

Beacon 채널 CCA 를 통한 모바일 RFID 리더의 채널 액세스

김연주, 김윤호, 배성우, 양정규, 노형환, 성영락, 오하령, 박준석
국민대학교 전자공학과
e-mail : uoet@nate.com

Novel Channel Access Method for Mobile RFID Readers using Beacon Channel CCA Scheme

Yun Ho Kim, Yeon Joo Kim, Sung Woo Bae, Jung Kyu Yang, Hyoung Hwan Roh,
Yeong Rak Seong, Jun Seok Park, Ha Ryoung Oh
School of Electrical Engineering, Kookmin University, Seoul, South Korea 136-702

요 약

Radio Frequency IDentification(RFID) 시스템은 리더와 태그로 구성되어 리더에서 태그로 신호를 전송하여 태그로부터 원하는 정보를 얻는 시스템이다. 이 시스템에서 리더와 태그가 통신을 할 때 근접한 거리에 있는 리더들이 동일한 주파수를 이용하거나, 여러 리더가 동시에 하나의 태그에 명령을 전송하는 경우 서로 간섭을 일으켜 RFID 리더 충돌이 발생하는데, 본 논문에서는 이 충돌을 방지하기 위한 셀 분할 기법과 셀 내의 충돌 문제를 해결하기 위한 CCA 기법을 소개한다. 또한 CCA 기법의 성능 개선을 위한 Beacon 채널 CCA 방식을 제안한다.

1. 서론

RFID 기술은 사물에 태그를 부착하여 무선으로 사물의 고유 정보를 확인(identification)하고, 주변 상황 정보를 감지(sensing)하는 기술로 인터넷 이후 미래 시장을 선도할 기술 중 하나로 주목 받고 있다. RFID 시스템은 사물에 부착된 태그로부터 전파를 이용하여 사물의 정보 및 주변 환경을 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공, 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격 처리, 관리 및 사물간 정보 교환 등 다양한 서비스를 제공할 수 있다.[1].

최근 860-960MHz 에서 동작하는 UHF 대역 수동형 RFID 기술의 사용이 증가하고 있으며, 산업, 과학, 의료, 물류 등 전 분야에 걸쳐 이용되고 있다. 모바일 RFID 는 RFID 기술과 휴대폰 기술을 접목시킨 것으로 휴대폰의 사용이 익숙한 오늘날 그 활용도로 인하여 각광 받고 있는 분야 중 하나로 이동성, 휴대성, 양방향성 등의 장점을 가지고 있다. 그러나 RFID 리더 사이의 충돌 또는 태그들의 충돌은 태그의 인식효율 및 인식속도의 감소를 가져오므로, RFID 시스템이 산업화 되기 어려운 요인이 되고 있다. 때문에 국내 외에서 RFID 충돌방지 알고리즘(RFID Anti-Collision Algorithm)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

RFID 시스템에서 나타나는 충돌은 크게 태그 충돌(Tag Collision)과 리더 충돌(Reader Collision)로 나눌 수 있다.[2].

지금까지의 RFID 충돌방지 알고리즘 연구는 주로

태그 충돌방지 알고리즘 연구에 집중되어 있었다. 그러나 PDA 나 모바일 기기 등에 RFID 가 접목되면서 모바일 RFID 시스템으로 발전함에 따라 동일 지역내의 다수의 리더 충돌을 줄이기 위한 알고리즘의 연구가 필요하게 되었다.

이러한 리더의 충돌을 줄이기 위한 방안으로 이동통신에서 공간을 여러 개의 셀로 나누는 것과 같은 방법으로 공간을 여러 개의 영역으로 나누는 셀 분할(Cell Planning) 기법이 제안되었다. 셀 분할 기법을 사용하면, 동시에 다른 채널을 통해 여러 리더들이 통신 할 수 있는데, 이 경우 셀 내의 리더 충돌은 피할 수 없기 때문에 이를 줄이기 위한 Clear Channel Assessment(CCA) 방식이 필요하다. 하지만 이 경우 역시 리더가 전체 채널의 상태를 확인하는 데는 오랜 시간이 걸린다는 단점은 피할 수 없게 된다.

이에 본 논문에서는 셀 분할기법의 시간적인 효율을 고려한 Beacon 채널 CCA 방식에 대해서 제안한다.

