

## 에너지 효율적인 모바일 RFID용 태그 충돌방지 프로토콜

조양현\*, 국중각\*

### Energy Effective Tag Anti-collision Protocol for Mobile RFID System

Yang-Hyun Cho\*, Joong-Gak Kook\*,

#### 요약

본 논문에서는 Slotted ALOHA, Dynamic Slotted ALOHA, Binary Tree, Query Tree를 분석하고 태그 인식 시간을 단축함으로써 모바일 RFID 환경에서 태그의 인식률을 높인다. 또한 인식시간의 단축을 통해 태그의 반송파 전력을 절약함으로써 보다 안정된 태그의 정보 전송이 가능하도록 한다. 이는 결과적으로 모바일 장치의 배터리 사용시간을 늘려서 서비스 접근도를 향상시킨다. 우리는 논문에서 제안한 에너지 효율적인 모바일 RFID용 태그 충돌방지 프로토콜을 제안하였다. 제안 기법은 실험결과에서 태그 인식률, 충돌횟수 그리고 배터리 사용량에 있어서 향상된 결과를 나타내고 있다.

▶ Keyword : 모바일 무선전파식별, 태그, 리더, 충돌방지

#### Abstract

This paper is to improve an identification ratio of tags by analyzing Slotted ALOHA, Dynamic Slotted ALOHA, Binary-tree and Query-tree and shortening the tag identification time in mobile RFID. Also, it enables the stable information transmission of tags by saving backscattering power of tags through shortening of identification time. As a result, this increases the available time of the battery and accessibility to a RFID service. For this, we proposed the energy-efficient tag anti-collision protocol for mobile RFID. The proposed scheme shows advanced result in identification time and collision counts. This scheme may be the first attempt for the mobile anti-collision.

▶ Keywords : Mobile RFID, Tag, Reader, Anti-collision

---

• 제1저자 및 교신저자 : 조양현

• 투고일 : 2012. 01. 16, 심사일 : 2012. 01. 27, 게재확정일 : 2012. 02. 18.

\* 삼육대학교 컴퓨터학부(Dept. of Computer Science & Engineering)

※ 이 논문은 삼육대학교 학술연구비(자율RI2011004)의 지원 및 관리로 수행되었습니다.

## 1. 서론

전자식별(RFID: Radio Frequency IDentification) 기술은 모든 사물에 전자 태그(tag)를 부착하고 무선통신 기술을 이용하여 사물을 식별하는 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술이다. RFID 시스템은 데이터가 저장된 태그(tag), 데이터를 읽는 리더(read) 그리고 이를 저장 및 관리하는 RFID 미들웨어(middleware)로 구성되며 모바일 환경에서는 스마트폰과 같은 모바일 장치에 부착된 RFID 리더가 태그의 정보를 인식한다.

무선 통신(3G)과 무선 랜(Wi-Fi)의 발전으로 스마트폰(smart phone), PDA, 휴대폰, Pocket PC 등 개인 모바일 기기의 활용이 증가하면서 모바일 장치에 RFID 인식기능을 탑재하는 연구가 활발히 진행되어 왔다. 따라서 모바일 환경에서 사용자가 이동 중에 모바일 RFID 리더를 사용하여 다양한 태그를 인식하고 관리하는 일은 더욱 보편화될 것이다 [1].

모바일 RFID 서비스는 기존의 RFID 태그 인식과는 서비스 환경이 다르다. 모바일 RFID 기술은 이동통신망에 RFID 기술을 접목한 것으로 사용자가 휴대 전화로 제품에 부착된 RFID 태그의 식별자를 읽고, 이 식별자를 이동통신망을 통해 네트워크로 전달하여 제품에 대한 정보를 얻거나 활용하는 기술로 정의할 수 있다 [2].

그러나 기존의 RFID 시스템과 모바일 RFID에서는 태그로부터 정보를 인식하는 과정에서 충돌(collision)이 발생하여 데이터의 인식률이 떨어지는 단점이 있다. 즉, 태그충돌은 한 리더의 인식범위에 있는 여러 개의 태그가 동시에 리더 요청에 반응함으로써 리더가 데이터를 정확히 인식하지 못하게 된다. 이러한 충돌은 잘못된 정보의 전달 및 인식 실패로 인한 정보전달 불능상태, 태그 인식시간의 장기화에 따른 전력 및 자원 낭비등을 초래한다. 특히, 모바일 RFID에서 반복적인 태그 인식과정은 제한적인 모바일 장치의 배터리 소모를 증가시켜 모바일 장치의 가용 시간을 단축시키는 단점이 있다.

