논문 2012-49TC-1-3

캡쳐 효과를 고려한 RFID 태그 인식 프로토콜

(An RFID Tag Identification Protocol with Capture Effects)

박 영 재*, 김 영 범*

(Young-Jae Park and Young Beom Kim)

요 약

RFID 시스템에서의 성능은 단일 무선 채널을 공유하는 통신으로 인하여 태그 충돌 중재과정이 중요하다. 기본적인 프로토콜인 BT(Binary Tree) 알고리즘 및 재인식과정에서의 성능향상을 위한 ABS(Adaptive Binary Splitting)는 이상적인 환경에서의 태그응답을 전제하고 있다. 무선통신에서는 실질적으로 캡처 효과 (Capture Effect)가 존재하게 되는데, BT 및 ABS 프로토콜은 태그를 인식하지 못하는 치명적인 상황이 발생할 수 있다. 본 논문에서 제시하는 FTB(Feedback TagID with Binary splitting) 알고리즘은 ABS 프로토콜의 캡처 효과에 의한 문제점을 해결하고 성능 개선을 기대할 수 있다.

Abstract

In evaluating the performance of RFID systems, the tag anti-collision arbitration has been considered to be an important issue. For BT(Binary Tree) and ABS(Adaptive Binary Splitting) protocols, the so-called capture effect, which presumably happens frequently in the process of readers' receiving messages from multiple tags, can lead to some failures in detecting all tags in BT and ABS. In this paper, we propose a new anti-collision protocol, namely FTB (Feedback TagID with Binary splitting), which can solve the aforementioned problem and improve the performance.

Keywords : RFID, Collision Protocols, Capture Effects, Tag Identification

Ⅰ. 서 론

RFID (Radio Frequency Identification) 시스템은 RFID는 리더(Reader)와 태그(Tag)들로 구성되어있으며 리더의 질의(interrogation)에 해당 태그가 반응하는 방식이 일반적으로 쓰이고 있다. 태그는 전력 공급 유형에 따라, 능동형(Active), 반수동형(Semi-passive), 수동형(Passive) 태그로 구분된다. 수동형 태그의 경우, 리더가 발생시키는 전자기 신호로부터 파워를 유도하여 구동되기 때문에 경제적인 면에서 가장 적합한 형태이다. 따라서 본 논문에서는 RFID 수동형 태그에 초점을 두고 연구를 진행한다.

RFID 시스템에서 리더의 가장 중요한 역할은 자신의 인식 범위 내에 있는 모든 태그들은 최대한 빠르게 식별해 내는 것이다. 태그들을 모두 식별한 후에 리더는 다른 명령을 수행할 수 있도록 지시하는 것이다.

리더는 태그를 식별하기 위해서 질의(Query) 명령을 전송하게 되는데, 태그는 정의된 동작에 따라서 자신의 ID를 포함하는 메시지를 리더에게 전송하여 응답을 한다. 태그는 반송파감지(Carrier Sensing) 기능이 없기 때문에 복수의 태그들의 응답은 리더 측에서 충돌을 발생시킬 수 있다. 따라서 RFID 리더의 질의에 응답하는 태그의 수에 따라서 다음 3가지 경우의 사이클로 생각해볼 수 있다.

Collision cycle : 복수의 태그가 동시에 응답한 경우로써 리더는 태그의 ID를 식별할 수 없다.

Idle cycle : 응답하는 태그가 없는 경우로써 낭비되는 시간이 된다.

* 정회원, 건국대학교 정보통신대학 전자공학부
(Dept. of Electronics Eng., Konkuk University)
접수일자: 2011년6월27일, 수정완료일: 2012년1월17일

Success cycle : 정확히 하나의 태그만이 응답함으로써 리더는 태그의 ID를 식별할 수 있다.

성공 사이클의 수는 리더가 인식해야 할 태그들의 수와 동일하기 때문에, RFID 시스템에서의 성능향상은 다른 두 경우의 사이클들을 줄이는 것으로 볼 수 있다. 특히 충돌 사이클을 줄이는 것으로 성능향상을 꾀하는 많은 논문들이 제안되었다. RFID 시스템의 태그 충돌 회피(Tag anti-collision) 프로토콜은 크게 ALOHA[3]와 트리 기반 프로토콜[1~2]로 나누어진다. ALOHA 기반 프로토콜은 충돌을 줄일 수 있지만, 특정 태그가 일정 기간 이상 인식되지 않을 수도 있는 태그 기아(Tag starvation) 문제를 갖고 있다. 트리 기반 프로토콜은 상대적으로 태그의 식별 시간이 더 길지만, 태그 기아 문제는 없다.

