

능동형 RFID시스템에서 태그 인식 속도 향상을 위한 고속 태그 충돌 방지 알고리즘

이한영*

High-Tag anti-collision algorithm to improve the efficiency of tag Identification in Active RFID System

Han-Young Lee*

요약

현재 RFID 시스템에서 해결하여야 할 가장 큰 문제 중 하나는 태그간의 충돌로 인해 인식 효율이 떨어진다는 것이다. 기존의 충돌 방지 중 BS 충돌 방지 알고리즘 방식은 구현이 간단하다는 장점이 있으나, 태그 수가 많아짐에 따라서 태그간 충돌에 의해 전체 태그를 읽는데 요구되는 단계별 스케줄 횟수가 증가하는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해서 충돌 예측을 최소화 하기 위해 사전에 '0'과 '1'의 결정 비트를 통해 복수의 응답 프레임(MF)을 제한한 방식을 제안하였다. 시뮬레이션 결과 복수 응답 프레임 (MF) 알고리즘은 기존의 알고리즘보다 30~50% 성능이 향상됨을 보인다는 것을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In RFID System, one of the problem that we must solve is to devise a good anti-collision algorithms to improve the efficiency of tag identification which is usually low because of tag collision. Among of the existing RFID anti-collision algorithm, BS (Binary Search) algorithm, though simple, has a disadvantage that the stage of times used to identify the tags increase exponentially as the number of tags does. In this paper, I propose a new anti-collision algorithm called Multi-collision reflected frame which restricts the number of stages and decided bit. Since the proposal algorithm keep the length size of UID and density of total tag when have 100%. The simulation results showed that the proposed algorithm improves the efficiency by 30~50% compared to the existing algorithm

키워드

Binary Search, Anti-Collision, Multi-Collision, Query Tree search algorithm
이진탐색, 충돌방지, 다중충돌, 질의탐색알고리즘

1. 서론

RFID 시스템은 리더와 태그, 그리고 리더와 연결된 안테나로 구성된다[1]. 현재 개발 중인 RFID 시스템은 주로 저가인 수동형 태그를 이용하므로, 태그가 동

작하는 데 필요한 모든 에너지는 리더에 의하여 공급된다. 따라서 리더는 자기 주변지역에 강한 자기장을 발생시키고, 방출된 자기장의 일부가 태그의 안테나에서 유도성 전압으로 변환되어 정류된 후 태그를 위한 에너지로 공급된다. 수동형 태그는 이 에너지를 이

* 인천대학교 정보통신공학과(anatobi@incheon.ac.kr)

접수일자 : 2012. 01. 04

심사(수정)일자 : 2012. 03. 19

게재확정일자 : 2012. 04. 07

용하여 리더와 통신을 하게 된다[1][2].

일반적으로 리더가 태그를 인식하는 과정은 그림 1과 같이 이루어진다. 리더는 모든 태그에게 요청 메시지를 브로드캐스트 한다. 요청 메시지를 받은 태그들은 리더에게 데이터를 전송하게 되는데, 이 경우 하나의 리더에 많은 태그들이 데이터를 전송하는 경우를 다중접속이라 한다. 다중 접속 시 리더에 많은 태그들이 데이터를 전송하므로 필연적으로 데이터 충돌이 발생하며, 충돌 발생 시 데이터의 인식을 위해 재전송이 요구된다. 이러한 데이터 재전송 과정은 결국 태그 인식시간의 증가를 유발하여 RFID 시스템의 효율성을 떨어뜨린다. RFID 시스템의 효율성을 높이기 위해서는 제한된 주파수 대역폭 자원을 잘 분배하고 기술적으로 보완하여 최대한 많은 태그들이 충돌 없이 리더와 통신을 하여야 한다. 이러한 다중인식 기술은 태그가 어떤 데이터 전송영역을 할당하여 사용하느냐에 따라 SDMA, FDMA, TDMA 등으로 구분할 수 있다[3]. SDMA란 각 태그에게 일정한 물리적 공간을 할당하여 태그를 인식하는 방법이다. 여러 개의 리더와 안테나를 열을 지어 설치하여 태그를 인식하는 방법으로 리더와 안테나를 많이 설치하여야 한다.

FDMA란 각 태그들에게 별도의 주파수 채널을 할당하여 다수의 태그를 인식하는 방식으로, FDMA 기술은 현재 아날로그 휴대전화나 위성통신 등에서 널리 쓰이고 있다[3]. 이 방식에서는 각 태그들이 자신의 고유한 주파수 채널을 이용하여 리더와 통신한다. 따라서 리더는 동시에 다수의 태그를 인식할 수 있게 된다. [그림 1]은 FDMA의 동작을 나타낸다.

