

## RFID 시스템을 위한 프레임 선택 기법

이준호<sup>o</sup>, 조인취

한양대학교 일반대학원 정보통신학과

juno@ihanyang.ac.kr iwjoe@hanyang.ac.kr

### Frame Selection Algorithm for the RFID system

Juno Lee<sup>o</sup>, Inwhae Joe

Graduate School of Information and Communications, Hanyang University

#### 요약

최근 국내 표준의 확정과 함께 새로운 수익모델로써 다양한 분야에서 활용이 기대가 되는 RFID 무선 인식 시스템은 국내외 많은 업체와 기관들이 현재 다양한 솔루션을 개발함으로써 다가오는 유비쿼터스 환경에 적극 대응하고 있다. RFID 시스템의 중요한 기술요소 중 하나는 다중 태그로 인한 충돌을 처리하는 Anti-collision 알고리즘이다. 본 논문에서는 먼저 충돌방지 기법의 종류와 최근에 900MHz 대역의 RFID 표준으로 확정된 ISO/IEC 18000-6 Type C 표준문서에서 소개한 Slotted random 충돌방지 알고리즘을 분석하고, 충돌 정도에 따라 적응적으로 다음 프레임의 크기를 조정하는 기법을 제안한다. 모든 태그를 완전히 읽어내는데 걸리는 시간을 계산하기 위해서 Type C 표준을 적용한 모의실험을 통해 성능평가를 하였다.

#### 1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification)<sub>[1]</sub>란 사물에 부착된 전자태그로부터 무선주파수를 이용하여 정보를 송·수신하고 이와 관련된 서비스를 제공하는 기술을 말한다. 현재 가장 많이 쓰이고 있는 바코드 시스템은 반드시 리더와 태그가 가시거리에 있어야 하고 인식거리가 짧다는 단점이 있다. 그러나 전자태그로부터 무선으로 정보를 읽고 저장할 수 있는 RFID 시스템은 바코드 시스템과는 달리 인식할 수 있는 거리가 길어 장거리 정보 송·수신이 가능하며, 빠른 인식속도, 높은 인식률, 다른 통신망과의 연계 등의 장점을 가지고 있다. 특히, RFID 시스템은 바코드 시스템처럼 스캐너로 하나씩 읽을 필요 없이, 각종 물품에 전자태그를 부착해 이동하면서 자동으로 물품 명세와 가격, 유통경로 및 기한 등을 파악할 수 있어 유통 및 물류에 대혁신을 가져올 기술로 각광을 받고 있으며, 동시에 유비쿼터스 네트워크의 센서 기능을 담당하는 핵심 기술이다. 또한 앞으로 센서 기술과 소형화 기술 등이 더욱 발전하면 정보를 능동적으로 획득하고 처리하는 능력까지 갖추게 되어 바코드가 하던 역할과는 비교할 수 없을 정도로 많은 일들을 해낼 수 있을 것으로 기대된다.

RFID와 관련된 국제표준은 ISO(국제표준화기구)와 IEC(국제전기기술위원회)가 공동으로 구성한 JTC1(Joint Technical Committee 1)에서 진행하고 있다. UHF대역의 RFID 표준화와 관련하여 ISO/IEC JTC1 SC31 WG4에서 18000-6 (860~960MHz 대역 무선접속 표준)의 표준으로 Type A 및 Type B 규격이 확정되었다. 이와 별도로 MIT Auto ID센터를 중심으로 한 EPC(Electronic Product Code)표준으로 Class 0 와 Class 1 규격이 확정되었다. 최근에는 EPCglobal에서 제안한 EPC Class 1 Gen2 규격을 ISO에 상정하여, Type A, B 표준안 다

음의 ISO/IEC 18000-6 Type C 표준<sub>[2]</sub>으로 통합하여 채택되었다. UHF Gen2라 불리는 Class 1 Gen2의 경우, 리더 간의 간섭 문제 해결 및 보안, 데이터 전송 속도 등에서 다른 어느 규격보다도 우수한 성능을 발휘할 것으로 평가된다. 따라서 Class 1 Gen2는 UHF 대역의 passive 방식 RFID 매체에 대한 단일 통합 표준으로서 확립될 것으로 전망된다. 본 논문에서는 먼저 RFID 시스템의 중요한 기술요소인 충돌방지(anti-collision)기법에 대해 소개하고, ISO/IEC 18000-6 Type C에서 제시한 Slotted random 충돌방지 알고리즘에 대해 분석한 다음 이 알고리즘에서 적절한 프레임 크기를 결정하고 선택된 그 크기에 프레임 크기 변화를 조정하는 기법을 제시한다.

