

900MHz대역에서 TA Radio와 RFID의 주파수 공유에 관한 연구

A study on the frequency sharing TA Radio with the RFID in the 900MHz band

문헌일*, 유승덕*, 홍완표*

Hun-Il Moon*, Seung-Duk Yu* and Wan-Pyo Hong*

요 약

본 연구는 900MHz대역을 사용하는 TA(Talk-Around)와 RFID 시스템간의 주파수 공유 가능성에 대하여 연구하였다. TA의 FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)방식에서의 변조방식은 FSK(Frequency Shift Keying)디지털 변조방식을 사용하고 있고 RFID는 ASK(Amplitude Shift Keying) 디지털 변조방식을 적용하고 있다. 주파수 공유 가능성에 대한 현장시험 대상 RFID시스템은 FHSS방식이였다. 현장시험은 다섯 가지의 시나리오에 의하여 진행되었다. 현장 시험용 RFID시스템은 미국제품으로 4개의 태그와 2개의 주 장치로 구성되었다. 테스트를 위하여 TA 4대와 에질런트 스펙트럼 아날라이저가 사용되었다. 변조방식의 차별화에 의한 주파수 공유 가능성을 이론적으로 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 이론적으로 두 변조방식 간에 주파수 공유가 가능한 것으로 분석되었다. 현장시험결과에 의하여도 TA의 신호가 RFID 신호에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

Abstract

In this paper, the frequencies sharing possibility between TA(TalkAround) Radios and RFID system in 900MHz frequency band have been studied. The modulation technic for FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum) of TA is digital FSK and RFID system adapts digital ASK modulation technic. The communication mode of the tested RFID system for frequencies sharing possibility was FHSS. The field test was performed by five scenarios. The RFID field testing system for the frequencies sharing possibility was composed of four tags and two main devices made in USA. Four TA and Egilant spectrum analyzer was used for testing. The frequencies sharing possibility by differentiated modulation was theoretically analyzed. As result of simulation, it was proved that the frequencies sharing between each other modulation system is possible. And also as result of field testing, it was confirmed that the signal of TA Radios have no effect on the signal of RFID system.

Keyword : TA, RFID, Frequencies Sharing, FHSS, ASK, FSK

I. 개 요

주파수 공유 통신 서비스의 주요 기능인 TA서비스를 제공함에 있어서 기존의 800MHz 대역을 사용할

* 한세대학교 정보통신공학과(Department of IT Engineering, Hansei University)

· 제1저자 (First Author) : 문헌일

· 투고일자 : 2010년 5월 26일

· 심사(수정)일자 : 2010년 5월 28일 (수정일자 : 2010년 6월 21일)

· 게재일자 : 2010년 6월 30일

경우 할당된 주파수 대역폭의 한계에 직면하고 있다. 또한 가입자의 증가 및 인터넷 서비스 등 새로운 멀티미디어 서비스의 제공 추세로 할당 대역폭 조기 부족 현상발생이 예상되고 있다. 현재 800MHz대역은 더 이상 사용 가능한 주파수 대역의 여유가 없는 실정이다. TA서비스에 800MHz대역을 할당할 경우 기존 900MHz대역용으로 제작된 외산 단말기의 사용 주파수 대역을 변경 하는 것은 현실적인 어려움이 있다. TA제공을 위해 900MHz를 할당할 경우 기존 동 대역을 사용하고 있는 RFID와의 간섭 및 공유에 대한 영향을 검증하여야 한다. 본 논문은 TA용으로 900MHz를 할당할 경우 기존 RFID 신호에 미치는 간섭영향력을 분석하였다.

본 논문의 연구범위는 TA기술 분석, TA대 RFID의 주파수의 이론적 간섭영향 분석, 상용 RFID와 TA 서비스의 실험적 간섭영향 분석에 대하여 연구하였다.

II. 연구범위

TA 대 RFID 주파수의 이론적 간섭 영향 분석사항은 Symbol Speed 분석, PN Code 발생수 분석, 주파수 대역 비교, 주파수 이용 캐리어 분석 및 이격 주파수 대역을 분석하였다. TA와 RFID의 실험적 간섭 영향 분석은 실험개요도를 제시하고 이것을 토대로 하여 스펙트럼을 측정하였다. TA기술과 RFID의 기술 간의 간섭영향에 대한 이적 분석을 위해 TA 및 RFID의 디지털 변조방식에 대하여 시뮬레이션을 하였다.

