

# UHF RFID Air Interface 기술 동향

장병준 | 오하령 | 성영락 | 박준석  
국민대학교

## 요 약

최근 UHF 대역에서 동작하는 RFID 시스템이 활발히 연구되고 있으며, 유통물류 분야를 시작으로 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특히, 국내에서는 휴대폰과 RFID를 결합한 모바일 RFID 시스템을 도입하고 있으므로 가까운 미래에 RFID의 도입이 크게 확대될 것으로 기대되고 있다. 하지만 UHF RFID 시스템의 경우 Link Unbalance 특성에 의해 주파수 간섭 등의 문제가 대두되어 전세계적으로 Dense 모드의 도입 및 기술기준 개정 움직임이 활발하게 진행되고 있다. 본 고에서는 UHF RFID 시스템에서 발생하는 주파수 간섭에 대해 알아보고, 국내외 UHF RFID Air Interface 기술의 최신 동향을 살펴보고자 한다.

## 1. 서 론

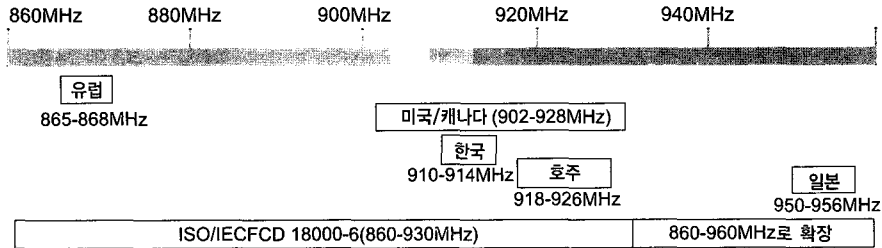
전세계적으로 RFID 기술에 대한 관심도가 증가하면서 유통물류 분야를 시작으로 국방, 환경, 의료, 항공 등 다양한 분야에 RFID 기술을 적용하려는 연구가 활발히 전개되고 있다. UHF RFID 시스템은 기존의 저주파 RFID 시스템에 비하여 긴 인식거리와 Tag 제작 가격에 있어서 유리하여, 전세계적으로 유통, 물류 등의 용도에 가장 적합하다고 평가되고 있다. 특히 Wal-Mart와 Tesco와 같은 대형 유통회사에서는 2005년부터 RFID 보급을 가시화하고 있고, 또한 같은 해에 EPCglobal class 1 generation 2 (EPCglobal C1G2, 이하

Gen 2) 규격이 ISO 18000-6 Type C로 국제 규격화되면서 전세계 단일 표준의 RFID 규격이 도입되어 RFID 서비스의 확대가 가속화되고 있다[1].

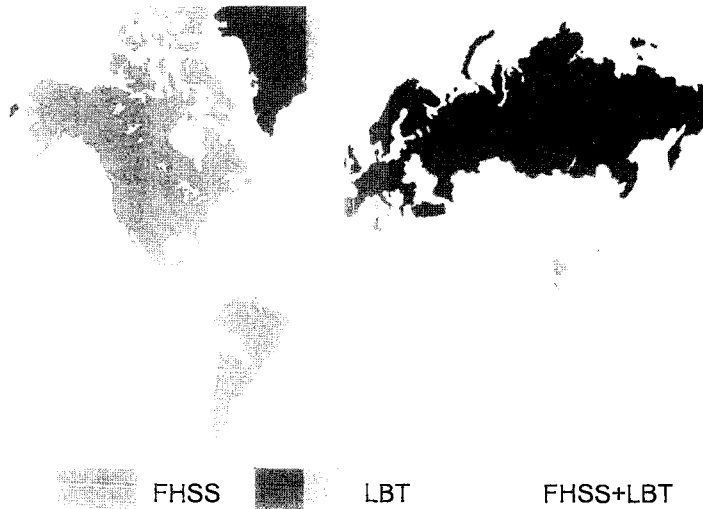
국내에서는 현재 ETRI를 중심으로 칩, 태그, 리더 및 미들웨어 분야에 대한 연구개발이 진행되고 있고, 한국정보사회진흥원에서는 2004년부터 시범 사업을 통해 관련 서비스의 보급을 촉진하고 있다. 최근에는 RFID 응용 서비스를 물류에 국한하지 않고 전국적인 서비스로 발굴하고, 이를 유비쿼터스의 핵심 요소기술로 활용하기 위하여 ETRI, 한국정보사회진흥원, 한국RFID/USN협회 등 관련 기관을 중심으로 2005년 2월에 모바일 RFID포럼을 창립하여 휴대폰과 RFID를 융합하는 컨버전스 기술을 연구하고 있으며, 2006년부터는 모바일 RFID 시범사업을 실시하여 2006년 말부터 관련 제품이 출시되고 있다[2-3].

하지만 UHF RFID 기술은 각국마다 주파수 대역, 채널 대역폭 및 다중 접속 규격이 상이하므로, 각국의 실정에 맞는 최선의 RFID 규격이 필요한 실정이다. 국내에서는 908.5~915MHz의 5.5MHz의 주파수대역에서 한 채널 당 200kHz의 채널 대역폭을 선정하고 있으며, 유럽의 LBT(Listen Before Talk)와 미국의 FH(Frequency Hopping)방식을 병행하여 사용하고 있다. (그림 1)에 국가별 UHF 대역 RFID 주파수 대역이, (그림 2)에는 국가별로 RFID 무선 접속 규격 동향을 나타내었다[4].