#### 2. 충돌방지 알고리즘

일반적으로 RFID 시스템은 하나의 리더와 다수의 태그들로 이루어져, 다수의 태그들이 동시에 리더에 접속하는 다중접속이 이루어진다. 그러므로 다수의 태그가 같은 처리 공간에 있을 때 태그들을 예러 없이 정확히 인식하는 문제가 아주 중요하다. RFID 시스템에서 이용되는 수동형 RF태그는 그 능력이 매우 제한적이어서 다른 태그들과 통신을 할 수 없고 단지 리더와 통신할 수 있다. 리더는 무선 채널을 통하여 각각의 태그들과 통신을 하는데, 그림 1.과 같이 모든 태그들이 리더가 보낸 신호를 동시에 듣게 되고 리더의 명령에 응답을 한다. 이 때 하나의 리더가 동시에 응답한 여러 개의 태그를 인식해야 하는 문제가 발생 하는데 이를 '태그 충돌'이라고 한다. 최근 설치비용 절감을 위해 다양한 태그를 인식이 가능한 멀티 리더가 도입되면서 태그 충돌 현상이 점차 늘고 있는 상태이다. 태그를 고속으로 인식하기 위해서 이러한 문제를 해결하는 것이 Anti-collision 알고리즘이며 RFID 시스템에서 가장 핵심이 되는 기술이다.

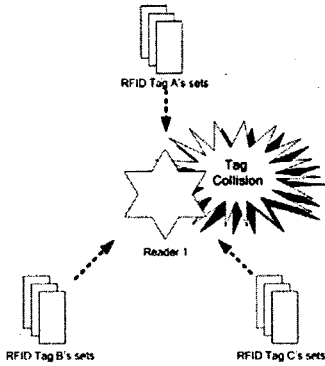


그림 1. 태그 충돌 현상

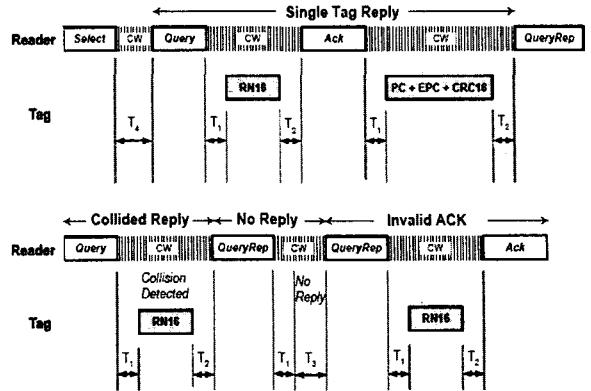


그림 2. Type C 에서의 식별절차와 링크 타이밍

### 2.1 충돌방지 알고리즘의 종류

현재 일반적으로 사용되는 충돌방지 알고리즘은 알로하 (Aloha) 방식과 이진-트리 (Binary-tree) 방식으로 나누어진다. 알로하 방식으로는 태그가 응답하는 시간을 고정된 몇 개의 슬롯으로 나누고 태그들이 각자 선택한 슬롯에 데이터를 전송 하도록 하는 슬롯 알로하 (Slotted-ALOHA) 방식이 있다. ISO/IEC 18000-6 Type A 는 다수 태그의 구분을 위해 동적으로 슬롯의 개수를 조정하여 충돌을 조종하는 Adaptive Slotted-ALOHA 방식을 사용한다. 슬롯의 크기는 리더가 동적으로 태그들에게 전달하고, 태그는 자신의 슬롯을 랜덤으로 선택하여 응답한다.

이 외에 많이 사용되는 이진-트리 알고리즘은 충돌이 발생한 비트 위치를 이용하여, 동시에 응답하는 태그의 수를 적절히 제어함으로써 충돌을 방지한다. ISO/IEC 18000-6 Type B 에서는 충돌 조종을 위해 기본적으로 이진-트리 개념을 적용하여 사용하게 된다. 이 알고리즘은 충돌 발생 시 전체 태그를 세부 하위 그룹단위로 나누면서 최종적으로 하나의 태그를 찾는 과정을 반복하여 진행된다. 또한 EPCglobal의 Class 0, Class 1에서 이진-트리 알고리즘을 채택하고 있다.

이러한 알고리즘의 성능은 태그와 리더 사이의 프로토콜과 리더 시스템에 따라 결정될 수 있다. 리더가 다수의 태그를 구분하고 특정한 하나의 태그와 데이터 교환을 하기 위해 충돌 조종을 하는 과정에서 태그는 다양한 상태변화를 일으키며, 자신 및 다른 태그들에게 브로드캐스트 되는 명령을 각각의 현재 상태에 맞게 처리한다.

