를 가지는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 반사기가 없는 태그는 태그를 부착시에 안테나의 성능이 현저하게 달라짐으로서 냉장고 안에서 태그 안테나로서 50개의 인식이 되질 않으므로 사용하기에 곤란함을 볼 수 있었다.

III. BIS 혈액관리 프로그램 구성

일반적으로 RFID 시스템은 정보를 담고 있는 사물에 부착된 RFID 태그, 태그에 담겨진 정보를 읽을 수 있는 리더기와 리더기로부터 읽어 들인 태그 정보를

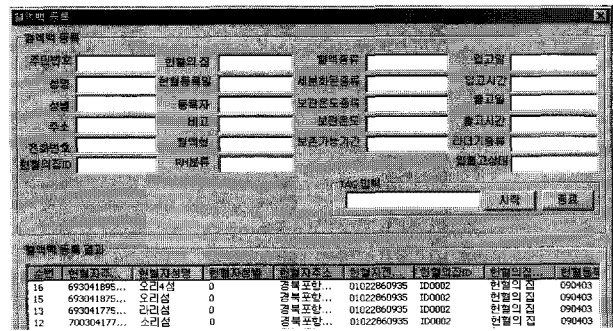


그림 7. BIS 헌혈자의 이력과 정보를 등록하는 메뉴
 Fig. 7. Window capture of BIS system for input of donor.

처리하는 호스트 시스템으로 구성된다. 호스트 시스템은 RFID 리더로부터 인식된 태그정보를 처리하고 응용프로그램이 이를 활용하는 전반적인 소프트웨어 시스템이다.

전국적으로 130여개의 헌혈의 집에서 채혈 할 때 혈액관리 시스템에는 각 혈액형별 (A, B, AB, O) 그리고 혈소판, 혈장, 전혈, 적혈구제제, 동결 침전제제와 RH+와 RH- 등의 여러 가지 다른 종류로 관리되어야 한다. 현재 일반 시중에 유통되고 있는 성능이 좋은 태그를 혈액백과 실험을 한 결과 성능의 8~16%정도의 인식거리로서 혈액을 보관하는 냉장고에서 100% 인식이 불가능하여 위의 개발된 태그로 냉장고 안에서 측정한 결과 100% 인식이 되어서 혈액관리 시스템을 구축 하는데 문제가 없었다.

본 논문에서 제안한 시스템인 혈액관리 시스템(BIS : Blood Information System)에서 RFID 태그가 부착된 혈액백을 등록하기 위해서 아래 그림 7과 같은 이력을 등록하는 메뉴 창에 헌혈자의 DB를 저장한다. 이 DB에 저장되는 정보는 현재 혈액원에서 사용되는 정보와 같은 유형을 가지도록 설계가 되어 있다. 주민번호, 성명, 성별, 주소, 전화번호, 헌혈의집 ID, 혈액의 종류, 입고일, 출고일 등등이다.

RFID 시스템이 구축된 혈액 관리용 냉장고에 혈액백을 넣으면 RFID 리더에서 인식한 혈액백 태그 정보를 읽어 들이고 이미 저장된 혈액백 태그의 DB와 그 정보를 비교하여 태그의 ID가 처음 읽혔다면 혈액이 헌혈의집에 입고된 상황으로 구분이 되는 것이 그림 8에서 보여주고 있다. 입고 내역 윈도우에는 헌혈자 주민번호, 성명, 주소, 헌혈의집 ID, 헌혈 등록일 등등이다. 냉장고에서 혈액백을 헌혈의집에서 출고하였을 때 출고된 태그의 ID가 더 이상 읽혀지지 않는다면 그 혈액백의 태

ID	상태	등록번호	RFID ID	혈액형	등록사				
2	700305177...	정하식	0	등록포함...	0102286935	ID0002	헌혈의집	090403	등록사
3	700304177...	소관섭	0	등록포함...	0102286935	ID0002	헌혈의집	090403	등록사
12	700304177...	소관섭	0	등록포함...	0102286935	ID0002	헌혈의집	090403	등록사

그림 8. 입고된 혈액 상태를 모니터링한 화면
Fig. 8. Monitoring of entering blood in BIS.

출고시간	종류	4	3	0	0	0	0	3
2009-04-28	합계	3	3	0	0	0	0	3
	WB	0	0	0	0	0	0	0
	PRC	0	0	0	0	0	0	0
	LFRC	0	0	0	0	0	0	0
	PC	3	3	0	0	0	0	3
	FFP	0	0	0	0	0	0	0
	FP	0	0	0	0	0	0	0
	CRVO	0	0	0	0	0	0	0
	PLA-P	0	0	0	0	0	0	0
	URSDP	0	0	0	0	0	0	0

그림 9. 출고된 상태를 모니터링
Fig. 9. Monitoring of departing blood in BIS.

