

# 저출력 RFID 시스템에서 인식거리 확대를 위한 전력 공급용 RF Shower 시스템

論 文

55D-12-3

## A Study on the RF Shower System to Extend Interrogating Range for the Low Power RFID Reader System

鄭 珍 旭\* · 裴 宰 賢\* · 吳 夏 嶺\* · 成 榮 洛\* · 宋 昊 俊\* · 張 炳 竣\* · 崔 炅\*\*  
李 政 錫\*\*\* · 李 弘 倍\*\*\* · 李 學 龍\*\*\* · 金 鍾 旻\*\*\* · 申 在 澈\*\*\* · 朴 准 奭†

(Jin-Wook Jung · Jae-Hyun Bae · Ha-Ryoung Oh · Yeong-Rak Seong · Ho-Jun Song · Kyung Choi · Jung-Suk Lee · Hong-Bae Lee · Hak-Yong Lee · Jong-Min Kim · Jae-Cheol Shin · Jun-Seok Park)

**Abstract** - In this paper, we presented the synchronization module between RF shower system and RFID Reader to extend interrogating range on Mobile RFID system, Costas Loop and FPLL(Frequency/Phase Lock Loop) were used. We achieved compromised range of 3MHz locking frequency, 1ms locking time and figured out remarkable Hopping frequency of the Reader. The prototype of the new designed RFID system has been tested with ISO18000-6 type-B Tag. The read range between designed RFID Reader and Tag has been measured, it increased triple times by adjusting the Shower system output level.

**Key Words** : Shower System, Mobile RFID System, FPLL(Frequency/Phase Lock Loop), AFC PLL

### 1. 서 론

태그에 극소형 칩과 안테나를 부착해 무선을 통해 정보를 저장할 수 있는 기술인 RFID (Radio Frequency Identification) 시스템은 바코드 시스템과는 달리 인식할 수 있는 위치에 덜 민감하고 바코드에 비해 훨씬 더 먼 거리에 있는 태그를 자동으로 인식할 수 있다는 장점이 있다. 특히, RFID 시스템은 각종 물품에 전자태그를 부착해 스캐너로 하나씩 읽을 필요 없이 이동 시 자동으로 물품 명세와 가격, 유통경로 및 기한 등의 정보를 파악할 수 있어 유통 및 물류에 일대 혁신을 가져올 기술로 각광을 받고 있다. 일반적으로 RFID 시스템은 다수의 리더와 다수의 태그들로 이루어진다. RFID 시스템에서 사용되는 수동 RF 태그는 그 기능이 매우 제한적이어서 다른 태그들과 통신을 할 수 없고, 단지 리더와 통신할 수 있다. RFID 리더는 무선채널을 통하여 각각의 태그들과 통신을 하는데, 모든 태그들이 리더가 보낸 신호를 동시에 수신하게 되고 리더의 전송요구에 응답을 한다. 이러한 수동형 RFID 시스템은 리더와 태그 안테나 성능 및 주변 환경에 따라 인식 거리와 인식률 등이 크게 영향을 받는다. 따라서 수동형 RFID 시스템의 성능은 기술 기준에 명시된 무선 전력 범위 내에서 리더의 태그에 대한 인식 거리에 따라 좌우되며, 본 논문에서는 기존의 UHF 대

역의 RFID 시스템 및 현재 국내에서 기술 개발 중인 저출력 모바일 RFID 시스템에서의 인식거리를 향상시킬 수 있는 방안으로 RF Shower 시스템 개념을 제안하고자 한다. 본 논문에서는 UHF대 RFID 표준인 ISO 18000-6 Type B의 프로토콜 및 Air-Interface 규격을 만족하는 RFID 시스템을 구현하여 제안한 RF Shower 시스템의 타당성을 검증한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 RF Shower 시스템의 개념

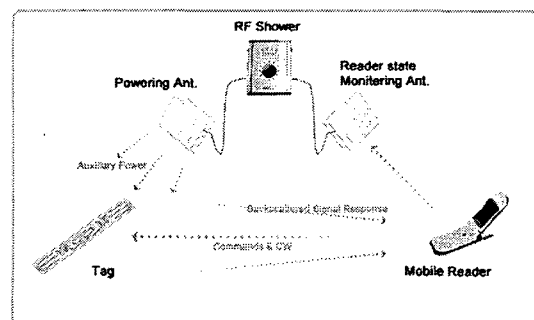


그림 1 RF Shower 시스템 개념도  
Fig. 1 RF Shower System Concept

#### 2.1.1 RF Shower 시스템 개요

일반적으로 수동형 RFID 시스템은 리더의 신호를 태그가 인식하고 리더로부터 받은 신호를 전력으로 바꾸어 필요한 정보를 가공하고 리더로 다시 역산란 변조한다. 이때 태그