### 2.2 ISO/IEC 18000-6 Type C의 충돌방지 알고리즘

EPCglobal에서 EPC Class 1 Gen2를 ISO에 상정하여 채택된 표준인 Type C 에서 사용하는 충돌 방지 알고리즘은 알로하 방식의 Slotted random 충돌방지 알고리즘이다. 태그들은 각각 독립적으로 리더로부터 받은 명령어 (Query 또는 QueryAdjust)에 포함된 파라미터인 Q값을 가지고  $0 \sim 2^{Q-1}$  사이의 수로 슬롯을 선택하여 그 슬롯에 데이터를 전송한다. 랜덤하게 슬롯을 선택하기 때문에 다수의 태그가 같은 슬롯을 선택하면 충돌이 발생하여 리더가 정확한 정보를 받지 못하게 된다.

그림 2.는 Type C 표준에서의 태그 식별 절차를 보여준다. 태그가 유효한 리더 범위 내에 있을 경우에, 리더는 Select 메시지를 통해 어떤 태그들을 경쟁에 참여시킬 것인지 결정하고, Query 메시지를 통해 프레임에 할당된 슬롯의 수를 알려주며 프레임이 시작된다. 이 때 리더는 다음과 같은 세 가지 결과를 얻는다. 첫째, 태그로부터 응답이 없는 경우이다. 이 경우 리더는 QueryRep 메시지를 보내 다음 슬롯으로 진행하거나 QueryAdjust 메시지를 보내어 Q값을 통해 프레임 크기를 조절할 수 있다. 둘째, 하나의 태그만 응답하여 태그로부터 정확한 정보를 받은 경우 QueryRep 메시지를 전송하여 다음 슬롯의 시작을 알린다. 셋째, 다수의 태그가 응답하여 충돌이 발생한 경우에, 응답이 없는 경우와 마찬가지로 QueryRep 메시지를 보내 다음 슬롯으로 진행하거나 QueryAdjust 메시지를 보내어 Q값을 통해 프레임 크기를 조절할 수 있다.

이처럼 응답이 없거나 충돌이 발생한 경우 태그의 수에 따라서 적절하게 다음 슬롯을 진행시키거나 프레임 크기를 조절해 주어야 한다. Type C 에서 제시된 Q 알고리즘은 프레임 크기를  $2^Q$  로 나타내며, 그림 3.에서와 같이 충돌이 발생하면 C만큼 Q를 증가시키고 응답이 없으면 C만큼 Q를 감소시킴으로써 프레임 크기를 조절한다. 여기서 C 값은  $0.1 \leq C \leq 0.5$  으로 설정된다. 하지만 Type C 표준에서는 결정적인 컨트롤 파라미터인 C 에 대해서 명기하

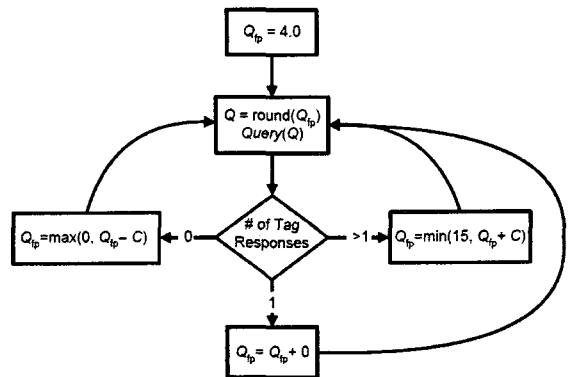


그림 3. Type C 의 Slot-count (Q) 알고리즘

지 않는다. 분명한 것은 C값이 너무 크게 선택되면 프레임 크기가 현저하게 변화될 것(overshoot)이고, 반대로 너무 작게 선택되면 신속함(swiftness)이 떨어질 것이다. 그러므로 프레임 크기에 따른-또는 태그 수에 따른 C값을 찾아 내는 것이 중요하다. 본 논문에서는 모의실험을 통해 태그 수에 따른 적절한 C값을 제시하였다.

3. 모의실험과 결과

모의실험에서는 이상적인 채널환경(i.e., error-free)에서 하나의 리더와 다수의 태그로 시스템이 구성되어 있다고 가정한다. 먼저 태그를 인식하는 시간을 산출해 내기 위해서 표준문서에 있는 고정된 값들을 사용하였다. Data-0의 길이를 나타내는 Tari 값을 12.5μs로 설정하고 그림 2의 링크 타이밍을 고려하여, 리더가 Select 메시지를 보내는 것부터 모든 태그를 인식할 때까지의 시간-마지막으로 인식된 태그의 EPC코드를 전송 받을 때까지의 시간을 리더와 태그사이의 데이터 전송시간의 평균으로 계산하여 결과를 산출하였다. 그리고 각 결과 값은 20번 모의실험의 평균을 사용하였다.

