

RFID 시스템에서의 Air-Channel Access 방법

박준석 · 오하령
국민대학교 전자정보통신공학부

I. 서 론

RFID 시스템은 바코드와 리더로 구성되는 기존의 바코드 시스템과는 달리 태그, 리더와 미들웨어, 객체 정보 검색 서비스, 응용 서비스 등이 네트워크의 Backbone으로 구성되어, 사물과 인간을 연결하는 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 유비쿼터스 센서 네트워크(USN: Ubiquitous Sensor Network)의 단초 역할을 할 것으로 기대되는 기술 분야이다. 이러한 RFID 시스템은 태그의 유형에 따라 수동형과 능동형으로 구분되고, 125 kHz/135 kHz, 13.56 MHz, 433 MHz/900 MHz, 2.45 GHz 등 다양한 주파수 대역에서 이미 서비스되고 있거나 서비스를 위한 표준 및 기술 기준의 제정을 기반으로 서비스를 위한 기술들이 개발되고 있다. RFID 기술은 크게 태그와 리더 구현에 있어 핵심이 되는 안테나 기술, 데이터의 변복조와 무선 신호의 효율적인 전송을 위한 무선 통신 기술, Chip 설계 및 구현에 관련된 SoC 기술 등을 포함하는 하드웨어 기술, 리더에서 발생하는 ID 코드 및 데이터를 수집, 제어, 관리하는 기능을 하는 미들웨어 기술과 객체 검색 및 객체 검색 서비스 기술과 관련된 소프트웨어 기술, RFID 시스템 응용 기술 등으로 구분할 수 있다.

현재 RFID 시스템의 주된 응용 기술 분야는 시스템 및 서비스의 확산 및 부가 가치의 창출 측면에서, SCM(Supply Chain Management, 공급망 관리), TM(Traceability Management, 이력 관리), AM(Asset Management, 자산 관리), PM(Production Management, 생산 관리) 등 다수의 태그 및 리더를 동시에 액세스할

수 있는 리더-태그 통신을 지원할 수 있는 RFID 서비스에 대한 관심이 집중되고 있다. 이러한 RFID 서비스 측면에서 135 kHz나 13.56 MHz 대 RFID 서비스와 견주어 비교적 넓은 인식거리를 제공할 수 있는 433 MHz나 900 MHz 대 UHF 대 RFID 시스템 및 관련 기술 개발에 대한 노력이 집중되고 있다. 현재 UHF 대 RFID 서비스 중 433 MHz RFID 서비스는 능동형 태그 형태로 주로 컨테이너 박스 및 수하물 관리를 위한 응용 서비스가 주된 응용 분야이고, 900 MHz RFID 서비스는 ISO 18000-6 Type A/B, EPC C1, C1-Gen2 등 다양한 표준을 바탕으로 한 고정형(Stationary) 리더 및 휴대형(handheld) 리더 환경에서의 SCM 응용이 주된 적용 분야로 대두되고 있으며, 적용 환경 구축을 위한 900 MHz RFID 시스템의 다양한 시범 서비스 및 시범 사업이 국내·외적으로 추진되고 있다. 특히 국내에서는 향후 국내 IT 산업의 성장 동력 기술과 먹거리 창출이라는 범 국가적 대명제 달성을 위하여 RFID 서비스를 출발점으로 하여 USN 기반 인프라 구축을 도모하고 있으며, 이를 위해서는 RFID 서비스의 조기 도입과 확산을 기획하고 있다. 또한 국내 IT 기술 중 국제 경쟁력에서 우위를 점하고 있는 모바일 단말기 기술 및 모바일 네트워크 기술과의 융합화(Convergence)를 추구하는 모바일 RFID 서비스에 대한 기획과 기술 개발을 통하여 RFID 서비스의 확산을 도모하고 있다.

900 MHz 대 RFID 리더-태그 시스템의 넓은 인식거리는 다양한 응용 서비스를 가능하게 하는 장점을 제공하는 반면, 900 MHz 대 Cellular 통신과 같은 이중 무선 통신과의 간섭과 멀티 리더 환경에서의 리

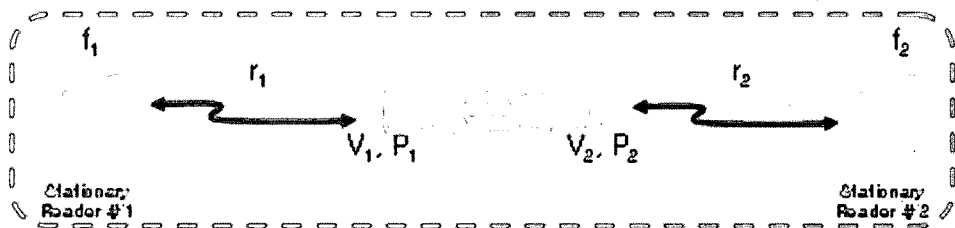
더 사이의 간섭 및 충돌 등 기술 기준 및 시스템 성능에 제약을 제공하는 다양한 단점을 내포하고 있다. 현재 고정형 리더를 중심으로 900 MHz 대 RFID 시스템이 갖는 단점은 RFID 주파수 대역 내외의 스펙트럼 마스크(Spectrum Mask)의 제정을 통하여 극복하고자 하고 있으며, 특히 스펙트럼 마스크로서 해결할 수 없는 멀티 리더 환경에서 발생하는 리더 사이의 간섭이나 충돌은 리더의 인식률 저하 및 시스템 오동작과 같은 RFID 시스템에서의 치명적인 단점을 발생시키는데, 이러한 단점은 리더와 태그 사이의 통신에 있어서 주파수 천이(FH: Frequency Hopping)이나 액세스 전 채널 모니터(LBT: Listen Before Talking)와 같은 Air 채널 액세스 방법을 개발하고 관련 기술에 대한 표준 제정을 통하여 극복하려 노력을 하고 있다. 그러나 국내 기술에 독자적인 기술적 근간을 갖는 모바일 RFID 서비스 환경의 경우에는 모바일 RFID 리더의 환경의 임의성으로 인하여 고정형 리더 환경을 바탕으로 하여 고안된 900 MHz 대 RFID 시스템의 단점을 극복하기 위한 기존의 채널 액세스 방법을 적용할 수 없다. 본 고에서는 현재 국내외적으로 UHF 대 RFID 서비스에서 issue 가 되고 있는 FH와 LBT와 같은 Air-Channel Access 방법과 다양한 RFID 환경에 대한 고찰을 통하여 국내에서 추진 중인 모바일 RFID 환경에 적합한 채널 액세스 방법을 제안하고자 한다.