트리 기반의 충돌 회피 기법은 이진탐색(binary search) 알고리즘과 흡사하다고 볼 수 있다. 충돌이 발생 할 때마다 태그들을 두 서브셋(subset)으로 나누어 각각에 대해 다시 질의를 보내어 식별하게 된다. 트리 기반의 대표적인 프로토콜에는 BT(Binary Tree)[1]와 QT(Query Tree)[2]를 들 수 있다. BT는 각 태그들을 임의의 이진수(random binary number, 0 or 1)를 생성해 내기 위한 함수가 필요하고, 전송 순서를 결정하기 위한 카운터(메모리)도 필요하다. QT는 리더가 태그 고유의 ID를 인식해 가면서 질의하는 방식으로 태그에 추가적인 카운터가 필요 없다는 장점이 있지만, 질의 횟수가 BT에 비해 상대적으로 많다.

BT에서 태그들의 재인식시의 성능을 향상 시킨 프로토콜에 ABS(Adaptive Binary Splitting)[5]가 있다. BT와 ABS 모두 이상적인 태그 응답 환경에서는 잘 동작한다.

무선 통신 시스템에서는 캡처 효과 (capture effect)[6~7]가 존재한다. RFID에서는 리더가 전송하고자 할 경우에는 리더만이 채널을 사용하고 있기 때문에 문제가 없지만, 복수의 태그들이 동시에 리더에 전송하려 할 때 나타날 수 있다. 즉, 복수의 태그가 동시에 응답한 경우에는 충돌 사이클로써 그림 1과 같이 리더는 태그의 ID를 식별할 수 없다.

그림 1. 캡처 효과가 없는 경우의 충돌 사이클
Fig. 1. A collision cycle without capture effect.

그림 2. 캡처 효과에 의한 강한 신호의 인식
Fig. 2. A reception of the stronger signal due to capture effect in case of collision.

태그들은 리더의 전자기 신호를 전원으로 사용하기 때문에 전송메시지의 신호의 세기는 리더로부터의 거리와 같은 요소에 매우 큰 영향을 받는다. 다음 그림. 2 와 같은 경우는 복수의 태그가 응답을 하여 충돌이 발생하여야 하지만, 캡처효과로 인하여 강한 신호로 응답하는 태그의 ID가 그대로 인식되어 충돌 사이클이 아닌 성공 사이클이 되어 버린다.

이는 충돌 사이클이 성공 사이클로 바뀐 효과가 있는 것처럼 보이지만, 기존 BT, ABS 와 같은 프로토콜들은 오히려 특정 태그들을 인식하지 못하는 치명적인 상황이 발생할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 이어지는 장에서는 본 연구의 토대가 되는 BT와 ABS 프로토콜에 대해 간단히 소개하고 문제점을 확인한다. 제안하는 FTB 프로토콜로써 문제점을 해결하고 성능을 개선하고, 시뮬레이션을 통하여 확인한다.

Ⅱ. BT 프로토콜과 ABS 프로토콜

1. BT (Binary Tree) protocol

BT 프로토콜에서 태그들은 이진 랜덤 숫자를 발생하는 기능을 사용한다. 태그는 카운터를 하나 가지고 있는데, 프레임(frame)의 시작에 0으로 초기화 된다. 태그는 자신의 카운터의 값이 0이면 리더에 자신의 ID를 전송한다. 따라서 최초에는 리더 범위 내의 모든 태그들이 전송을 시도한다. 리더는 충돌로 인식하고, 태그들에게 피드백을 되돌려 주어 현재 정보를 전달한다. 태그들은 리더의 피드백에 따라 자신들의 카운터 값을 변경시킨다. 전송에 참여하였던 태그들은 0 또는 1의 값을 랜덤하게 선택하여 자신의 카운터 값에 더하여 두 개의 서브셋으로 분리한다. 전송에 참여하지 않았던 태그들

은 자신의 카운터 값을 1 증가 시킨다. 다시 다음 사이클에서 태그는 자신의 카운터 값이 0이면 리더에 자신의 ID를 전송하고, 리더가 하나 태그를 인식하는 경우에는 피드백으로 성공 사이클이었음을 전송한다. 성공을 수신한 태그들은 카운터를 1 감소시킨다. 모든 태그의 카운터가 0 보다 크면 전송을 시도하는 태그가 없게 된다. 리더는 수신되는 메시지가 없으므로 피드백으로 무응답을 전송하고, 태그들은 카운터를 1 감소시킨다.

리더도 또한 카운터를 가지고 있다. 이 카운터는 전체의 태그를 인식하여 프레임을 종료시키고자 하는 목적을 가지고 있고, 실제 인식한 태그들의 서브셋의 수와 관계된다. 이 카운터는 태그의 충돌이 발생하였을 경우에 1 증가 되고, 리더가 하나의 태그를 인식하는 경우나 무응답의 경우에는 1 감소시킨다. 리더의 카운터의 값이 0보다 작아지는 경우에는 인식할 태그가 없다고 간주하고 프레임을 종료시킨다.

