

# 초음파를 이용한 저전력 Active RFID시스템의 구현가능성에 관한 연구

## Feasibility study of low power active RFID system based on the ultrasonic frequency

윤기훈\*, 박철현\*, 김건욱\*\*  
(Kihun Yoon\*, Chulhyun Kwak\*, and Keonwook Kim\*\*)

**Abstract** - This paper proposes the possibility of SonicID system which is the active RFID based on the ultrasonic spectrum instead of using radio frequency. For the feasibility study, various performance indexes are measured in terms of power consumption and signal path loss onto the frequencies of 40KHz, 433MHz, and 2.4GHz. In addition to the line of sight condition, realistic situations are considered for diverse deploying environments. The results of these analyses demonstrate that the SonicID holds the potential to meet the needs of future advanced RFID system in a scalable fashion.

**Key Words** : Active RFID, Ultrasonic, Power consumption, RSSI

### 1. 서론

Active RFID(Radio Frequency IDentification)는 태그와 배터리가 결합된 형태로써 기존의 passive RFID보다 100m이상의 원거리통신이 가능하며 RFchip과 센서, MCU(Micro Controller Unit)의 결합으로 다양한 정보를 수집, 처리, 통신할 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 active RFID는 배터리 기반의 특성을 가지고 있으며 배터리의 한정된 수명으로 인해 전력소모 최소화가 고려되어야 한다.

Active RFID태그의 전력소모 최소화는 다양한 측면에서 이루어 질수 있다. 첫째로, 전력소모 최소화를 고려하여 태그를 설계, 제작하는 것이다. 두 번째 방법으로는 마이크로칩의 최적화된 프로그래밍으로 효율적인 운용을 통해 전력소모를 최소화 할 수 있다<sup>[1][2]</sup>.

본 논문에서는 기존의 전자파 사용에서 벗어나 초음파를 이용하여 RFID시스템의 전력소모를 최소화하는 SonicID시스템의 구현가능성을 제안한다.

RFID시스템의 초음파대역 이용가능성을 확인하기 위해 다양한 통신환경 하에서 초음파대역과 전자파대역의 비교실험이 요구되어 진다. 40KHz 초음파의 통신실험을 위해 자체 제작한 모듈을 사용하였고, 전자파통신실험은 433MHz의 통신을 지원하는 Chipcon사의 CC1010DK<sup>[3]</sup>, 2.4GHz의 통신은 MAXFOR사의 TIP50C<sup>[4]</sup>를 사용하였다. 통신거리변화 및 통신범위내의 장애요소를 고려하여 구성된 환경 내에서 각 주파수대역에 따른 송신부의 소모전력과 수신신호 강도측정을

통해 RFID시스템의 초음파 이용가능성을 확인할 수 있었다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 소모전력

본 논문에서는 초음파와 전자파를 사용하여 무선통신을 하는 각각의 경우, 송신부의 소모전력을 측정하여 초음파의 이용가능성을 확인하려 한다.

소모전력은 구동전압과 전류량의 곱으로 이루어진다.

$$P_{rms} = V_{cc} \times I_{rms} \quad (1)$$

식 (1)에서  $V_{cc}$ 는 송신부의 구동전압,  $I_{rms}$ 는 평균전류량,  $P_{rms}$ 는 평균소모전력을 나타낸다.

#### 2.2 수신신호강도

초음파대역과 전자파대역의 수신신호강도를 측정할 경우 서로 다른 구조의 시스템을 고려하여 이에 적절한 접근 방법이 요구되어진다.

##### 2.2.1 전자파대역의 수신신호강도

전자파 433MHz와 2.4GHz는 CC1010DK의 CC1010<sup>[5]</sup>, TIP50C의 CC2420<sup>[6]</sup>칩에서 지원하는 RSSI(Received Signal Strength Indicator)값을 사용가능하다.

RSSI는 수신된 전파의 세기를 ADC(Analog Digital Convertor)를 통해 수치화한 값을 의미하며, 사용단위는 dBm이다.

$$P = RSSI\_VAL + RSSI\_OFFSET \text{ [dBm]} \quad (2)$$

저자 소개

\* 윤기훈, 박철현 : 東國大學 電子工學科 學部過程

\*\* 김건욱 : 東國大學 電子工學科 助教授 · 工博

식 (2)에서  $RSSI\_VAL$ 는 수신된 신호의 세기를 ADC과정을 거쳐 측정된 RSSI값이며,  $RSSI\_OFFSET$ 은 실제 RSSI값을 구하기 위한 상쇄 값으로써 CC1010(433MHz)의 경우 -57.2dBm, CC2420(2.4GHz)의 경우 -45dBm의 값을 갖는다. 마지막으로  $P$ 는 실제 RSSI값을 나타낸다.