† 교신저자, 正會員 : 국민대학교 전자정보통신공학부 부교수

E-mail : jspark@kookmin.ac.kr

\* 正會員 : 국민대학교 전자정보통신공학부

\*\* 正會員 : 강원대학교 전기전자공학부

\*\*\* 非會員 : C&S Microwave

接受日字 : 2006年 8月 24日

最終完了 : 2006年 11月 14日

의 응답 특성은 리더로부터 태그에 도달하는 명령신호의 DC 평균 전력수준과 역시 리더로부터 태그에 공급되는 CW 전력수준에 따라 결정된다. RF Shower 시스템은 리더와 태그사이의 인식 성능, 특히 인식 거리를 개선시키기 위하여 리더의 명령 구간에서 태그에 도달하는 명령신호의 DC 평균 전력 수준을 키우고, 또한 태그의 응답 구간에 태그에 공급되는 CW 전력 수준을 증가시키기 위한 UHF대 수동형 RFID 시스템의 무선 전력 공급 시스템이다. 다수의 리더가 존재하는 경우에는 RF Shower 시스템은 리더의 명령 전송 신호를 모니터링하여 태그의 부족한 전력을 추가로 공급하여 태그의 출력을 증대시켜 태그의 인식거리를 증가시킨다. 그림 1과 같이 태그, 리더, RF shower로 구성된 UHF대 RFID 시스템 환경에서, 태그와 리더는 일반적인 RFID 시스템과 동일하게 동작하며, 제안된 RF shower 시스템은 리더와 태그의 신호를 모니터링하여 태그가 리더로 응답하는 구간에 동작하게 된다. 즉, 리더의 명령구간 동안 RF Shower 시스템은 리더의 동작 특성을 모니터링하고 있다가 명령어 구간이 끝나는 시점인 태그가 역산란 변조하는 순간 CW를 방사하여 태그의 응답이 끝남과 동시에 동작을 멈추게 된다. 그러나 본 논문에서는 이러한 RF Shower 시스템의 타당성 검증에 위하여 RFID 시스템의 동작 시 항상 RF Shower의 CW 전력이 출력되게끔 시스템을 구성하여 RF Shower 시스템의 동작 유무에 따라 저전력 RFID 시스템의 성능이 개선됨을 실험적으로 검증하고자 한다.

### 2.1.2 RF Shower 시스템 동작

현재 국제적인 UHF대 수동형 RFID 시스템은 공통적으로 리더가 먼저 명령신호를 전송하는 반이중방식으로 태그와 통신한다. 특이점은 리더의 수신 모드에서도 태그가 리더의 송신 신호를 역산란 변조를 함으로 리더의 송신부는 리더의 수신단에서 수신되는 동일한 캐리어 신호와 동일한 주파수의 CW 신호를 출력한다. 본 논문에서 제안된 RF Shower 시스템은 리더의 동작 시에는 항상 CW 전력을 방사하게 되는데, 리더의 명령 구간에는 리더의 명령 신호의 변조지수를 감소시켜 태그에서 수신되는 DC 평균전력을 증가시키게 된다. 이때 RF Shower 시스템의 출력 주파수 성분과 RFID 리더의 출력 주파수 성분은 동기가 맞추어질 수도 있고, 동기가 맞지 않을 경우도 발생할 수 있다. RF Shower 시스템 출력이 RFID 리더의 출력 성분과 동시에 방사될 때 태그가 수신하는 순시 전압은 다음과 같이 명령어 구간과 CW 구간이 각각 다음과 같이 주어진다.

$$V_{RtoT} = (B\cos\Delta\theta + A + a(t))\cos\omega_R t - B\sin\Delta\theta \cdot \sin\omega_R t \quad (1.1)$$

where

Reader signal :  $(A + a(t))\cos\omega_R t$

RF shower signal :  $B\cos\{(\omega_R + \Delta\omega)t + \Delta\theta\}$

여기서  $\Delta\theta$ 는 태그에 도달하는 RF Shower 시스템의 순시 전압치와 RFID 리더의 순시 전압치의 위상차로 두 가지 성분을 포함한다. 무선 RF Shower 시스템의 출력 주파수 성분과 RFID 리더의 출력 주파수 성분은 동기가 맞추어진 경우에는 리더와 태그 그리고 RF Shower 시스템과 태그

사이의 물리적 경로의 위상차 성분과 출력성분의 위상차 성분이고, RF Shower 시스템과 RFID 리더 출력성분의 주파수 편차로 인한 성분으로 구분된다.

태그에 도달하는 순시 전압의 크기와 변조지수는 RF Shower 시스템의 출력과 태그에 도달하는 RF Shower 시스템의 순시 전압치와 RFID 리더의 순시 전압치의 위상차 성분  $\Delta\theta$ 에 의해 결정된다.  $\Delta\theta$ 가 작은 경우, RF Shower 시스템으로부터 태그에 도달하는 순시 전압은 RF Shower 시스템의 출력에 의해 진폭은 증가하고 변조지수는 감소하여 태그의 정류회로에서 발생하는 DC 평균 전력을 증가시켜 태그의 구동 전력을 개선하는 역할을 한다. 반면에 RF Shower 시스템과 RFID 리더사이의 동기가 맞지 않아  $\Delta\theta$  성분이 커지면, 식 (1.1)에서  $\sin\Delta\theta$  성분이 증가하여 태그에 도달하는 순시전력이 태그에 도달하는 RF Shower 시스템과 리더의 출력신호의 동기가 맞을 경우와 비교하여 상대적으로 감소하여 리더와 태그사이의 인식거리가 감소하게 된다.

본 논문에서는 태그에 도달하는 RF Shower 시스템의 순시 전압치와 RFID 리더의 순시 전압치의 위상차 성분  $\Delta\theta$ 이 리더와 태그 그리고 RF Shower 시스템과 태그 사이의 물리적 경로의 위상차 성분과 출력성분의 위상차 성분 모두를 포함하는 경우와 RF Shower 시스템과 RFID 리더 출력성분의 주파수 편차로 인한 성분, 리더와 태그 그리고 RF Shower 시스템과 태그 사이의 물리적 경로의 위상차 성분과 출력성분의 위상차 성분을 모두 포함하는 경우로 구분하여 시스템을 구성하여 두 경우의 RFID 리더와 태그 사이의 인식 거리를 비교한다.