2. 표준 RFID 프로토콜에서의 충돌 문제

다수의 리더와 다수의 태그가 같은 인식 거리 안에 존재할 경우 여러 충돌이 발생한다. 이러한 RFID 충돌은 크게 태그 충돌과 리더 충돌이 있다. 태그 충돌은 다수의 태그가 같은 인식 영역 안에 있을 때 발생한다(그림 1(a)). 태그 충돌(Tag collision) 은 anti-collision 기법을 통해 해결 할 수 있다.

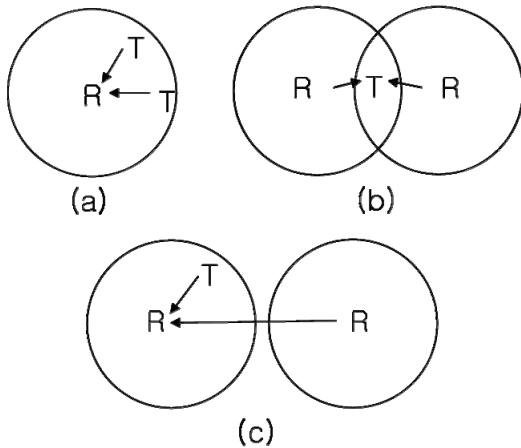


그림 1 (a) 태그 충돌 (b) 다수 리더 대 태그 충돌
(c) 리더 대 리더 충돌

리더 충돌은 다수의 리더가 같은 시간에 통신할 경우 발생한다. 다수의 리더와 태그 충돌(Multiple reader-to-tag collision), 리더와 리더 충돌 (Reader-to-reader collision)의 2 가지 경우로 나눌 수 있다. 다수의 리더와 태그의 충돌은 태그가 다수 리더의 인식 존이 겹쳐지는 부분에 있는 경우 발생하는 것을 말하고(그림 1(b)).[3], 리더와 리더 충돌은 리더가 통신을 할 때 근접한 거리에 있는 리더의 신호가 통신을 방해하여 충돌이 발생하는 것을 말한다.(그림 1(c)).

이러한 충돌들을 방지하기 위해 국내외 표준에서 여러 기법들을 정의하고 있는데, 현재 EPC Class 1 Generation 2는 ISO에 상정되어 ISO/IEC 18000-6 TYPE C 표준으로 통합되어 채택되었다. 이 표준을 이용하는 RFID 리더에서는 주파수 호핑 방식을 이용하여 리더 충돌을 방지한다. 주파수 호핑 방식이란 여러 주파수 대역이 나누어져 있고, 전파 간섭 회피를 위하여 RFID 리더들이 자신의 호핑 시퀀스(Hopping Sequence)에 따라 주파수 대역을 변경하면서 태그를 인식하는 기법이다. 그리고, ETSI TR 102 313에서는 863~870MHz의 주파수 범위에서의 Radio spectrum 문제를 다루고 있다.[4] 일반적으로 ETSI에서는 RFID를 별도의 표준으로 정리하지 않고, 저 전력 무선 시스템의 허가 규정에서 함께 정의하고 있는데, ETSI에서 규정하는 UHF 대역의 RFID 리더에서는 주파수 호핑 방식과 LBT(Listen-Before-Talk)방식을 모두 사용할 수 있다.

LBT란 선택한 주파수가 다른 시스템에 의해 사용되고 있는지를 파악하여 점유되어 있다고 판단될 때는 다른 주파수를 다시 선택하는 주파수 선택 방식이다.[5] LBT는 한국처럼 좁은 주파수 대역을 사용하는 지역에 적합한 반면 주파수 호핑 방식은 미국, 남미 등의 넓은 주파수 국가에서 일부 상용화된 실증된 전송 방식이다.

위의 RFID 표준에서 제안된 방식들은 그 세부 절차는 서로 다르지만 기본적으로 서로 간섭을 일으키는 리더들에게 다른 주파수를 할당함으로써 리더 충돌을 방지하는 방식을 이용한다. 따라서 RFID 표준을

이용하면 동일한 주파수를 이용하는 리더들 사이에 충돌이 발생하는 주파수간섭을 방지할 수 있다. 그러나 이 방법을 사용하더라도 2 개 이상의 리더가 하나의 태그에 동시에 접속하여 발생하는 태그간섭은 방지할 수 없다. UHF 대역에서 사용되는 수동 태그의 경우 리더의 신호를 역산란(backscatter)하여 자신의 데이터를 전송하는 기능만을 가지므로 여러 리더로부터 전송된 신호를 구별하여 응답할 수 없기 때문이다. 따라서 2 개 이상의 리더가 동일한 주파수를 사용하는 경우뿐 아니라 서로 다른 주파수를 사용하는 경우라도 동시에 하나의 태그에 신호를 보낸다면, 태그가 리더들의 명령을 구별하여 그에 따라 응답할 수 없으므로 리더 충돌이 발생하게 된다.

