

# 철재 캐비닛 안에서 RFID 태그 인식 연구

김연호, 김구조, 정유정

대구대학교 정보통신공학과

yeonho0208@daegu.ac.kr, gjkim76@daegu.ac.kr, vouchung@daegu.ac.kr

## Recognizing RFID Tags in a Metallic Cabinet

Yeonho Kim, Goojo Kim, You Chung Chung

Information and Communication Engineering Dept., Daegu University

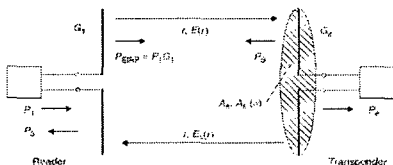
### 요약

본 논문에서는 철재형 캐비닛 안에서의 리더기에 대한 UHF RFID(Radio Frequency Identification) 다중 태그인식 실험 연구를 하였다. 철재형 캐비닛 안에서 철재 물건과 근접한 150~200여개의 태그가 안테나를 통하여 리더에 인식 될 때, 철재형 캐비닛의 많은 전자파 반사와 산란의 영향을 받아 인식률이 저조하게 된다. 또한 철재 물건의 옆에 또는 붙어있는 태그의 인식에는 여러 어려움이 따른다. 이런 영향을 최소화 하면서 인식률을 최대로 하기위한 태그의 방향, 간격, 위치에 대하여 실험하여 문제점과 개선안을 제시하고, 철재 캐비닛 안에서의 리더의 음영 구역을 확인하였다.

### 1. 서론

RFID (Radio Frequency Identification)는 리더, transponder 그리고 리더에 연결된 컴퓨터로 구성된다. Transponder(태그)에는 안테나와 RFID IC칩으로 구성되어 있으며, UHF 리더는 변조된 신호를 리더용 안테나를 통하여 전송하여 수동형 (Passive) 태그에 전자기 역산란 방법으로(Electromagnetic backscattering) 파워를 공급하면서 트랜스폰더와 데이터를 주고받는다[1]. 태그는 리더의 데이터를 포함한 전자파 신호에서 필요한 모든 에너지를 받게 되는데, 태그는 코딩된 신호를 전자기 역산란 방식으로 UHF 주파수에서 태그의 안테나를 통하여 리더에게 다시 보내어진다. 즉 태그 안테나는 리더로부터 받은 에너지의 한 부분을 다시 보내게 되는 것이다. 태그의 전원인가 방식으로는 Schottky 정류회로를 이용하여 마이크로웨이브 에너지를 DC로 변환한다 [2-5]. 수동형(Passive) 태그의 경우 정류되어진 DC전압을 사용하여 동작하게 된다. 반면 능동형 태그는 전원을 가지고 있다. 대부분의 리더 장비는 광대역, 높은 이득, 원형편파, omni-direction beam pattern, 그리고 안테나에서 지향성의 전방 최대 방향의 값과 후방의 값 간의 비인 전후비가 높아야 한다 [6].

참고문헌 [7-8]에서는 Electromagnetic band-gap(EBG) 안테나에 대해서 소개하고 있으며, EBG 안테나는 금속 물체를 위한 태그이다. RFID 시스템에서 리더안테나나 태그가 금속표면상에 설치되는 경우, 리더 안테나와 태그는 금속에 의하여 많은 영향을 받게 된다. 이는 리더로부터 야기되는 전계강도(Electric Field Strength)는 금속 표면에도 유도되어, 자유전하를 전계강도의 방향으로 흐르게 한다. 소위 에디 전류(eddy currents)라고 부르는 원형으로 흐르는 전류가 생성된다. 이는 자기전속(렌츠의 법칙)에 반하여 동작하는 것으로 근거리의 자기전속을 차단하게 된다. 이런 효과는 유도성 결합 RFID 시스템에서는 부적당한 것이며 적절한 대안에 의해 방지 되어야한다 [1]. 또한 태그가 철재물건에 가까이 설치 될 때 안테나와 철재 사이에 기생 커패시터에 의해 안테나의 임피던스와 공진 주파수가 변하며 방사효율 또한 변하게 되어 인식거리에 많은 영향을 주게 된다 [9].



<그림 1> 태그가 리더의 인식 영역에 있을 때의 RF Power 흐름.

$$r_{max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_r G_r G_t \tau}{P_{th}}} \quad (1)$$

철재의 영향이 없는 일반 공기 중에서의 태그의 최대 인식거리( $r_{max}$ )는 Friis 자유 공간 공식을 이용하여 수식(1)과 같이 유도 할 수 있다 [10]. 여기서  $\lambda$ 는 파장,  $G_r$ 와  $G_t$ 는 각각 리더 안테나와 태그 안테나의 이득을 나타내며,  $P_r$ 은 리더 안테나에 공급되는 전력이다. 다시 말하면,  $P_r G_r$ 은 EIRP(Equivalent Isotropic Radiated Power)이며, ISO 18000-6에 따르면, EIRP는 4W 즉, 6dB보다 작아야 한다.  $P_{th}$ 는 RFID 태그 칩이 동작하기 위해 필요한 최소 문턱 전력이다. 하지만 철재물건과 같은 주위 환경으로 부터 영향을 받는다면 태그가 동작하는 전력은 최소전력  $P_{th}$ 에 충족하지 못하게 되며, 그만큼 인식 거리는 짧아지게 된다.  $\tau$ 는 파워전송계수로써 아래와 같이 주어진다.

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

여기서  $Z_c = R_c - jX_c$ 는 칩 임피던스 이고,  $Z_a = R_a - jX_a$ 는 태그 안테나 임피던스이다. 그리고 다양한 태그의 디자인을 [11-14]에서 소개 하고 있다. 이러한 철재 캐비닛 안의 환경에서 태그의 위치와 방향, 태그간의 거리에 따라 인식률의 변화와, 임혀질 때 태그간의 거리와 방향 그리고 태그의 수 등에 관하여 본 논문에서 실험 한 결과와 인식률을 높이기 위한 제안을 하였다.

### 2. 실험 및 측정 방법

#### 가. 철재 박스 안에서 리더 안테나의 태그 인식 패턴조사

본 논문에서는 폐쇄된 철재박스 안에서 태그의 인식을 실험 하였다. 먼저 실험에 사용한 제품으로는 Alien inc. 사의 ALR-9780 제품의 4 Channel 리더기와 6dbi Gain을 가지는 ALR-9610-BC 모델의 리더용 안테나와 그림 2와 같은 98.2 x 12.3mm 의 크기의 ALL-9338-02 모델의 50~150개의 태그를 사용하였다.

그림 3에서 보면 태그가 서로 붙거나 철재 캐비닛 안쪽 면에 붙을 경우 인식이 불가능 하므로 캐비닛이나 태그 상호간 붙는 경우를 방지 하기 위해 태그 양면에 1.5mm 두께의 스티로폼을 붙여서 열쇠 고리형 실험용 태그를 그림 3에서 보여 준다.

열쇠 고리형 태그를 가지고 실험 할 때 LP(선형) 안테나와 CP(원형) 안테나를 가지고 실험하였다. 선형 안테나는 전장벡터가 어떤 직선을 따라서 앞, 뒤 또는 좌, 우로 이동하는 편파를 가진 안테나다. 원형 편파는 전장벡터의 길이가 일정하게 유지되고 어떤 원주를 따라서 회전하게