

평균 처리율을 고려한 RFID 시스템의 하이브리드 충돌 방지 기법

Hybrid anti-collision method for RFID System with the consideration of the average throughput

최 성 연*, 이 제 호*, 김 성 현*, 차 균 현***

Sung Yun Choi*, Jeho Lee*, Sung Hyun Kim*, Kyun Hyon Tchah***

Abstract

Slotted-ALOHA and Binary-tree method are researched for the anti-collision for RFID system. However, it is required of the rapid recognition time for all tags and the reduction of the system complexity. In this paper, the hybrid anti-collision method is proposed to solve the problems. The RFID reader with the hybrid anti-collision method groups the tags with the number which makes the maximum system throughput, then it reads each group by slotted-ALOHA method. By the computer simulation results, it is found that the hybrid method improves the tag identification time and the system throughput together with the comparison to other anti-collision methods. Therefore, the proposed hybrid anti-collision method will enhance the RFID system performance.

요 약

현재 Slotted-ALOHA 방식과 Binary-tree 방식의 충돌 방지 방식이 많이 연구되고 있으나, 인식 시간의 지연 및 시스템 구현 시 복잡도 등으로 실용적인 측면에서는 더 많은 문제를 해결해야 될 필요가 있다. 본 논문에서 이를 해결하기 위하여 Slotted-ALOHA 방식과 Binary-tree 방식을 혼합한 방법으로 태그를 여러 개의 그룹으로 나누고, 각 태그 그룹은 Slotted-ALOHA 방식을 이용하여 인식 작업을 수행하는 하이브리드 충돌 방지 기법이다. 한 그룹의 태그의 수는 시스템 처리율(Throughput)이 최대가 되는 태그의 수로 결정한다. 제안하는 하이브리드 충돌 방지 방식과 기존에 사용되고 있는 방식들을 태그의 인식 시간과 처리율 측면으로 비교하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 하였다. 제안하는 충돌 방지 기법은 기존의 방법보다 빠른 태그의 인식시간과 우수한 처리율을 보여서 현재의 RFID 시스템의 성능을 더욱 높일 수 있으리라고 예상된다.

Key words : RFID, Anti-collision, Slotted-ALOHA, Binary-tree, Throughput

* 韓國産業技術大學校 電子工學科
(Dept. of Electronics Engineering, Korea Polytechnic University)

** 高麗大學校 電氣電子電波工學部
(School of Electrical Engineering, Korea University)

★ 교신저자 (Corresponding author)

接受日:2010年 5月 29日, 修正完了日: 2010年 6月 27日

1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification)는 물품에 태그(tag)를 부착하고, 태그를 통해서 물품을 식별하는 무선통신 기술이다.[1] RFID 시스템의 개발 초기에는 기존의 종이 바코드를 대신하고자 개발된 기술로 바코드 대신 태그를 부착 더욱더 효과적인 물품관리를 예

상하였으나, 현재까지 바코드를 대신하지 못하고 있으며, 일부 제한된 곳에서만 사용되고 있다.

RFID 기술 확산에 있어 가장 큰 문제 중 하나는 다중 태그의 인식 문제이다. RFID 리더(Reader)의 식별 영역 내에 다수의 태그가 존재할 경우 태그의 정보를 충돌 없이 전송받아 리더 식별 영역에 있는 모든 태그를 인식할 수 있어야 하지만 동시에 모든 태그를 인식하는 것이 불가능하며, 모든 태그를 인식한다 해도 시간이 많이 걸리는 문제점이 있다. 이러한 RFID 태그 인식 문제는 충돌 방지(Anti-collision) 기법을 통해 해결하고자 많은 연구가 진행되고 있으며, 이는 RFID 시스템에서 가장 핵심이 되는 기술이다. [2][3]

현재까지 RFID 시스템의 핵심 기술인 충돌 방지(Anti-collision) 방식은 ALOHA 기반의 충돌 방지(Anti-collision) 방식과 Binary-tree 기반의 충돌 방지(Anti-collision) 방식으로 주로 연구되고 있으며, 본 논문에서는 지금까지 연구된 Slotted-ALOHA 기반의 충돌 방지 방식과 Binary-tree 기반의 방식에 대해서 기본 동작과 시스템의 처리율(Throughput) 관점으로 소개하고, 현재까지 연구된 방식들의 문제점을 보완하기 위하여 Binary-tree 방식과 Slotted-ALOHA 방식을 혼합한 하이브리드 방식으로 새로운 충돌 방지 기법을 제안한다. 마지막으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존의 방식과 제안하는 충돌 방지 방식의 성능을 태그의 인식시간과 평균 처리율을 통해 비교 분석한다.