2. ABS (Adaptive Binary Splitting) protocol

RFID 시스템은 감시(monitoring), 추적(tracking) 등의 응용에 널리 이용된다. 이러한 응용들은 최초 프레임에서 태그들을 인식하고 그치는 것이 아니라 태그들이 계속 존재, 추가 또는 이동 되었는지의 재인식이 매우 중요하다. BT는 재인식 과정의 알고리즘은 전혀 제공하지 않는다. ABS는 태그에 PSC(Progressed Slot Counter)와 ASC(Allocated Slot Counter)라는 2개의 카운터를 둔다. 이 카운터들은 작은 저장소를 필요로 하지만, 복잡한 논리를 갖지도 않고, 서로 통신하지 않기 때문에 수동적 RFID 태그들에 적용된다. PSC는 전체 시스템에서 성공적으로 인식된 태그의 수를 나타내고, ASC는 태그의 동작을 결정하는 역할을 한다. 그림 3은 ABS의 태그의 동작을 나타내는 의사코드 (pseudo code)이다.

태그는 각자의 ASC 값과 PSC 값이 동일한 경우에 자신의 ID를 전송하게 된다. 복수의 태그들이 전송하게 되면 리더는 충돌로 인지하고 태그들에게 충돌이었음을 피드백 메시지로 되돌려준다. 피드백이 충돌이었으므로, 전송에 참여했던 태그들은 자신 이외의 전송을 시도했던 태그가 존재함을 알 수 있게 되고, 따라서 다음 사이클에서 충돌을 회피하기 위하여 ASC 값을 0 또는 1을 랜덤하게 선택하여 증가시킨다. 태그 인식이 이루어지지 않고 전송에 참여하지 않은 태그들은, 즉 PSC 값이 ASC 값보다 큰 태그들은 다음 사이클에서 이미 전송을 시도했던

```
Receive the command starting a frame
  with reader's TSC
/* Initialize PSC and ASC */
PSC = 0
if ASC = NULL or ASC > TSC then
    ASC = random number from 0 to TSC
end if
/* Process PSC and ASC for transmission */
while PSC <= ASC do
    if PSC = ASC then
        Transmit ID
        Receive the reader's feedback f
        if f = collision then
            Select a binary value i randomly
            ASC = ASC + i
        else
            PSC = PSC + 1
        end if
    else
        Receive the reader's feedback f
        if f = collision then
            ASC = ASC + 1
        else if f = readable then
            PSC = PSC + 1
        else /* f = idle */
            ASC = ASC - 1
        end if
    end if
end while
```

그림 3. 알고리즘 1: ABS 프로토콜에서의 태그 동작
Fig. 3. Algorithm 1: Tag operation in ABS protocol.

태그와 다시 충돌을 일으키지 않도록 하기 위해서 일률적으로 ASC 값을 1 증가 시킨다. 만약 태그가 PSC < ASC 인 조건을 가진다면, 그것은 현재 진행 중인 프레임에서 이미 인식되었음을 나타내기 때문에 프레임 완료 때까지 전송을 시도하지 않는다. 리더로부터 무응답 사이클의 피드백이 왔을 경우에 미인식된 태그들은 ASC 값을 감소시켜 대응하여 태그 전송 시기를 앞당긴다. 프레임의 종료로, 모든 태그들은 유일한 ASC를 0에서부터 TSC 값까지 얻는다. 이 ASC 값을 각각의 태그들이 다음 프레임까지 유지함으로써 태그들의 이동이 없다면 성공 사이클로부터 시작하는 것이 가능하다.

모든 태그들이 식별 후 프레임이 종료하는 동안, ABS의 리더는 가장 큰 ASC를 갖은 태그로서의 역할을 한다. 그림 4는 ABS에서의 리더의 동작을 나타내는 의사코드이다.

리더는 PSC와 TSC로 프레임의 종료시점을 결정한다. PSC는 인식에 성공한 태그의 수를 나타낸다. 따라서 성공 사이클에서 리더는 PSC를 1 증가시킨다. TSC는 리더의 인식 범위 내의 태그집합의 수를 의미한다. 리더는 프레임의 종료 후에 TSC를 유지함으로써 재인식을 보다 빨리 한다. 만약 충돌 사이클이 발생한다면, 리더는 인식

```
PSC = 0
if TSC = NULL then
    TSC = 0
end if
Transmit the command starting a frame with
TSC
While PSC <= TSC do
    Receive tag responses and detect collision
    if collision occurs then
        TSC = TSC + 1
        f = collision
    else if receive only a response then
        Store the tag ID
        PSC = PSC + 1
        f = readable
    else /* receive no response */
        TSC = TSC - 1
        f = idle
    end if
    Transmit the feedback f
end while
```

그림 4. 알고리즘 2: ABS 프로토콜에서의 리더 동작
Fig. 4. Algorithm 2: Reader operation in ABS protocol.