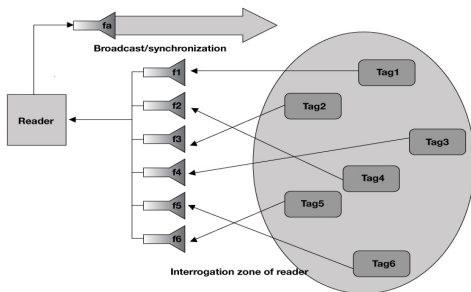


그림 1. FDMA의 동작개념
Fig. 1 FDMA operation concept

리더가 자신의 고유한 주파수로 태그에게 요청

메시지를 브로드캐스트하면 태그들은 곧 자신의 고유한 주파수를 이용하여 응답한다. 이때 리더의 수신부는 각 태그의 주파수 채널을 수용할 수 있도록 설계되어야 한다.

TDMA란 전송시간을 여러 개의 타임 슬롯(Time Slot)으로 분할하여 각 슬롯을 하나의 태그에게 할당하는 방식이다. TDMA는 구현이 간단하여 RFID 시스템에서 널리 쓰이고 있다. 그림 2는 RFID 시스템의 TDMA 방식을 분류하고 있다.

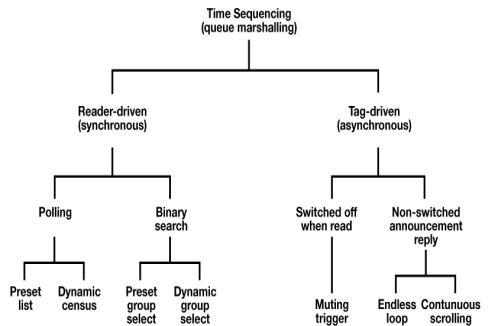


그림 2. TDMA의 분류
Fig. 2 TDMA assortment

TDMA 방식은 크게 태그 주도 방식과 리더 주도 방식으로 나눌 수 있다. 태그 주도(Tag-driven) 방식이란 태그가 보내야 할 데이터가 있다고 판단하는 경우 리더에게 데이터를 전송하는 방식이다. 태그 주도 방식은 태그가 임의로 데이터를 전송하므로 데이터 충돌이 발생하더라도 이를 제어하기가 어렵다는 문제가 있다.

리더 주도(Reader-driven)방식이란 리더가 요청 메시지를 보내는 경우에 태그가 리더에게 데이터를 전송하는 방식으로 리더가 중간에서 태그의 데이터 전송을 관리한다. 이 방식은 데이터의 충돌 발생을 리더가 인식하여 이를 조정할 수 있으므로 RFID 시스템에서 널리 쓰이고 있다. RFID 시스템에서 효율적인 다중인식 기술을 위해서는 리더가 태그를 충돌 없이 인식하여야 하므로 태그 충돌방지(Anti-collision) 알고리즘이 요구된다. 현재 RFID 시스템에서는 바이너리 서치(Binary Search) 계열과 프레임 알로하(Frame Aloha)계열이 다양한 태그 충돌방지 알고리즘으로 널리 쓰이고 있다. 이중 바이너리 서치

계열은 그 구현이 간단하여 비교적 많이 사용되고 있다[3]. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 충돌 방지 알고리즘 중 바이너리 서치 계열을 간략하게 소개하고, III장에서는 제 II장에서 언급한 문제점을 해결하는 알고리즘을 분석하고 새로운 성능 개선 알고리즘을 제안한다. 제 IV장에서는 제안한 알고리즘과 기존 알고리즘 성능을 비교 분석하며, 마지막으로 제V장에서는 본 논문을 정리한다

II. 기존의 BS 충돌방지 알고리즘

3.1 BS

BS 방식이란 여러 개의 태그가 고유번호를 동시에 전송하는 경우, 충돌이 발생하는 비트 위치를 이용하여 태그의 고유번호를 인식하는 것을 말한다[3]. 즉 충돌이 발생한 경우에 응답하는 태그의 수를 줄임으로써 태그 충돌을 방지한다. BS 알고리즘에는 BBS 알고리즘, BST 알고리즘, BBBT 알고리즘 등이 있다.