UHF RFID 시스템의 특성을 주요 국가별로 살펴보면, 미국은 902~928MHz의 ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 대역을 RFID 주파수 대역으로 사용함에 따라 한 채널의 점유 대역폭이 500kHz로 50개 이상의 채널을 사용하고 있으며,



(그림 1) 국가별 UHF 대역 RFID 주파수 규격



(그림 2) 국가별 UHF 대역 RFID 무선접속 규격 동향

유럽의 경우에는 한 채널의 점유 대역폭이 200kHz로 제한되어 있으며 총 채널 수도 15개 밖에 되지 않는 형편이다. 국내의 경우도 유럽과 비슷하게 200kHz의 점유 대역폭을 가지고 있으나 전체 주파수 대역은 유럽보다 넓은 5.5MHz를 사용하고 있으므로 상측 보호대역과 하측 보호대역을 빼더라도 27개의 채널이 있어 유럽보다는 유리한 형편이다. 이렇게 상이한 국가별 전파 규격을 만족하기 위하여 Gen 2 규격에서는 다양한 코딩 방식 및 모뎀 방식을 제안하고 있다. 따라서 나라별로 UHF RFID 시스템을 사용할 경우 Gen 2 규격 중 각각의 전파기술 기준에 맞는 규격을 선별적으로 사용하여야 한다.

또한 Gen 2 규격에서는 리더의 동작환경을 RFID 신호가 존재하는 영역 (Operating Environments)에 따라 단일 리더 (single reader) 환경, 다중 리더 (multiple reader) 환경 및 밀

집리더 (dense reader) 환경으로 분리하고, 밀집리더 환경에서는 리더의 개수가 채널수만큼 많으므로 리더간 간섭 (reader interference) 확률이 높으므로 리더와 태그간의 주파수 간섭을 방지하기 위하여 Forward 링크에서는 스펙트럼 마스크를 엄격하게 분리하고, Reverse 링크에서는 Miller sub-carrier 방식을 채용하도록 권고하고 있다. 하지만 아직도 밀집리더 환경을 100% 지원하는 관련 제품이 출시되어 있지 않은 상태이므로 나라별로 RFID를 사용할 때 정확한 가이드라인이 없다면, Gen 2 규격을 채용한다고 하더라도 다양한 규격 및 환경을 지원하는 여러 제품이 혼재될 확률이 매우 높다.

최근 유럽에서는 주파수 간섭을 회피함과 아울러 RFID 도입 활성화를 위하여 채널별로 출력을 다르게 적용하며, 특히 4개의 고출력 채널에 대해서는 LBT를 사용하지 않도록

기술기준을 개정하여 dense 모드 환경 하에서 주파수 간섭을 회피하는 기술기준을 새롭게 연구하고 있다. 국내의 경우 RFID 관련한 현재의 국내 기술기준에서는 Gen 2 규격에서 말하는 다양한 규격 및 환경을 고려하고 있지 않으므로 국내 기술기준을 밀집리더 환경까지 고려하려는 연구가 필요한 실정이다. 이에 최근 국내에서는 RFID 기술기준 제정을 위해 기술기준 개정반을 운영하여 국내실정에 맞는 기술기준 제정을 연구하고 있다[6-8].

본 고에서는 RFID 동작환경 중 dense mode의 경우에 RFID 리더 간의 주파수 간섭을 줄여 RFID 채널용량을 증가시키기 위한 다양한 Air Interface 방식을 조사하여 각각의 장단점을 분석하고자 한다. 특히, Gen 2 규격에서 제시하고 있는 Air Interface 방식을 정밀하게 분석하여 국내 기술기준 개정 및 향후 RFID 보급 확대를 위한 기초자료로 제공하고 자 한다.

## II. Gen 2 규격의 도입 배경 및 특징

EPCglobal은 비영리 기구로서 EPC (Electronic Product Code) 코드의 보급과 EPC 시스템의 표준화, 코드관리 등을 담당하고 있다. EPCglobal에서는 상품 한개 한개에 96bit나 128bit 등의 EPC code를 붙여 그 상품에 관한 생산정보나 유통 이력 등을 인터넷을 통해 알 수 있도록 하는 것을 목표로 하는데, 96bit의 경우 1,600만 제조자번호와 2억 7천만 상품번호 및 687억 개의 상품 시리얼 번호가 부여될 수 있도록 하고 있다. EPCglobal에서는 태그의 종류에 따라 Class 0부터 Class 5까지 분류하며, 현재 Class 0와 Class 1에 대한 규격이 완료되어 있다.

2004년부터 이뤄진 EPCglobal의 Gen 2 표준은 과거 EPC 표준의 단점을 보완하고, ISO 규격과의 통합을 고려한 진보된 표준이라고 할 수 있다. 2005년도에 ISO/IEC는 ISO 18000-6의 수정작업을 하면서 Gen 2를 ISO 18000-6 Type C로 국제표준화 하였으며, 앞으로 UHF RFID 시스템은 EPC C1G2 표준을 따를 것으로 기대되고 있어 더욱 관심을 모으고 있다.