## 2.2 저전력 RFID 리더 시스템

### 2.2.1 저전력 RFID 리더 시스템으로서의 모바일 RFID 시스템

모바일 RFID 시스템은 휴대폰에 UHF대 RFID 리더를 장착하여 태그가 부착된 광고물, 물품 등에 관한정보를 이동통신 네트워크를 이용하여 액세스를 할 수 있게 하는 기술로 이 분야는 세계적인 이동통신 인프라를 갖추고 있는 우리나라가 기술을 선도할 수 있을 것으로 기대되는 기술분야이다. 현재 RFID 시스템은 적용 분야에 따라 13.56MHz, 433MHz, 860~960MHz, 2.45GHz 등 여러 주파수 대역에서 표준이 정해져 있거나 표준화가 진행 중이다. 이 중 UHF대역의 RFID 시스템은 노키아 등이 추진하는 근거리통신 기술인 NFC에 비해 인식거리가 상대적으로 훨씬 뛰어나기 때문에 국내의 모바일 RFID 표준으로 정해지고 있다.

모바일 RFID용 리더의 특징을 살펴보면, 리더가 칩셋 형태로 단말기에 포함되므로 소모 전력에 민감하며, 소형화가 필수적이고, 단말기 자체의 무선 통신과의 간섭 등을 고려할 때 출력을 어느 이상 높이는 것이 현실적으로 어렵다. 이러한 모바일 RFID 리더 시스템의 출력 제한으로 인하여 인식 거리가 감소가 예상되며, 이로 인하여 UHF대 모바일 RFID 시스템의 응용분야가 제한될 가능성이 높다. 또한 다수의 사용자가 단말기를 가지고 이동하는 상황을 고려하면 고정형 리더와 같은 리더 중심의 Zone Planing 설계가 불가

능하거나 무의미하며, 이러한 임의성을 갖는 모바일 RFID 다중 리더 환경을 충분히 고려해야 한다.

2.2.2 모바일 RFID 시스템의 문제점

900MHz 대의 수동형 RFID 태그는 자체적인 전원이 없으며, 소형 IC 칩과 프린트형 다이폴 안테나로 이루어진다. 리더는 특정 주파수 대역의 RF 신호를 태그로 전송하는 전송부와 태그의 변조된 출력 신호를 수신하는 수신부 및 이를 송수신하는 안테나로 구성된다. 리더는 고주파 캐리어 신호와 소정의 질문을 포함하는 명령을 변조하여 RF 신호로 전송한다. 이 RF 신호에 의해 형성되는 리더의 전자기장 내에 태그가 있으면, 상기 태그는 IC칩을 동작시키는데 필요한 동작 전원을 안테나와 정류회로로 구성된 렉테나 (Rectenna)를 통하여 리더의 RF신호를 수신한다. 즉, 리더에서 전송되는 RF신호는 태그의 안테나에 교류를 발생시키고, 발생된 교류는 정류된 후 IC 칩 구동을 위한 구동에너지로 사용된다. 또한 태그는 수신된 RF신호를 변조하고 이를 근거로 태그에 저장된 ID 등의 데이터를 역산란 변조 (Backscattered Modulation)하여 리더에 전송한다. 이와 같이 UHF대 RFID 시스템은 리더와 태그 사이에 정보 전송은 물론 태그를 활성화시키기 위한 전력전송이 함께 수행된다.[1] 이러한 RFID 시스템에서 리더와 태그 간의 통신 거리는 결정하는 요소는 다음과 같다. 리더 관점에서는 리더의 송신출력과 리더의 수신감도이고, 태그 관점에서는 렉테나의 효율, 태그 칩의 구동 소모 전력 그리고 태그의 역산란 변조 효율이 중요한 요소가 된다. RFID 시스템에서 리더로부터 전력을 공급받아야 하는 태그의 소비전력은 리더로부터 명령을 수신하고 변조할 때 수 uW의 공급 또는 소비전력이 필요하고, 태그가 리더로 명령에 대한 응답신호를 역산란 변조하기 위해서는 수십 uW의 소비전력이 필요하다. 그러나 리더의 명령어 구간에는 RF 신호가 ASK로 변조가 되어 있고, 렉테나는 이 변조된 RF 신호로부터 태그 칩을 구동시킬 직류 전원을 정류하기 위하여 최적화된 임피던스 정합이 요구된다. 그러나 태그의 입력단에서 임피던스 정합이 적절이 구현되더라도 정류회로에 쓰이는 쇼트키 (Schottky) 다이오드의 동작 전류가 작아서 RF-DC 변환 효율도 낮다. 실제로 GaAs 소자는 20~30 % 수준이며 Si CMOS 소자는 이보다 낮다.[2] 결국 ASK 방식의 리더-태그 간의 통신 거리는 리더의 명령어 구간에는 태그 칩의 구동 여부에 의해 태그의 응답 여부가 결정 되고, 태그의 응답이 결정되면 태그의 응답 구간에 역산란 변조 전력에 의해 결정된다.

그림 2는 900MHz UHF대 리더 출력 전력과 태그 수신 전력에 따른 리더-태그 간의 통신 거리를 보여주며, 그림 3은 태그의 변조지수 (Modulation Index) 따른 역산란 변조 전력에 의해 리더에 수신되는 전력을 나타낸다. 이때 리더에서 수신되는 태그의 역산란 변조 신호 전력을 리더의 송신 전력과 태그의 변조 지수의 함수로 표현하여 그림 3에 나타내었다.