출고시간	종류	3	2	0	0	0	2	0
2009-04-27	합계	1	1	0	0	0	1	0
	WB	0	0	0	0	0	0	0
	PRC	0	0	0	0	0	0	0
	LFRC	0	0	0	0	0	0	0
	PC	1	1	0	0	0	1	0
	FFP	0	0	0	0	0	0	0
	FP	0	0	0	0	0	0	0
	CRVO	0	0	0	0	0	0	0
	PLA-P	0	0	0	0	0	0	0
	URSDP	0	0	0	0	0	0	0
2004-09-02	합계	1	1	0	0	0	1	0
	WB	0	0	0	0	0	0	0
	PRC	0	0	0	0	0	0	0

그림 10. 입고된 혈액혈별 DB를 모니터링하는 창
Fig. 10. Monitoring stocked blood by various types.

그는 출고된 상태로 그림 9와 같이 출고 내역 상태로 표시된다. 출고 내역 윈도우에서는 총 합계 혈액별(혈장, 전혈등) 합계와 혈액형별 합계 등을 다양하게 볼 수 있게 하였다.

혈액 냉장고에서 RFID 리더로부터 계속해서 읽혀지고 있는 태그 ID는 등록할 때 저장된 DB에 따라 혈액의 종류별로 분류되어 현재의 혈액 보유량 및 입고 상태를 그림10에서 보여주고 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 고유전율인 혈액이 들어있는 혈액 백 옆에 부착하여 한국의 기존의 UHF 대역에서 동작하는 RFID 태그 안테나를 소개하였다. 일반적인 다이폴 형태에 혈액 백 방향으로 반사판을 두어 혈액의 유전율에 영향을 적게 받도록 설계하였다. 반사판과 다이폴 안테나의 특성을 분석하여 최적의 안테나를 설계하여 그 결과를 나타냈으며, 현재 사용중인 고성능의 태그는 인식이 잘되지 않았지만 설계한 태그로 인식이 100% 되어 혈액 관리 시스템을 문제없이 구축 할 수 있었다.

설계된 태그를 실제 냉장고 안에서 현행시 사용하는

혈액백에 붙여서 측정하여 100% 인식이 성공 하였으며, 혈액백 냉장고에 리더기를 설치하여 혈액형별로 실시간으로 혈액백의 내용을 파악 할 수 있었으며, 혈액백을 관리하기가 편리해지며 네트워크로 연결하여 중앙 시스템에서 관리가 된다면 전국의 혈액 보관량을 실시간으로 파악이 되어서, 갑자기 수술을 해야 하는 경우나 혈액의 부족으로 인한 위급상황에서 어느 특정한 헌혈의 집에서 혈액이 채워졌음을 알 수 있음으로 신속하게 응급상황에 필요한 혈액을 공급하여 효율적으로 관리가 가능해 질 것이다.

참 고 문 헌

- [1] P. R. Foster, R. A. Burberry, "Antenna problems in RFID system", RFID Technology(Ref, No. 1999/123) IEEE, Oct. 1999.
- [2] 손해원, "UHF RFID 안테나 기술", 한국전자과학기술, 전자과학기술, pp. 40~50. 2008년 11월
- [3] 장병준, 오하령, 성영락, 박준석, "UHF RFID Air Interface 기술동향", 한국통신학회지, 24(8), pp. 14-11, 2007년8월.
- [4] Y. Bendavid, S. F. Wamba, and L. A. Lefebvre, "Proof of concept of an RFID-enabled supply chanin in a B2B e-commerce environment", in Proceedings of the 8th International Conference on Electronic Commerce(ICEC'6), pp. 564-568, 2006.
- [5] 정우재, 전지영 외3, "UHF 대역의 고정형 RFID 시스템의 성능평가," 대한전자공학회 2008년 하계 종합학술대회, 287~288쪽, 2008년 6월.
- [6] 권홍일, 이범선, "고 전도율과 고 유전율 물질에 부착 가능한 RFID 태그 안테나", 한국전자과학기술 논문지, 16(8) pp.797~802, 2005년 8월

저 자 소 개



최 재 한(정회원)
 2007년 대구대학교
 통신공학과 졸업.
 2010년 대구대학교 컴퓨터 및
 통신공학과 석사 졸업
 <주관심분야 : 도전사 안테나,
 RFID, 태그 안테나, RFID System>



전 병 돈(정회원)
 2009년 대구대학교 통신공학과
 졸업
 2009년~현재 대구대학교 컴퓨터
 및 통신공학과 석사 재학
 <주관심분야 : 고유전율 안테나,
 RFID 안테나, RFID System>



정 유 정(정회원)-교신저자
 1990년 2월 인하대학교
 전기공학과(공학사)
 1994년 12월 University of
 Nevada 전자공학과
 (공학석사)
 1999년 12월 University of
 Nevada 전자공학과
 (공학박사)

2000년 1월 Utah State University, 연구조교수,
 2003년 5월 University of Utah, 연구조교수.
 2004년 IEEE Senior Member,
 2006년 Associate Editor of International
 Journal of Antenna Propagation (IJAP)
 2004년 9월~현재 대구대학교 정보통신공학과
 교수
 <주관심분야 : RFID, 유전자 알고리즘을 이용한
 안테나 및 Array 최적화, 다중밴드 안테나 최적
 화, RFID 시스템>