상용중인 RFID와 TA서비스의 실험적 간섭 영향에 대한 현장시험을 위해 실험 기자재의 세팅을 하였고 RFID 제조사와 협력하였다.

TA와 RFID 기술 간의 전파 간섭영향을 예측하기 위하여 주파수 공유기준 분석에 필요한 간섭 분석 프로그램을 개발하여 분석을 완료하였다.

III. TA 기술분석

3-1 기술분석 개요

본 연구에서 적용한 TA의 기본적 체원은 다음과 같다. 침투출력은 1watt이하(100 mW-700mW)이고, 2개의 홉셋로 채널대역폭은 50kHz, 20데시벨 대역폭은 25.6 kHz이다. 홉 시퀀스 패턴은 65,536, 1홉셋 점유

주파수 대역폭은 5.0MHz이다. 동일한 홉셋내 각 채널 간 간격은 100kHz이고, 1홉셋당 호핑 반송파 수는 50개, 전체 채널 반송파 수는 100개가 된다. 1개 홉셋 송신 버스트 점유시간은 85ms으로, 20초당 홉 수는 한 홉셋당 20초/ 0.09초 = 222.22개가 된다. 20초 동안 한 캐리어 당 점유 버스트 수는 222.22/50캐리어=4.44번이 되고, 20초 동안 한 캐리어 당 점유시간은 4.44번 x 0.085초 = 0.3774초가 되어 기존 값인 0.4초 이내가 된다.

3-2 TA주파수 대역 및 채널 배치

TA 주파수 대역 및 채널 배치는 그림1과 같다. 주파수 대역이 908.5MHz~914.0MHz로 주파수 대역폭은 5.5MHz가 된다. RFID의 기술 기준을 준용 할 경우 이 주파수 대역의 상하 주파수 대역에 대하여 보호대역으로 500KHz씩 이격시키는 것으로 계획되어 진다. 그러나 RFID의 기술 기준을 검토한 결과 하위 주파수 대역 부분에 대한 보호 대역의 설정은 필요 없을 것으로 간주되어 전체 가용 주파수 대역폭은 5.0MHz로 하였다.

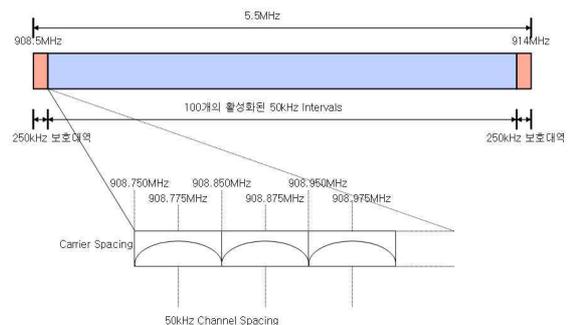


그림 1. TA 주파수 대역
Fig 1. TA Frequency band

1개의 호핑 채널에 대한 점유 주파수 대역폭은 100KHz이고 1개의 호핑 채널은 두 개의 홉셋으로 구성된다. 1개의 홉셋 채널은 50KHz의 주파수 대역폭을 갖는다. 1개의 홉셋은 50개의 채널(100KHz x 50채널 = 5.0MHz)로 구성되어 2개의 홉셋을 가정할 때 전체 반송파수를 고려한 채널수는 100개가 된다. 주파수 도약 스펙트럼 확산 방식의 다원접속 방식을 적용할 경우 각 이용자 채널간의 간섭을 피하기 위하여 10초 내에 1홉셋 내에서 호핑에 의한 채널들을 점유하는 전체시간을 0.4s 이내로 규정하고 있다. 이것은 한 채널을 점유하는 버스트 시간을 0.09s로 한 경우 50개의

채널내에서 점유하는 버스트 수에 대한 버스트 프레임 시간은 0.4s이내가 된다.

3-3 TA FHSS HOPSET 및 채널 구성

TA는 2개의 홉셋으로 구성된다. 각각의 홉셋은 50kHz의 채널 대역폭을 가진다. 즉 홉셋간의 이격은 50kHz가 된다. TA는 이 한 개의 홉셋을 채널로 하여 한 홉셋당 50개의 채널을 가진다. 채널간의 간격은 100kHz이다. 한 홉 셋에서 하나의 이용자가 송신하는 버스트가 머무르는 전체 시간을 20초 동안에 400ms이내가 되도록 제한하여 이용자 버스트 간 간섭을 발생시키지 않도록 하고 있다. 한 홉셋을 구성하는 채널수가 20개 정도로 작은 경우에는 한 홉셋에서 하나의 이용자가 송신하는 버스트가 머무르는 전체 시간을 10초 동안에 400ms이내가 되도록 하고 있다. 주파수 대역은 보호대역을 제외한 908.750 MHz-913.750MHz의 주파수 대역에서 5 MHz 대역폭을 가진다. 5MHz대역폭을 100KHz채널 간격으로 50개의 채널이 구성되며 50KHz의 채널 간격을 갖는 2개의 홉셋으로 구성되어 전체 반송파 채널은 100개 된다.