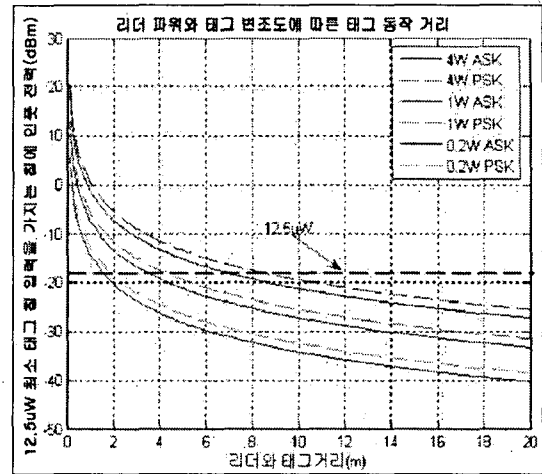


그림 2 900MHz UHF대 리더 출력 전력과 태그 수신 전력에 따른 리더-태그 간의 통신 거리  
Fig. 2 The 900MHz UHF Band Tag distance Reader Output Power and Tag Rx Power

$$P_{Rx Tag} = \left(\frac{\lambda_0}{4\pi r}\right)^2 G_{Tag} P_{Tx Reader} G_{Reader} \quad (2.1)$$

$$P_{xp} = \frac{\eta}{2} P_{Rx Tag} \quad (2.2)$$

where

- P : Power
- $\lambda_0$  : Free space wave length
- G : Antenna Gain
- $\eta$  : Efficiency Factor

EIRP Power is applied  
All antenna gain is 1

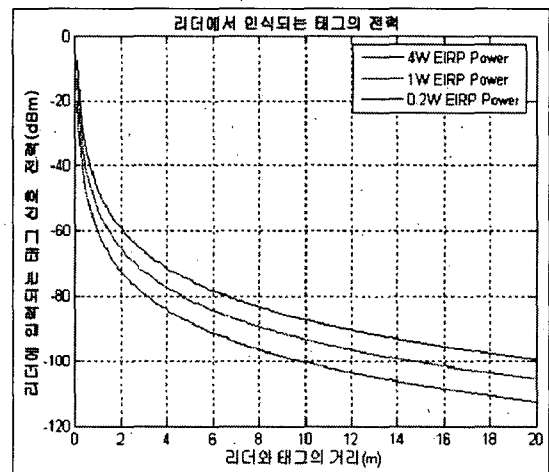


그림 3 태그의 변조지수 따른 900MHz UHF대 RFID 리더에 수신되는 역산란 변조 전력  
Fig. 3 The UHF Band Back-Scattering Modulation Rx Power of Reader vs Modulation Index of Tag

$$P_{Rx Reader} = \left(\frac{\lambda_0}{4\pi r}\right)^2 G_{Reader} P_{Tx Tag} G_{Tag} \quad (2.3)$$

$$P_{Tx Tag} = \frac{m^2}{2} P_{Rx Tag} \quad (2.4)$$

$$\frac{P_{Tx Tag Signal}}{P_{Tx Tag Carrier}} = 10 \log \frac{m^2}{4} \quad (2.5)$$

where

m : Tag Modulation Index

EIRP Power is applied

All antenna gain is 1

UHF대 RFID 리더와 태그의 통신 거리를 확대하려면 리더의 송신 출력을 크게 하고 태그의 안테나를 크게 하면 가능하다, 모바일 리더와 태그의 경우에는 리더의 송신 출력을 증가시키거나 안테나의 크기를 키우는 것은 한계가 있다. 본 논문에서는 기존의 UHF대 RFID 시스템에 RF Shower 시스템을 추가하여 지속적인 CW 방사로 추가적인 전력을 공급함으로써 명령어 구간에서는 태그로 하여금 리더 명령어를 받을 수 있도록 태그 칩에 추가적인 전력을 공급하고, 태그 응답 구간에서는 역산란 변조 전력을 향상시켜 리더-태그 간 통신거리 확장되는지를 확인하고자 한다. 이를 확인하기 위해 다음 두 가지의 경우에 대하여 실험을 거쳐 검증하였다. 첫 번째 경우는 RFID 리더와 RF Shower 시스템 간에 주파수 동기를 맞추지 않은 경우를 구현하였다. 이 경우는 RF Shower 시스템이 리더의 주파수 호핑을 따라갈 필요가 없다는 점에서 장점이 될 수 있지만, 태그의 입장에서 RF Shower 시스템의 큰 출력 Power에 의해 리더의 명령어가 Blocking될 수도 있다. 그리고 RFID 리더와 RF Shower 시스템 간에 주파수 동기를 맞출 경우를 구현하여 실험하였다.

### 2.3 계측기를 이용한 UHF대 RFID 리더 및 RF Shower 시스템 구현 및 측정

RF Shower 시스템 개념을 테스트하기 위하여 신호발생기와 스펙트럼 분석기를 사용하여 UHF대 RFID 리더와 RF Shower 시스템의 물리적 신호를 생성하고 분석하였다. IFR3413 신호발생기를 사용하여 RFID 리더 시스템 역할을 수행하도록 리더의 명령어 및 CW를 태그에 송출하였고, Matlab으로 그림 4에 나타난 리더의 질문신호와 태그 응답을 위한 ISO 18000-6 Type B의 RFID 통신 프로토콜을 프로그래밍하여 IFR3413 신호발생기에 입력하고 물리적인 RFID 리더 신호를 구현하였다. 또한 태그에 추가 전력을 공급하기 위한 RF Shower 시스템의 구현을 위하여 E4432B 신호발생기와 큰 전력의 CW RF 출력을 얻기 위해 고출력 전력 증폭기 (HPA : High Power Amplifier) 모듈을 연동하여 사용하였다. RFID 리더와 태그 간의 각종 RF 신호 등을 모니터링하고 분석하기 위하여 R3267 스펙트럼 분석기를 사용하

여 UHF대 RFID 시스템에서 발생하는 Air Interface를 모니터링하였다.