Gen 2의 기원은 2003년 6월 EPCglobal 내에 HAG

(Hardware Working Group)의 설립으로부터 시작되며, Gen 2의 목표는 Gen 1 (Class 0 및 Class 1)에서 문제되었던 다양한 기술적인 문제를 해결하고 Gen 1에 비해 우수한 성능의 규격 제정과 전세계적으로 공통 표준을 목표로 다양한 RFID 업체의 의견을 받아들여 규격 제정을 시작하였다. 초기에는 고성능 태그를 목표로 할지, 저가의 태그를 목표로 할지 논의가 이루어졌으나, 반도체 기술의 발달 및 대량생산으로 고성능을 목표로 하더라도 태그 당 5 센트라는 목표를 맞출 수 있을 것이라는 합의에 도달해 태그의 고성능을 목표로 추진하게 되었다.

EPC Gen 2 규격의 주요 특징 중 하나는 다른 규격에 비하여 다양한 세부 규격 및 선택 규격을 가지고 있다는 것이다. 예를 들어 모뎀방식 하나만 보더라도, DSB-ASK, SSB-ASK, PR-ASK의 3가지 방식의 모뎀을 규격에 포함하고 있다. 따라서 태그의 경우 이러한 모든 모뎀을 지원하여야 하나, 리더의 경우 Gen 2를 선택적으로 만족하는 다양한 종류의 리더가 존재할 수 있게 된다. 리더 제조업자는 규격 중 자신에게 유리한 다양한 종류의 리더를 만들 수 있다.

Gen 2 규격 중 대표적인 특징 중의 하나가 Dense 모드를 적용한 것이다. Dense 환경이란 리더의 송신출력이 인접리더에 영향을 주지않을 정도까지 감쇄되는 영역(보통 1km 정도) 내에 채널 수만큼 리더가 있는 경우를 의미한다. 예를 들어 우리나라 주파수의 경우 27개 채널이 있으므로 1km 반경 내에 27개의 리더가 있으면 Dense 환경이라고 생각할 수 있다. 이 경우 주파수 호핑 (Frequency Hopping)이나 LBT를 사용하더라도 동일한 채널을 사용하는 리더가 존재할 확률이 높으며, 인접 리더의 신호가 태그 응답신호보다 큰 경우 태그 응답신호에 간섭을 줄 수 있다. 따라서 Gen 2에서는 리더의 송신대역과 태그의 응답대역을 분리하여 간섭을 최대한 억제하기 위한 dense 모드 규격을 설정하였다.

Dense모드란 리더의 점유주파수 대역과 태그의 점유주파수 대역을 주파수 채널 측면에서 분리 (FDD : Frequency Division Duplexing)하도록 주파수 점유 스펙트럼을 엄격하게 규정하는 것이다. 이렇게 되면 태그와 리더간의 주파수 채널이 정확히 분리되므로, 태그는 태그끼리, 리더는 리더끼리 주파수 간섭은 발생할 수 있으나, 태그와 리더가 주파수 간섭은 억제할 수 있다. Dense 모드 규격은 Medium access기술과 밀접한 관련이 있으므로 제 5장에서 자세히

검토할 것이며, 기타 자세한 Gen 2 규격을 기존 규격과 비교한 결과는 <표 1>에 나타내었다.

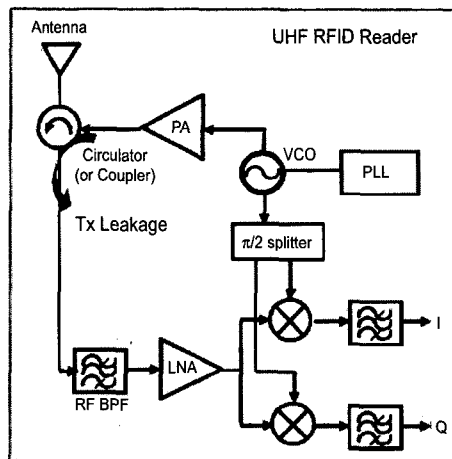
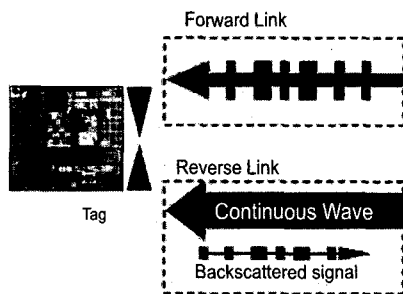
<표 1> Gen 2 규격과 기존 규격과의 비교