그림 4, 5, 6은 C값의 변화에 따른 전체 태그의 인식시간을 나타낸다. 프레임 크기가 작을 때는 큰 C값(0.5)을 설정하고, 프레임 크기가 클 때는 작은 C값(0.1)을 설정하는 것이 인식시간을 단축시킬 수 있음을 확인할 수 있다. 그리고 각 프레임 크기에 따른 적절한 C값을 표 1에 제시

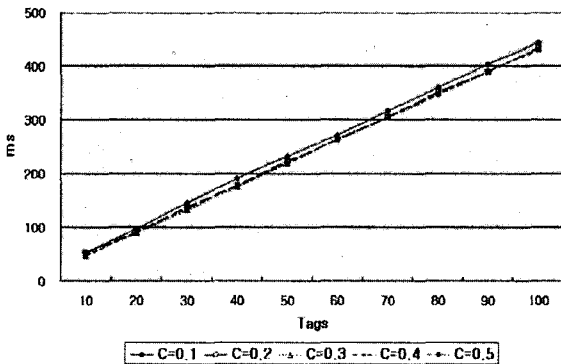


그림 5. C값에 따른 태그 전체의 인식시간 비교(1)

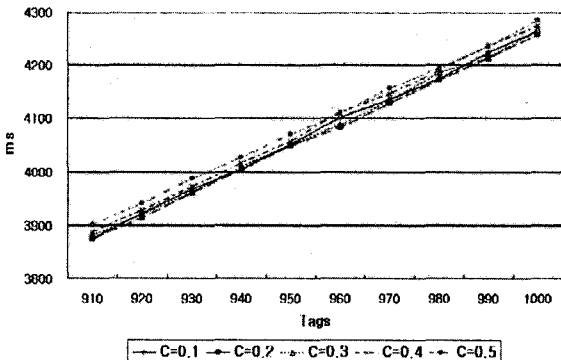


그림 4. C값에 따른 태그 전체의 인식시간 비교(2)

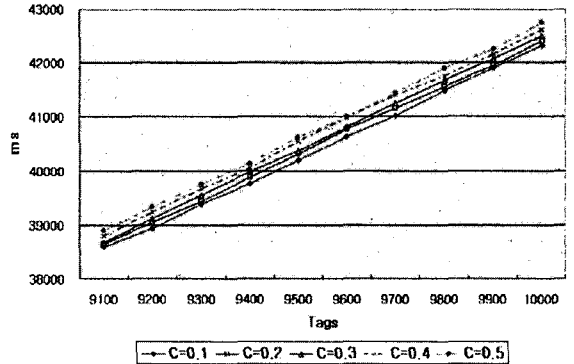


그림 6. C값에 따른 태그 전체의 인식시간 비교(3)

Q 값	프레임 크기	C 값	Q 값	프레임 크기	C 값
1	2	0.5	9	512	0.2
2	4	0.5	10	1024	0.2
3	8	0.5	11	2048	0.1
4	16	0.5	12	4096	0.1
5	32	0.5	13	8192	0.1
6	64	0.5	14	16384	0.1
7	128	0.4	15	32768	0.1
8	256	0.3			

표 1. 프레임 크기에 따른 C값

하였다.

4. 결론

본 논문은 860MHz~960MHz대역의 RFID 시스템의 국제표준인 ISO/IEC 18000-6 Type C of the Slotted random 충돌방지 알고리즘을 분석하였고, 충돌 정도에 따라 적응적으로 다음 프레임의 크기를 조정하는 기법을 제시하였다. 일반적으로 태그 수에 따라 프레임 크기를 조정하는 Framed Slotted-ALOHA 방식의 알고리즘들은 프레임 크기가 작을 때는 프레임 크기를 변화율을 빠르게 해주어야 할 것이고 프레임 크기가 커지면 프레임 크기 변화율을 천천히 해주어야 할 것이다. 특히, Type C에서는 프레임 크기가 2<sup>Q</sup>로 주어지기 때문에 Q 값이 증가함에 따라 프레임 크기가 급속하게 커지므로 Q 값에 따른 적절한 C값이 중요한 컨트롤 파라미터이다. 식별 시간을 계산하고 주요 파라미터의 영향을 조사하는 것을 목적으로 모의실험을 수행하였으며, 그 결과는 Type C에서 프레임 크기에 따른 적절한 C값을 제공함으로써 인식속도를 단축시킬 수 있음을 보여준다.

5. 참고문헌

[1] Klaus Finkenzeller. RFID Handbook: Fundamentals & Applications in Contactless Smart Cards & Identification. Jhon Wiley & Sons, 2003.  
 [2] Radio-frequency identification for item management-part 6C: Parameters for air interface communications at 860MHz to 960MHz. ISO/IEC\_CD18000-6C., January 2005.