3-4 TA 8FSK 변조 방법

TA는 FSK방식을 사용한다. 트래픽버스트는 8FSK 방식을 사용한다. 표1과 같이 중심 주파수를 중심으로 하여 ±로 11.2kHz의 주파수 변조를 한다. 전체 변조 대역폭은 22.4kHz이다. 트래픽버스트 전송 속도는 9,600bps로 3,200 baud이다. 1baud에 대한 심볼 간격은 $T_s = 1/3,200\text{baud} = 31.25\text{ms}$ 이다

트래픽버스트 1개의 시간 간격이 0.085s이므로 한 개의 트래픽버스트에는 2개의 심볼이 들어간다.

표 1. 8FSK 변조 대역폭
Table 1. 8FSK Modulation bandwidth

000	001	010	011	100	101	110	111
-11.2 kHz	-8.0 kHz	-4.8 kHz	-2.6 kHz	+2.6 kHz	+4.8 kHz	+8.0 kHz	+11.2 kHz

3-5 TA 트래픽 발생 특성

그림2는 TA의 트래픽 발생 확률을 보여 준다. 대부분의 메시지 발생량의 28%정도가 2초 정도의

메시지, 전체의 60%정도가 3초 내의 메시지 길이를 가지고 있다.

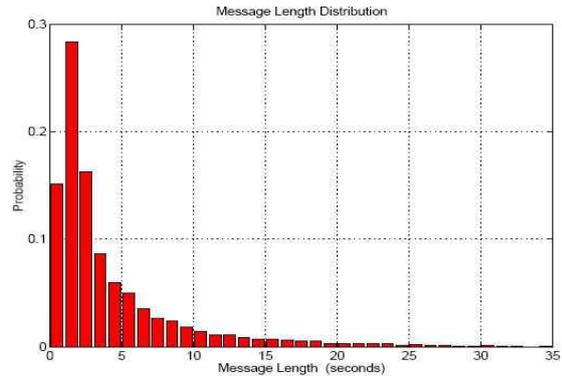


그림2. TA 트래픽 발생 특성
Fig 2. Traffic Characteristics

IV. RFID 기술 분석

4-1 적용현황

RFID용 주파수는 125/134kHz, 13.56MHz, 433.92MHz, 860~960MHz, 2.45GHz를 사용 중이다. 125/134kHz는 출입통제/보안용, 13.56MHz는 교통카드 용이다. 860~960MHz는 물류 유통용으로 미국에서만 사용 중이다. 433.92MHz는 미국, 유럽에서는 아마추어 무선, 컨테이너관리, 차량의 TPMS(Tire Press Monitoring System) 및 RKE(Remote Keyless Entry)용으로 사용 중이고 국내는 아마추어 무선만 사용 중이다. 2.45 GHz는 ISM(Industrial Scientific Medical)대역으로 사용이 가능하다.

4-2 수동형 RFID(860~960MHz)현황

RFID Tag 경우 Global 물류 유통을 위해 860~960 MHz 세계 공통 사용 중이다. Reader는 860~960MHz 내에서 국가별 주파수 대역 분배/사용 중이다. 미국은 비허가(ISM) 대역의 902~928MHz(26MHz), 유럽은 865~868(3MHz), 일본은 950~956(6MHz)를 적용한다.

4-3 수동형 RFID 통신표준

태그는 리더로 부터 수신된 신호에 정보를 실어 반사변조 하여 전송한다. 국제 표준이 권고한 860~960 MHz 범위내의 리더신호는 수신 및 반사변조 전송이 가능하다. 리더는 각국이 정한 주파수 대역을 사용하

표 2. 수동형 RFID 각국 채널 대역폭

Table 2. Passive RFID Channel Bandwidth in Nations

표준구분	국제표준			미국	유럽	한국	
	ISO/IEC	EPCglobal Gen2					
전송속도	40kbps	40kbps	160kbps	80kbps	40kbps	40kbps	160kbps
측파대	DSB	DSB	SSB	DSB	DSB	DSB	SSB
채널 대역폭	200kHz	200kHz	400kHz	400kHz	200kHz	200kHz	400kHz