II. 본론

1. ALOHA 기반의 충돌 방지 알고리즘

ALOHA 기반의 충돌 방지 방식은 RFID 리더(Reader)가 태그를 읽기 위하여 태그의 접속을 인식하는 고정시간 슬롯을 사용하며 RFID의 사용영역 내에 있는 다수의 태그들은 리더의 요구에 따라 랜덤하게 응답하고 리더기는 고정시간 슬롯 구간에 응답이 성공한 태그들만 인식하는 작업을 수행하게 된다.

RFID 리더는 랜덤하게 응답한 태그의 인식 작업 수행 시 리더의 고정슬롯 중 하나의 슬롯에 2개 이상의 복수 태그들이 동시에 응답하게 되면 서로 충돌이 발생하여 태그의 인식 작업이 실패하게 되며, 하나의 슬롯에 한 개의 태그만 응답할 때 RFID 리더는 해당 태그만 정확히 인식하게 된다.

ALOHA기반의 충돌 방지 방식의 인식 작업 수행 동작을 그림 1에 설명하였다. RFID 리더의 요청 후 슬롯 1 구간에서는 태그1 만 응답해서 RFID 리더는 이 태그를 정확히 읽게 되며, 슬롯 2 구간의 경우에는 태그2와 태그4가 동시에 응답하여 충돌이 일어나며 RFID 리더는 아무 태그도 읽지 못하게 된다.

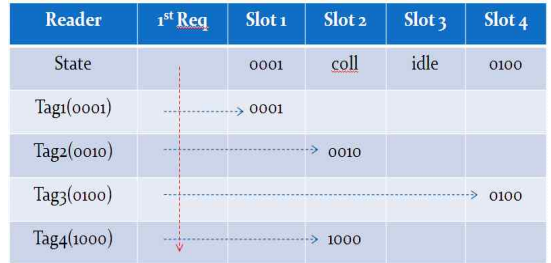


Fig. 1. Basic operation of anti-collision method in ALOHA
그림 1. ALOHA 기반의 충돌 방지 방법의 기본동작

한편, 슬롯 3 구간에서는 응답한 태그가 없어 Idle 상태가 되고, 마지막으로 슬롯 4구간에서는 태그3만 응답하여 RFID 리더는 해당 태그3을 읽는데 성공한다.

Table 1. Various Anti-Collision Methods in RFID ISO 18000-6

표 1. ISO 18000-6 표준의 여러 가지 충돌 방지 방식

900MHz (RFID 표준안)	Anti-Collision algorithm
ISO 18000-6 TYPE-A	Framed Slotted
ISO 18000-6 TYPE-B	Probabilistic Binary tree
Auto ID Class 0	Bit-by-bit Binary Tree
Auto ID Class 1	Binary tree using 8 bin slots
EPC global Gen 2	Probabilistic Slotted

ALOHA 기반으로 하는 충돌 방지 방식을 사용하고 있는 RFID 표준은 ISO 18000-3, ISO 18000-6 Type A 등이다.[4][5] 표 1은 ISO 18000-6 900MHz 대역의 여러 가지 충돌 방지 기법을 소개하였다. 표 1에서 알 수 있듯이 여러 가지 기술 표준에 따라서 여러 가지 충돌 방지 기법이 제안되어 있고, 이 충돌 방지 기법은 기본적인 ALOHA 방식과 Binary-tree 방식을 기반으로 제안되었다.

기본적인 ALOHA 기반의 충돌 방지 방식의 사용하고 있는 RFID 시스템의 처리율(Throughput)은 준비된 고

정 슬롯 중에서 성공한 슬롯과 총 고정 슬롯의 비(Ratio)로 정의할 수 있다. RFID 표준에서 사용하고 있는 Framed Slotted 및 Probabilistic Slotted 등의 충돌 방지 방식은 그 형태가 조금 다르지만 ALOHA 기반을 사용하고 있으므로 처리율에서는 큰 차이를 보이지 않고 있다. 처리율을 구하기 위해서는 한 고정 슬롯에 태그 ID 전송을 성공할 확률, 응답한 태그가 없는 Idle 슬롯이 발생한 확률, 복수의 태그들이 동시에 응답하여 그 슬롯에 태그 간 충돌이 발생할 확률을 계산하여야 한다.[6][7][8]

먼저 Idle 슬롯이 발생한 확률은 식(1)로 계산된다.

$$P_{idle} = (1-p)^n \quad (1)$$

다수의 n개의 태그 중에서 한 개의 태그만 자신의 ID를 해당 슬롯에 성공적으로 전송할 확률은 식(2)로 계산된다.[1] 이 때 n은 태그의 수이고 p는 1/Slots로 나타낸다.