본 논문에서는 모바일 환경에서 스마트폰과 같은 모바일 장치의 가용성을 향상시키기 위해 에너지 효율적인 모바일 RFID용 태그 충돌방지 프로토콜 (MobiAnti, Energy-efficient Tag anti-collision protocol for mobile RFID)을 제안한다.

제안기법은 모바일 장치의 배터리 제약을 극복하기 위한 경량의 새로운 태그 충돌방지 프로토콜이다. 이 기법은 충돌을 방지함으로써 태그의 반송과 전력을 절약하고 태그의 인식률을 높인다. 이는 결과적으로 모바일 장치의 배터리 사용량도 절약하게 된다.

본 논문은 기존의 충돌 방지 프로토콜인 ALOHA기법과 2

진 트리(Binary tree)기법을 혼용하여 모바일 환경에서 태그 충돌을 방지함으로써 빠른 태그인식 시간을 보장하기 위한 새로운 연구이다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 기존에 연구된 RFID 태그 충돌 방지 프로토콜의 특징에 대해 살펴본다. 3장에서는 기존 연구의 문제점을 도출하며 제안 기법의 기여도를 설명한다. 본 연구에서 제안하는 향상된 태그충돌 프로토콜은 4장에서 기술한다. 5장은 기존 기법과 제안기법을 비교한 시뮬레이션 결과를 보인다. 본 논문의 결론은 6장에 기술된다.

## II. RFID 태그 충돌 방지 프로토콜

### 1. 이진 트리(binary tree)

이진트리는 모든 태그가 리더와 정확한 동기를 맞추고 정확한 시간에 자신들의 일련번호 전송을 시작하며, 데이터가 충돌할 때 정확한 충돌 비트(bit)의 위치 파악이 가능하다. 예를 들어 수신한 일련번호의 비트 0, 4, 6에서 서로 다른 비트 값이 중첩되어 충돌이 발생하였다면 리더의 인식영역 안에는 두 개 이상의 태그가 존재한다는 것을 의미한다. 특히, 세 개의 충돌은 검출 가능한 태그의 종류가 최대 8가지라는 것을 의미한다.

이진트리에서는 MSB(most significant bit)쪽부터 충돌을 확인하고 충돌이 발생한 가장 높은 자리의 비트에 대해 검색범위를 줄이는 규칙에 따라 1은 0으로 0은 1로 변환하여 재요청한다. 즉, 충돌이 발생한 비트 [1X1X001X]는  $[\geq 11000000]$ 와  $[\leq 10111111]$  사이에 최소한 하나의 태그가 있다는 것을 의미한다. <그림 1>은 충돌 비트에 대한 반복 요청 결과 하나의 태그 인식과정을 나타낸다.

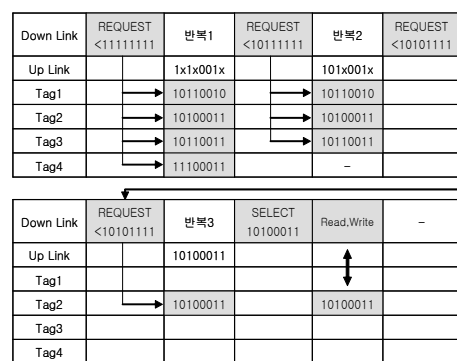


그림 1. 이진트리의 태그 인식과정  
Fig. 1. Tag Identification of Binary Tree

### 2. 슬롯(slotted) ALOHA

리더가 태그들에게 프레임 크기와 슬롯 선택에 대한 정보를 브로드캐스트(broadcast)하면 각 태그들은 프레임에서 자신이 사용할 슬롯을 선택한다. 이때, 동일한 슬롯에 여러 개의 태그가 들어오면 충돌이 발생하며, 리더는 <그림 3>과 같이 다시 새로운 정보를 전송하여 태그가 슬롯을 선택하도록 한다.