표3. 예측된 채널 수에 따른 소요 대역폭

Table 3. Required bandwidth and Estimated channel numbers

채널 대역폭	200kHz			400kHz		
예측 채널 수	10	15	20	10	15	20
리더 소요 대역폭	2MHz	3MHz	4MHz	4MHz	6MHz	8MHz

여 송/수신한다. 통신을 위한 변조방식은 국제 표준기구의 표준인 ASK 사용 중이며 주파수 선택 방식은 각국이 정한 기술 기준을 따르고 있다. 가용 주파수 대역 및 채널 대역폭을 고려하여 주파수 선택 방식은 국가별로 제정하고 있다.

4-4 수동형 RFID 소요 대역폭 산출

수동형 RFID의 소요 대역폭(T)은 적정 채널 대역폭(B)에 소요채널수(C)를 곱한 값이다. 적정 채널 대역폭은 국제 표준의 전송속도를 수용하도록 선정하고 있다. 소요 채널수는 RFID 서비스 유형을 고려하여 예측한다. 수동형 RFID에 대한 각국의 채널 대역폭은 표2와 같다.

채널 대역폭은 전송속도 * 인코딩율(2/비트) * 측파대 필터(SSB = 1, DSB = 2) * 1.25 * 1.25로 계산된다. 소요 채널수 예측 파라미터로 리더 출력신호 간섭 범위는 100m, 리더 출력(P)은 30dBm(1W), 리더 안테나 이득(G)은 6dB, 리더 방사 출력(E)은 36dBm(P+G=30dBm+6dB), 리더 간 상호간섭기준 레벨(Rs)은 -76 dBm, 간섭레벨전파손실(L)은 -112 dBm, 전파손실 간섭거리(Ri)는 100m로 한다. 리더가 간섭을 받는 영역 전체 면적(S)은 3.14*Ri²로 31,400m²이다. 리더의 동작 커버리지 면적(R)

은 3.14*42 =50m²이다. 리더와 태그 간 통신 거리는 4m 이고 전체 간섭 영역 즉 섹터내 리더수는 207개이다.

리더수(Rn)는 31,400/50=628개(전방향 방사 기준)이다. 리더 안테나 빔폭(Bw)은 60°, 실효 섹터수(S1)는 섹터수/2이므로 6/2이 되어 3이 된다. 예측 채널 수는 채널 점유율이 5%일 때 10개, 7.5%일 때 15개, 10%일 때 20개가 된다. 예측된 채널수에 따른 소요 대역폭은 표3과 같다.

ISO의 권고 소요 대역폭은 2~7MHz이고 미국은 (902~928MHz, 26MHz) 비허가 무선기기로 사용 중인 Part 15.247 규격의 RFID를 사용하고 있다. 유럽 (865~868MHz, 3MHz)은 SRD(Short Range Device, 862~870MHz)대역에서 RFID용으로 공유하고 서비스 예측 모델에 따라 3MHz를 우선 분배한다.

4-5 수동형 RFID 국제 표준현황

ISO 18000-6(800~900 RFID) Type A, B는 주파수 대역이 860~960MHz 대역내에서 국가별 규정에 따른다. 전송속도는 리더 송신 최대 전송속도 40kbps, 변조 방식은 ASK방식이다. Cglobal EPCglobal UHF RFID Class 1 Gen 2는 860~960MHz 대역내에서 국가별 규정에 따르도록 하고 있다. 리더 송신 전송속도 최대

표 4. 수동형 RFID국제 표준현황

Table 4. International Standard of passive RFID

구분	최대전송속도		변조방식		RFID 충돌 방지	비고
	리더→태크	태그→리더	리더→태그	태그→리더		
Type A	33kbps	160kbps	ASK	ASK	Slotted Aloha	
Type B	10, 40kbps	160kbps	ASK	ASK	Binary	
Gen 2	40, 80, 160kbps	640kbps	ASK	BPSK, ASK	Slotted, Probabilistic 의 다중 충돌방지 방식 지원	부반송파 양방향 통신

표5 ASK와 FSK방식의 특성비교

Table 5. Charateristic Comparison between ASK and FSK

방식	Baud rate (sps)	Bit rate (bps)	1개홉 점유시간	1심볼당 점유시간	1개 홉 점유 시간 비트수	대역폭
ASK	20,000	40,000	85ms	0.05ms	1700	200kHz
FSK	3,200	9,600	85ms	31.25ms	6	50kHz

표 6. ASK와 FSK 입력 파라미터

Table 6. Input Parameter of ASK, FSK

변조방식 \ 구분	Baud rate (sps)	Bit rate (bps)	반송파 주파수 (MHz)	비고
ASK	20,000	40,000	910.525	
FSK	3,200	9,600	910.525	

160kbps, 반송파 방식으로 양방향 통신이 가능하다. 표4는 RFID 국제표준 현황이다.