그러므로 태그간섭으로 인한 리더 충돌을 줄이기 위하여, RFID 표준에서 정의하고 있는 방법을 보완하는 RFID 리더 충돌방지 기법의 개발이 필요하다.

3. Beacon 채널 CCA 방식

1. RFID 충돌해결을 위한 방안

이 전장에서 언급했듯이 태그는 여러 신호 중에 하나를 선택하지 못한다. 즉 여러 리더가 하나의 태그로 명령을 보낼 경우 태그는 이 명령을 정상적으로 받지 못하거나 받더라도 다른 리더의 명령과 중복되어 올바른 응답을 할 수 없게 된다. 이때 각 리더가 다른 채널을 사용하더라도, 태그는 통신을 할 채널을 선택하지 못하기 때문에 올바른 응답을 할 수 없다. 이와 같은 충돌을 줄이기 위해 리더가 각각 다른 시간에 동작하게 하기 위한 중재기법이 필요하다. 그런 중재기법으로는 중앙 집중 중재(centralized) 방법과 분산 중재(distributed) 방법이 있는데 본 논문에서는 분산 중재 방법의 하나인 LBT 방식 중 listen에 해당하는 CCA를 이용하여 리더간의 충돌을 줄이는 방법을 사용하였다.

한편, 리더와 리더 충돌은 리더가 통신을 할 때 근접한 거리에 있는 리더의 신호가 통신을 방해하여 충돌이 발생한다(그림 1(c)). 태그를 통하여 역산란된 신호보다 강한 신호가 다른 리더로부터 발생하여, 태그에게는 영향을 미치지 않지만 리더가 태그와 통신하는 것을 방해하게 된다. 이런 충돌을 줄이기 위해 서로 다른 주파수 채널을 사용함으로써 충돌을 방지하는 주파수 호핑(Frequency Hopping)을 사용한다.

본 논문에서는 CCA 방식과 주파수 호핑 방식을 효과적으로 사용하기 위해서 셀 분할 기법을 이용한다.

2. 셀 분할

셀 분할이란 리더와 태그의 집합으로 이루어진 리더 존을 말한다. 그림 2와 같이 하나의 셀 안에 여러 리더와 여러 태그가 존재할 수 있다. 이 경우 자원에 따라 설계가 달라진다. 태그 자원은 리더의 중복을 허용하고, 중복된 리더의 충돌은 주파수 호핑을 통한 채널 공유로 해결할 수 있다. 한편, 리더 자원은 태그의 중복을 허용하고, 리더의 충돌은 LBT를 통한 시간 공유로 해결할 수 있다. 본 논문에서는 리더의 중복을 허용하는 태그 중심의 셀로 설계하였다.

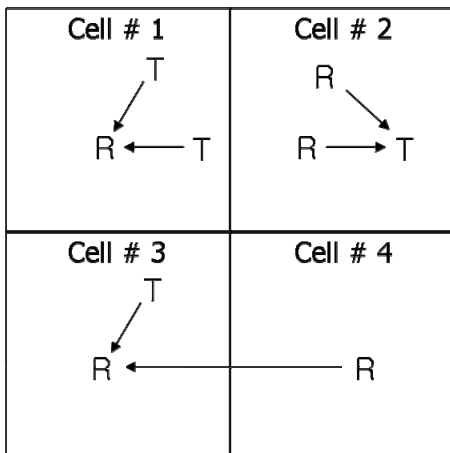


그림 1 셀 분할

그림 2의 Cell #1에서는 리더의 간섭이 없으므로 정상적으로 태그를 인식하게 된다. 그림 2의 Cell #2에서는 두 리더가 하나의 태그에 명령을 보내려 하기 때문에 리더 충돌이 발생하게 되는데 Clear Channel Assessment(CCA) 방식을 사용해서 리더의 채널 액세스 전에 다른 리더가 사용하고 있는지 확인을 하도록 하여 리더의 충돌을 방지한다. 그림 2의 Cell #3은 Cell #4의 리더에 의해 영향을 받고 있는 상황인데, 이 경우 주파수 호핑을 통한 채널 공유로 해결할 수 있다. 따라서 동시에 하나 이상의 리더가 통신하기 위해서는 다수의 셀이 필요하고, 주파수 호핑이나 CCA 방식을 이용하여 각 셀의 리더들이 서로 다른 채널을 사용하면 충돌 없이 통신이 가능하다.