Parameter	Type A	Type B	Gen 2
순방향링크 (리더-태그) 인코딩	PIE	Manchester	PIE (Nominal 90%)
Modulation index	27% ~ 100%	18% or 100%	80% ~ 100%
데이터 전송률	33 Kbps (평균) Tari=20usec	10/40 Kbps (국가나 지역의 규격에 따름)	128~26.7 Kbps Tari:6.25~25usec Data-1:1.5~2 Tari
역방향 링크(태그-리더) 인코딩	FMO	FMO	FMO 혹은 Miller modulated subcarrier
Collision arbitration 태그 unique identifier	ALOHA 64 bits (40 bit SUID)	Binary Tree 64 bits	ALOHA Protocol 상에서는 최대 256bits
순방향 링크 오류 검지	모든 명령에 대한 5/16 bit CRC	16 bit CRC	16 bit CRC
역방향 링크 오류 검지	16 bit CRC	16 bit CRC	16 bit CRC
Collision arbitration 선형성	250 태그 이하	2 <sup>255</sup> 태그 이하	32767 태그 이하
Kill 명령	없음	없음	있음
보안 고려	없음	없음	RN-16을 이용 encryption 32 bit access와 Kill password
Multi session	없음	없음	4개의 inventory flag와 selected flag
CMD 길이	6 bit	8 bit	2-16 bit (사용 빈도 고려)
메모리 addressing	256 bit 이하의 blocks	Byte blocks, 1,2,3,4 바이트 쓰기	16 bit 단위로 Read/write Memory bank 전체 한번에 read 가능

### III. RFID 시스템 모델링

RFID 시스템은 원하는 정보를 얻기 위한 리더와 고유한 정보를 저장하고 있는 태그로 구성되고, 정보의 전송 방향에 따라 (그림 3)에 나타낸 바와 같이 순방향과 역방향 링크로 구성된다. 여기서 순방향 링크는 리더가 태그로부터 원하는 정보를 얻기 위해 수행하는 모든 준비과정으로, 명령신호 및 태그의 전원을 공급하는 CW(Continuous Wave) 신호의 발생에서부터 역방향 링크가 수행되기까지의 모든 과정을 의미한다. 역방향 링크는 태그가 리더로부터 수신한 CW신호를 바탕으로 역산란 과정을 거쳐 리더의 수신부에 태그 신호가 도달할 때까지의 과정을 의미한다.

이러한 RFID의 링크 특성을 모델링하기 위하여 먼저 하나의 리더와 하나의 태그로 구성된 UHF RFID 시스템을 고려한다. 여기서 태그는 태그 칩과 안테나로 구성되며, 태그 칩은 태그가 붙은 사물의 정보에 해당되는 고유한 코드를 저장하고 있으며, 별도의 전원장치를 포함하고 있지 않다. 따라서 리더로부터 송신된 RF신호의 일부를 DC전력으로 변환하여 사용하게 되고, 일부는 역산란 (backscattering)을 통하여 리더로 반사시킨다. 역산란되는 신호는 태그의 입력 임피던스를 변화시켜 발생되는데, 일반적으로 두 개의 상태 중 하나가 되며, 실수값을 가변시키는 경우ASK (Amplitude



(그림 3) RFID 시스템에서 순방향 링크와 역방향 링크

Shift Keying), 허수값을 가변시키는 경우 PSK (Phase Shift Keying) 신호 된다. Gen. 2 규격에 따르면, 태그의 경우 ASK 또는 PSK 를 선택할수 있으며, 리더의 경우 ASK와 PSK 모두를 복조할 수 있어야 한다고 명시되어 있다.

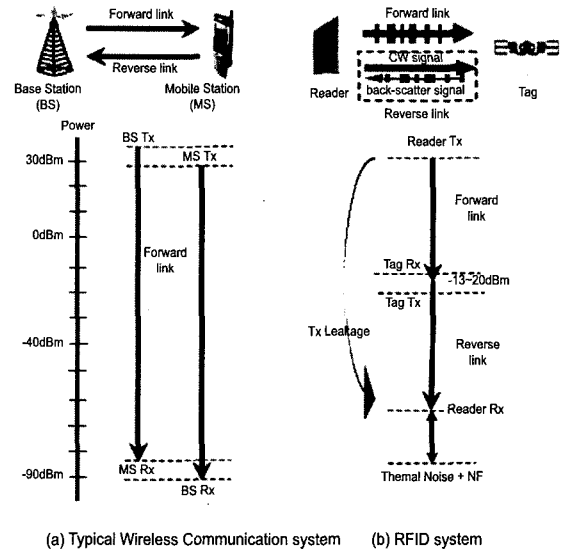
리더의 구성은 국부발진기 (LO : Local Oscillator), 송신기, 수신기 및 송수신 안테나 및 Circulator로 구성되어 있다. Circulator의 경우 방향성 결합기 (Directional Coupler)로 구성되기도 하는데, 주요 역할은 송신기로부터의 신호를 안테나로 전달하는 반면에 안테나로부터 수신된 전력은 수신기로 전달하는 역할을 한다. LO의 경우 동일한 주파수의 정현파 (CW : Continouot Wave) 신호를 송신기로 보내는 한편, 동일한 신호를 태그에서 역산란된 신호를 기저대역 신호로 주파수 변환하는데 사용한다. 또한 송신과 수신을 분리하기 위한 Circulator의 사용을 피하기 위하여 두 개의 안테나를 사용하는 경우도 있는데, 안테나 사이의 상호결합이 존재하므로 개념적으로는 동일하게 모델링할 수 있다.