### 2.2.2 초음파대역의 수신신호강도

초음파대역의 수신신호강도를 측정하기 위해서는 자체 제작한 모듈에서 RSSI값을 지원하지 않으므로 전자파와 다른 측정방법이 요구되어진다.

초음파통신으로 수신된 신호를 모듈내 ATmega128의 ADC과정을 거쳐 수치화한 후 이 값들의 크기값을 산출함으로써 초음파대역의 수신신호강도를 측정할 수 있다<sup>[7]</sup>.

## 3. 소모전력 및 수신신호의 강도 측정

### 3.1 소모전력 측정

소모전력 측정을 위해 Agilent사의 MSO6034A 오실로스코프와 1147A 전류측정 프로브를 사용하였다. MSO6034A 오실로스코프는 300MHz의 대역폭과 최대 2GSa/s의 샘플링이 가능하다<sup>[8]</sup>. 1147A 전류측정 프로브는 50MHz의 대역폭으로 동작하며 1mV의 전원을 가할 때 최대 ±1%의 오차로 전류측정이 가능하다<sup>[9]</sup>.

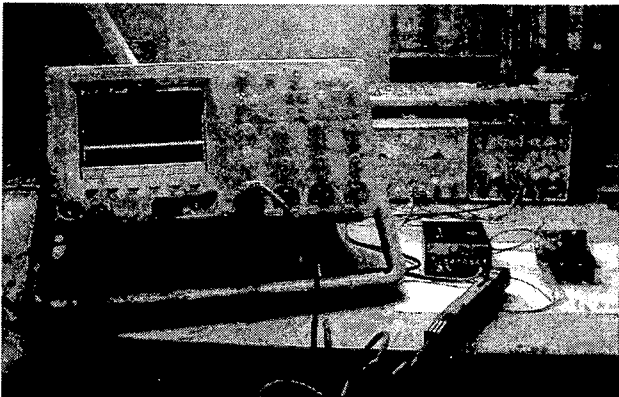


그림 1. 소모전력 측정 실험 사진

표 1. 각 주파수에 따른 송신부의 소모전력

분류	구동전압(V)	전류(mA)	소모전력(mW)
40KHz	12.00	0.21	2.52
433MHz	3.30	10.40	34.32
2.4GHz	3.30	17.40	57.42

표 1의 전류와 소모전력은 측정시간 동안의 평균값을 나타낸다. 초음파대역을 사용할 경우 433MHz대역을 사용할 경우보다 31.8mW, 2.4GHz대역을 사용할 경우보다 54.9mW 낮은 전력을 소모함을 확인할 수 있었다. 이 측정결과로써 초음파를 이용한 저전력 RFID시스템 SonicID의 소모전류관점에서 구현가능성을 확인할 수 있었으며, 통신환경에 따른 수신신호 강도측정이 수반되어 진다.

### 3.2 수신신호 강도측정

수신신호 강도측정의 신뢰도를 위하여 다양한 통신환경에서의 실험이 요구된다. 1m~10m의 통신거리변화를 기본으로 발신부가 전면 개방된 상태일 경우, 종이상자 안에 있을 경우, 발신부 전면이 27개의 종이상자에 둘러싸여 있을 경우에 대하여 수신신호 강도측정을 실시하였다.

초음파대역 40KHz는 10V, 전자파대역 433MHz와 2.4GHz는 0dBm로 신호를 발산하였으며 실험결과의 신뢰성을 위해 30회 이상 반복실험 하였다.

발신부가 전면개방된 환경에서 통신거리를 1m에서 10m로 증가 시킬 경우 수신신호강도의 변화는 다음과 같다. 전자파대역 433MHz통신은 11.77dBm, 2.4GHz통신은 28.89dBm의 감쇄를 보였다. 초음파대역 40KHz통신은 1m~2m에서 499.33mV의 급격한 감쇄를 보였으며, 통신거리를 4m이상으로 증가시킬 경우와 장애요소를 고려한 통신환경에서 50mV 이하의 수신신호강도값이 측정되었다.

실험결과를 통해 초음파의 수신신호강도의 잡음 레벨을 50mV이하로 규정할 경우 개방시 안정한 통신을 위해 3m이내 통신거리를 유지해야하며 통신환경내 장애요소에 큰 영향을 받는 사실을 알 수 있었다.

그림 2, 그림 3, 그림 4는 앞서 명시한 다양한 환경 내에서 측정한 수신신호강도를 나타낸다. 전자파대역의 수신신호강도는 dBm단위를 사용하였고 초음파대역의 수신신호강도는 mV단위를 사용하였다.