3. Beacon 채널 CCA

한 셀 내에서 여러 리더가 통신을 하려 할 경우 리더간의 충돌이 발생하게 되는데, 이러한 충돌을 방지하기 위하여 본 논문에서는 CCA 방식을 사용한다. CCA란 리더가 통신을 하기 전에 먼저 채널의 상태를 확인하는 방식을 말하는데, CCA를 통해 채널의 상태를 확인한 후 채널이 사용가능한 상태일 경우에만 통신을 가능하게 함으로써 같은 셀 내에서의 리더간의 충돌을 방지할 수 있게 된다. 하지만 이러한 경우, 대역폭 내의 모든 채널을 확인해야 하기 때문에 시간이 오래 걸리는 문제가 있다. 또한 채널을 검색하는 사이에 통신을 시작하는 리더가 있는 경우 리더간의 충돌이 발생할 소지가 있다. 이에 본 논문에서는 CCA의 단점을 보완하기 위한 Beacon 채널 CCA를 제안한다.

제안된 방법에서는 사용가능한 채널 중에 하나의 채널을 Beacon 채널로 할당하고, 리더들이 임의의 채널을 액세스 할 때 Beacon 채널로도 태그에게 영향을 주지 않을 정도의 미약한 신호를 전송하도록 한다. 그러면 다른 리더들이 Beacon 채널만을 체크하여도 타 리더들의 채널 사용 유무를 판단할 수 있다. 즉, 리더가 통신을 시작하면서 CCA를 할 때 모든 채널을 볼 필요 없이 Beacon 채널 하나만 CCA를 한 후 채널을 통신하기 때문에 통신 시 걸리는 시간이 줄어

드는 효과와 정확성의 증가를 기대할 수 있다.

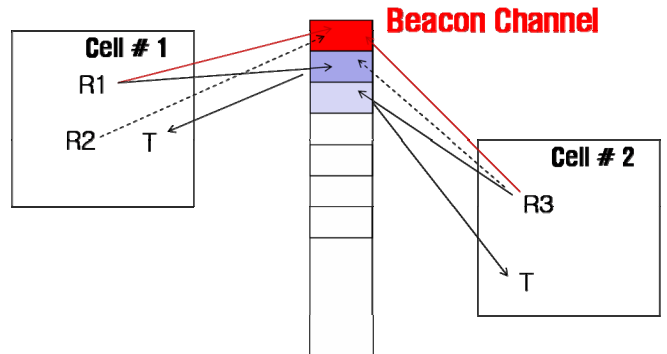


그림 3 Beacon 채널을 이용한 통신

Beacon 채널 CCA를 이용하는 RFID 시스템에서 사용자가 태그와의 통신을 요구하면 리더는 다른 리더가 채널을 사용하고 있는지를 CCA 기능을 이용하여 확인한다. 그림 3을 보면 R1 리더가 Cell #1에서 태그와 통신을 하고 있다. 이 경우 R1 리더는 미리 약속된 Beacon 채널이 아닌 사용가능한 채널을 통하여 태그와 통신을 시작하고, 동시에 태그와의 통신을 방해하지 않을 정도의 작은 세기의 신호를 Beacon 채널로 보낸다. 만약 R2 리더가 통신을 시도하려 할 경우 R2 리더는 CCA를 통해 Beacon 채널 확인 후 채널이 사용가능하면 태그와 통신을 시작한다. 그림 3의 경우 이미 R1 리더가 통신 중이므로 R2 리더는 CCA를 통해서 Beacon 채널에 신호가 없다는 것을 인식할 때까지 대기하게 된다. 그리하여 Cell #1 내에서의 R1 리더와 R2 리더는 서로의 충돌을 피해 통신할 수 있다.