II. RFID 리더 시스템에서의 왜란

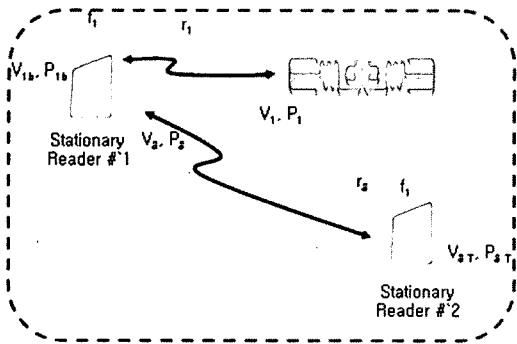
900 MHz 대 수동형 RFID 시스템에서 리더와 태그 사이의 통신을 방해하는 왜란에는 태그에 미치는 왜란과 리더에 미치는 왜란으로 구분할 수 있다. RFID 시스템은 하드웨어의 성능 측면에서 고성능 리더(Heavy Reader)-간단한 태그(Light Tag) 시스템으로 정의할 수 있다. 여러 개의 리더에 하나의 태그가 동시에 액세스를 하게 되어 발생하는 태그에 미치는 왜란은 리더의 Arbitration을 통하여 해결할 수 있고, 리더 사이의 간섭의 경우는 서로 다른 채널로 각각의 태그에 액세스를 하도록 하는 리더 Anti-Collision을 통하여 해결할 수 있다.

우선 멀티 리더 환경에서 태그에 미치는 왜란은 [그림 1]에 나타난 바와 같이 리더와 태그의 통신시 인접 리더의 신호가 태그에 동시에 액세스되는 경우 태그는 두 리더 신호를 구분해 낼 수 없어 리더의 신호에 응답을 할 수 없는 통신 오류를 발생시키는 경우를 나타낸다. 그리고, 리더 시스템에 미치는 왜란은 [그림 2]에 나타난 경우처럼 태그의 backscattered 신호를 리더가 수신하는 동안 인접 리더의 신호가 동일한 채널 혹은 인접 채널에서 동시에 수신되는 경우, 리더에서 수신되는 태그의 backscattered 신호 레벨이 인접 리더로부터 수신되는 신호 레벨과 비교하여 매우 작기 때문에 태그로부터의 신호를 구분할 수 없는 경우이다.

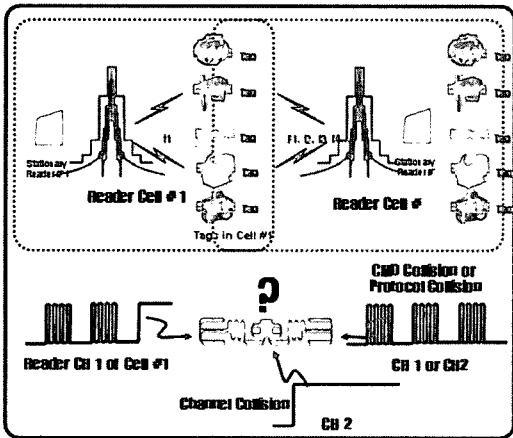
태그에 미치는 인접 리더에 의한 왜란은 [그림 3]에 나타난 바와 같이 하나의 리더 셀 내에 위치하는 리더와 태그의 통신시 인접 셀 혹은 동일 셀 내의 리



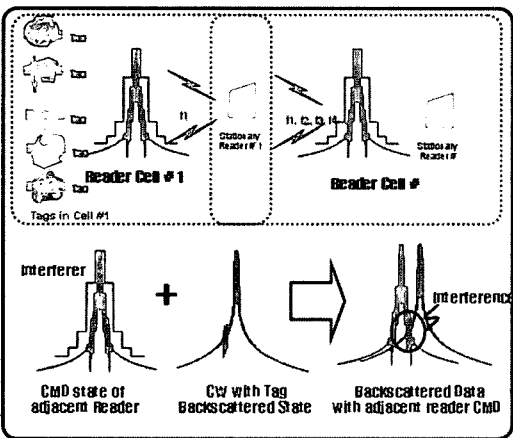
[그림 1] 멀티 리더 환경에서 발생하는 태그에서의 리더 충돌에 의한 왜란



[그림 2] 멀티리더 환경에서 리더 사이의 간섭



(a) 태그에서의 리더 충돌



(b) 태그신호 수신시의 리더 간섭

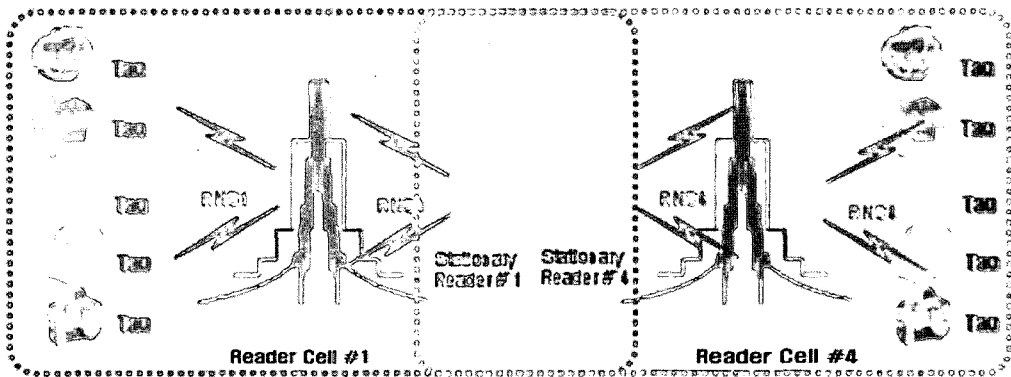
[그림 3] 멀티리더 환경에서 RFID 시스템의 왜란의 영향

더의 신호가 태그에 동시에 액세스되는 경우 발생하며, 이때 태그는 CMD나 protocol, 혹은 채널 충돌 상태에 놓이게 되어 리더 신호에 대하여 반응을 하지 못하게 된다. 그리고, 리더에 미치는 인접 리더의 간섭은 앞에서 언급한 바와 같이 인접 리더의 신호와 태그의 비교적 미약한 backscattered 신호의 중첩을 발생시켜, 원하는 태그의 ID 신호를 디코딩 못하는 오류를 발생시키게 된다.