미국 FCC(Federal Communications Commission)의 기술기준의 경우 주파수 대역은 902~928MHz (FCC part 15.247), 허용 전력은 호핑 채널 대역폭에 따라 0.25W, 1W이다. 전송방식은 주파수 호핑(FHSS)방식, 주파수 공유는 ISM 대역으로 타 서비스와 공유가 가능하다. 호핑 채널이 250kHz 미만일 때 최소 호핑수는 50개이다. 호핑 주기는 20초, 최대 주파수 점유시간은 0.4초이다. 허용 전력은 1W(EIRP 4W)이고 호핑 채널이 250kHz 이상 500kHz 이하일 때 최소 호핑수는 25, 호핑 주기는 10초, 최대 주파수 점유시간은 0.4초이다. 허용전력은 0.25W(EIRP1W)이다.

유럽의 경우는 주파수 대역이 865~868MHz (ETSI EN 302 208-1)이다. 허용 전력은 주파수 대역에 따라 0.1W, 0.5W, 2W E.R.P로 제한하고 있다. 전송 방식은 AFA(Adaptive Frequency Agile) + LBT(Listen Before Talk) 방식을 사용한다. 채널 대역폭은 200kHz이며 LBT Tx는 4sec on, 0.1sec off이다. 타 서비스와 공유가

가능하다.

V. RFID 기술 분석

5-1 변조방식 비교

표5는 RFID와 TA에서 적용하는 각각의 변조방식인 ASK와 FSK방식의 특성이다. 표6은 ASK와 FSK 방식에 대한 입력 파라미터이다. 그림 3은 FSK와 ASK 변조신호 스펙트럼을 함께 보여주고 있다. 그림과 같이 ASK와 FSK신호 스펙트럼이 서로 겹치지 않는다. 즉 변조신호에 의해서는 상호 간섭을 일으키지 않는다.

그림 4는 TA와 각종 RFID에 할당 된 주파수 대역에 대한 스펙트럼을 비교한 것이다. LBT와 LBT+AFH RFID방식의 경우에는 채널 액세스 방식으로 S-ALOHA 방식을 사용한다.

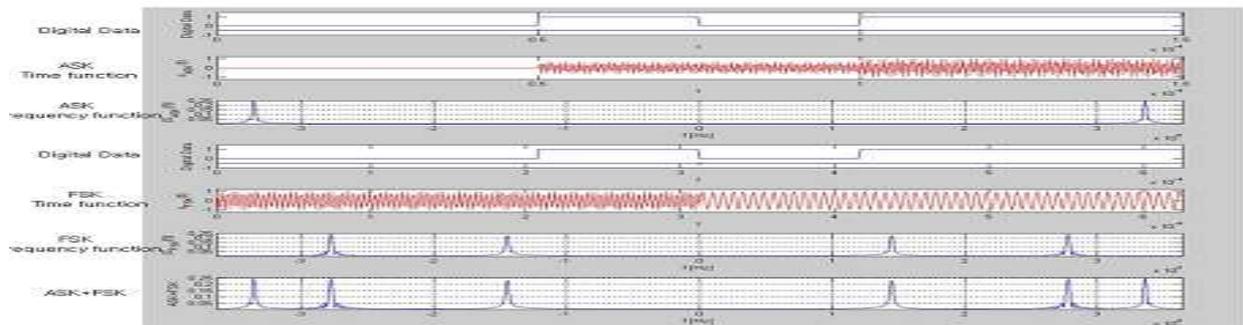


그림 3. ASK+FSK데이터변조
Fig 3. ASK+FSK Dater Modulation

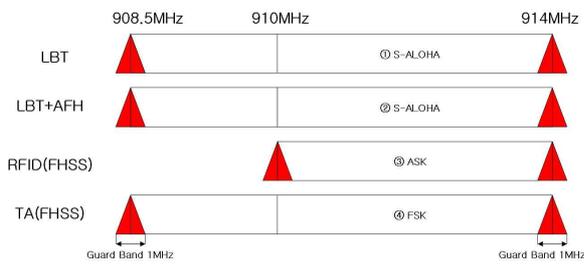


그림4 주파수 대역비교(908.5~914MHz)