$$P_{succ} = np(1-p)^{n-1} \quad (2)$$

식(1)과 식(2)를 이용하여 한 개의 슬롯에 충돌이 발생할 확률을 구하면 식(3)과 같다.

$$P_{coll} = 1 - P_{idle} - P_{succ} \quad (3)$$

따라서 RFID 시스템의 처리율 S_{AL} 는 정의에 의하여 다음 식(4)과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} S_{AL} &= \frac{P_{succ}}{P_{succ} + P_{coll} + P_{idle}} \\ &= np(1-p)^{n-1} \end{aligned} \quad (4)$$

RFID 리더의 고정 슬롯을 64, 128, 256개의 슬롯으로 사용하는 ALOHA 기반의 충돌 방지 방식을 사용하는 RFID 시스템의 처리율을 식(4)를 이용하여 각각의 결

과를 그림 2에 나타내었다.

이 결과를 보면 각각의 서로 다른 고정 슬롯을 사용하고 있지만 시스템의 최대 처리율은 약 37%의 동일한 처리율을 보이고 있다.

최대 처리율은 식(4)로부터 얻을 수 있다. 처리율이 최대가 되는 태그의 수는 처리율 식의 미분값이 0이 되는 즉, 극치가 되는 수 중에서 처리율 식을 다시 두 번 미분한 결과에 위에 계산된 슬롯의 수를 넣어 음의 값을 가지는 최대값이 되는 슬롯의 개수에서 최대 처리율을 갖게 된다.

ALOHA 방식에서 처리율의 최대값은 RFID 시스템의 고정 슬롯의 개수와 동일한 태그의 개수에서 얻게 된다.

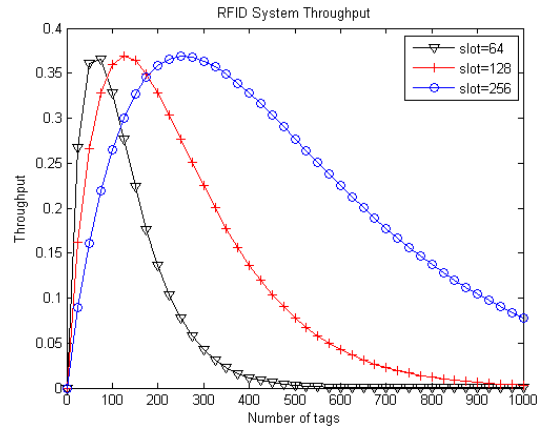


Fig. 2. RFID Throughput with slot numbers

그림 2. RFID 리더의 고정 슬롯 개수에 따른 처리율

2. Binary Tree 기반의 충돌 방지 알고리즘

RFID 표준 ISO 18000-6 Type B에 적용된 Binary-tree 기반의 충돌 방지 방식의 경우 ALOHA 방식과 동일하게 고정 슬롯을 사용하고 있으며, RFID 리더의 요구에 다수의 태그가 랜덤으로 응답하여 인식작업을 수행하는 ALOHA 방식과 달리 Binary-tree 방식의 경우 인식해야 되는 다수의 태그를 '0', '1' 두 개의 그룹으로 나누어 인식 작업을 수행하게 된다.[9]

Binary-tree 기반으로 하고 있는 Slotted Binary-tree의 동작 예를 그림 3으로 설명하였다. 태그 A, B, C 3개만 있다고 가정하고 Slotted Binary Tree 충돌 방지 알고리즘의 동작하는 과정이며, Slotted Binary-tree 방

식의 경우 기존의 Binary-tree 방식과 같이 '0', '1'의 태그 그룹으로 나누어 인식 작업을 수행하며, '0', '1' 그룹을 나누기 위해 각각의 태그에는 카운터(Counter)가 존재하여 '0', '1'을 랜덤하게 생성하게 된다. 그림 3을 보면 우선 노드 S에서 태그 A, B, C가 모두 반응하여 충돌이 발생하였다. 충돌이 발생한 태그를 '0', '1'의 그룹으로 나누기 위해 태그 카운터를 이용하여 '0', '1'을 랜덤하게 생성하게 된다. 이때 각 태그 중에서 '0'를 선택한 태그는 RFID 리더에 의해 인식되어지고 '1'를 선택한 태그는 다시 카운터를 이용하여 '0'값으로 태그의 카운터 값이 초기화 되며, 이러한 과정을 RFID 리더의 인식영역 내에 있는 태그가 모든 인식되어 질 때 까지 반복 수행하게 된다.