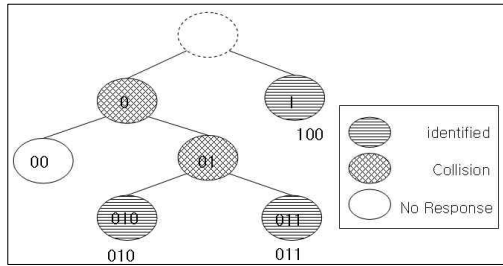


그림 2 질의트리  
Fig. 2. Query Tree

### 3. 동적 슬롯(dynamic slotted) ALOHA

슬롯 ALOHA는 고정 크기의 프레임 설정하여 충돌 발생 시 매번 동일 크기의 프레임을 전달한다. 이때, 한 프레임에 들어가는 슬롯 또한 동일하다. 그러나 동적 슬롯 ALOHA는 데이터 충돌을 고려하여 프레임의 크기를 변화시키는 방식이다. 충돌이 일어난 슬롯의 수가 기준개수( $e$ , 임계값) 이상이면 프레임의 크기를 증가시키고 빈 슬롯의 수가 많아지면 프레임의 크기를 줄여서 동적으로 적용한다. 이 기법은 <그림 2>의 고정 프레임과는 다르게 매 주기마다 프레임의 크기가 조절된다.

Downlink	REQUEST	Slot 1	Slot 2	Slot 3	REQUEST	Slot 1	Slot 2	Slot 3
Uplink		Collision	Collision	11110101		Collision	10110010	10110011
Tag1	→	10110010					10110010	
Tag2			10100011				10100011	
Tag3	→	10110011						10110011
Tag4				11110101				
Tag5			10111010				10111010	

그림 3. 슬롯 ALOHA  
Fig. 3. Slotted ALOHA

## III. 기존 연구의 문제점과 연구의 기여도

RFID 표준에는 태그 충돌을 방지하는 AHLOHA 계열과 Binary Tree 계열의 두 프로토콜 표준을 제시하고 있다. 그

러나 표준에서 제시하는 프로토콜은 태그가 충돌하면 질의를 재전송하여 다시 태그 인식과정을 수행하기 때문에 태그를 늦게 인식하는 단점이 있다.

현재까지 대부분의 연구들이 ALOHA와 Tree계열의 프로토콜을 기반으로 연구되었으며 이는 각 기법이 갖는 단점을 극복하는 방향으로 연구되었다. 따라서 기존 연구에서는 모바일 RFID를 대상으로 한 경량의 프로토콜은 찾아보기 어렵다.

먼저, 기존 연구 중 Query tree를 사용하는 기법의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

[3]은 리더가 충돌을 감지할 때 태그에게 중지 명령을 전달하여 ID 전송을 멈춤으로써 태그 충돌을 최소화 한다. 이 기법에서 충돌은 감소하지만 전송 중지로 인한 지연시간이 발생하기 때문에 시간당 인식률이 떨어진다. 이와 같은 지연시간은 모바일 장치에서는 배터리 소모의 주된 원인이 된다.

[4]는 충돌을 감지하고 처리한 태그 ID를 추가적인 큐(queue)에 보관함으로써 충돌을 감시하는 기능을 구현했다. 그러나 모바일 장치에서 추가적인 큐는 메모리의 추가를 필요로 하기 때문에 적절하지 못하다. [5]에서 제안한 기법은 충돌비트를 두 번에 걸쳐 인식하기 때문에 모바일 장치에는 적합하지 않은 방식이다.

[6]은 Query tree에서 태그의 충돌이 발생할 때 반복횟수의 증가를 감소시킨 4QTA(4-ary Query Tree Algorithm)를 제안한 후 4QTA에서 발생하는 Idle cycle을 제거하기 위해 A4QTA(Advanced 4-ary Query Tree Algorithm)를 제안하였다. 그러나 이 기법에서는 Idle cycle을 제거하기 위한 별도의 알고리즘이 필요하기 때문에 복잡도가 증가한다.

ALOHA 방식을 사용하는 [7]은 First-passage-time에서 Global optimal frame size를 계산하여 기존 Framed ALOHA보다 향상된 결과를 구했다. 그러나 태그 수가 많을 경우 GOF(Global optimal frame) 크기 계산에 지연시간이 발생한다.

[8]은 앞의 두 가지 프로토콜을 혼용으로 사용한 기법으로 ALOHA와 Query tree 프로토콜을 혼용하여 인식하려는 태그들을 그룹별로 분산시켜 충돌을 감소시킨다. 그러나 태그 id를 역으로 인식하기 때문에 인식 후 재 정렬이 필요하다.