RFID 시스템이 기존의 통신 시스템과 차이가 나는 가장 큰 특성 중에 하나가 순방향 링크와 역방향 링크 사이에 가역성 (reciprocity)이 성립하지 않는다는 점이다. 일반적으로 순방향 링크는 무선을 통해 태그에 전력공급을 하여야 하므로 수 m로 한정되며, 역방향 링크는 태그에서 역산란된 신호가 리더 수신부를 통해 수신되어야 하는데, 리더의 수신부는 태그에 비해 수신감도가 높으므로 보통 순방향 링크의 전송거리보다는 크다고 알려져 있다

#### IV. RFID에서 주파수 간섭

RFID 통신 방식은 다른 통신방식과 달리 리더와 태그 간에 가역성 (reciprocity)이 존재하지 않아 회선이 비대칭(link unbalance)하다는 특징이 있다. 이를 다른 말로 표현하면, [그림 4]에서처럼 기저대에 해당하는 리더의 전파 전달거리가 단말기에 해당하는 태그의 전파 전달거리보다 훨씬 크다는 것이다. 따라서 리더는 수km 떨어진 다른 리더에 간섭을 줄 가능성이 있지만, 단말(태그)의 경우 수 m의 전파거리만을 가지게 된다. 따라서 Gen 2 규격의 밀집리더 스펙트럼 마스크를 준용하여 리더와 태그간의 간섭을 줄인다 하더라도

도 리더간의 간섭 및 동일태그에 대한 다중 리더 간섭은 완벽하게 피할 수는 없다.



(그림 4) RFID 채널의 Link unbalance

과거 저주파를 사용하는 RFID 시스템의 경우 자기결합 (magnetic coupling)을 사용하여 리더와 태그가 통신하므로 인식거리가 수 cm에 불과해서 RFID 리더 사이에 간섭 문제는 심각하지 않았다. 하지만 전파를 사용하는 UHF RFID 시스템은 리더 사이에 간섭을 줄만큼 전력레벨이 큰 신호(~수 W)가 송신되므로 기존의 저주파 RFID에서는 크게 고려하지 않았던 주파수 간섭문제가 매우 심각하게 대두되고 있는 상황이다.

RFID 시스템에서 발생할 수있는 주파수 간섭으로는 태그 간섭 (tag interference), 다중 리더-태그 간섭 (multiple reader-to-tag interference) 및 리더간 간섭 (reader-to-reader interference)의 3가지 종류가 있다. 먼저, 태그 간섭은 태그 충돌 (tag collision)이라고도 부르며, 복수개의 태그가 하나의 리더에 동시에 역산란 (back-scattering) 방식으로 응답할 때발생한다. 보통 RFID 시스템에서는 이를 극복하기 위하여 binary-tree 또는 ALOHA 방식 등의 다중 접속 방식을 규격화하고 있다.

다중리더-태그 간섭은 두 개의 리더가 하나의 태그에 동시

에 접속할 경우 발생하게 된다. 태그는 자체 전지가 없으며, 리더로부터 수신한 신호로 응답을 하기 때문에 주파수를 선택할 수 없으며, 따라서 두 리더의 동작 주파수가 다를 경우에도 태그에서는 간섭이 발생하게 된다. 다행히 이 간섭은 리더 배치시 인식거리가 겹치지 않도록 하면 해결될 수 있으므로 고정형 RFID 시스템에서는 큰 문제가 되지 않으나 모바일 RFID 시스템에서는 리더가 이동하므로 중요한 문제가 되고 있다. 최근에 RF Shower 시스템 등, 다양한 해결방안이 연구되고 있다.

마지막으로 리더간 간섭은 동일 환경에 존재하는 리더가 동시에 동일 주파수 혹은 인접하는 주파수를 사용함으로써 발생하는 주파수 간섭으로 동일채널 간섭(co-channel interference) 및 인접 채널 간섭 (adjacent-channel interference)으로 분리할 수 있다. 동일 채널 간섭의 경우 수백 미터 떨어진 리더간에도 영향을 미칠 수 있으므로 RFID 시스템에서 가장 심각한 간섭이라 할 수 있다.

## V. RFID Air Interface 기술

앞 장에서 설명한 RFID 주파수 간섭을 줄이기 위해 다양한 Air Interface 기법이 제시되고 있으며, 현재 몇가지 기술은 RFID 규격에 포함되어 있다. 과거 RFID 기술은 13.56MHz의 저주파 시스템이 주로 사용되었기 때문에 인식거리가 수 cm에 불과해 주파수 간섭에 대한 연구가 전무하였으나 최근에 UHF대역의 RFID가 도입되면서 인식거리가 늘어나면서 주파수 간섭 문제가 최근에 들어서 제시되고 있는 상태이다. 대표적인 Air Interface 기술을 살펴보면 다음과 같다.