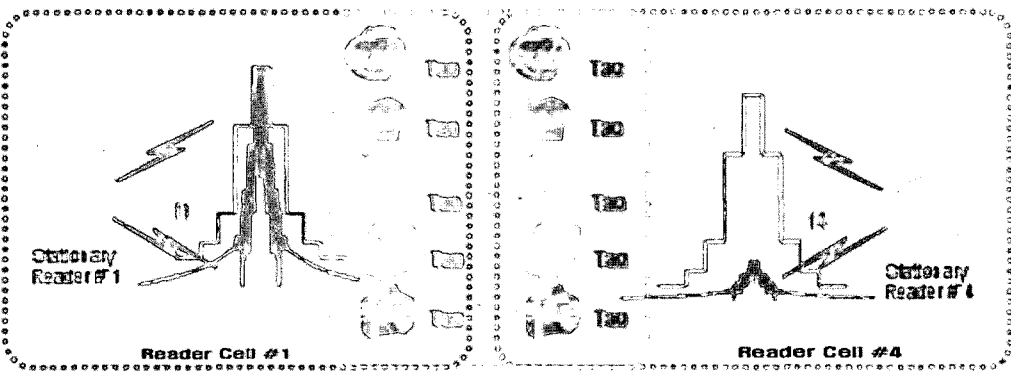
이러한 각각의 왜란은 적용 환경과 채널 액세스 방법에 따라 셀 설계를 하여 해결할 수 있는데, 멀티리더 환경에서 발생하는 태그에 대한 리더 충돌 왜란은 [그림 4(a)]에 나타낸 바와 같이 각 셀에 위치하는 태그를 인접 리더로부터 격리된 태그 중심(Tag wise)의 셀 설계를 바탕으로 리더가 인접한 셀의 태그에 영향을 미치지 않도록 하고, 리더간의 충돌은 통신 채널을 리더 자체에서 발생되거나(Asynchronous 리더 환경) 네트워크로 연결된 서버로부터(Synchronous 리더 환경) 부여된 랜덤 순차에 의하여 지속적으로 천이하는 FH 방식으로 리더와 태그에 발생하는 왜란을 동시에 회피하는 방법으로 해결할 수 있다. 또 다른 왜란 및 간섭을 회피하는 방법으로 리더 Arbitration을 선택할 경우 [그림 4(b)]에 나타낸 바와 같이 셀을 각 셀에 위치하는 리더가 서로 격리되도록 셀을 리더 중심(Reader wise)으로 설계하고, 이때 발생하는 태그에서의 리더 충돌을 LBT로 리더를 Arbitration하여 리더와 태그에 발생하는 왜란을 동시에 회피하는 방법이 있다.

III. Listen Before Talk

액세스 전 채널 모니터(LBT: Listen Before Talking) Air 채널 액세스 방법은 동일 셀 내에서 여러 개의 고정형 리더가 Time Sharing 하여 리더를 Arbitration하는 방법으로, 주로 리더 사이의 동기화가 필요 없는 Asynchronous 리더 환경을 제공하며, 리더



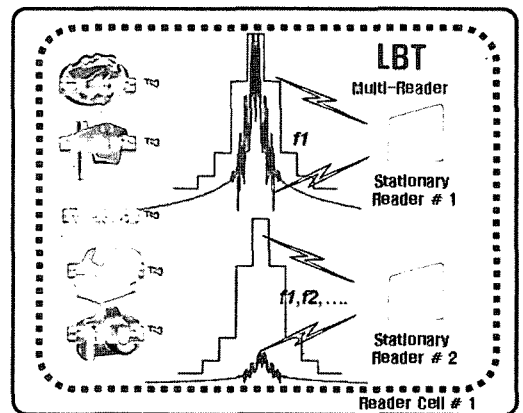
(a) 태그 중심의 셀 설계와 이에 적합한 FH 채널 액세스 환경



(b) 리더 중심의 셀 설계와 이에 적합한 LBT 채널 액세스 환경

[그림 4] 셀 설계와 채널 할당 및 채널 액세스 방법에 의한 RFID 시스템의 왜란 회피

가 채널 액세스를 하기 전에 채널의 상태를 감지하여, 다른 리더의 채널 점유 여부에 따라 채널 액세스를 하게 된다. [그림 5]에 나타난 경우처럼 하나의 리더 셀 영역에 대해서는 LBT 방법으로 채널 액세스를 수행할 경우 여러 개의 채널이 할당된 다중 채널 환경이라도, 리더를 Arbitration 하므로 매 순간 하나의 리더만이 채널을 점유할 수 있다. 따라서 하나의 리더 셀 영역만이 존재할 경우 멀티 채널 환경은 오히려 리더가 자기 자신의 채널 이외에 셀 내에 할당된 모든 채널을 모니터 해야 하는 부담을 갖게 된다. 따라서 하나의 채널로 액세스를 하는 경우 논리적으로 하나의 채널만이 존재하는 경우에 해당하

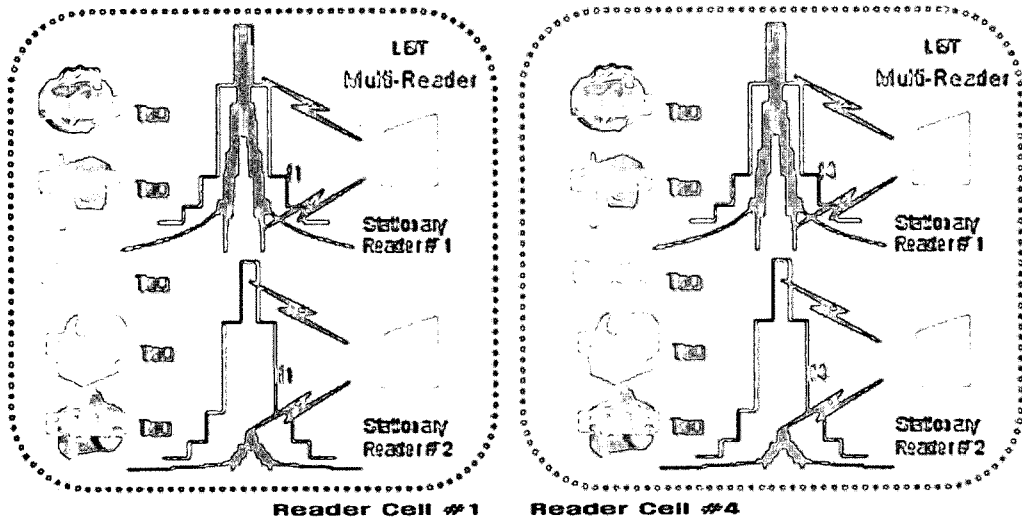


[그림 5] 동일 셀 내의 멀티 리더 환경에서 리더 Arbitration을 위한 LBT 채널 액세스

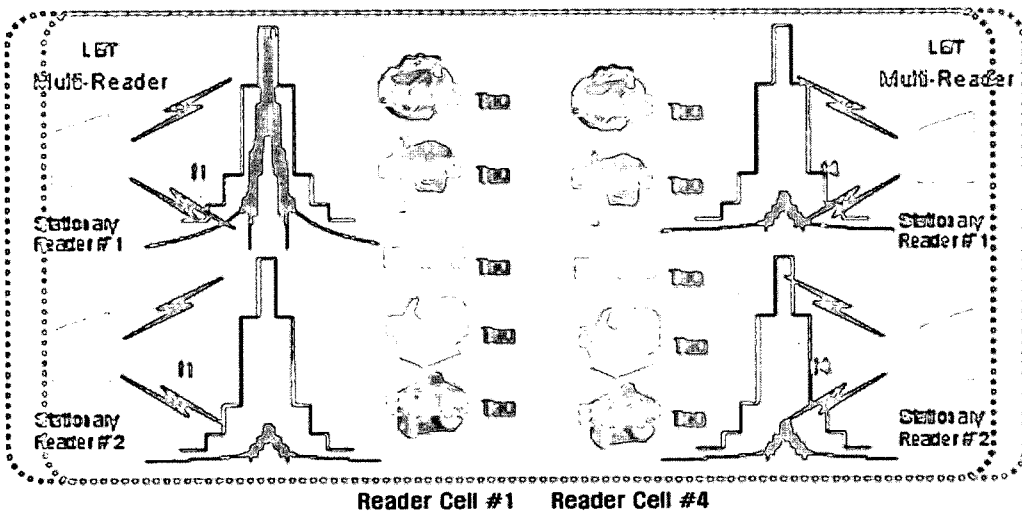
로, 셀 내에 다중 채널 할당이 필요 없게 된다. 따라서 채널의 스펙트럼 마스크는 엄격할 필요가 없으며, 셀 설계도 리더의 성능에 따라 셀 영역 정의 수준의 비교적 용이한 설계가 요구된다. 반면, 매 순간 하나의 리더만이 채널을 점유하게 되어, 다수의 리