기존 연구에서는 리더의 전력이 충분하기 때문에 태그의 인식 성능을 높이기 위해 리더 측에서 다양한 알고리즘의 구현이 가능하다. 그러나 모바일 RFID의 경우 리더인 모바일 장치에서 추가적인 기능을 수행할 경우 태그 인식률과는 별도로 배터리가 빨리 소모되어 결국엔 태그를 인식할 수 없는 상태가 될 수도 있다.

본 논문에서는 태그 충돌방지 표준과 국내외 연구에서 제시한 프로토콜의 단점을 극복하여 보다 빠른 태그 인식이 가능한 새로운 프로토콜을 제안 한다. 즉, 에너지 효율적인 모바일 RFID용 태그충돌방지 프로토콜은 모바일 장치에서의 추가적인 알고리즘의 수행 및 지연시간을 최소화한 경량의 태그충돌방지 프로토콜이다.

본 논문의 태그충돌방지에 대한 연구가 모바일 RFID 환경에 공헌하는 내용은 다음과 같다.

- 충돌을 방지하여 태그 인식 시간을 단축함 : 프로토콜에서 비트 비교 횟수를 감소시킴으로써 태그의 인식 시간을 단축한다.
- 안정된 태그 측 반응과 유지 및 데이터 전송 정확도가 상승함 : 태그 충돌을 관리하여 특정 태그의 인식률을 높이며 이는 태그에 저장된 데이터의 정확한 전달을 보장한다.
- 프레임 크기 조절을 위한 계산비용 감소 및 처리 시간이 단축됨 : 동적 프레임 크기의 조절을 지양함으로써 태그 처리시간을 단축한다.
- 빠른 태그 데이터 전송에 따른 시간당 인식률이 향상됨
- 모바일 장치의 배터리 사용시간이 증가함 : 모바일 장치에서 물리적 배터리의 제약을 극복하는 것은 매우 중요한 이슈이다. 본 연구에서는 태그 충돌을 방지함으로써 배터리 사용시간이 증가하게 된다.
- 신속한 태그 인식을 통해 모바일 RFID 시스템의 성능이 향상됨 : 모바일 장치에서 인식한 태그의 정보는 Wi-Fi나 통신망을 통해 RFID 시스템으로 전송되어야한다. 이때, 태그의 빠른 인식은 모바일 RFID 시스템의 성능향상을 가져온다.

#### IV. 향상된 태그 충돌방지 프로토콜

동적 프레임 슬롯 ALOHA는 태그 충돌비율에 따라 프레임의 크기를 조절하지만 태그가 정상적으로 인식될 때까지 동일한 인식 과정을 반복하여 처리한다. 이는 태그 인식시간을 증가시키며 모바일 장치의 배터리를 많이 소모시킨다.

본 절에서는 기존 ALOHA 계열의 충돌방지 프로토콜에 대한 인식 성능을 향상시킨 에너지 효율적인 모바일 RFID용 태그 충돌방지 프로토콜(MobiAnti)의 제안 내용에 대해 설명한다.

##### 1. 동적 프레임 기반의 임계값 설정: 동적 ALOHA 개선

ALOHA의 기본 인식과정은 태그들에게 할당된 시간 슬롯

을 전송하고 한 슬롯에 유일하게 전송되는 태그를 인식한다. 그리고 충돌이 발생한 슬롯의 태그들은 슬롯을 새로 설정하여 재전송함으로써 서로 다른 슬롯으로 유도한다. 이러한 과정은 각 슬롯에 들어오는 태그가 유일하게 식별될 때까지 반복적으로 수행하게 되며 총수행시간은 다음과 같다.

$$\text{Tag수} * \text{비트 수} + \{ \text{충돌한 Tag수} * \text{비트 수} \} \quad (1)$$

(단, {}는 점진적 감소)

기존 ALOHA 계열의 연구들은 시간 슬롯과 프레임의 크기를 조정하여 재 할당함으로써 성능의 향상을 시도하였다. 그러나 이러한 성능의 향상 시도에도 항상 충돌이 발생할 슬롯의 태그들에 대해 재전송을 요구해야 하는 단점이 있다.

본 논문에서는 기존 동적 ALOHA 기법의 단점을 개선하기 위해 충돌이 발생한 슬롯에 대해 시간 슬롯을 할당하여 반복 전송하는 과정을 줄임으로써 인식 시간을 단축하는 기법을 제안한다.