Preamble Detect	Preamble	Delimiter	Command	Parameter	Data	CRC-16
-----------------	----------	-----------	---------	-----------	------	--------

그림 4 ISO 18000-6 Type B의 질문신호

Fig. 4 Question Signal of ISO 18000-6 Type B

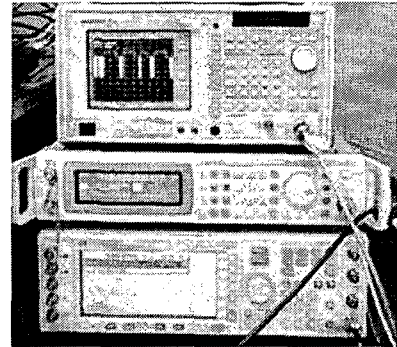


그림 5 RF Shower 시스템 개념을 테스트하기 위하여 필요한 장비

Fig. 5 Equipments for testing RF Shower System

#### 2.3.1 Matlab을 이용한 ISO 18000-6 Type B 명령 및 CW 생성

Matlab과 IFR3413 신호 발생기를 이용하여 특정 명령 신호(initial command, group\_selection command, success command)를 반복하면서 ASK로 변조된 900MHz대의 RF 신호를 생성할 수 있다. 먼저, Matlab을 이용하여 그림 6과 같이 맨체스터 코드 (Manchester Encoding)를 구현한 다음 디지털 필터 (Raised cosine Filter)를 걸쳐 기저대역 신호를 생성한다. 신호발생을 위한 신호원 모듈은 코드생성부와 스펙트럼을 생성할 수 있는 모듈로 구성하였다. 이때 스펙트럼 생성 부는 SSB (Single Side Band)와 DSB (Double Side Band)를 생성할 수 있는 모듈 모두를 포함하고 있다. 이 신호원을 IFR3413에 입력하면 그림 7과 같이 ASK로 변조된 900MHz대의 RF 신호를 생성하게 된다. 이때 생성한 리더 신호는 DSB 모듈을 사용하여 DSB 신호를 생성하였다.

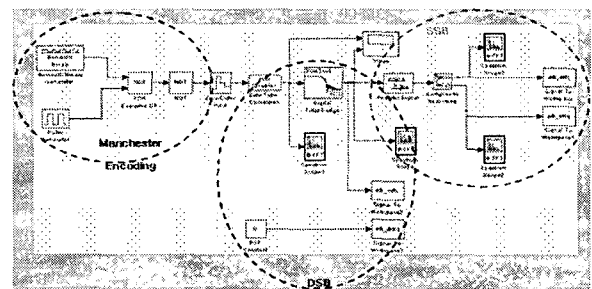
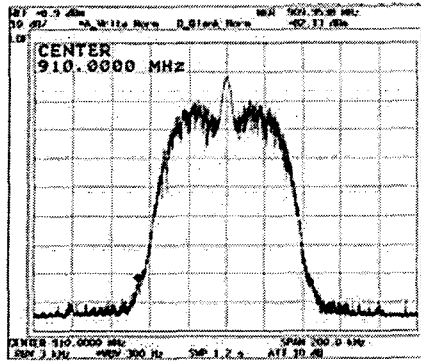
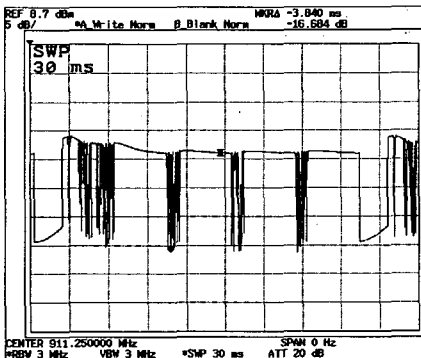


그림 6 기저대역 신호를 생성하기 위한 Matlab 구성도

Fig. 6 MATLAB Simulink for Generating Base-Band Signal



(a)



(b)

그림 7 신호발생기 (IFR3413)에 의해 구현된 RFID 리더 신호 파형

- (a) 주파수 영역에서의 900MHz 리더 신호
- (b) 시간 영역에서의 900MHz 리더 신호

Fig. 7 RFID Reader Signal generated by function generator (IFR3413)

- (a) Frequency Domain 900MHz
- (b) Time domain 900MHz.

IFR3413 신호 발생기를 이용한 RFID 리더는 저전력모드에서 동작하는 모바일 RFID 리더의 환경을 고려하여 RF 출력수준을 +16dBm으로 제한하였고, 이때의 최대 인식거리

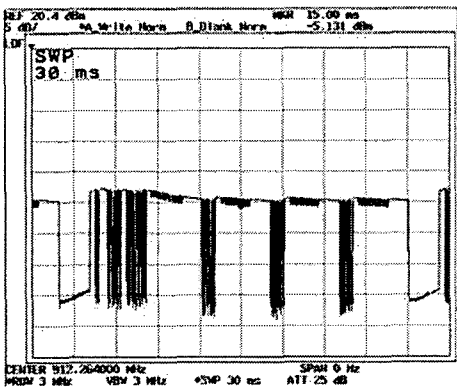


그림 8 최대 인식거리 40cm에서의 리더에 의해 응답하는 태그 신호

Fig. 8 The Tag response signal at maximum read range(40cm)

는 약 40cm 정도의 인식 성능을 나타내었다. 신호발생기로 생성된 900MHz 대역의 리더 신호와 R3267 스펙트럼 분석기를 사용하여 그림 8에 나타낸 바와 같이 실제 태그의 응답 여부 확인하였다.