3.1.1 BBS(Basic Binary Search)

BBS 알고리즘에서 리더는 인식 가능한 영역에는 모든 태그의 고유번호를 받아서 충돌이 일어나는 비트의 위치를 파악한다. 태그의 고유번호란 태그를 인식하기 위하여 사용되는 식별자로서 각 태그마다 고유한 값을 가진다. 그 중 가장 상위의 충돌 비트에서 임의로 하나의 값을 선정하여 그 값 이상 또는 이하의 고유번호를 가진 태그들만 응답 하고 록 한다.

예를 들면, 그림 3 에서는 두 번째 REQUEST에서 검색범위를 '<1011111'로 두어 응답하는 태그의 수를 줄이고 있다. 'REQUEST<1011111'이란 태그들 중 1011111 이하의 고유번호를 가진 태그들만 응답하라는 명령이다. 기본 이진탐색 알고리즘은 하나의 태그만 남을 때까지 이런 과정을 순차적으로 반복 수행하여 하나의 태그만 남으면 그 정보를 읽어 들인다.

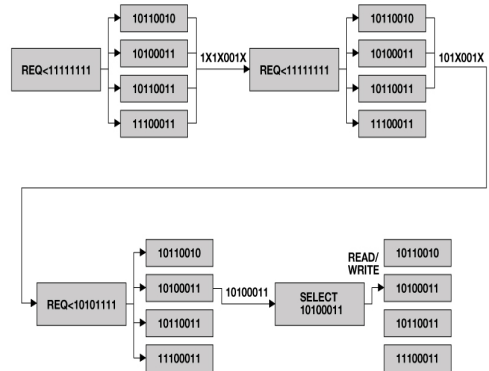


그림 3. 8비트 고유번호를 가진 태그의 BS 절차
Fig. 3 BS sequences of 8 bit tag individual number

이러한 이진탐색의 방식은 태그를 찾기위한 반복과정을 거치게 되는데 태그 수를 N, 태그인식 반복횟수 L(N)은 다음 식으로 표현할 수 있다[3].

$$L(N) = \frac{\log(N)}{\log(2)} + 1$$

3.1.2 SBT(Slotted Binary Tree)

SBT 알고리즘은 태그들을 그룹으로 나누어 응답하게 하여 충돌을 방지하는 알고리즘이다[4][5]. 리더가 태그에게 요청 메시지를 보내면 태그는 임의로 '0'과 '1'의 두 개의 그룹을 선택하고, 리더는 그 중 '0'을 선택한 그룹의 태그들부터 읽는다. '0'을 선택한 그룹의 태그들을 다 읽으면 리더는 다시 '1'을 선택한 그룹의 태그를 읽는다. 이때 각 그룹 내의 태그 충돌이 발생하면 다시 2개의 그룹으로 분기되고, 어느 한 그룹을 선택하여 태그 인식과정을 반복하게 된다.

SBT 알고리즘에서 p를 '0' 또는 '1'인 그룹을 선택할 확률이라 하고 n을 태그 수라고 하면 n개의 태그를 인식하기 위하여 필요로 하는 총 반복횟수 IBEST는 다음 식과 같다.

$$I_{BEST} = 1 + \sum_{k=2}^n \binom{n}{k} \frac{2(k-1)(-1)^k}{[1-p^k - (1-p)^k]} \quad n \geq 2$$

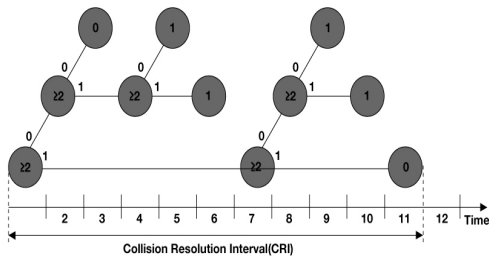


그림 4. SBT 알고리즘의 동작과정

Fig. 4 Operator of the basic tree based SBT algorithm

그림 4는 SBT 알고리즘의 동작과정을 보여준다. 첫 번째 슬롯에서 리더의 명령에 2개 이상의 태그들이 응답하여 충돌이 발생하였다. 두 번째 슬롯에서 리더는 임의로 '0'인 그룹이 응답하도록 요청한다. 세 번째 슬롯에서는 어느 태그도 응답하지 않아 리더는 두 번째 슬롯에서 '1'인 그룹을 선택한 태그들이 응답하도록 요청함으로써 다섯 번째 슬롯에서 처음으로 태그를 인식하고 있다.