태그를 인식하는 과정에서 각 프레임 슬롯으로 부터 상향 링크(uplink)로 전송되는 것과 충돌발생 비율을 기반으로 다음 라운드(round)에 필요한 프레임의 크기 즉, 슬롯의 수를 계산한다. 이 방법은 기존의 것과 유사해 보이지만 본 연구에서는 충돌이 발생하는 비트위치를 파악하고 한 태그의 충돌 비율을 기준으로 프레임 크기에 대한 임계값( $e$ )을 설정하는 차이가 있다.

<그림 4>는 동적 프레임 수를 계산한 결과 한 프레임의 길이가 4개의 슬롯으로 확장되고 모든 태그가 각 시간 슬롯에 할당되어 처리된 경우이다. 마지막 프레임에서 각 시간 슬롯에 할당되기는 했지만 읽어야하는 횟수는 4슬롯\*8비트=32회이다.

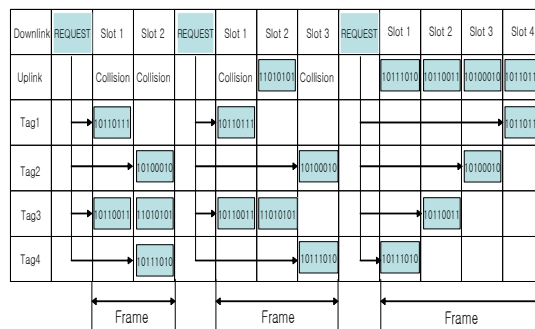


그림 4. 동적 프레임  
Fig. 4. Dynamic Frame

각 슬롯에서의 충돌 확률을 기준으로 프레임의 크기를 계산하는 과정은 다음과 같다. 먼저, 태그가 자신의 ID를 리더에게 전송하는 데 소요되는 지연시간  $D = \text{재전송 횟수} * \text{프$

레이프 크기 이다. 프레임 크기는 한 라운드(round)가 진행되면 알 수 있다. 한 슬롯 동안에 태그가 ID를 성공적으로 전송할 확률은 (2)와 같다. 이때, L은 프레임의 크기이다. (3)은 한 프레임에서의 전송 확률이다.

$$P_{suc} = \frac{1}{L} \times \left(1 - \frac{1}{L}\right)^{n-1} \quad (2)$$

$$P_{suc,L} = \frac{1}{L} \times \left(1 - \frac{1}{L}\right)^{n-1} \times L = \left(1 - \frac{1}{L}\right)^{n-1} \quad (3)$$

앞의 수식을 근거로 (4)와 같이 충돌을 반영한 최적의 프레임 크기를 유도하기 할 수 있다. 최적의 프레임 크기 L은 지연시간 D가 최소일 때 이다.

$$\frac{d}{dn} D = \frac{d}{dn} \frac{L}{\left(1 - \frac{1}{L}\right)^{n-1}} = 0 \quad (4)$$

최적의 프레임 크기는 확률에 의한 계산이므로 태그 충돌은 계속 발생한다. 이때, 임계값(e) 이상의 충돌이 발생할 경우 프레임 수를 더 이상 조정하지 않고 충돌 비트를 계산해야 한다. 우선적으로 임계값은 한 슬롯에 전달되는 총 비트수와 충돌 비트 수의 비로 계산하며 비율이 e 보다 작게 되면 프레임 전송을 중지하고 메모리에 저장한다(수식 5).

$$\text{충돌 비트 수} / \text{총비트 수} < e \quad (5)$$

## 2. ALOHA 기반의 이진트리 적용

제안기법은 프레임에 할당된 슬롯에서 충돌이 발생하는 경우 프레임의 크기가 조절된다. 이때, 프레임의 크기가 앞에서 설정한 임계값(e) 보다 커지게 되면 더 이상 프레임 단위로 반복요청하지 않는다. 각 슬롯에서는 이진트리의 연산과 같이 각 데이터의 충돌 비트위치를 기호(X)로 표시하여 메모리에 저장한다.