다수의 셀이 존재할 경우의 통신도 위와 유사하다. 그림 3과 같이 Cell #1의 R1 리더가 통신을 하고 있는 상태에서 인접한 Cell #2의 R3 리더가 통신을 시도할 경우 R3 리더는 CCA를 통해서 Beacon 채널에 R1 리더로부터의 신호를 감지할 수 있다. 이 경우 R3 리더가 감지한 Beacon 채널의 신호는 자신의 셀이 아닌 인접한 셀로부터의 신호임을 판별할 수 있기 때문에 대기하지 않고 R1 리더가 사용하는 채널이 아닌 사용가능한 채널로 통신을 시작하게 된다. 물론 R1 리더가 사용하고 있는 채널의 판별은 CCA를 통해서 확인할 수 있다.

단, Beacon 채널 CCA 방식을 RFID 시스템에서 사용하기 위해서는 리더가 동시에 두 채널에 신호를 보낼 수 있는 하드웨어 구조를 가지고 있어야 한다는 전제가 필요하다. 통신을 하고 있는 리더는 Beacon 채널과 태그와 통신할 채널에 각각 동시에 신호를 보내야 하기 때문이다.

이와 같이 Beacon 채널 CCA 방식을 사용함으로써 셀 내의 리더간의 충돌을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 인접한 다른 셀에서의 리더와의 충돌까지도 CCA를 통해 다른 채널을 사용하는 방법으로 방지할 수 있다.

4. 결론

RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템에서의 원활한 통신을 위해서는 충돌을 제거 해야 한다. 동시에 한 대 이상의 리더가 통신을 할 때의 충돌을 줄이기 위한 방법으로 여러 채널을 이용하는 다수의 셀로 분할 하여 충돌을 피해 리더가 동시에 통신할 수 있게 하는 셀 분할 기법을 사용하였고, 같은 셀 내에서의 리더간의 충돌 문제를 해결하기 위하여 CCA 방식을 사용하였다. 또한 CCA 방식에서의 단점을 보완하기 위해 Beacon 채널을 이용하였다. 단, 앞에서 제안된 Beacon 채널을 이용한 CCA 방식에서는 리더가 하드웨어적으로 동시에 두 채널로 신호를 보낼 수 있어야 하기 때문에 기존에 사용하던 리더가 한 채널로만 통신할 수 있는 구조로 되어있다면 리더의 하드웨어적인 수정이 불가피하다는 단점이 있다. 때문에 하드웨어의 구조를 바꾸는 비용과 리더간의 간섭을 줄이는 비용간에 비교를 위한 기준이 필요하다.

따라서 향후 본 논문에서 제안한 Beacon 채널 CCA 방식의 모델을 시뮬레이션 하여 성능을 평가하고, 검증은 해야 할 필요성이 있다. 실제 환경에서의 모델과 잘 부합하도록 보완하고 검증이 된다면 Beacon 채널 CCA 방식을 사용함으로써 모바일 RFID 통신에서의 충돌 문제를 해결하고, 보다 효율적인 RFID 시스템의 동작을 보장할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국기술연구소(MIC) 및 정보통신연구진흥원(IITA)의 지원아래 진행된 IT R&D 프로젝트와 Brain Korea 21 프로젝트의 일환임을 밝힙니다

참고문헌

- [1] Chul Sic Phyo, Jong Suk Che, Chang Ju Kim, "RFID System Technology" Korea Electromagnetic Engineering Society, Vol.15, Bo.2, 2004, pp.21-31.
- [2] Yung Gil Kim, Gi Yul Ryu, Yung Kyun Sin, Wie Duck Cho, "Multi-modal RFID Platform Technolo-gy", Korea Information and Communications Society, Vol.21 No.6, 2004.
- [3] ISO/IEC JTC 1. Information technology - radio-frequency identification for item management - part 6 : parameters for air interface communications at 860 MHz - 960 MHz, 2004.
- [4] EPCglobal, "EPC Radio-Frequency Identity Protocols Generation 2 UHF RFID Tag(Class 1):Protocol for Communications at 860MHz - 960MHz," Working Draft Version 1.0.4, February 2004.
- [5] European Telecommunications Standards Institute, " Electromagnetic compatibility and Radiospectrum Matters(ERM); Short-Range Device (SRD) intended for operation in the 862 MHz to 870 MHz band; System Reference Document for Radio Frequency Identification (RFID) equipment," ETSI TR 101 445 v1.1.1, April 2002.