더가 존재하는 고밀도(Dense) 리더 환경의 경우 RFID 대역 내의 채널 점유 효율이 현저히 떨어지게 되는 단점이 있다.

[그림 6(a)]와 같은 각각의 셀 영역에 존재하는 리더와 태그가 서로 격리된 경우, 각 셀에서는 [그림 5]



(a) 셀 내의 리더와 태그가 서로 격리된 셀 환경에서의 채널 할당

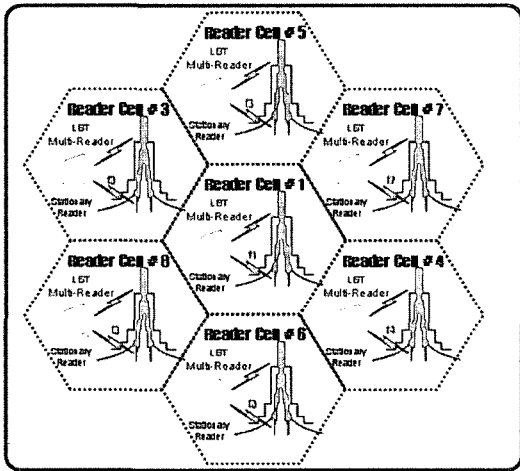


(b) 셀이 서로 중첩된 경우 셀 사이의 리더 Arbitration이 필요한 경우
[그림 6] LBT 경우의 격리된 다중 셀 환경과 중첩된 다중 셀 환경

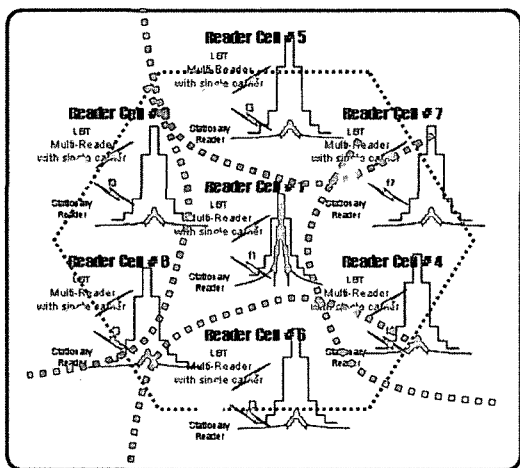
에서 정의된 바처럼 각각의 채널에서 리더 Arbitration하여 태그를 액세스하여 멀티 채널 액세스를 하게 된다. 이와 같은 리더 셀 환경에서는 서로 다른 셀에 위치하는 리더 사이의 중첩은 서로 다른 채널을 할당함으로써 허용될 수 있다. 이 경우 셀 수가 많고 [그림 7(a)]에 나타난 Dense한 리더 환경일수록 엄격한 채널 스펙트럼 및 대역 외 스펙트럼 마스크

의 정의가 요구된다. 반면 [그림 6(b)]에 나타난 셀 영역이 서로 중첩될 경우 동일 채널을 공유하는 리더 사이의 리더 Arbitration 및 서로 다른 채널을 갖는 셀 사이의 Arbitration도 동시에 수행하여야 한다. 따라서 이러한 경우 셀 설계는 비교적 용이하고, 대역 외 스펙트럼 마스크를 제외한 비교적 느슨한 채널 스펙트럼 마스크 정의가 가능한 장점이 있으나, [그림 7(b)]에 나타난 Dense한 리더 환경인 경우 리더 Arbitration 알고리즘과 리더 하드웨어 시스템이 복잡해지는 단점이 있다.

[그림 7(a)]에 나타난 Dense한 리더 환경은 태그 중심의 셀 설계, 즉 각 셀 영역에 위치하는 태그들을 인접한 영역에 위치하는 리더들로부터 격리되도록 셀을 설계하고, 각 셀에 충분한 채널 간격이 유지되도록 채널을 할당하여 리더 사이의 간섭을 해결하고, 동일 셀 내에 위치하는 리더들 사이의 충돌은 Time sharing 하는 리더 Arbitration을 통하여 해결하는 방법으로, 채널 점유 효율이 [그림 8(a)]에 나타난 바와 같이 매우 뛰어난 장점을 갖는다. 반면 [그림 6(a)]의 경우에 언급한 바와 같이 채널 스펙트럼 마스크가 매우 엄격히 정의되고, 셀 설계가 매우 어려운 단점을 내포한다. 반면, [그림 7(b)]에 나타난 리더 셀 환경은 셀 설계와 비교적 느슨한 채널 스펙트럼 마스크의 정의 등 환경 구축 상의 용이한 장점이 있으나, 리더 Arbitration 알고리즘이 매우 복잡하고, 중복된 태그 영역으로 인하여 Time sharing 하는 알고리즘이 요구되기 때문에 리더의 채널 점유 효율이 [그림 8(b)]에 나타난 바와 같이 매우 낮은 단점을 갖는다.



(a) 격리된 다중 셀 환경

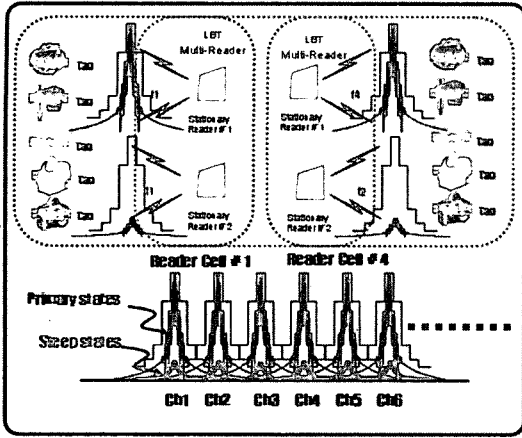


(b) 중첩된 다중 셀 환경

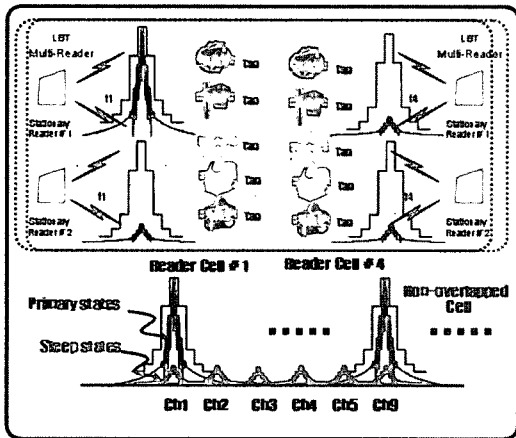
[그림 7] LBT 경우의 격리된 다중 셀 환경과 중첩된 다중 셀의 확장 환경