<그림 5>는 충돌이 발생하는 상황에 맞게 프레임의 크기를 동적으로 변경해가는 동적 ALOHA이다. ALOHA는 동적으로 프레임의 수를 조절하여 한 프레임의 슬롯을 조정하다가 프레임 n에서 크기가 임계값 e에 도달하였다. 이때, 슬롯3에서 충돌이 발생하여 101X0X1X로 식별된다. 리더는 충돌이 발생한 비트의 위치를 메모리에 저장하고 데이터의 MSB쪽의 첫 번째 충돌 비트의 재전송을 요청한다. 충돌이 발생한 나머지 X의 위치도 반복 요청하여 처리한다.

제안기법의 알고리즘은 <그림 6>과 같다. 알고리즘의 각 과정을 살펴보면 다음과 같다. ①태그의 충돌 횟수를 기준으로 프레임 수를 조정한다. ②재전송 메시지를 태그들에게 전송한다. ③태그들은 자신의 시간 슬롯을 확인하고 응답한다. ④계산된 프레임의 크기가 임계값에 도달하면 리더는 충돌한 태그의 비트에 X기호를 표시하여 메모리에 저장한다. ⑤리더는 브로드 캐스트 정보에 충돌 비트 중 (최상위 비트-1)까지를 무시하라는 정보를 전달한다. ⑥K번째 비트 정보만 요청한다. ⑦요청에 반응할 태그들은 충돌된 비트만 전송한다.

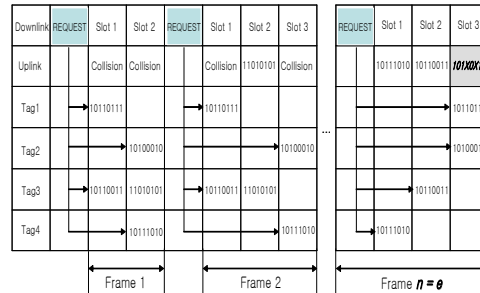


그림 5. 제안기법의 동적환경에서 충돌 식별  
Fig. 5. Collision Identification in Dynamic Environment of Proposed Scheme

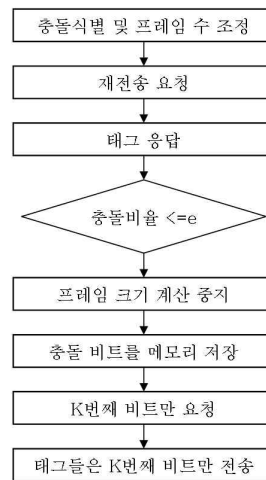


그림 6. 태그충돌방지 처리 알고리즘  
Fig. 6. Tag Anti-Collision Algorithm

## V. 실험결과

본 논문에서 제안한 태그충돌방지 프로토콜에 대한 실험적 성능 평가는 공개용 네트워크 시뮬레이터인 OmNet++ [9]를 사용했다. 실험에서 네트워크 시뮬레이터를 사용한 이유는 RFID 태그 인식은 무선 주파수 환경에서의 데이터 전송이므로

로 네트워크 시뮬레이터가 지원하는 기능을 그대로 활용할 수 있기 때문이다.

<그림 7>은 구현된 ALOHA 프로토콜을 시뮬레이션 하는 것이며 각 프로토콜을 구현하여 시뮬레이션 하였다.

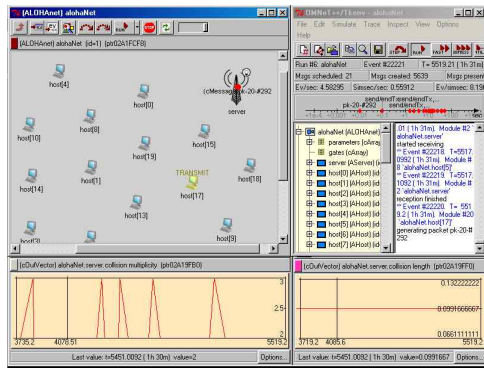


그림 7. OmNet++로 구현된 Slotted ALOHA 프로토콜  
Fig. 7. Slotted ALOHA Protocol in OmNet++

실험용 데이터는 RFID 태그 형식에 맞는 데이터 집합 (dataset)을 생성하여 사용하였으며 자세한 실험환경은 <표 1>과 같다.