3.1.3 BBBT(Bit-by-Bit Binary Tree)

BBBT 알고리즘이란 리더의 요청 메시지에 따라 태그가 자신의 고유번호를 한 비트 씩 전송하는 방식이다[4]. 태그들이 보내는 비트 사이에 충돌이 발생하지 않으면 리더는 태그로부터 받은 비트를 메모리에 저장한 후 다음 비트를 요청하게 된다[6]. 그러나 충돌이 발생하면 리더는 0 또는 1 중에서 하나를 선택하여 이에 해당되는 태그들만 다시 응답하도록 하고 다음 비트를 요청하게 된다. 이런 과정을 태그의 고유번호 길이만큼 반복함으로써 하나의 태그를 인식하게 된다.

만일 n개의 태그가 존재하고 각 태그의 고유번호가 j비트라면 모든 태그를 인식하기 위해 필요한 반복횟수는 다음 식과 같다.

$$I_{BBBT} = n \times j$$

그림 5는 BBBT 알고리즘의 동작과정을 나타낸다. X(0)에서 X는 충돌이 발생하였음을, (0)은 다음 번 비트에 해당하는 값의 요청을 의미한다. 비트 별 이진트리 알고리즘은 비트 단위로 인식하기 때문에 태그의 인식번호가 4비트인 태그를 인식하기 위해 4번의 요

청이 필요하다.

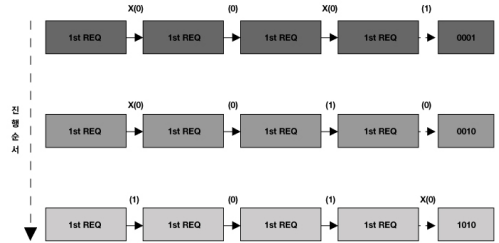


그림 5. 기본 BBBT 알고리즘의 동작과정

Fig. 5 Operator of the basic tree based BBBT algorithm

표 1. BS 충돌방지 알고리즘의 장단점
Table 1. Comparison of anti-collision algorithm

	BBS	SBT	BBBT
장점	• 구현 간단	• 그룹화 이용 • 응답 태그 수 줄임	• 1비트 씩 전송 • 짧은 시간 지연
단점	• 많은 반복횟수 • 큰 시간 지연 발생	• 많은 반복횟수 • 큰 시간 지연 발생	• 많은 반복횟수 • 리더와 태그의 동기화 필요

III. 제안한 고속 태그 충돌 방지 알고리즘

제안 한 충돌 방지 알고리즘의 주요한 목표로는 기존 BS 계열의 BER (Bit Error Rate)를 개선하기 위하여 두 개 이상의 태그로부터 복수의 사용자 ID 충돌 전송 프레임의 반복 전송 횟수 및 충돌 프레임 수를 줄이는 데 있다고 하겠다. 충돌 전송 프레임의 반복 전송 횟수를 줄이기 위해서는 태그의 전송 절차에 따라 사용자 ID간섭을 최소화 하기 위한 스케줄이 제안되어야 한다. 기존 BS 계열의 충돌 방지 알고리즘은 표 1에 제안되어진 비교 분석표와 같이 많은 반복 횟수와 큰 지연 시간이 소요되어지는 단점을 가지고 있다[7]. BS 계열은 기본적으로 Tree-Based 충돌 회피 방식을 적용하고 있어 이를 기반으로 충돌 회피 알고리즘이 제안되어진다. 본 논문에서는 이용 가능한 태그의 인식 번호는 단순성을 위하여 4비트로 인식되어지는 것으로 가정한다.

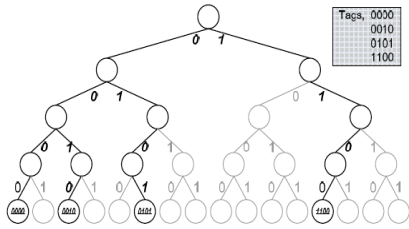


그림 7. 일반적인 BS계열 Tree-Based 알고리즘 리더와 태그 사이는 4비트로 가정

Fig. 7 Identifying operations of general binary Tree-Based searching scheme

그림 7은 기본 2진 BS기반 Tree-Based 검색 충돌 회피 알고리즘이 리더의 요청 메시지에 따라 태그가 자신의 고유번호를 한 비트 씩 전송하는 방식이다[4]. 리더가 태그의 인식 번호를 구별하기 위해 하나의 비트를 보내면 그때 각 태그들은 이용이 가능한 자신의 인식 번호를 가진 비트 정보와 비교한다. 이 구성 방식에 의하여 비트의 위치와 이용도는 비교되어지며 태그들의 메모리에 저장되어지게 된다. 태그들이 보내는 비트 사이에 충돌이 발생하지 않으면 리더는 태그로부터 받은 비트를 메모리에 저장한 후 다음 비트를 요청하게 된다. 그러나 충돌이 발생하면 리더는 0 또는 1 중에서 하나를 선택하여 이에 해당되는 태그들만 다시 응답하도록 하고 다음 비트를 요청하게 된다. 이런 과정을 태그의 고유번호 길이만큼 반복함으로써 하나의 태그를 인식하게 된다.