IV. Frequency Hopping

주파수 천이(FH: Frequency Hopping) Air 채널 액세스는 통신 채널을 리더 자체에서 발생되거나(Asynchronous 리더 환경) 네트워크로 연결된 서버로부



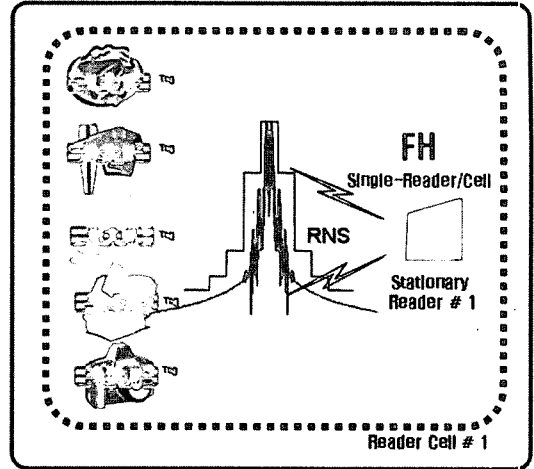
(a) 격리된 다중 셀 환경



(b) 중첩된 다중 셀 환경

[그림 8] LBT 경우의 격리된 다중 셀 환경과 중첩된 다중 셀 환경에서의 채널 점유

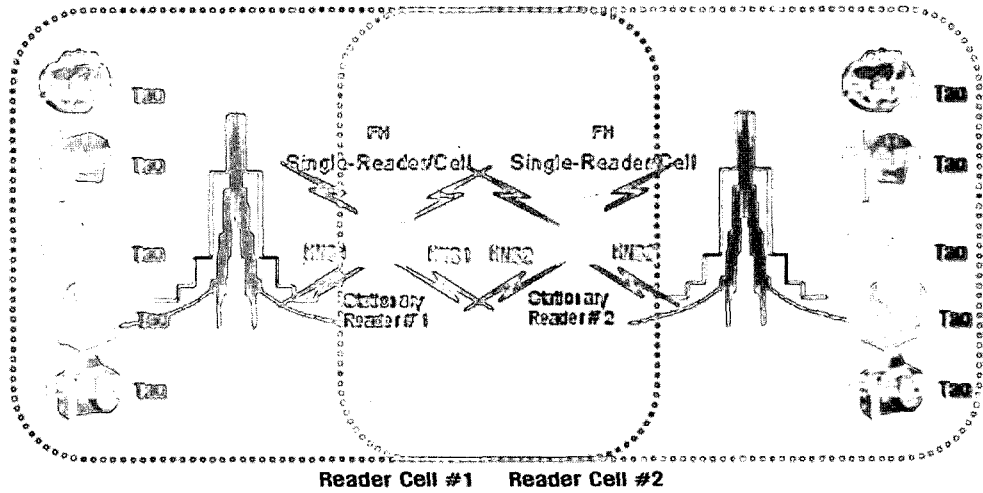
터(Synchronous 리더 환경) 부여된 랜덤 순차(Random Number Sequence)에 의하여 지속적으로 천이하는 방법으로, 셀 내의 멀티 리더 환경인 LBT와는 달리 태그를 공유하는 셀 내에 멀티 리더 환경이 아닌 [그림 9]에 나타난 바와 같이 단일 리더 환경에서 인접 리더 셀에 위치하는 리더와 채널을 나누어 리더 사이의 충돌을 방지하는 것을 목적으로 한다. FH에서는 연속되는 두 호핑 채널 사이에 간섭을 피하기



[그림 9] 셀 내에 FH로 채널이 액세스되는 단일 리더 환경

위하여 보호 채널(Guard Channel)이 반드시 필요하게 된다. 그리고 멀티 셀 환경에서 인접 셀의 리더의 호핑 채널에 간섭을 최소화하기 위하여 각 호핑 채널에 대하여 엄격한 채널 스펙트럼 마스크의 정의 요구되며, Asynchronous 리더 시스템 환경에서 인식을 개선을 위해 인접 셀의 리더의 호핑 채널과의 충돌을 방지하기 위해 호핑할 채널에 대한 채널 모니터링 하는 기능이 사용될 수도 있다.

FH에서의 셀 환경은 채널 액세스 방법이 Time sharing에 의한 방법이 아니므로, 태그에 대한 여러 리더의 액세스에 대한 리더 Arbitration을 수행할 수 없다. 따라서, FH에서 셀 환경은 태그 중심의 셀 설계를 기본으로 하고, 연속적으로 리더가 랜덤 순차에 의해 채널을 호핑하므로 셀에 대한 채널 할당이 필요 없다. [그림 10]에 나타난 바와 같이 인접 셀에 위치하는 리더와의 중복은 LBT의 경우에서처럼 허용된다. 그러나 LBT와는 달리 셀 내에 위치하는 태그에 인접 셀의 리더 간섭이 발생하거나, 후대 리더와 같은 리더가 하나의 고정형 리더에 의해 운용되는 셀 내에 동시의 존재하거나 액세스 할 수 없는 단

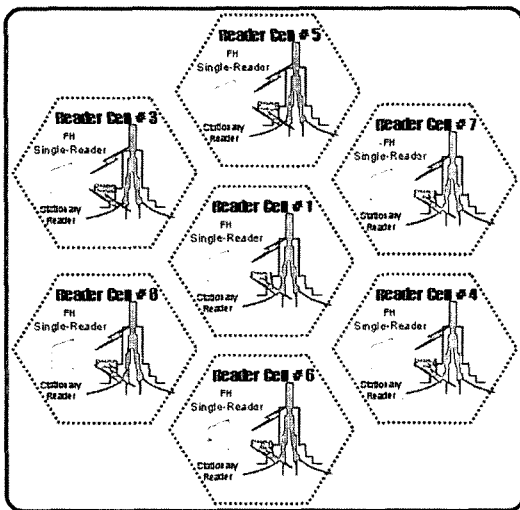


[그림 10] FH 채널 액세스 환경에서 태그 중심의 리더 셀 설계

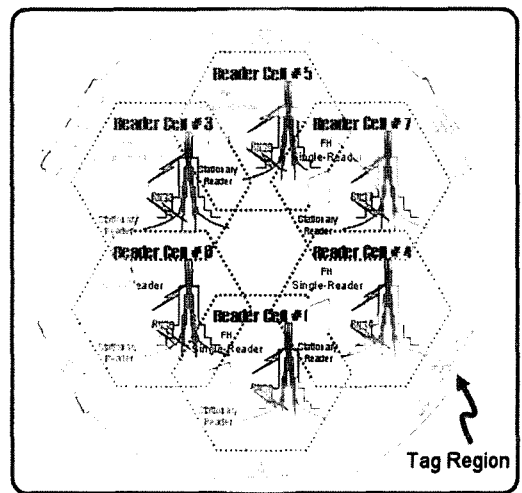
점이 있다.