표 1. 시험환경  
Table 1. Experimental Environments

구분	시험환경
태그	5, 10, 30, 60, 100 과 같이 태그 묶음 비교
응답시간(ms)	각 태그 그룹을 10회 인식하여 평균한 값
시스템	Zeon 2CPU 3.5Ghz, 6GB RAM, Windows 7

sRFID 시스템에서 두 개 이상의 태그들을 인식할 때 태그의 충돌이 낮으면 시스템의 태그 인식 시간이 빨라져서 단위 시간에 더욱 많은 태그를 처리할 수 있다. 또한 네트워크의 부하(overhead)도 감소하여 여러 사용자들이 태그정보를 보다 빨리 수신하게 된다.

우리는 실험에서 태그의 인식 시간을 측정하였다. 다음의 <그림 8>은 단위 시간당 태그의 응답시간이다. 태그 충돌은 Binary tree, Query tree, Slotted ALOHA, Dynamic slotted ALOHA와 제안 기법인 하이브리드 태그충돌 방지 프로토콜(Hybrid Anti-Collision Protocol)을 비교하였다.

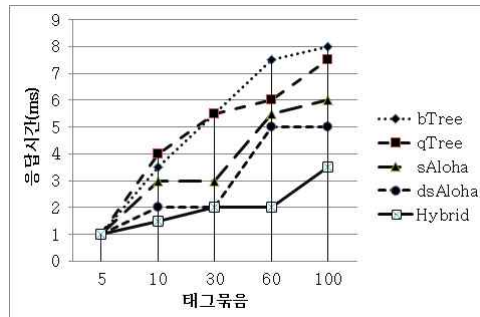


그림 8. 태그 응답시간  
Fig. 8. Tag Response Time

<그림 8>의 실험에서는 태그를 5, 10, 30, 60, 100개를 각각 묶은 5개 그룹으로 나누어 각 그룹의 태그들이 인식되는 응답시간을 측정하였다. 이때, 태그의 충돌은 여러 개의 태그들이 동시에 인식될 때 발생하기 때문에 태그의 수가 적을 때와 많을 때를 비교하기위해 태그의 묶음(set)을 달리하여 실험을 하였다. 각 그룹의 응답시간은 그룹당 10번의 테스트를 평균한 값이다.

실험결과에서 보는 것과 같이 태그를 인식할 때 이진트리(bTree) 프로토콜은 각 비트를 비교하기 때문에 응답시간이 빠르지 않다. 그러나 태그의 검색 범위를 반으로 줄인다는 장점이 있다.

질의트리(Query Tree, qTree)는 ALOHA 기반 프로토콜에서 발생하는 기아상태가 발생하지 않아서 보다 빨리 태그가 인식될 것으로 예상했다. 그러나 실험결과 ALOHA기반의 프로토콜보다 빠르지 않은 것으로 나타났다. 물론, 이진트리보다는 빠르다.

본 논문에서 제안한 Hybrid 기법은 태그가 많아 질수록 다른 기법보다 나은 결과를 보인다. 5개의 태그에서는 모든 기법들이 동일한 결과를 보이지만 태그의 수가 증가함에 따라 응답시간이 늦어진다. 그러나 제안기법의 경우 완만한 증가를 보이며 다른 기법보다 빠른 응답시간을 나타내고 있다.

제안 기법의 주요 연구내용은 리더가 태그를 인식할 때 충돌을 줄임으로써 모바일 장치의 에너지 효율을 높이는 것이다.

이는 특히 모바일 RFID 시스템에서 단말의 가용시간을 증가시키기 때문에 사용자의 관점에서 모바일 RFID 서비스를 장시간 사용할 수 있는 매우 중요한 요소이다. <그림 9>에서는 태그 응답시간을 측정된 것과 동일한 다섯 개의 태그 그룹을 사용하여 배터리 소모량을 측정하였다. 배터리 용량은 완전히 충전된 상태를 100%로 하여 각 그룹이 사용한 배터리의 잔량을 나타내었다.

결과적으로 각 태그 묶음을 10회씩 인식하면서 감소된 배터리 소모량은 태그가 많을수록 증가하였지만 제안 기법에서 더 많은 배터리가 남아있는 것을 볼 수 있다. 60개의 태그 묶음에서는 Binary Tree가 제안기법보다도 더 많은 배터리 용량이 남아 있는 것을 볼 수 있는데 이는 태그의 데이터 특성에 따라 다를 수 있다.

실험에서 제안기법은 평균적으로 배터리를 적게 소모하고 있다. 따라서 제안기법을 적용하면 모바일 환경에서 리더기를 장착한 RFID 단말의 사용성을 증가시킨다.