### 1. Frequency Hopping

일반적으로 Frequency Hopping (주파수 도약) 방식은 확률적으로 동일 채널 간섭을 피하는 방법으로 리더간 간섭을 100% 해결할 수 없다. 그 이유는 리더의 수가 채널수보다 작은 경우 간섭 방지에는 효과적이거나 리더의 개수가 많아져 채널수 이상이 되면 간섭확률이 증가하게 된다. 하지만 기존의 HW의 큰 변화 없이 구현이 용이하다는 장점이 있다. 미국의 ISM대역을 사용하는 시스템의 경우 Frequency

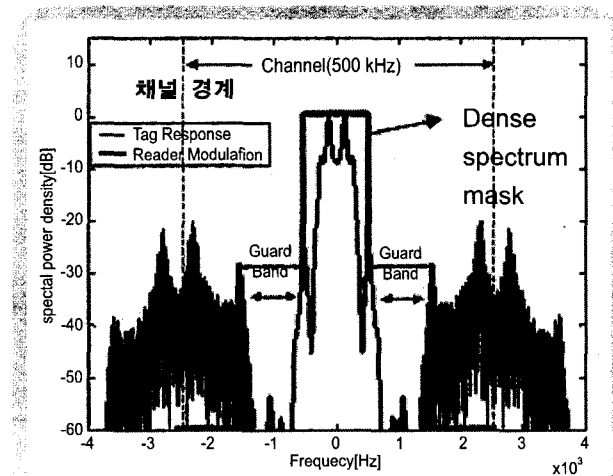
Hopping 방식은 무조건적으로 사용하도록 되어 있다.

### 2. SDMA

RFID 리더를 공간적으로 배치하여 간섭을 억제하는 것으로 고정형 RFID와 같이 설치 장소가 고정되어 있는 경우에만 가능한 방식이다. 이는 리더간의 이격거리가 충분하고, 리더사이의 주파수 간섭을 차단하기 위해 전파흡수체 등을 사용하는 것이 일반적이다. 이 방법은 RFID 설치 시 적용되는 방법으로써 휴대용 RFID 리더기가 존재하거나 리더간의 이격거리가 충분하지 않을 때는 사용하기 어려운 방법이다.

### 3. FDMA

본 방식은 Gen 2의 Option 규격으로 규격화되어 채용되고 있으나 다중리더에 의한 태그 간섭을 완벽하게 해결할 수 없다는 단점이 있다. 하지만 다중리더에 의한 태그 간섭은 리더의 동작범위로 한정되기 때문에 RFID 리더 간 이격거리를 인식거리 이상으로 충분히 뒀으로써 해결할 수 있다.



Forward link : PR-ASK (Tari=25μsec)

Reverse link : 256kHz subcarrier(M=4, 64kbps data rate)

(그림 5) Dense 모드를 위한 채널 할당의 예(미국의 경우)

(그림 5)는 미국의 경우처럼 대역폭인 500kHz인 경우에 대하여 채널대역폭을 엄격하게 규정한 예를 보여준다. 그림에서 알 수 있듯이 리더의 전송신호 스펙트럼이 태그의 응답 주파수 대역에 겹쳐지지 않도록 채널을 엄격하게 제한하고

있다. 이렇게 함으로써 태그와 리더간의 간섭을 분리하여 리더와 태그간의 간섭을 줄이려고 하고 있다.

미국 ISM대역의 경우 500kHz의 채널 대역폭을 가지므로 채널대역 내에서 Dense 모드의 구현이 가능하나, 유럽 및 우리나라와 같이 200kHz의 채널대역폭을 사용하는 경우 채널간격이 좁으므로 홀수 채널 및 짝수 채널로 리더의 송신 주파수와 태그의 수신 주파수를 분리(Multi-channel regulatory environments)하거나, 리더 간 동기를 맞추어 리더 송신을 동시(Single-channel regulatory environments)에 이루어지게 하여 리더와 태그 간의 충돌 확률을 없애도록 규정하고 있다.

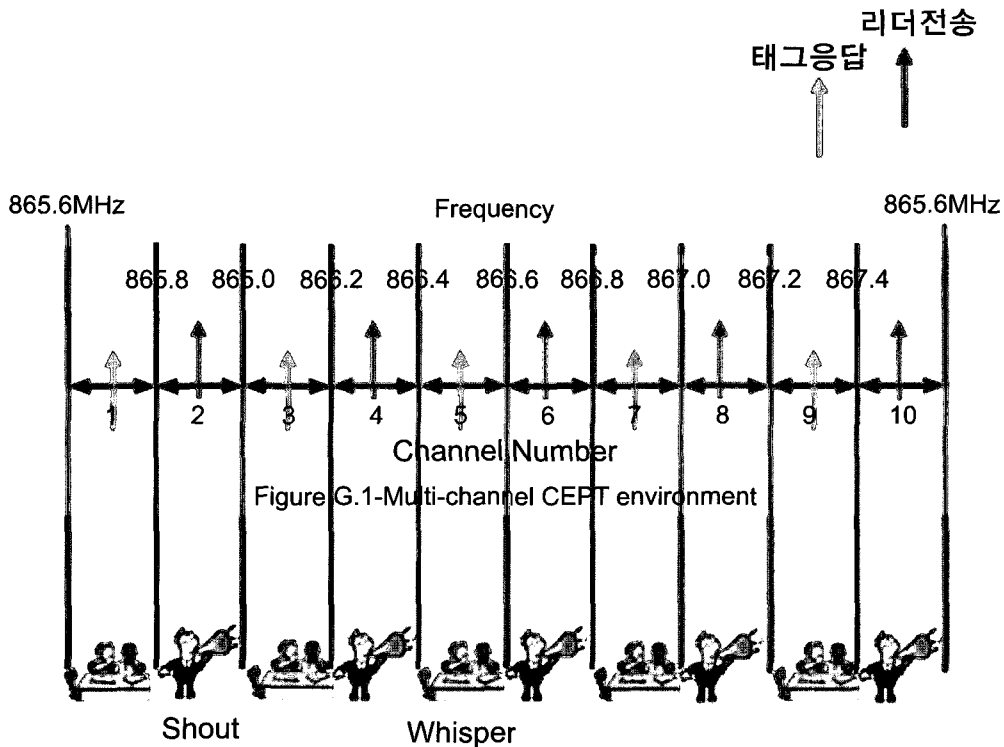
(그림 6)은 유럽 주파수 대역에서 Dense모드를 사용하는 예를 나타내는 것으로 홀수 채널 및 짝수 채널로 리더의 송신 주파수와 태그의 수신 주파수를 분리한 예를 보여준다. 국내의 경우도 유럽과 동일하게 200kHz의 채널 대역폭을 가지므로 Dense모드 지원을 위한 주파수 기준 등의 설정 등이 필요할 것으로 보인다.