FH의 경우, 격리된 셀 설계를 바탕으로 [그림 11]에 나타난 극단적인 Dense 리더 환경의 구현이 가능하나, 이러한 경우 태그를 인식 할 수 없는 태그 음영 지역이 발생하게 된다. FH에서는 이와 같이 태그

중심의 셀 설계가 요구되며, LBT와 비교하여 셀 설계에 더 많은 노력이 요구된다. FH에서 바람직한 Dense 셀 환경은 [그림 12]에 나타난 리더의 중복은 허용하고, 각 셀에 위치한 태그를 인접한 리더로부터 격리시켜 태그에서 발생하는 리더 충돌을 방지하



[그림 11] FH에서 격리된 셀 설계에 의한 Dense 리더 셀 환경

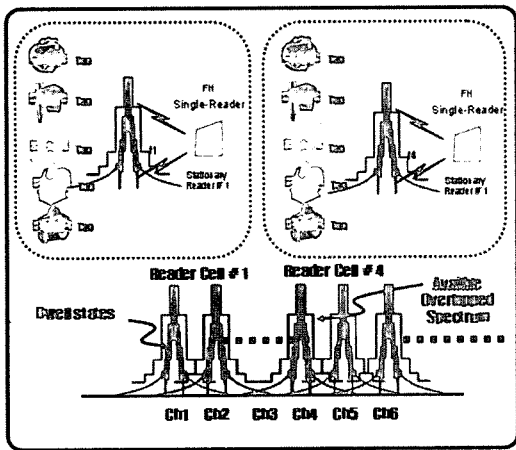


[그림 12] 리더의 중복이 허용된 FH에서의 Dense 리더 셀 환경

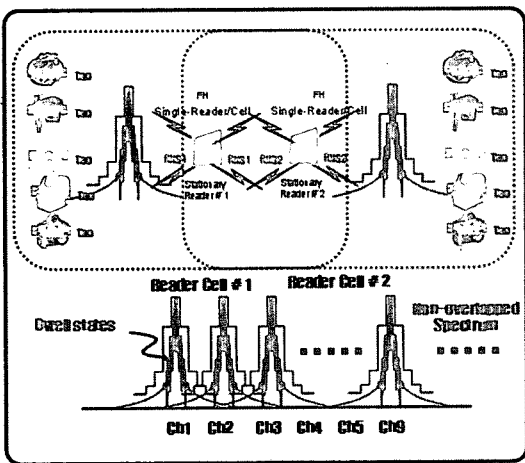
고, 각 리더에서 서로 다른 랜덤 순차에 의해 채널을 호핑하여 중복된 인접 리더와의 간섭 및 충돌을 확률적(Asynchronous 리더 환경의 경우)으로 최소화하는 효율적인 방법을 들 수 있다. 물론 이와 같은 셀 설계는 LBT에서도 가능하고, 오히려 동일 셀 내에 다수의 리더가 존재하는 셀 내 멀티 리더 환경인 LBT에서 이와 같은 셀 설계를 적용할 경우 FH보다

훨씬 우수한 채널 점유 효율을 갖게 된다.

[그림 13(a)]는 FH에서 격리된 다중 셀 환경에서의 채널 점유 효율을 나타낸다. FH 액세스 방법에서의 격리된 셀 환경은 음영 지역을 제공하지만, 각 셀 영역에 위치하는 리더들 사이의 간섭이 셀 설계와 채널 스펙트럼 정의에 의해 해결되므로 각 리더들은 어떠한 채널로도 모두 호핑할 수 있고 심지어는 하나의 채널을 여러 리더가 공유할 수 있어, 채널 점유 효율이 매우 좋으나, 이러한 환경은 실질적인 경우, 공간을 sharing 하는 셀 설계 기법에 의존하므로, 공간 효율이 매우 떨어지고, 음영 지역이 매우 심각하게 되는 단점이 있다. 따라서 FH 액세스 방법에 가장 적합한 셀 환경은 [그림 13(b)]에 나타난 태그 중심의 셀 설계 환경에서의 리더의 중복은 허용되고, 각 셀에서 하나의 리더만 위치하는 경우이고, 이러한 경우 전체 RFID 시스템은 할당된 채널 수만큼 모든 채널을 점유할 수 있는 높은 채널 점유 효율을 나타낸다. 그러나 이러한 경우 인접한 리더와의 동일한 채널을 동시에 호핑하여 공유할 수 없으며, 인접하지 않은 셀, 즉 중첩되지 않은 셀에 위치하는 리더와는 동일한 채널을 동시에 공유하여 채널 점유 효율을 높일 수 있는 장점을 갖는다.



(a) 격리된 다중 셀 환경



(b) 중첩된 다중 셀 환경

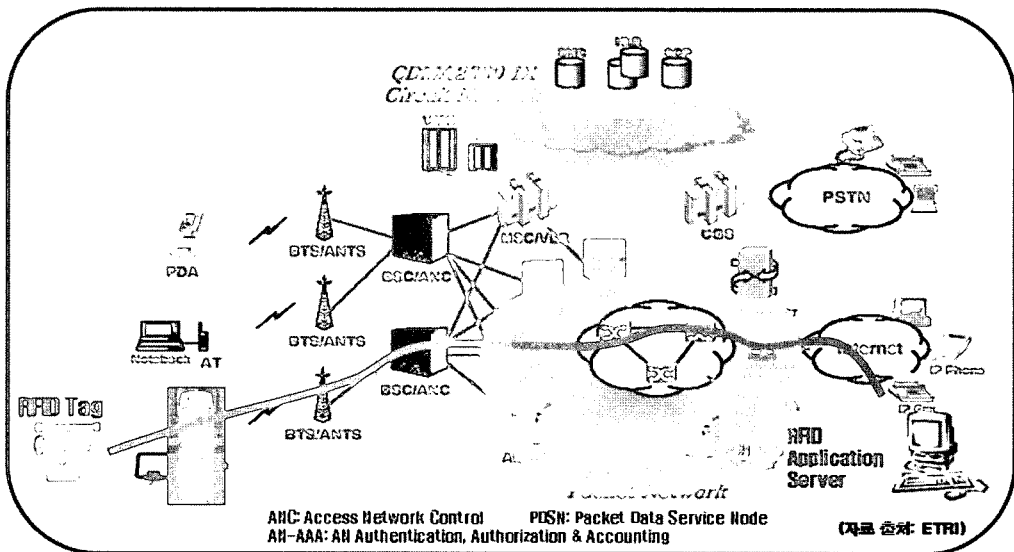
[그림 13] FH 경우의 격리된 다중 셀 환경과 중첩된 다중 셀 환경에서의 채널 점유