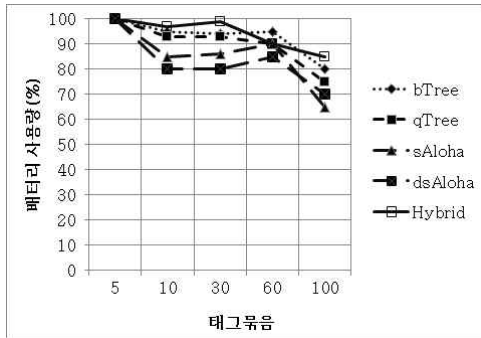


그림 9. 배터리 사용량  
Fig. 9. The Rate of Battery Consumption

## VI. 결론 및 향후 과제

RFID 시스템은 하나씩 인식되는 바코드와는 달리 다수의 태그들을 동시에 인식하여 처리한다. 이때 태그들이 충돌됨으로써 시스템의 태그 인식률이 저하되며 이는 서비스 제공의 지연을 가져온다.

본 논문에서 제안한 Hybrid 기법은 태그 충돌로 발생하는 태그의 인식시간을 빨리함으로써 시스템 성능을 향상 시켰다.

본 기법은 태그 인식과정을 반복하여 처리하는 기존 기법의 단점을 극복하여 다수의 태그를 인식할 때 태그의 인식률을 최대로 발휘할 수 있도록 제안한 새로운 기법으로 향후 RFID 시스템의 성능을 향상시키는 중요한 구성요소가 될 것이다. 또한 태그의 인식시간을 단축함으로써 모바일 장치의 에너지 사용시간을 증가시킴으로써 모바일 환경에서 RFID 시스템의 서비스 이용시간을 증가시키는 결과를 가져왔다.

## 참고문헌

[1] Daeja Kim, Sanghun Sung, "Domestic First Mobile RFID Zone", Reports of MIKE, pp.1-60, 4. 2011.

[2] Hungun Kim, "Mobile+RFID", TTA Journal, Vol.108, pp.46-53, 12. 2006.

[3] F. Zhou, C. Chen, D. Jin, C. Huang, H. Min, "Evaluating and Optimizing Power Consumption of Anti-Collision Protocols for Applications in RFID Systems," Proc. of International Symposium on Low Power Electronics and Design, pp.357-362, 8. 2004.

[4] J. Myung, W. Lee, "An Adaptive Memoryless Tag Anti-Collision Protocol for RFID Networks," the 24th IEEE Annual Conference on Computer Communications (INFOCOM), pp.1096-1101, 2005.

[5] J.R. Cha, J.H. Kim, "Novel Anti-collision Algorithms for Fast Object Identification in RFID System," Proc. of International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS), pp.63-67, July 2005.

[6] Y.H. Kim, S.S. Kim, S.J. Lee, K.S. Ahn, "An Anti-Collision Algorithm without Idle Cycle using 4-ary Tree in RFID System," Proc. of International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ICUIMC-09), pp.592-596, January 2009.

[7] L. Zhu, T.P. Yum, "Optimal Framed Aloha Based Anti-Collision Algorithms for RFID Systems," IEEE Transactions on Communications, Vol.58, No.12, pp.3583-3592, Dec. 2010.

[8] Seung-Min Jung, Jung-Sik Cho, Sung-Kwon Kim, "FQTR : Novel Hybrid Tag Anti-Collision Protocols in RFID System," The Korean Institute of Information Scientists and Engineers: Software and Applications, Vol.36.-7, pp.560-570, 7. 2009.

[9] <http://www.omnetpp.org/index.php>.

## 저자 소개



### 조 양 현

1982 : 광운대학교 전자통신공학과  
공학사.

1985 : 광운대학교 전자통신공학과  
공학석사.

2011 : 광운대학교 전자통신공학과  
공학박사

현 재 : 삼육대학교 컴퓨터학부 교수

관심분야 : 컴퓨터네트워크, 통신망  
(BcN)

Email : yhcho@syu.ac.kr



### 국 중 각

1977 : 국민대학교 법학과 법학사.

1985 : 매길대학교 컴퓨터정보학과  
이학석사.

1991 : 오리곤대학교 컴퓨터정보학과  
이학박사

현 재 : 삼육대학교 컴퓨터학부 교수

관심분야 : 소프트웨어 엔지니어링

Email : jkkook@syu.ac.kr