### 2.3.2 리더와 RF Shower 시스템 간에 주파수 동기가 맞지 않은 경우

태그에 추가 전력을 공급하기 위한 RF Shower 시스템 (E4432B + HPA)의 주파수를 리더(IFR3413) 주파수와 다르게 했을 경우 리더-태그 간 인식거리 확대 시험의 구성도는 다음과 같다.

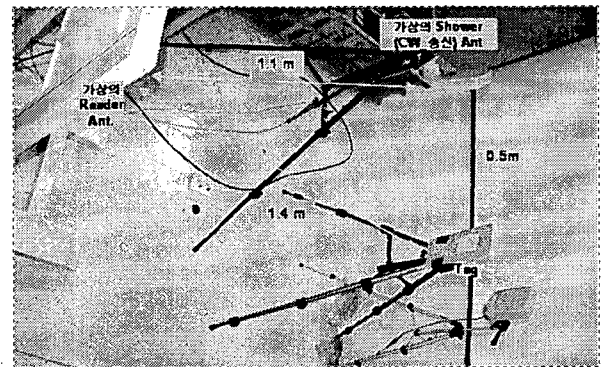
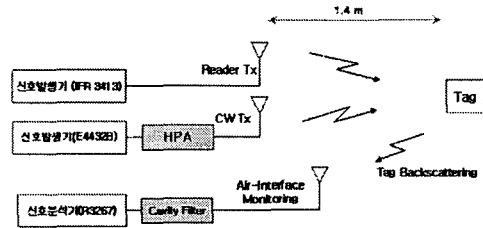


그림 9 시험 구성도

Fig. 9 Experiment Setup

위 구성도에서 HPA 모듈은 이득이 50dB로서, 최대 출력 전력이 20W인 고효율 증폭기 이다. 이는 계측기에서 출력되는 RF 신호의 세기에 한계가 있어, 계측기에서 출력되는 RF Shower 신호 (CW신호)를 증폭하기 위해 사용되었다. 또한, 캐비티 필터는 태그가 역산란 변조 시, 리더의 주파수

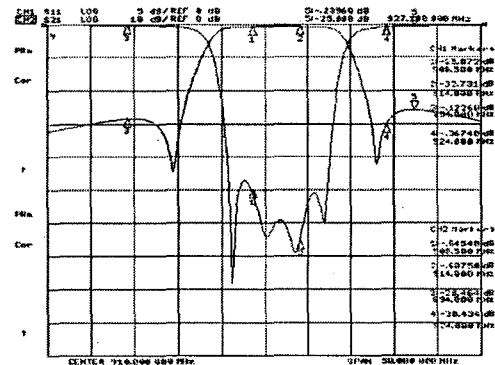


그림 10 캐비티 필터 특성

Fig. 10 Characteristic of Cavaty Filter

뿐만 아니라 RF Shower 주파수로도 역산란 변조하기 때문에 리더 주파수에 대한 태그 응답이 RF Shower 주파수의 영향을 최소화하고자 필터를 사용하였다. 이 필터에 대한 주파수 특성은 다음과 같다.

시험에 사용된 안테나는 이득이 5dBi의 패치 안테나를 사용하여 시험하였다. 시스템 입출력 조건은 UHF대 RFID 리더의 출력 주파수는 912.25 MHz이고, 40cm의 최대인식 성능을 나타내었던 16dBm의 출력 전력을 유지하였고, 추가 전력을 공급하기 위한 RF Shower 시스템의 출력 주파수는 895 MHz로 정하였고, 이때 출력 전력을 +20 dBm으로 정하였다. 먼저 RF Shower 시스템을 OFF 했을 때, 가상의 리더 안테나에서 1.4m 떨어진 태그는 응답하지 않았으며, 이에 대한 Air Interface Monitoring의 시간 영역 파형은 그림 11과 같다.

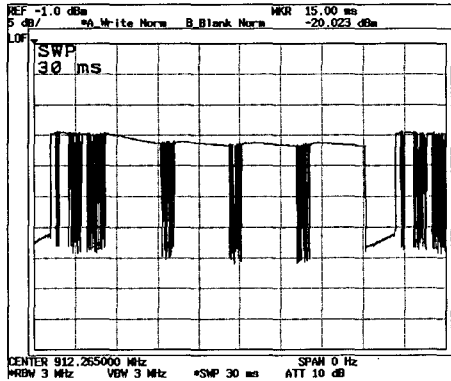


그림 11 RF Shower 시스템 OFF시 인식 거리 1.4m에서 가상의 리더에 대한 Air Interface Monitoring의 시간 영역 파형

Fig. 11 The Time domain signal of Air Interface Monitoring of Virture Reader when RF Shower System turn OFF at 1.4m range

같은 조건에서 RF Shower 시스템을 ON 했을 때의 Air Interface Monitoring에 대한 주파수 영역과 시간 영역에서의 파형은 그림 12와 같다. 그림에서 적절한 Powering을 해 줌으로서 태그가 응답하는 것을 확인할 수 있다.