Fig 4. Frequency Band Comparison(908.5~914MHz)

VI. TA와 RFID 주파수 공유 필드 테스트

6-1 필드 테스트 환경 구성

필드 테스트는 크게 RFID 리더, 태그, TA, 스펙트럼 분석기로 구성하였다. RFID 리더 및 태그는 상용 MP9302 2.7 EPC - UHF 고정리더기를 사용하였다. Samsys의 MP9320 2.7 EPC 멀티 프로토콜 리더는 ISO 18000-6A, -6B프로토콜의 Intermec Intellitag, Philips UCODE EPC 1.19 EPC Class 1을 지원하는 UHF 대역의 고정식 리더이다. 4개의 안테나 포트가 지원되어 다양한 인식 지점에 설치가 가능하다. RF-232, RS-485와 10Base T 10/100 MBPS Ethernet 등 다양한 호스트 인터페이스가 제공이 되며 원거리 통달거리와 대량 데이터 인식능력이 있다. TA는 단말기 4대를 각각 다른 채널로 2채널을 구성하였다. 스펙트럼 분석기는 Aglient 사의 E4440A 모델을 사용했다. 계측기는 10dB 감쇠를 적용했다. 907MHz부터 915MHz까지 주파수 측정 범위를 두어 폭넓게 측정하였다. 수신 신호용으로 900MHz 대역용 다이폴 안테나를 사용하였다.

6-2 현장시험구성도 및 결과

현장시험 구성은 RFID 단독, TA 단독, TA 1대와 RFID 1대를 동시에 수신할 때 그리고 TA 2대와 RFID 1대를 동시에 수신할 때, TA 1대와 RFID 2대를 동시에 수신할 때에 대한 5가지 상황에서 측정을 하였다. 자세한 구성 및 측정치는 다음과 같다.

가. RFID 단독 측정

8회에 걸쳐 계측기로 수신되는 신호를 측정하였다.

RFID 전 대역 910~914MHz 사이의 스펙트럼도 측정을 하였다.

나. TA 단독 측정

TA 단말기와 계측기 사이를 1m 간격을 띄어 놓고 계측기로 수신되는 신호를 측정하도록 장비들을 구성하였다. 그림 6과 같이 10회에 걸쳐 측정하였다. TA 전 대역 908.5~914MHz 사이의 스펙트럼도 측정을 하였다.

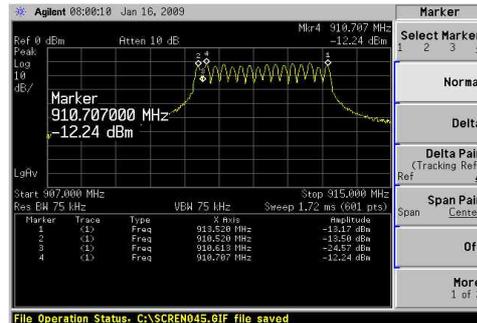


그림 5. RFID 단독 측정(Full Band)

Fig 5. RFID independent Test(Full Band)

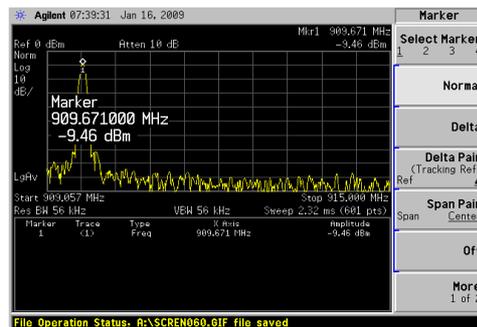


그림 6. TA 단독 측정(10회)

Fig 6 . TA Independent Test(10 times)

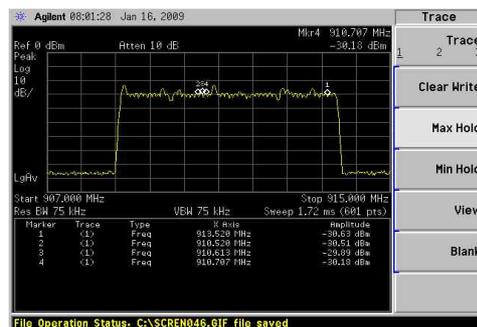


그림 7. TA 단독 측정(Full Band)

Fig 7 . TA Independent Test(Full Band)

다. TA 1대, RFID 1대 측정

TA 단말기와 계측기, RFID 사이를 1m 간격을 띄어 놓고 계측기로 수신되는 신호를 측정하였다. 그림8과 10회에 걸쳐 측정하였다.