#### 4. Beacon 채널 이용

RFID 대역 중에 별도의 Beacon채널을 뒀으로써 Beacon 채널을 통해 리더의 주파수 할당 및 access time을 조절하는 것으로 대표적인 알고리즘으로는 Pulse protocol[13]이 있다. 하지만 아직 이를 이용한 규격 및 제품이 없으며, 알고리즘만 제안되어 있는 상태로 모든 RFID 주파수 간섭을 해결할 수 있지만 단점으로는 별도의 채널을 뒀으로써 가용 채널이 줄어든다는 점과 Beacon채널을 위한 규격의 제정 및 구현을 위해 별도의 HW가 필요하다는 문제가 남아 있다.

#### 5. TDMA

RFID의 access방법을 시간으로 할당하는 방법으로 리더의 전송시간과 태그의 전송시간을 시간적으로 분리할 수 있으며, Gen 2의 Synchronized방식(Single channel regulatory)으로 일부 규격화되어 있으나, 리더간의 동기가 필요하다는 단점이 있다. 현재 Gen 2 규격에서도 리더간의 동기를 위한 절차 및 방법이 규정되어 있지 않으며, 동일 지역 내에 여러



(그림 6) Dense 모드의 적용 예(유럽의 경우 - Multi-channel regulatory environment)

회사의 리더기가 혼재되어 있거나 휴대형 RFID리더기가 있는 경우 간섭을 해결하기가 어려운 단점이 있다. 대표적인 규격으로는 Colorware[14]가 있다.

### 6. CSMA

유럽규격인 LBT(Listen Before Talk)에서 채용하는 방식으로 채널을 access하기 전에 타 리더기가 채널을 사용하고 있는지 탐색하여 사용하고 있으면 타채널로 주파수를 변경하여 사용하는 방식이다[15]. 이 경우 다중 리더에 의한 태그 간섭은 해결할 수 없지만, 리더간 간섭은 해결이 가능하다. 하지만 각 국가별로 채널이 사용되고 있는지 판별하는 threshold값을 정해야 하며, 모든 채널이 사용되고 있는 경우 리더가 태그를 인식할 수 없는 상태에 빠지게 된다는 단점이 있다.

이상과 같이 대표적인 Medium Access방법에 대해 설명하였고 이를 <표 2>와 같이 정리할 수 있다. 실제 RFID 시스템의 구현 시 각국의 채널환경 및 전파 규격에 따라 여러 방식을 혼합하여 사용하게 된다.

<표 2> RFID Medium access 기술 비교

	FH	SDMA	FDMA	Beacon	TDMA	CSMA
Reader Interference	Δ	o	o	o	o	o
다중리더 tag interference	x	o	x	o	o	x
장단점	- 구현 용이 - 리더간 간섭을 확률적으로 회피	- 고정형 리더에서만 가능	- HW복잡도 증가 - 국가별 채널상황 고려필요 - 제한	- Beacon 채널필요 - 용량에 제한	- 리더간 동기필요	
규격화	- 간섭의 해결 불가능	- Deployment Issue	- Gen 2 규격화 (Option)	- Pulse protocol (개념만 제안됨)	- Colorware - Synchronized Gen 2로 일부 규격화	- 유럽규격 (LBT)

## VI. 결론

UHF RFID 시스템은 다양한 응용분야에서 사용될 것이므로 초창기의 단일 리더 (single reader) 환경에서 다중 리더 (multiple reader) 환경을 거쳐 밀집리더 (dense reader) 환경

으로 변화할 것이다. 이에 따라 리더가 하나 있는 경우를 고려해서 설치되었던 과거의 방식에 비해 다양한 리더와 태그가 존재하는 경우에도 RFID의 성능이 떨어지지 않도록 하는 것이 앞으로 RFID를 확산하는데 가장 큰 선결과제이다.