interrogator	Responses from transponders
t0 : broad cast	
t1 : send 0	receive 0000/0010/0101/1100 (XXXX)
t2 : send 0	receive 0000/0010/0101 (0XXX)
t3 : send 0	receive 0000/0010 (00XX)
t4 : broad cast	receive 0000
t5 : send 0	receive 0010/0101/1100 (XXXX)
t6 : send 0	receive 0010/0101
t7 : broad cast	receive 0101
t8 : send 0	receive 0101/1100 (X10X)
t9 : broad cast	receive 0101
t10	receive 1100

그림 8. 기본적인 Tree-Based 검색 구조
Fig. 8 Sequences of the basic Tree-Based searching scheme

그림 8은 매 단계마다 비트 송 수신 추적에 대한 내용을 보여주고 있다. 리더기는 t0에서 브로드캐스트 프레임을 전송한 후 모든 태그들의 인식 번호들은 t1에 응답되어지게 된다. t1에서 리더기는 '0'을 보내고 태그들은 첫 번째 위치의 비트가 '0'과 동일한 태그를 받게된다. 세 번째 태그의 식별 번호를 받은 후에

리더기는 t2에서 또다시 '0'을 보내면 t2에 '0'과 동일한 두 번째 비트를 받게된다. t3에 다시 '0'을 보낸 후, 5단계에서 리더기는 처음으로 완전한 태그 인식 번호인 '0000'을 얻게된다. 나머지 태그의 인식 번호를 얻기위해서도 t0, t1, t2, t3와 같은 과정을 반복하여 t0~t10까지 11단계를 반복하여 최종 4비트 이용 식별을 모두 얻게 된다. 위와 같은 기본 Tree-Based 충돌 회피 검색 구조의 검색 성능을 좀 더 높이기 위해 Query Tree 검색 알고리즘이 제안되어졌다.

그림 9는 Query Tree 알고리즘 송수신 절차를 보여준다.

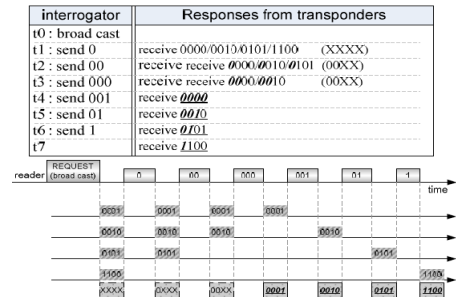


그림 9. Query Tree 검색 구조
Fig. 9 Sequences of the Query Tree searching scheme

Query Tree 검색 알고리즘도 이미 그림 8과 같은 송수신 절차를 가져간다. t0시간에 리더기는 브로드캐스트 프레임 보냄으로써 충돌 회피 절차를 시작한다. 이때 0000/0010/0101/1100의 4비트 태그 식별 번호를 모두 받게된다. 기본적인 Tree-Based 검색 구조에서는 매번 1비트 정보를 보내지만 Query Tree 검색에서는 브로드캐스트 후 패턴을 exclusive-OR 동작과 비교하며 충돌 회피 중재 비트로 처음에는 '0' 그 다음에는 '00' 3단계에서는 '000' 4단계에서는 역순으로 '001' 5단계 '01' 6단계 '1'을 송수신하여 t0~T7단계로 8단계로 성능이 개선될 수 있도록 하는 방식이다. 최근에 연구되어 좀 더 향상된 Query Tree 검색 알고리즘으로는 위치 비트와 충돌 회피를 위한 패턴 정보로 구성된 특별한 프레임 형식을 정의하여 성능을 개선시킨 알고리즘이다. 이 그림 10 알고리즘은 그림 9와 리더기의 송 수신 절차 방식을 제외하고는 나머지는 같은 구조를 가지고 있다. 이 그림 10 알고리즘

증은 그림 8과 그림 9의 장점을 혼합한 방식이다.