V. 모바일 RFID에서의 Air-Channel Access 방법 제안

모바일 RFID 기술은 [그림 14]와 같이 이동통신망에 RFID 기술을 접목한 것으로 개인이 휴대하는 휴대폰을 가지고 사물에 부착된 RFID 태그로부터 정보를 인식하여 이를 네트워크 상에서 관련 정보를 얻거나, 정보를 창출하는 기술이다. 모바일 RFID 기술은 휴대폰이 전국적인 서비스 사용자를 가지고 있으며, 향후 유비쿼터스 사회에서는 모든 사물에 RFID 태그가 부착될 것이라는 점을 고려하면, 향후 유비쿼터스 사회의 핵심 서비스가 될 수 있을 것으

<표 1> LBT와 FH의 비교

Item	LBT	FH
Goal	Reader Arbitration	인식을 개선 확률에 의한 Reader Anti-Collision
리더 환경	Asynchronous Time/channel Share Heavy Reader Channel Allocation/Spec.	Synchronous/Asynchronous Channel/space share Relative Light Channel Spec.
Channel Monitoring	자기 Channel (Single Carrier) 모든 Channel (Multi-Carrier)	No (Isolated) Hopping Channel (Overlapped)
Spectrum mask	Loose (Single Carrier) Tight (Multi-Carrier)	Tight
Cell Planning	Tight (Isolated) Loose (Overlapped)	Tight for Tags Tight for Reader/Tag (Space share)
Channel Utilization Eff.	Very High (Isolated) Low (Overlapped)	High (Isolated) Mid (Overlapped)
Multi-Carrier Access	Yes (Exception for Tag overlapped)	Yes (Exception for Tag overlapped)



[그림 14] 모바일 RFID 기술 개념도

로 판단된다.

[그림 14]의 모바일 RFID 시스템을 구축하기 위해서는 단말 기술부터 네트워크 연동 기술 및 정보

보호 기술까지 광범위한 IT 기술 분야 간에 기술 개발 협력이 필요하며, 특히 RF 기술 및 Air Interface 기술의 개발과 정립이 매우 중요하다. 모바일 RFID

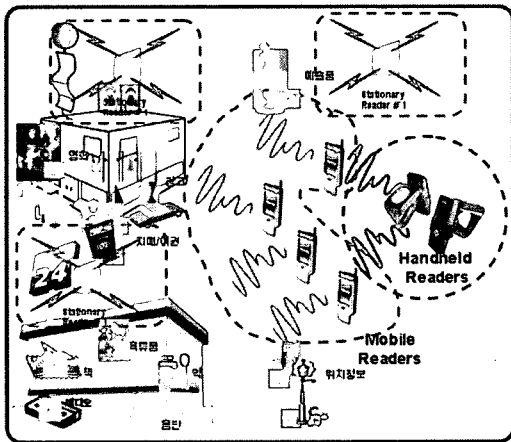
기술의 사용 주파수 대역이 이동 통신망과 비슷한 주파수 대역(900 MHz 대역)을 사용하고 있어 주파수 간섭에 취약하며, 모바일 RFID 환경은 불특정 다수의 휴대폰이 RFID 태그를 접속하는 상황이 되므로 주파수 간섭을 제어할 수 있는 방안 또한 매우 중요한 이슈가 된다.

휴대형 이동 통신 기기와 융합한 RFID 리더에 대한 표준화 작업은 현재 mRF(mobile RFID Forum)와 TTA를 중심으로 진행되고 있으며, 스펙트럼 마스크, 채널 규격 등을 포함하는 하드웨어 기술 부분, AIP, 기존 이동 통신 망과의 연동을 다루는 네트워크, 응용 기술 등의 내용으로 표준화 작업이 진행되고 있어, 올 7월 말까지 초안 작업이 마무리될 계획이다. [그림 15]는 기존의 RFID 리더 환경에서 다양한 RFID 리더가 불특정 다수의 사용자에 의한 모바일 RFID 리더와 공통된 장소에서 서비스되는 상황을 나타낸다. 모바일 RFID 리더의 출력 RF 전력은 ERP 기준으로 23 dBm으로 기존의 고정형 리더 및 휴대형 리더의 30 dBm보다 낮은 출력 전력을 갖는다. 더구나 고정형 리더의 경우 6 dBi의 안테나 이득을 가지므로, 보통 모바일 기기의 안테나 이득이 0 dBi이므로 [그림 15]의 경우처럼 모바일 RFID 리더가 기

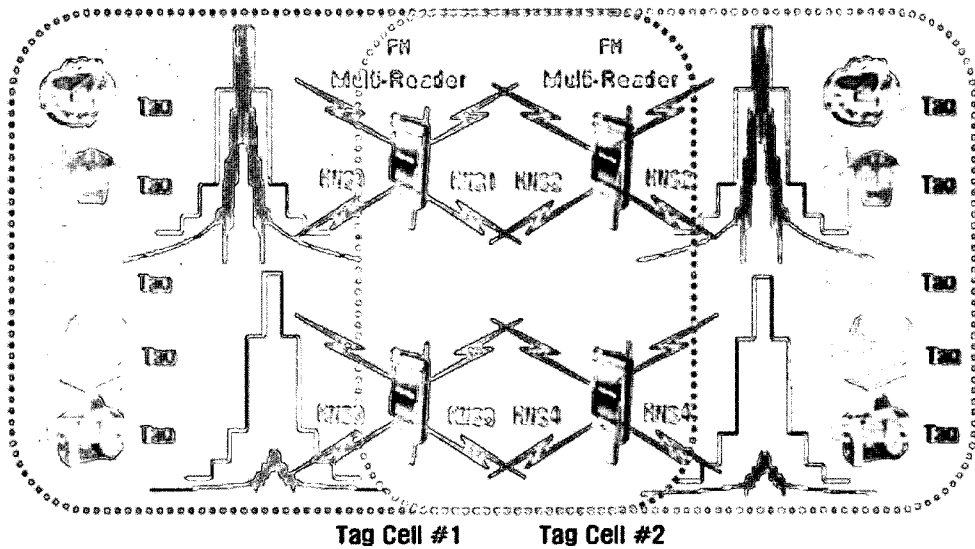
존의 고정형 리더나 휴대형 RFID 리더와 같은 영역에서 태그를 액세스할 경우 심각한 간섭이 발생할 수 있다.