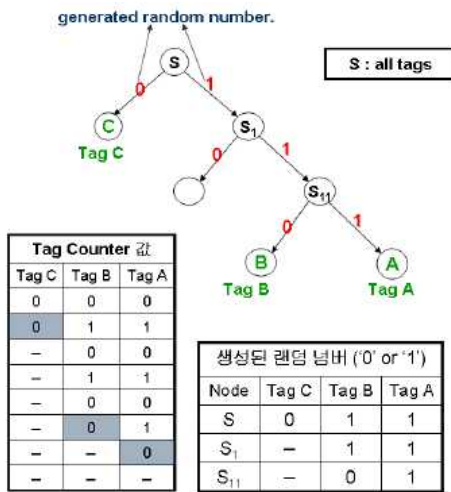


Fig. 3. Operation of ISO 18000-6 Type B (Slotted Binary-tree)
그림 3. ISO 18000-6 Type B (Slotted Binary-tree) 동작

한편, RFID 시스템에서 Binary-tree 기반의 충돌 방지 방식을 사용하는 주파수 대역은 900MHz 대역으로 Type B, Auto ID class 0, class1 기술 표준 사양이 있다. 각 방식은 서로 다른 기법을 사용하고 있지만 처리율(Throughput)은 큰 차이를 보이지 않고 있다.

그림3과 같은 Binary-tree의 충돌 방지 방식을 사용하는 RFID 시스템의 처리율은 태그를 인식한 성공한 슬롯과 총 사용된 슬롯의 비로 정의되고, 다음 식(5)와 같다.[10]

$$S_{BT} = \frac{Succ Slots}{Total Slots} \tag{5}$$

식(5)에서의 Succ Slots는 인식하고자 하는 태그의 수이고, Total Slots의 경우 아래 식(6)과 같이 정의된다.[10]

$$Total Slots = \frac{2.88 \times (n-1)}{1-p^n - (1-p)^n} \tag{6}$$

식 (6)에서의 p는 태그가 0, 1를 선택할 확률로 0.5이다.

Binary-tree 기반으로 하는 태그의 수가 증가함에 따라 Slotted Binary-tree의 처리율을 그림 4에 나타냈다. 이 계산 결과 Binary-tree 기반으로 하는 Slotted Binary-tree의 최대 처리율은 약 40%로 37%인 ALOHA 방식 보다는 다소 우수한 결과를 보이고 있다. 또한 태그의 수가 증가됨에 따라서 처리율이 감소되지만 처리율은 35% 정도로 ALOHA 방식과 같이 급격이 불안정 영역으로 친이 되지 않아서 평균 처리율이 비교적 우수하다.[11]

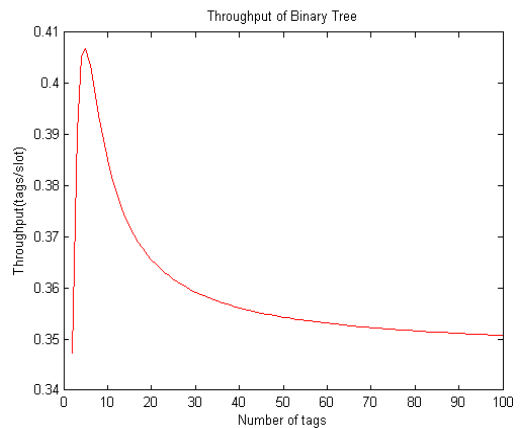


Fig. 4. Throughput of Slotted Binary-tree
그림 4. Slotted Binary-tree 방식에 따른 처리율

3. Hybrid 기반의 충돌 방지 알고리즘

제안하는 충돌 방지 방식은 Binary-tree 방식과

Slotted-ALOHA 방식을 혼합한 하이브리드 방식으로 RFID 리더의 인식 영역 내에 다수개의 전자 태그가 존재할 경우 다수의 태그 인식 작업을 수행하기 전에 먼저 Binary-tree 방식과 같이 태그들을 그룹핑(Grouping)한다. 만약 태그 그룹이 A, B 두 그룹으로 나누어 졌다면 RFID 리더는 A, B 그룹 중 하나를 먼저 선택하고 선택 받지 못한 다른 그룹은 Sleep 상태가 된다. RFID 리더는 먼저 선택된 태그 그룹을 고정 Slotted-ALOHA 방식을 이용하여 인식 작업을 수행한다. 이 인식작업이 완료되면 Sleep 상태였던 태그 그룹은 Active 상태로 바뀌고 RFID 리더는 이 태그들을 다시 고정 Slotted-ALOHA 방식을 이용하여 인식한다.