interrogator	Responses from transponders
t0 : broad cast	
t1 : send 1,0	receive 0000/0010/0101/1100 (XXXX)
t2 : send 2,0	receive 0000/0010/0101 (0XXX)
t3 : send 3,0	receive 0000/0010 (00X0)
t4 : send 3,1	receive 0000
t5 : send 2,1	receive 0010
t6 : send 1,1	receive 0101
t7	receive 1100

그림 10. 향상된 Query Tree 검색 구조

Fig. 10 Sequences of the improved query tree searching scheme

t1에서 보내어진 '1,0'은 첫 번째 위치에서 '0'을 수신하는 리더 중재기 역할을 수행하는 것으로 리더기의 전송 프레임 길이는 짧으며 각 단계별로 수신되어진 정보를 저장할 필요가 없게되어 보다 성능이 개선되었음을 알 수 있다. 그러나 이러한 많은 장점이 있음에도 불구하고 리더기의 전송 스케줄이 그림 10은 그림 9와 마찬가지로 리더기 송 수신 단계가 8 (t0~t7)단계로 스케줄이 되어진다.

본 논문에서는 태그 인식 향상을 개선하기위해 제안하는 알고리즘 개선 목표로는 위에서 이미 정리되어진 기본적인 Tree-Based, Query Tree 검색 등의 단점을 보완한 방식으로 두 개 이상의 태그들로부터 복수의 인식 번호를 수신 받음으로써 리더 중재기의 프레임 전송 단계를 줄이는데 있도록 한다. 즉 제안한 구성 및 스케줄 방식에서는 첫 번째로는 리더 중재기의 특별한 인식 번호 요청 프레임에 따라, 순차적으로 각 태그들의 전송 절차는 인식 번호간의 간섭 현상을 최소화 하도록 스케줄 되도록 구성하였다. 두 번째로는 리더기의 중재 전송 스케줄을 통한 충돌 및 간섭 현상을 줄이도록 함으로써 전체 태그 인식 성능을 향상 시키는데 있다고 제안하였다. 이와 같은 구성을 이용하기 위해서, 두 개의 충돌 회피 프레임을 적용하여 활성화 프레임과 복수 응답 프레임으로 재 구성 되어지도록 제안하고자 한다.

Frame format(0) : Activation frame	inquiring bit sequence	
Frame format(1) : Multi-responding frame	Flag sequence of inquiring position	Decided bit

그림 11. 새롭게 제안된 검색 프레임 구조

Fig. 11 Defined frame format of the proposed searching scheme

활성화 프레임(AF)은 [2]에서 제공되어진 그림 [9]와 같은 Query Tree 알고리즘과 거의 같이 동일하게 행하여지고 있다.

그림 [11]은 충돌회피 프레임을 새롭게 제안한다. 태그 활성화 프레임(AF)은 어떠한 비트 패턴과 어떤 플래그 프레임 포맷을 포함한다. 또한 복수 응답 프레임 (MF)은 프레임 형식, 위치 문의 플래그 절차 (FSIP), 그리고 결정 비트 정보를 포함한다. FSIP 스트리밍 비트 패턴에서, 첫 번째 위치가 '1'의 값이면 리더기 '1'과 '0'에 의해 결정된 첫 번째로 충돌된 위치를 가르키며 두 번째 '1'은 충돌 회피 프레임 질의에 대한 마지막 위치를 가르킨다. 만약 어떤 태그가 리더기로부터 이용 가능하다는 활성화 프레임을 받게되면 이는 다중 응답 프레임이 대응할 수 있는 활성화 상태로 복수의 태그가 동작하게 되었다고 할 수 있다. 반면 태그가 비활성화 상태로 가면 태그는 활성화 (AF) 수신 때까지는 대응하지 않는다. 올바른 충돌 회피 성능 개선을 위해서는 태그 식별 인식 정보 구조에서 수신되어진 첫 번째 충돌 정보는 두 개의 다른 비트가 함께 수신되어진 것으로 여겨질 수 있다. 그러므로 첫 번째로 충돌되어진 비트 위치에서 태그 식별 인식 정보로 '0' 과 '1' 값 양쪽이 이용되어 졌다고 쉽게 결론지어질 수 있다. 그러나 두 번째 충돌 비트 값은 첫 번째 충돌 비트처럼 손쉽게 결론 내어질 수 없다. 이러한 충돌 회피를 최소화하기위해서 리더기와 태그사이에는 스케줄이 정리되어야 한다.