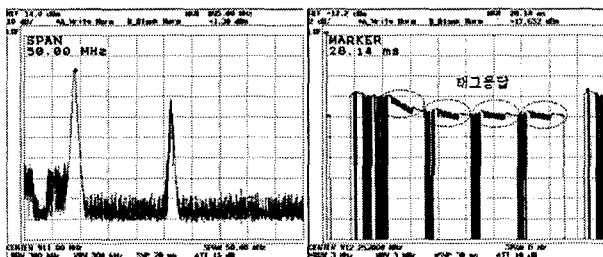


그림 12 RF Shower 시스템 On시 인식 거리 1.4m에서 가상의 리더에 대한 Air Interface Monitoring의 주파수 영역과 시간 영역 파형

Fig. 12 The Time domain and Frequency domain signal of Air Interface Monitoring of Virture Reader when RF Shower System turn ON at 1.4m range

### 2.3.3 리더와 RF Shower 시스템 간에 주파수 동기를 맞춘 경우

태그에 추가적인 전력을 공급하기 위한 RF Shower 시스템(E4432B + HPA)의 주파수를 RFID 리더(IFR3413) 주파수와 동기를 맞추었을 경우 리더-태그 간 인식거리 확대 시험의 구성도는 다음 그림과 같다.

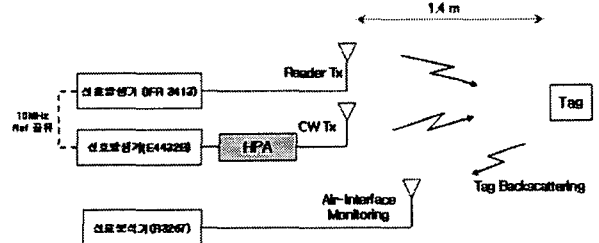


그림 13 시험 구성도  
Fig. 13 Experiment Construction

시스템 입출력 조건은 다음과 같다. UHF대 RFID 리더의 출력주파수는 912.25 MHz로 정하였고, 출력 전력수준은 역시 +16dBm로 동일하게 하였다. 그리고 RF Shower 시스템의 출력 주파수를 RFID 리더 주파수와 동일하게 912.25 MHz로 정하였고, 출력 전력은 비동기 경우와 동일하게 +20 dBm으로 정하였다. 이러한 조건에서 RF Shower 시스템을 ON 했을 때의 Air Interface Monitoring에 대한 주파수 영역과 시간 영역에서의 파형은 그림 14와 같다. 그림에서 RF Shower 시스템에 의한 RFID 리더 명령어의 변조지수는 상당히 줄어 있지만 안정적으로 태그가 응답하는 것을 확인하였다.

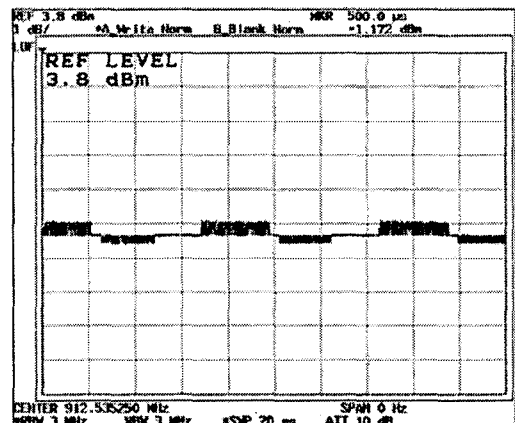


그림 14 RF Shower 시스템 On시 인식 거리 1.4m에서 가상의 리더에 대한 Air Interface Monitoring의 시간 영역 파형

Fig. 14 The Time domain signal of Air Interface Monitoring of Virture Reader when RF Shower System turn ON at 1.4m range

### 3. 결 론

RFID 시스템은 유통물류, 자산관리, 입출 통제 등 매우 다양한 분야에서 응용되고 있다. 현재의 RFID는 단순한 데이터 식별에 응용되고 있으나 앞으로는 보다 많은 데이터를 식별하며 처리할 수 있어야한다. 이를 위해서 기존의 RFID 시스템에서 네트워크 인프라를 CDMA, WLAN, BcN 등 모바일 네트워크와 연동하는 방안인 모바일 RFID 기술이 부각되고 있다. 그러나 모바일 RFID 시스템에서는 태그의 인식거리, 리더의 소비전력 등의 문제점이 예견되고 있다.

본 논문에서는 모바일 RFID 리더의 제한적인 출력에 따른 문제점을 해결하는 방법으로서 RF Shower 시스템을 제안하였다. 제안된 RF Shower 시스템이 실제 인식거리가 확대되는지의 타당성을 검증하기 위해 계측기를 이용하여 UHF대 RFID 리더 시스템을 구현하고, RF Shower 시스템을 구현하여 시험하였다. 시험 결과 리더 시스템과 RF Shower 시스템의 주파수가 동시에 상관없이 ISO 18000-6 Type B 태그에 추가적인 전력공급을 해 줌으로서 인식거리가 3배 정도 늘어남을 확인하였다. 따라서 기존의 RFID 시스템에 본 논문에서 제안된 RF Shower 시스템을 적용함으로써 RFID 시스템의 인식 거리를 확대하고, 이에 따라 저전력 RFID 리더 시스템의 적용 가능한 분야를 확대할 수 있다. 또한 RFID의 인식 거리의 확대 대신 기존의 거리를 유지할 경우 UHF대 RFID 리더의 전력을 현저히 줄여 리더간의 충돌 가능성을 현저히 낮출 수 있으며 이종 무선통신 단말기와 연동 시, 단말기 내에서 발생하는 이종 무선통신에 대한 간섭을 현저히 감소시킬 수 있고, 이를 통하여 UHF 대역의 RFID 리더와 다양한 이종 무선통신 단말기와 연동된 통합 단말 기술의 발전을 도모할 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 정보통신 연구진흥원 선도기반 기술개발 사업 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았음