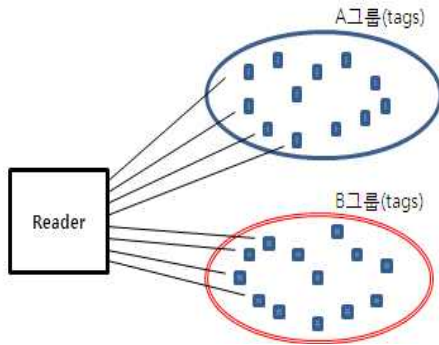


Fig. 5. RFID tag recognition by tag grouping
그림 5. 태그 그룹핑을 이용한 RFID 리더의 태그인식

RFID 리더가 인식 작업을 수행하기 전에 태그의 수를 여러 가지 알고리즘[6][7][8][12][13]으로 예측하고, 그림 5처럼 먼저 그룹핑(Grouping)한다. 그룹핑을 결정하는 그룹 태그의 개수는 RFID 시스템의 ALOHA 방식의 처리율(Throughput)을 이용하여 계산된다.

그림 6은 128개 및 256개의 고정 슬롯을 사용하는 Slotted-ALOHA 방식의 RFID 시스템이 1000개의 태그를 인식 작업을 수행할 때 처리율을 각각 계산한 그림이다. 고정 슬롯이 256개인 경우 태그의 개수가 256개 일 때 최고의 처리율(Throughput)을 보이고 있다. 만일 256개의 고정 슬롯을 갖는 Slotted-ALOHA 방식의 RFID 시스템에서 태그의 수가 256개 이상이 되면 그림 6에서 나타나듯 인식해야 될 태그의 수가 커질수록 처리율이 급속히 줄어드는 불안정 영역으로 시스템이 동작한다. 한편 태그의 수가 256개 이하인 경우에는 인식해야 되는 태그의 수가 점점 증가됨에 따라 처리

율이 증가되고 태그가 256개가 될 때 최고의 처리율을 갖는다.

하이브리드 충돌 방지 방식은 RFID 시스템의 최고 처리율이 되는 태그의 수를 기준으로 태그의 수로 그룹핑하여 ALOHA 방식으로 인식한다. 따라서 256개의 고정 슬롯을 사용하는 Slotted-ALOHA 방식의 RFID 시스템이 1000개의 태그를 인식 작업을 수행할 때 태그의 개수를 256개씩 4개의 그룹으로 나누어 그룹핑(Grouping) 하여 ALOHA 방식의 인식 작업을 수행한다면 최적의 시스템 처리율로 매우 좋은 결과를 얻을 수 있다.

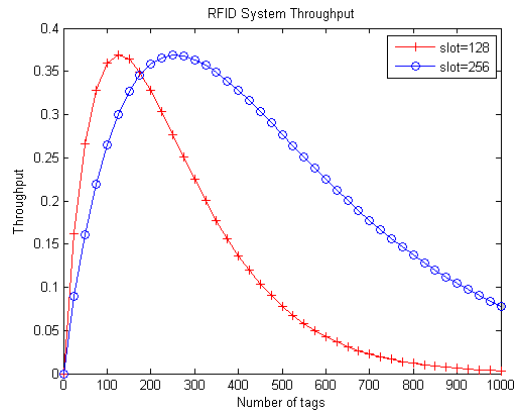


Fig. 6. Throughput of ALOHA with fixed slot number
그림 6. ALOHA 방식의 고정 슬롯 개수에 따른 처리율

4. 시뮬레이션 및 성능 분석

하이브리드 충돌 방지 방식의 성능을 분석하기 위해서 256개의 고정 슬롯을 사용하고 그룹핑(Grouping)을 하지 않은 FSA(Framed Slotted ALOHA)방식[14], DFSA(Dynamic Framed Slotted ALOHA)방식[14], 그리고 제안하는 하이브리드 충돌 방지 방식의 태그 인식 시간을 계산하여 비교하였다. 이때 인식 시간이란 리더의 식별 영역에 존재하는 태그들을 모두 인식 하는데 걸리는 총 시간으로 S_{time} 라고 식(7)과 같이 정의한다.

$$S_{time} = (\text{라운드수} \times \text{Tag_ID} \times \text{슬롯수}) / \text{전송속도} \tag{7}$$

본 시뮬레이션은 ISO/IEC 18000-6 TYPE A 프로토

콜을 반영하여 표 2의 RFID의 표준 규격을 이용하여 시뮬레이션을 하였다. 이때 무선 채널에서의 프레임 전송 에러로 인한 재전송은 없다고 가정하였다.

각각의 충돌 방지 방식에 대한 시뮬레이션 결과로 그림 7에 태그의 수에 따라서 인식하는 시간을 보여주고 있다. 첫 번째 FSA(S=256) 결과는 256개의 고정 슬롯을 이용한 일반적인 Slotted-ALOHA 방법으로 1000개의 태그를 모두 읽는 시간이 20초로 가장 긴 결과를 보였다. 두 번째, 세 번째, 네 번째 결과는 DFSA (Dynamic Framed Slotted ALOHA) 방법으로 1000개의 태그를 읽는 시간이 6초, 5초, 4초로 네 번째 방법이 가장 좋은 인식시간을 보여주고 있다.