본 고에서는 현재까지 UHF RFID의 최신 규격 동향 및 그 특징, RFID에서의 시스템모델링 및 link unbalance개념, RFID에서 발생할 수 있는 주파수 간섭의 종류 및 주파수 간섭을 줄이기 위한 Air Interface 기술의 최신 동향에 대해 살펴 보았다.

RFID Air Interface기술은 주파수 간섭을 줄여 dense 환경에서도 RFID가 성공적으로 동작하기 위한 핵심 기술로서 현재 연구 초기 단계이며, 각국에서도 각국의 실정에 맞는 Air Interface 기술을 연구중에 있다. 앞으로 관련된 연구가 활발히 전개될 것으로 예상되며, 국내의 경우 모바일 RFID 서비스를 계획하고 있으므로 이를 포함한 다양한 Air Interface기술을 연구하여 국제 표준을 선도하고, RFID기술의 보급에 앞장서야 하겠다.

## 참 고 문 헌

- [1] 정보통신부, "국민소득 2만불 달성을 위한 IT839전략 기술개발 Master Plan", 2004.6.
- [2] 장병준, 이윤덕, "모바일 RFID 기술 동향 및 주요 이슈". IITA 주간기술동향1206호, pp.31~40, 2005.7.
- [3] 장병준, 안선일, 이윤덕, "RFID/USN 기술개발 동향", 정보과학회지, 23(2), pp.83-87, 2005.2.
- [4] 장병준, 박준석, 오하령, 성영락, "2세대 수동형 RFID 기술," 한국전산원 보고서, 2005.10
- [5] www.thingmagic.com, "Generation 2 - A user guide".
- [6] www.impinj.com, "The Gen 2 Story - Charting the path to RFID that just works™".
- [7] www.alientechnology.com, "EPCglobal Class 1 Gen 2 RFID Specification".
- [8] www.epcglobalinc.org
- [9] K.S.Leong, M.L.Ng, P.H.Cole, "Positioning Analysis of Multiple Antennas in a Dense RFID Reader



Environment,” International Symposium on Applications and the Internet Workshops, 2005.

- [10] T.S Rappaport, Wireless Communications Principles and Practice, Prentice Hall, Second Edition, 2002.
- [11] Udo Karthasu and Martin Fischer, “Fully Integrated Passive UHF RFID Trnasponder IC with 16.7-uW Minimum RF Input Power,” IEEE Journal of Solid-state Circuits, Vol. 38, No. 10, pp.1602-1608, Oct. 2003.
- [12] Chris Turner, et al., “White Paper on the dense reader problem in Europe,” ISO-IEC JTC1/SC31/WG4/SG3 Ad hoc committee on dense reader problem, Jan. 2006.
- [13] Shailesh M. Birari and Sridhar Iyer, “Mitigating the Reader Collision Problem in RFID Networks with Mobile Readers,” 7th malaysia international conference on communication, pp.463-468, Nov. 2005
- [14] J. Waldrop, D.W.Engels and S.E.Sharma, “Colorware : An Anticollision algorithm for the reader collision problem,” ICC’ 03 IEEE Vol.2, pp.1206-1210,2003.
- [15] ETSI EN 302 208-1 V1.1.1 (2004-09), www.etsi.org.
- [16] Klaus Finkenzeller, “RFID Handbook” second edition, John Wiley & Sons, 2003
- [17] 박준석, 오하령, “RFID 시스템에서의 Air-Channel Access 방법”, 한국전자과학회지, Vol.16, No.3, 2005.7.
- [18] 황태욱, 김영수, 박경환, “900MHz 대역 RFID 시스템의 무선 인터페이스 표준화 동향”, 한국전자과학회지, Vol.16, No.3, 2005.7.
- [19] 김영환, 어필선, 양훈기, 박승근, 강봉순, 김영수, 육종관, “몬테카를로 (Monte-Carlo)방법을 적용한 수동형 900MHz 대역의 RFID 간섭 분석,” 전자공학회 논문지 제43권 TC편 제1호, pp.9-17, 2006.1.
- [20] K.S.Leong, M.L.Ng, P.H.Cole, “The reader collision problem in RFID systems,” IEEE 2005 International Symposium on MAPE, Beijing, China, 8-12, August, 2005.
- [21] D.W.Engels, S.E.Sarma, “ The reader collision problem,” IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 6-9, Oct. 2002.

약 력



장 병 준

1990년 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
1992년 연세대학교 전자공학과 (공학석사)  
1997년 연세대학교 전자공학과 (공학박사)  
현재 국민대학교 전자정보통신대학 조교수



오 하 령

1983년 서울대학교 공과대학 전기공학과 (공학사)  
1988년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)  
1992년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)  
현재 국민대학교 전자정보통신공학부 교수



성 영 락

1989년 한양대학교 (공학사)  
1991년 한국과학기술원 (공학석사)  
1995년 한국과학기술원 (공학박사)  
현재 국민대학교 전자정보통신공학부 부교수



박 준 석

1987년 국민대학교 전자공학과 (공학사)  
1993년 ~ 1996년 국민대학교 대학원 석사, 박사 졸업 (공학박사)  
2005년 ~ 현재 mRF 단말분과위원  
2004년 ~ 현재 정보통신부 RFID / USN 기획위원  
현재 국민대학교 전자정보통신대학 부교수