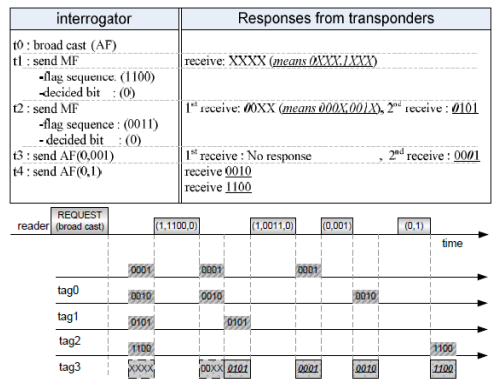


그림 12. 제안된 검색 엔진의 스케줄 구조

Fig. 12 Sequences of the proposed searching scheme

t0에 리더기는 이용자 식별을 위해 모든 태그를 활성화 상태로 만든 브로드캐스트 프레임을 전송한다

t1시간에 'XXXX'의 수신으로부터 '0XXX'와 '1XXX' 인식 번호를 전달한다. 그때 리더기는 '1XXX'를 저장하고 '0XXX'를 사용함으로써 복수 응답 프레임을 만든다. 첫 번째 비트 위치에서 결정 되어진 비트가 '0'임을 알려주기 위해, 리더기는 위치질의 위한 플래그 절차가 결정 비트가 '0'을 가지고서 '1100'과 동일한 위치를 가진 플래그 순서를 가지도록 다중 응답 프레임(MF)를 송부한다. t2에서 리더기는 분리된 첫 번째와 두 번째 타임 슬롯에서 '00XX'와 '0101'을 받게된다. '0101' 스트림은 확정된 인증 번호이므로 리더기는 '0101' 스트림을 저장하고 '00XX'를 사용하여 새로운 다중 응답 프레임을 만든다. 더 이상 충돌이 없는 태그 인식 번호판이 없으면 리더기는 새로운 능동적 활성화 프레임(AF)을 만들게 된다. 본 구성 스케줄링을 통하여 t0~t4의 5단계로 인식 식별 및 충돌 회피 방식을 최소화하여 개선할 수 있음을 알 수 있다. 다음은 태그 인식 속도 향상을 위한 충돌 회피 알고리즘에 대한 기본 비교 방식을 보여준다.

표 2. 충돌 회피 알고리즘의 비교
Table 2. Comparison of anti-collision algorithm

충돌회피	Tree-Based	Query Tree	개선된 Query Tree	제안된 MF방식
스케줄링 송수신	11회/4비트	8회/4비트	8회/4비트	5회/4비트
결정 비트 송수신	브로드캐스팅 /1회씩 선별 저장 /브로드캐스팅	브로드 캐스팅 /3회선별 저장	브로드 캐스팅/ 위치선별/ 저장	브로드 캐스팅 /MF /AF

IV. 성능 비교 분석

제안된 충돌 회피 알고리즘의 성능을 구현하기 위해서는, 태그 검색 시물레이션이 Tree-Based 방식과 제안된 M/F 방식으로 검증하였다. 이때 시물레이션을 통한 검증 요소로는 개별 태그 인식 번호의 길이와 태그의 밀도로 기준을 수립 하였다. 태그 밀도는 리더기 운영 범위에서 최대한 존재할 수 있는 태그의 최대 밀도 수 1024 노드를 100%로 수립하였다.

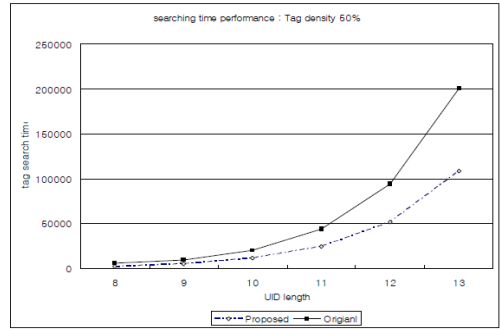


그림 13. 기본 Tree-Base 충돌 회피 방식과 고정형 태그 밀도를 가진 제안형 구조 사이의 검색 시간
Fig. 13 Searching time of the basic tree based anti-collision scheme and the proposed scheme with fixed tag density

그림 13은 검색 시간이 50%로 줄어들고 있는 태그 밀도 시간을 보여준다.