Table 2. RFID ISO 18000-6 Standard
표 2. RFID ISO 18000-6 표준 사양

		타입 A	타입 B
제안기업/단체		Tagsys(호주) TI(미국) Bistar(영국)	Intermed(미국) Philips(네덜란드)
R/W로 부터의 발신	전송 주파수	860~930MHz	
	방식	Narrowband / FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)	
	통신 속도	33kbps	10~40kbps
	변조 방식	ASK30%	ASK11% 혹은 99%
	부호화 방식	FM0, Pulse Interval(PIE)	FM0 맨체스터
태그로부터의 발신	통신 속도	40kbps	
	변조 방식	Bi-state Amplitude Modulation Backscatter	
	부호화 방식	Pulse Interval(PIE) FM0	맨체스터 FM0
충돌방지방식		ALOHA (태그 250개)	Binary-tree (태그 250개)

하이브리드 방식의 충돌 방지 기법으로 256개의 고정 슬롯을 사용하였으며, 시스템 처리율(Throughput)에 따라 256개씩 총 4개의 그룹으로 태그를 그룹핑을 하였다. 제안하는 충돌 방지 방식의 시뮬레이션 결과

1000개의 태그를 읽는 시간이 4초로 DFSA 방법을 이용하지 않아도 인식 시간에서 두 번째, 세 번째 방법보다 우수하며, 인식 시간이 빠른 네 번째 DFSA (Dynamic Framed Slotted ALOHA) 방식과 거의 동일한 결과를 보임을 알 수 있다. 따라서 제안하는 기법은 슬롯의 크기를 복잡하게 가변하는 DFSA 방식에 비하여 간단히 구현할 수 있고 동시에 인식 시간이 빠른 충돌 방지 기법으로 RFID 시스템의 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.

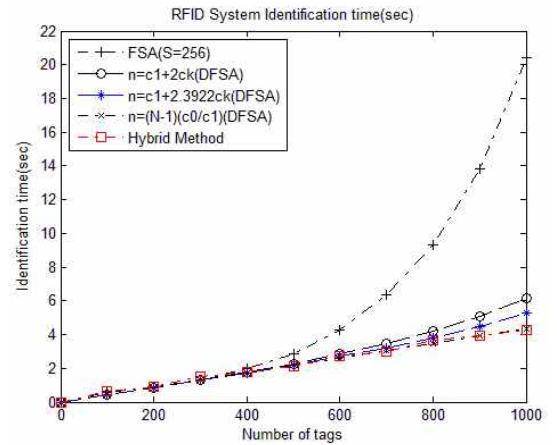


Fig. 7. Identification time of tags with anti-collision methods
그림 7. 충돌 방지 방식별 태그 개수에 따른 인식시간

5. ALOHA, Binary-tree, Hybrid 방식의 Throughput 비교 분석

하이브리드 충돌방지 방식과 다른 충돌방지 방식에 대한 처리율(Throughput)을 비교하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 8은 각각의 방식이 100개의 RFID 태그를 읽는 동일한 조건 하에서 처리율(Throughput) 계산하고 이를 비교 분석한 결과의 그림이다.

이때 RFID 시스템의 평균 처리율(Throughput) S_{AVG} 은 다음 식(8)와 같이 정의한다.

$$S_{AVG} = \frac{\sum_{i=1}^N S(i)}{N} \tag{8}$$

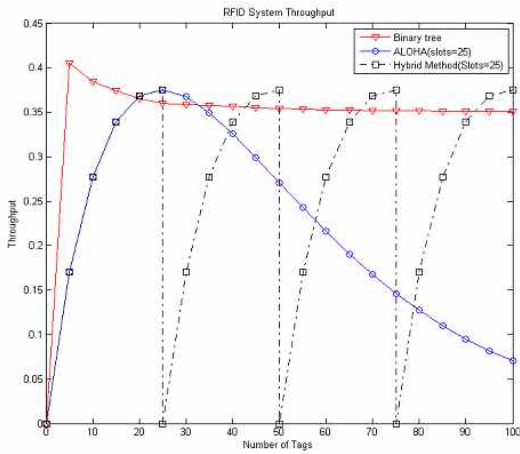


Fig. 8. Throughput comparison with anti-collision methods
 그림 8. 충돌 방지 방식별 처리율 비교

(8)식에서 $S(i)$ 은 i 개의 태그의 각 충돌 방지 방식에 대한 처리율이고, N 은 총 태그의 수이다.