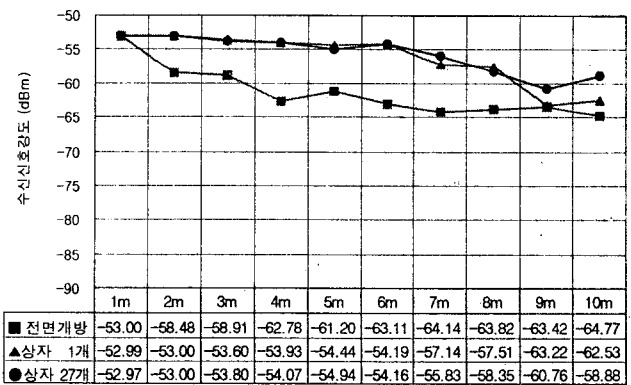


그림 2. 전자파 433MHz 대역 수신강도

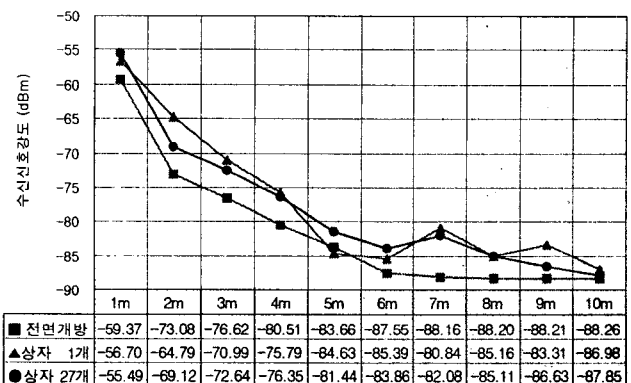


그림 3. 전자파 2.4GHz 대역 수신강도

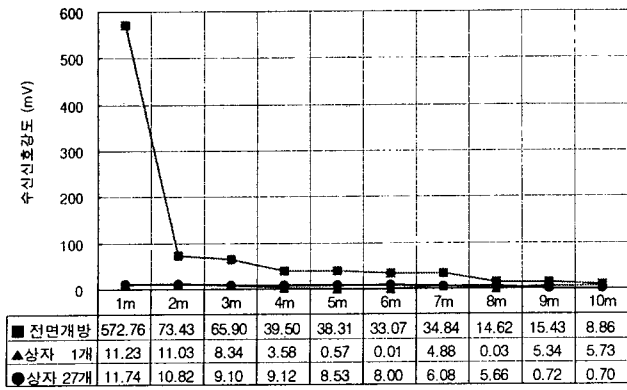


그림 4. 초음파와 40KHz 대역 수신강도

#### 4. 결론

본 논문은 초음파를 이용한 저전력 RFID시스템인 SonicID 시스템의 구현 가능성에 관하여 연구하였다. 가능성 확인을 위해 다양한 통신환경에서 초음파대역과 전자파대역의 통신, 각각의 경우 송신부의 소모전력과 수신부의 수신신호강도변화를 비교하였다. 실험을 통해 초음파대역의 통신 시 전자파대역을 사용할 경우보다 낮은 전력소모량을 확인할 수 있었으며 이를 통해 초음파를 이용한 저전력 RFID시스템인 SonicID의 구현가능성을 확인할 수 있었다. 하지만 다양한 환경 내에서 수신신호강도를 측정된 결과 초음파대역을 사용할 경우 개방시 3m내의 범위에서 안정한 통신이 가능하며 통신범위내 장애요소에 큰 영향을 받는다는 사실을 확인할 수 있었다.

초음파대역 통신시 통신범위의 확장과 장애요소의 영향에 대한 해결방안에 대한 연구가 향후 필요하다.

#### 참 고 문 헌

- [1] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam and E. Cayirci, "A Survey on Sensor Networks," *IEEE Communication Magazine*, vol. 40, no. 8, pp. 102-114, Aug, 2002.
- [2] 엄홍식, 김건욱, "저전력 마이크로컨트롤러를 위한 명령어 레벨의 소모전류 모델링 및 최적화에 대한 연구", *전자공학회논문지*, 5호, 제43권 CI편, pp.1-7, 2006. 9.
- [3] Chipcon Products from Texas Instrument, CC1010DK Development Kit User Manual.
- [4] MAXFOR Technology Inc., TIP50C Manual.
- [5] Chipcon Products from Texas Instrument, CC1010 Data Sheet.
- [6] Chipcon Products from Texas Instrument, CC2420 Data Sheet.
- [7] ATmel Corp., ATmega128 Data Sheet.
- [8] Agilent Technologies Corp., 6000 Series Oscilloscopes User's guide.
- [9] Agilent Technologies Corp., 1147A 50MHz Current Probe User's guide.