이러한 기존의 RFID 리더와 모바일 RFID 리더 사이의 간섭은 모바일 RFID 리더 액세스에 우선권을 부여하는 모바일 RFID 리더 존(Zone)의 설정으로 해결할 수 있고, 모바일 RFID 리더는 불특정 다수에 의한 이동성으로 인하여 리더 중심의 셀 설계와 설정이 불가능하다. 따라서 이러한 RFID 리더 존은 태그 중심의 매우 짧은 커버리지를 갖는 1 미터 내외의 RFID 셀이어야 할 것이다. 이러한 모바일 RFID 존은 태그의 배치에 따라 매우 좁은 여러 개의 셀로 구분되며, 각 셀에는 불특정 다수의 리더가 위치할 수 있으므로 리더의 Arbitration이 반드시 요구되며, 또한 셀 사이의 간격이 매우 좁아 인접 태그 존에 액세스하려는 모바일 리더에 간섭을 받을 수 있다. 리더 Arbitration은 이러한 인접 태그 존의 리더에 의한 간섭을 해결하기 위한 방안으로는 불특정 다수의 리더가 위치하는 모바일 리더 환경에는 적합하지 않다. 이러한 모바일 RFID 리더 환경에서 인접 태그 존에 위치하는 리더의 간섭은 FH를 통한 Channel Sharing으로 가능하다. 따라서 모바일 RFID 환경에서 Air 채널 액세스 방법은 동일 RFID 존에서는 Arbitration으로 태그에 발생하는 리더의 충돌 문제를 해결하고, FH를 통하여 인접 태그 존의 리더와의 간섭을 해결하는 새로운 채널 액세스 방법이 요구된다.

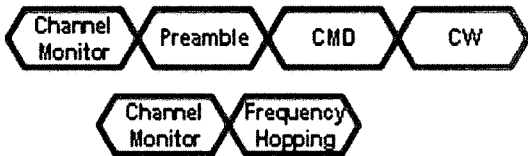
이러한 방법으로 모바일 RFID 리더는 채널 액세스 전 LBT, 즉 리더 Arbitration을 위한 채널 모니터링을 수행한 후, 채널 점유 시간 동안 라운드 동작인 preamble-명령-CW를 반복 실행하고, 라운드의 진행을 다음 채널 점유 시간으로 확장하기 위한 채널 호핑 전 호핑하려는 채널의 상태를 모니터 한 후, 인접 리더의 채널 점유 여부에 따라 채널을 점유하는 방식인 [그림 17]에 나타난 채널 액세스 실행 순차를 생각할 수 있다. 즉, 모바일 RFID 리더는 초기 태그



[그림 15] 모바일 RFID 리더 환경



[그림 16] 태그 중심의 모바일 RFID 존에서의 리더 Anti-collision/Arbitration 환경



[그림 17] 모바일 RFID 리더의 Arbitration 및 FH를 수행하는 채널 액세스 실행 순차

와 액세스하기 위한 채널을 점유하기 위하여 리더 Arbitration을 목적으로 하는 채널 모니터링을 하고, 허용 채널 점유 후 다음 라운드 동작을 위하여 가용 채널로 호핑하기 위한 채널 모니터링을 하여 인접 태그 존에 위치한 리더들과의 채널 sharing을 통한 리더 Anti-collision을 수행하여, 태그 존 내의 임의의 불특정 다수의 리더 사이의 Arbitration 및 인접 태그 존의 리더와의 간섭 방지를 위한 Anti-Collision에 대한 솔루션을 제공하는 모바일 RFID 환경에 적합한 채널 액세스 방법을 생각할 수 있다.

본 고에서는 현재 국내외적으로 경제, 문화, 산업, 기간 망 등 사회 구성 요소의 전반적인 측면에서 커다란 반향을 갖는 RFID 시스템에 있어 핵심이 되는 기존의 고정형 UHF 대 RFID 시스템의 Air-interface 기술의 주요 측면인 Air 채널 액세스 방법을 고찰하였고, 이를 바탕으로 현재 국내에서 표준화 작업 및 기술 개발에 매진하고 있는 차세대 RFID 기술인 모바일 RFID 시스템의 채널 액세스 방법을 제안하였다.

모바일 RFID 서비스의 확산과 이를 통한 USN의 조기 구축은 잘 정립된 표준화 내용과 기술 기준의 마련이 매우 중요한 단초 역할을 할 것으로 기대되며, 이를 위해서는 모바일 RFID 환경과 기존 RFID 환경과의 차이점과 적용 서비스 환경상에서의 모바일 RFID의 특성을 잘 인식하고, 모바일 RFID 전체 시스템에 대한 체계적인 분석 및 실증 시험 하에 장기간의 연구와 검증이 이루어져야 한다고 사료된다.

참 고 문 헌

[1] 장병준, 이윤덕, "모바일 RFID 기술 동향 및 주요

VI. 결 론

- 이슈", IITA 주간기술동향 1206호, pp. 31-40, 2005년 7월.
- [2] 정보통신부, "T839 전략 기술개발 Master Plan (RFID/USN)", 2005년 5월.
- [3] 표철식, 채종석, 김창주, "RFID시스템 기술", 한국전자과학회지 전자과학기술, 15(2), 2004년 4월.
- [4] 이수련, 이채우, "RFID 시스템의 다중 인식 기술 현황", 한국전자과학회지 전자과학기술, 15(2), 2004년 4월.
- [5] EPC Global, "EPCTM Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860 MHz~960 MHz Version 1.09", 2005.
- [6] 장병준, 안선일, 이윤덕, "RFID/USN 기술개발 동향", 정보과학회지, 23(2), pp. 83-87, 2005년 2월.
- [7] 장병준, "RFID/USN 기술개발 동향 및 발전 전망", 한국인터넷정보학회지, 5(3), pp. 77-83, 2004년 9월.

≡ 필자소개 ≡

박 준 석



1987년 3월~1991년 2월: 국민대학교 공과대학 전자공학과 (공학사)
 1991년 3월~1993년 2월: 국민대학교 공과대학 전자공학과 (공학석사)
 1993년 3월~1996년 8월: 국민대학교 공과대학 전자공학과 (공학박사)
 1997년 3월~1998년 2월: Dept. of EE,

UCLA/Post Doctoral Fellow

1998년 3월~2003년 2월: 순천향대학교 정보기술공학부 조교수
 2003년 3월~현재: 국민대학교 전자정보통신공학부 부교수
 2004년 9월~현재: 정보통신부 RFID/USN 기획위원
 2005년 3월~현재: mRF 단말분과 위원
 2005년 4월~현재: TTA RFID/USN 프로젝트 그룹 특별위원
 [주 연구분야] RF/마이크로파 회로설계, RFID/USN

오 하 령



1979년 3월~1983년 2월: 서울대학교 공과대학 전기공학과 (공학사)
 1986년 3월~1988년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 1988년 3월~1992년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
 1983년 1월~1986년 1월: 삼성전자 종합

연구소 연구원

1992년 3월~현재: 국민대학교 전자정보통신공학부 교수
 2001년 9월~현재: (주)에이텔시스텍 기술고문
 [주 연구분야] 컴퓨터공학, 내장형시스템