#### 참 고 문 헌

- [1] Katarijina Penttila, Nina Pere, Mikael Soini, Lauri-Sydanheimo, Markku Kivikoski "Use and Interface Definition of Mobile RFID Reader Integrated in a Smart Phone", Proceedings of the 9th International Symposium on 14-16 June 2005(ISCE2005), pp 353-358, 2005
- [2] 변상기 "RFID Tag 기술" 전자부품연구원, 2004
- [3] ISO/IEC 18000-6 "Parameters for air interface communication at 860 MHz to 960 MHz.
- [4] K.Finkenzeller, RFID Handbook, John Wiley & Sons, LTD, 1999.

## 저 자 소 개



### 정진욱 (鄭珍旭)

1979년 4월 18일생. 1998년 안양대 정보통신공학과 졸업. 2006년~현재 국민대 전자공학과 석사과정  
Tel : 02-910-5072  
Fax : 02-910-4646  
E-mail : nugi4u@naver.com



### 배재현 (裴宰賢)

1982년 1월 12일생. 2006년 국민대 전자공학과 졸업. 2006년~현재 동 대학원 전자공학과 석사과정  
Tel : 02-910-5072  
Fax : 02-910-4646  
E-mail : jaehoun13@gmail.com



### 오하령 (吳夏嶺)

1961년 5월 29일생. 1983년 서울대 전기공학과 졸업. 1988년, 1992년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사, 박사 졸업(공박). 1996~현재 국민대 전자정보통신공학부 부교수  
Tel : 02-910-5063  
Fax : 02-912-7586  
E-mail : hroh@kookmin.ac.kr



### 성영락 (成榮洛)

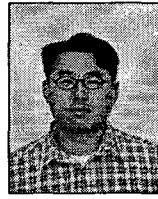
1968년 2월 29일생. 1989년 한양대 전자공학과 졸업. 1991년, 1995년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사, 박사 졸업(공박). 1998년~현재 국민대 전자정보통신공학부 부교수  
Tel : 02-910-5063  
Fax : 02-912-7586  
E-mail : yeong@kookmin.ac.kr



**송 호 준 (宋 昊 俊)**

1962년 3월 26일생. 1985년 서울대 제어 계측공학과 졸업. 1988년, 1992년 한국과학기술원 석사, 박사 졸업(공박). 2005년~현재 국민대학교 전자정보통신공학부 부교수

Tel : 02-910-5072  
Fax : 02-910-4646  
E-mail : jspark@kookmin.ac.kr



**신 재 철 (申 在 澈)**

1969년 6월 1일생. 2002년 서울시립대 전자공학과 대학원 졸업(공석). 1999년~현재 C&S Microwave 재직

Tel : 031-777-1923  
Fax : 031-777-1940  
E-mail : jcshin@cnsmicro.com



**장 병 준 (張 炳 竣)**

1972년 8월 12일생. 1990년 연세대 전자공학과 졸업. 1992년, 1997년 동 대학원 석사, 박사 졸업(공박). 2005년~현재 국민대학교 전자정보통신공학부 조교수

Tel : 02-910-5072  
Fax : 02-910-4646  
E-mail : jspark@kookmin.ac.kr



**이 정 석 (李 政 錫)**

1971년 3월 15일생. 2000년 동의대 전자공학과 대학원 졸업(공석). 2000년~현재 C&S Microwave 재직

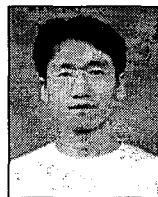
Tel : 031-777-1924  
Fax : 031-777-1940  
E-mail : jsl504@cnsmicro.com



**최 경 (崔 炘)**

1958년 4월 30일생. 1981년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1983년, 1988년 동 대학원 석사, 박사 졸업(공박). 1989년~현재 강원대학교 전기전자공학부 교수

Tel : 033-250-6324  
Fax : 033-256-6327  
E-mail : kyunchoi@kangwon.ac.kr



**김 중 민 (金 鍾 旻)**

1975년 5월 19일생. 2003년 충북대 전자공학과 대학원 졸업(공석). 2005년~현재 C&S Microwave 재직

Tel : 031-777-1965  
Fax : 031-777-1940  
E-mail : prayer@cnsmicro.com



**이 흥 배 (李 弘 倍)**

1966년 10월 11일생. 1995년 서울대 전기공학과 대학원 졸업(공박). 2000년~현재 C&S Microwave 대표이사

Tel : 031-777-1910  
Fax : 031-777-1940  
E-mail : hblee@cnsmicro.com



**박 준 석 (朴 准 奭)**

1969년 8월 12일생. 1987년 국민대 전자공학과 졸업. 1993년, 1996년 동 대학원 석사, 박사 졸업(공박). 1998년~현재 국민대학교 전자정보통신공학부 부교수

Tel : 02-910-5072  
Fax : 02-910-4646  
E-mail : jspark@kookmin.ac.kr



**이 학 용 (李 學 龍)**

1970년 6월 5일생. 2000년 서울대 전기공학과 대학원 졸업(공박). 2000년~현재 C&S Microwave 연구소장

Tel : 031-777-1933  
Fax : 031-777-1933  
E-mail : dragon@cnsmicro.com