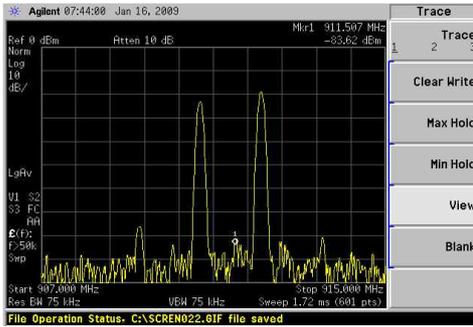


그림 8. TA1대와 RFID 1대 측정(10회)
Fig 8 . Test of one TA with one RFID (10 times)

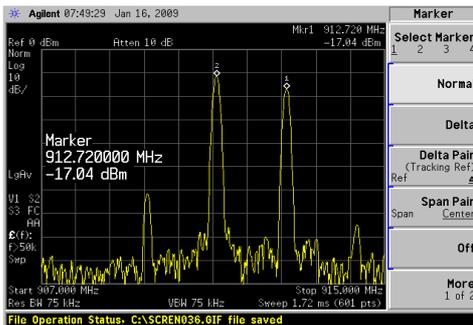


그림9. TA2대와 RFID 1대 측정(14회)
Fig 9 . Test of two TA with one RFID (14 times)

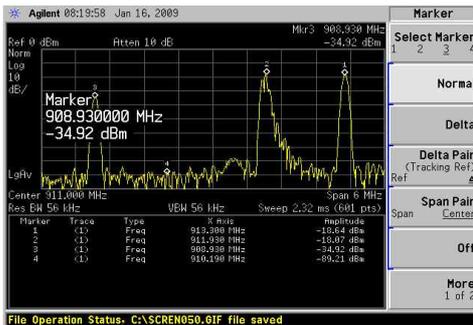


그림10. TA1대와 RFID 2대 측정
Fig 10 . Test of one TA with two RFID

라. TA 2대, RFID 1대 측정

TA 단말기 2대와 계측기, RFID 사이를 1m 간격을 띄어놓고 측정하였다. 그림9와 같이 14회에 걸쳐 측정하였다. TA 1대는 채널 1번, 코드 1번으로 맞추어 통신을 하도록 하였으며 다른 TA는 채널 2번, 코드 13번으로 맞추어 통신을 하도록 설정하였다.

마. TA 1대, RFID 2대 측정

TA 단말기 1대와 계측기, RFID 2대 사이를 1m 간격을 띄어 놓고 측정하였다. TA 1대는 채널 1번, 코드 1번으로 맞추어 통신을 하도록 하였다. 다른 TA는 채

널 2번, 코드 13번으로 맞추어 통신을 하도록 설정하였다.

바. RFID 리더기 데이터 측정

이상의 현장 시험과 함께 RFID리더기의 출력에 대한 오류를 측정한 결과 현장 시험에서 데이터의 송수신시 오류가 발생하지 않는 것으로 나타났다.

VII. 결 론

본 연구는 모토로라의 TA와 RFID 시스템간의 간섭 영향을 분석한 것으로 연구결과 다음과 같이 나타났다. TA의 FHSS방식에서의 변조방식은 FSK 디지털 변조방식을 사용하고 있고 RFID는 ASK 디지털 변조방식을 규정으로 하고 있다. 이 두 가지 변조방식의 공유 사용 여부를 이론적으로 분석하여 시뮬레이션한 결과에 의하여 양 방식의 변조 반송파 주파수가 서로 겹침으로서 간섭을 일으킬 확률이 매우 적은 것으로 나타났다.

간섭영향 시험 대상 RFID시스템은 FHSS방식에 대한 것이었다. 현장시험은 다양한 시나리오에 의하여 진행되었다. 시험결과 TA의 신호에 의하여 RFID데이터가 손상되지 않음을 확인하였다. 테스트 용 RFID시스템은 4개의 태그와 2개의 주 장치로 구성되었고 TA 4대와 테스트를 위하여 에질런트 스펙트럼 분석기가 사용되었다. 테스트는 주장치의 명령에 의하여 태그로부터 시스템에 입력되는 데이터의 손상 여부를 확인하는 것으로 TA를 주 장치와 태그에 1m 이내로 근접시켜 테스트를 하였다. 테스트는 1시간여에 걸쳐 다양하게 실시되었다. 필드 테스트가 FHSS방식 이외의 RFID방식에 대하여는 이루어 지지 않아 향후 이 부분에 대한 지속적인 분석이 필요할 것으로 판단된다. 또한 향후 태그와 주 장치간의 거리를 태그가 인식할 수 있는 최대 거리인 임계 거리에 이격시켜 놓고 테스트를 할 필요가 있을 것으로 분석되었다.