각 충돌 방지 방식별로 성능 비교를 위하여 평균 처리율을 구하고, 이를 표 3에 최종 정리하였다. 평균 처리율은 Binary-tree 방식이 0.35로 가장 우수하고, 하이브리드 충돌 방지 방식이 0.26으로 ALOHA 방식 0.22보다 우수하지만 Binary-tree 방식보다는 성능이 다소 떨어진다.

하지만 총 100개의 태그를 충돌 없이 RFID 리더가 인식하는 이론적인 시간을 비교하면 하이브리드 방식이 0.42초로 가장 빠르게 태그를 읽어드리고, 다음으로 Binary-tree 방식이 1.6초, ALOHA 방식이 5.13초의 시간으로 계산된다.

Table 3. Comparison of the tag identification time and average throughput

표 3. 충돌방지 방식별 평균처리율 및 인식시간 비교

	평균 처리율 (Average Throughput)	인식시간(sec)
ALOHA 방식 (slots=25)	0.224	5.13
Binary-tree 방식	0.35	1.6
Hybrid 방식 (slots=25)	0.255	0.42

따라서, 제안하는 하이브리드 방식의 충돌 방지 기법은 상대적으로 시스템의 복잡도를 줄이면서 동시에 처리율(Throughput)과 태그의 인식 시간을 개선하는 우수한 방식이라 할 수 있다.

III 결론

본 논문은 RFID 시스템에서 주로 사용되고 있는 Binary-tree 방식과 Slotted-ALOHA 방식을 혼합한 새로운 하이브리드 충돌 방지 기법을 제안하였다.

하이브리드 충돌 방지 방식은 RFID 시스템의 처리율에 기반한 최적의 태그 수로 태그들을 먼저 그룹핑하고, 고정 Slotted-ALOHA 방법으로 RFID 리더가 태그를 인식하는 방식으로 현재까지 많이 연구되고 있는 3가지 DFSA (Dynamic Framed Slotted ALOHA) 기법들과 태그의 인식 속도를 비교하였다. 1000개의 태그를 인식하는 시간을 시뮬레이션을 통해서 얻어진 결과, 제안하는 하이브리드 충돌 방지 알고리즘이 DFSA 방식 중에서 가장 성능이 우수한 방식과 동일한 태그 인식 시간 결과를 얻었다.

따라서 하이브리드 충돌 방지 방식은 고정 슬롯을 이용하기 때문에 슬롯을 복잡하게 가변하는 DFSA 방법보다 메모리나 제어부를 작은 사이즈로 관리할 수 있으므로 RFID 시스템의 구현이 용이하며, 태그의 인식 시간도 Binary-tree 방식에 비하여 매우 우수하므로 제안하는 하이브리드 충돌 방지 방식을 적용하는 경우 기존의 RFID 시스템의 성능을 더욱 향상시킬 것으로 예상된다.

한편, 여러 가지 충돌방지 기법을 채택한 RFID 시스템의 처리율을 비교하기 위하여 ALOHA 방식과 Binary-tree 방식의 시스템의 처리율을 정의하고 비교 분석하였다. 각각의 방식에 따른 최대 처리율을 비교하면 ALOHA 방식의 충돌방지 기법을 사용하는 RFID 시스템의 경우 약 37%이며, Binary-tree 방식의 충돌 방지 기법을 사용하는 경우 약 40%의 처리율을 갖는다. RFID 시스템의 처리율은 시스템을 평가하는 중요한 척도가 되지만 실용성 면에서 RFID 시스템의 성능을 결정하는 유일한 요소가 아니며, 태그 인식 시간이나 시스템 효율 등을 함께 고려해야만 한다.