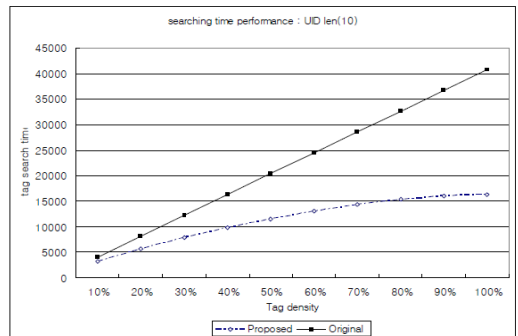


그림 14. 고정 태그 밀도를 가진 기본 Tree-based 알고리즘과 제안 MF방식의 검색 시간 비교
Fig. 14 Searching time of the basic tree based anti-collision scheme and the proposed scheme with fixed UID length

그림 14는 식별 인식표 길이가 10으로 고정되어 있을 때 태그 밀도의 변수로서 검색 시간을 보여준다 기본 충돌 회피 Tree-Based 태그 검색 시간은 거의 선형으로 증가하나 제안된 MF 방식은 태그 밀도를 따라서 증가율이 점점 더 줄어들게 된다는 것을 알 수 있었다. 이 결과는 제안되어진 MF 방식의 검색 알고리즘이 기본 Tree-based 알고리즘보다도 50% 이상의 성능 효과를 보여준다는 것을 알 수 있었다.

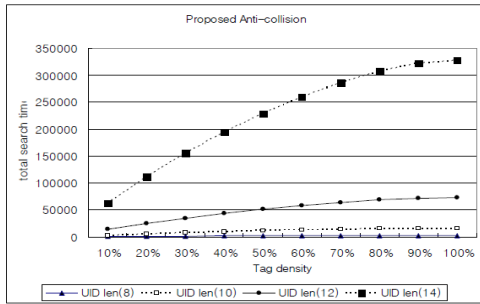


그림 15. 고정 인식 정보 길이 (10)을 가진 기본 Tree-based 알고리즘과 제안 MF방식의 검색 시간 비교

Fig. 15 Searching time of the proposed scheme as a parameter of tag density and UID length

그림 15는 식별 인식표 길이와 태그 밀도가 변수로서 함께 사용되었을 때를 보여준다. 100% 태그 밀도를 가지고서 14로 인식 번호의 길이가 고정되어 있을 때 총 태그의 검색 규격은 600000 ETU 검색 시간을 보여 준다. 예를 들어 13.56MHz RF ID경우에 가장 작은 ETU 기간은 1.2us이다. 대략 0.7초가 모든 Tag를 증명하는데 적용되어짐을 보여준다는 것을 알 수 있었다.

V. 결론

본 논문을 통하여, 복수의 충돌을 회피하기 위하여 사용되어진 효율적인 Tree-based 충돌 회피 프레임 구조와 복수 응답 태그 스케줄을 사용한 방법이 제안되어졌다. 제안되어진 알고리즘 구조는 같은 태그 수를 가지고서도 검색 및 인식 성능 향상이 30%이상 절감되어 졌음을 알 수 있었다. 또한 같은 길이에서는 50%의 검색 시간이 절감 되어졌음을 알 수 있었다

감사의 글

본 논문은 인천대학교 2010년도 자체연구비 지원에 의하여 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 이수련, 이채우, "RFID 시스템의 다중인식기술 현황", 한국전자학회지, 15권, 2권, pp. 44-45, 2004.
- [2] 이근호, "무선인식(RFID)기술", TTA 저널, 89호, pp. 124-128 2003..
- [3] Klaus Finkenzeller, RFID handbook, Second Edition, Jone Wiley & Sons, 2003.
- [4] R. Raphael, S. Moshe, Multiple Access Protocols, Springer-Verlag, 1990.
- [5] Biddle, P., England, P., Peinado, M. and Willman, B., "The Darknet and the future of content protection", In Digital Rights Management-Technological, Economic, Legal and Political Aspects. LNCS 2770, Springer, pp. 344-365.
- [6] 류남훈, 반경진, "RFID 태그 데이터를 이용한 3차원 시각화 정보시스템 설계 및 구현", 한국전자통신학회논문지, 2권, 4호, pp.203~208, 2007.
- [7] 신명숙, 이준, "계산 그리드를 이용한 대량의 RFID 태그 판별 시간 단축 방법" 한국전자통신학회논문지, 5권, 5호, pp.547~554, 2010.

저자 소개



이한영(Han-Young Lee)

1978년 2월 홍익대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

1982년 8월 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2006년 8월 홍익대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)

인천대학교 정보통신공학과 교수

인천광역시 U-인천 광대역 자가통신망 기본 및 실시설계 용역의 설계 자문위원

※ 관심분야 : RFID시스템, 통신시스템 성능 개선 (QoS)