참 고 문 헌

[1] 정보통신부고시 제2004-66호, 무선설비의기술기준
[2] MONTE-CARLO Simulation Methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services of systems, ERC REPORT 68

- [3] RFID/USN용 주파수 분배(안) - 정보통신부 전파방송정책국
- [4] RFID/USN용 주파수 분배방안 연구, 2004. 12. 31. *한국전파진흥협회*, 정보통신부
- [5] Information technology automatic identification and data capture techniques — Radio frequency identification for item management air interface — Part 6: Parameters for air interface communications at 860-960MHz, ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4 N0722
- [6] Motorola iDEN Digital Multi-service Data- capable Phone i325 Phone User's Guide SECOND DRAFT
- [7] FCC §15.247 47 CFR Ch. I (10-1-04 Edition)
- [8] 전파방송정책연구, 최종 연구개발 결과보고서, 2008.12.31 *한국전파진흥협회*, 방송통신위원회
- [9] 지상망 주파수 지정을 위한 간섭분석 및 관리 기술 연구, 2008.12. *방송통신위원회 전파연구소*
- [10] 900MHz대역 주파수 재배치 연구, 2008. 12. 31 *한국전파진흥협회 방송통신위원회*
- [11] UHF RF-ID 및 Ubiquitous 네트워킹 기술개발, 2008. 2. *한국전자통신연구원 방송통신위원회*
- [12] RFID/USN 표준화 동향, 2008. 9. 26 최명렬 정보1사회진흥원
- [13] SMART TALKAROUND, 1997. 12 Jaime A. Borrás, MOTOROLA
- [14] 신장동력 RFID/USN기반 지능형 서비스, 2008. 9. 19 *지식경제부 성장동력실*

문 헌 일(文憲一)



2004년02월: 서울산업대학교 전자공학(학사)
 2006년08월: 연세대학교 공학대학원 전파 통신공학(석사)
 2006년08월~현재: 한세대학교 일반대학원 정보통신공학 (박사과정)
 1971년02~1979년03월: 철도청

1979년03~1994년02월: 대한엔지니어링
 1994년03~ 현재: 문엔지니어링 대표이사 / 회장
 2006년12월~2007년12월: 국회 과학기술정보통신 자문위원
 2007년02월~현재: 한국정보통신감리협회 수석부회장
 2007년10월~현재: 한국항행학회 수석부회장
 2008년01월~현재: 한국ITS학회 부회장
 2008년09월~현재: 한국엔지니어링진흥협회 회장
 관심분야 : u-City, 무선통신, 정보통신정책,

유 승 덕(柳承德)



1994년2월: 경기공업대학 메카트로닉스과(준학사)
 1999년2월: 한국방통통신대 전자계산학(학사)
 2002년2월: 광운대학교 정보통신대학원 컴퓨터공학(석사)
 2008년2월~현재: 한세대학교 정보통신 박사과정

2007년12월: 정보통신기술사
 1995년05월~1998년10월: SECRON 부설연구소 주임연구원
 2001년10월~2008년01월: HCILab 연구소 책임연구원
 2008년02월~현재: 문엔지니어링 설계1본부 부장
 2008년03월~2011년02월: 노동부 국가기술정책심의위원
 관심분야 : u-City, ITS, 센서/USN, 정보통신정책

홍 완 표(洪完杓)



1991년02월: 서울산업대학교 전자공학과 공학사
 1993년08월: 연세대학교 공학대학원 전자공학전공 공학석사
 1999년08월: 광운대학교 전자공학과 공학박사
 1983년09월~1997년11월 정보통신부 체신청, 본부(통신정책국, 전파방송관리국, 정보화기획실)

1987년08월~1989년08월 BTMC Defence and Aerospace Dept.
 1997년11월~1999년11월: 삼성전자(주) 정보통신총괄
 1995년03월~2002년02월: 광운대학교 시간강사, 연구전담교수
 2000년01월~2002년01월: 한국정보통신기술사협회장
 2002년02월~현재 : 한세대학교 IT학부, 인문사회학부 교수
 관심분야 : 위성통신방송, 정보통신정책