따라서 본 논문에서 제안한 하이브리드 방식의 충돌

방지 방식은 RFID 시스템의 평균 처리율과 인식 시간을 동시에 개선하는 결과를 보였고, 현재 많이 사용되고 있는 DFSA 방법과 비교한 결과 평균 처리율은 거의 동일하고 인식시간은 매우 우수하였다. 따라서 제안하는 하이브리드 충돌 방지 방식은 간단히 시스템을 구현할 수 있고 처리율과 인식 시간이 우수하여 RFID 시스템의 성능을 더욱 향상시킬 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] K. Finkenzeller, *RFID Handbook ; Fundamentals and application in Contactless Smart Cards and Identification, Second Edition*, John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [2] J. R. Tuttle, "Traditional and emerging technologies and applications in the radio frequency identification (RFID) industry", *Radio Frequency Integrated Circuits (RFIC) Symposium, 1997, IEEE*, pp.5-8, June, 1997
- [3] P. Hawkes, "Anti-collision and Transponder Selection Methods for Grouped "Vicinity" Cards and PFID tags", *RFID Technology (Ref. No. 1999/123), IEE Colloquium on*, pp. 7/1-7/12, 1999
- [4] *ISO/IEC 18000-6 : 2003[E], Part 6* : Parameters for air interface communications at 860-960MHz, Nov. 26, 2003.
- [5] EPCglobal. "EPCTM Generation 1 Tag Data standards version 1,1 Rev. 1.27," EPCglobal, May 2005.
- [6] 차재룡, 김재현 "RFID 시스템에서의 태그 수를 추정하는 ALOHA 방식 Anti-collision 알고리즘" *한국통신학회논문지*, '05-9, Vol.30, No. 9A, 2005.
- [7] 이지봉, 김완진, 김형남 "ALOHA 방식 RFID 시스템에서의 태그 개수 추정 방법" *한국통신학회논문지*, '07-7 Vol. 32 No. 7, 2007.
- [8] 권성호, 모희숙, 최길영 "슬롯 알로하 기반 RFID 시스템에서의 태그개수 추정 기법," *한국통신학회 추계 종합학술발표회*, Vol.32, p283, 2005.
- [9] 권대근, 김완진, 김형남 "900MHz RFID 표준 프로토콜(ISO/IEC 18000-6 Type B)에서의 충돌 방지 성능 개선" *한국통신학회논문지* '06-5, Vol.31, No. 5C, 2006.
- [10] 이정근, 권태경, 최양희, 김정아 "다중 패킷 수진을 이용한 RFID 충돌 방지 알고리즘의 성능 향상" *한국통신학회논문지* '06-11 Vol.31, No. 11A, 2006.
- [11] P. MATHYS, P. FLAJOLET "Q-ary Collision Resolution Algorithms in Random-Access Systems with Free or Blocked Channel Access," submitted to *IEEE Trans. Inform. Theory*, Mar. 1985
- [12] H. Vogt, "Efficient Object Identification with Passive RFID Tags." *Proc. Int. Confer. on Pervasive Computing, LNC.2414*, pp.98-113, Springer-Verlag, August 2002.
- [13] H. Vogt, "Multiple Object Identification with Passive RFID Tags," *2002 IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics*, October 2002.
- [14] 김정곤, 이재경 "UHF 대역 RFID 시스템의 충돌 방지 기술 동향" *한국통신학회 논문지* '06-12 Vol. 23 No. 12, 2006.

저 자 소 개

최 성 연 (정회원)



1981년 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 1984년 : 고려대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 2002년 : 고려대학교 대학원 전자공학과 (박사수료)
 1984년 ~ 1985년 : 한국전자통신연구소 음향연구실 연구원
 1985년 ~ 1999년 : 현대전자산업(주) 통신연구소 수석연구원
 1999년 3월 ~ 현재 : 한국산업기술대학교 전자공학과 교수
 <주관심분야>
 차세대디지털이동통신, RFID/USN, 유비쿼터스 네트워킹

이 제 호 (비회원)

1989년 : 고려대학교 전기공학과
졸업 (공학사)
1991년 : 고려대학교 대학원 전기
공학과 (공학석사)
2000년 : Newyork Polytechnic
University (공학박사)
1991년 ~ 1996년 : LG산전 중앙
연구소

2000년 ~ 2002년 : LG전자 UMTS 시스템연구소 수
석연구원

2004년 ~ 현재 : 한국산업기술대학교 전자공학과 부
교수

<주관심분야>

무선채널 모델링, 무선접속기술, Software Radio,
Antenna Array Processing, Ad hoc 무선망 해석

김 성 현 (비회원)

2007년 : 한국산업기술대학교 전자
공학과 졸업 (공학사)
2009년 : 한국산업기술대학교 대학
원 전자공학과 (공학석사)
2009년 2월~현재 : 기산텔레콤

<주관심분야>

이동통신시스템, RFID/USN,
유비쿼터스 네트워킹

차 균 현 (비회원)

1965년 : 서울대학교 전기공학과
졸업 (공학사)
1967년 : 미국 Illinois 공과대학 대
학원 (공학석사)
1976년 : 서울대학교 대학원 공과
대학 (공학박사)

1968년 ~ 1971년 : 대한전선(주)
1971년 ~ 1978년 : 숭실대학교 전자공학과 부교수
1978년 3월~현재 : 고려대학교 전기전자전파공학부
명예교수

1998년 : 한국통신학회 회장

1998년10월~현재: IEE Interview

2001년 ~ 2002년: IEEE Seoul Section 회장

2003년11월~현재: IEE International Member
Advisor

<주관심분야>

Wireless Communication Systems,
Wireless LAN/PAN and
Ubiquitous Networking