해야할 태그의 집합의 수가 늘었다고 볼 수 있기 때문에 TSC를 1 증가한다. 무응답 사이클에서는 TSC를 1 감소시켜 대응한다. PSC가 TSC보다 더 커지면 리더는 모든 태그들이 인식되었음을 판단하고, 프레임이 종료시킨다.

3. 캡처 효과(Capture Effect)에 따른 BT와 ABS 프로토콜의 문제점

ABS는 첫 번째 프레임 인식에서는 BT와 유사하지만, 재인식 프레임에서는 매우 효과적인 프로토콜이라고 할 수 있다. 그러나 ABS는 태그가 이상적으로 응답해 주어야 한다는 전제 조건이 있다. 무선통신에서는 캡처 효과(Capture Effect)가 존재함을 서론에서 밝힌 바 있고, 이것을 ABS에 적용해보면 태그를 인식하지 못할 수 있는 문제점이 발생할 수 있다. 이는 또는 BT에서도 동일하게 발생한다.

그림 5는 ABS 프로토콜을 이용하여 4개의 태그를 인식하는 과정에서 캡처 효과를 고려하지 않은 경우로써 정상적으로 시스템이 잘 진행하는 과정이다.

그림 6은 그림 5의 예와 유사하게 진행하지만 캡처 효과를 고려한 경우이다. 모든 태그들을 인식하지 못하는 치명적인 상황을 보여준다.

각각의 사이클에 대해서 파라미터를 다시 도표로 나타내면 표 1과 같다.

2번째 사이클에서 태그 A와 태그 B는 PSC와 ASC 가 동일하므로 전송을 시도한다. ABS 알고리즘에 따라 복수의 태그가 전송을 시도하였으므로 충돌 사이클이 되어

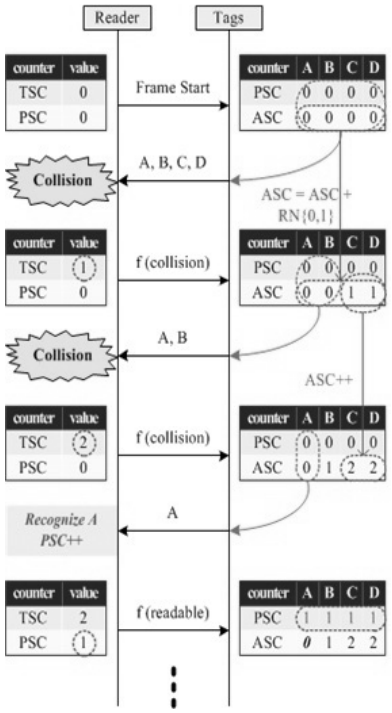

그림 5. 4개의 태그를 인식하는 ABS 프로토콜의 동작
Fig. 5. The operation of ABS protocol for recognizing four tags.

표 1. 사이클에 따른 카운터 값의 변화
Table 1. The change of counter values along cycles.

Cycle	Reader parameters		Tag parameters							
			Tag A		Tag B		Tag C		Tag D	
1	TSC	0	PSC	0	PSC	0	PSC	0	PSC	0
	PSC	0	ASC	0	ASC	0	ASC	0	ASC	0
2	TSC	1	PSC	0	PSC	0	PSC	0	PSC	0
	PSC	0	ASC	0	ASC	0	ASC	1	ASC	1
3	TSC	1	PSC	1*	PSC	1**	PSC	1	PSC	1
	PSC	1*	ASC	0*	ASC	0**	ASC	1	ASC	1
End	TSC	1	PSC	1*	PSC	1**	PSC	1**	PSC	1*
	PSC	2*	ASC	0*	ASC	0**	ASC	1**	ASC	1*

* : 캡처 효과에 의해 실제 인식된 태그
** : 전송 시도후 캡처 효과에 의해 배재된 태그

야 하지만, 캡처 효과에 의해서 리더에서 태그 A를 인식하였다. 리더는 캡처 효과가 발생하였는지 알지 못하므로 성공 사이클로 피드백을 한다. 마찬가지로 리더에서 성공 사이클의 피드백을 수신한 태그들은 캡처 효과가 발생하였는지 확인할 수 없다. 3번째 사이클에서도 유사하게 태그 C와 태그 D가 전송을 시도하였다 할 때, 캡처 효과에 의해서 태그 D가 인식이 되었다고 가정해 보자. 리더는 성공으로 간주하고 PSC 값을 1 증가 시킨다. PSC <= TSC 조건이 만족하지 못하므로 ABS 프로토콜은 프레임을 완료한다. 결과적으로 태그 B와 C는 리더가

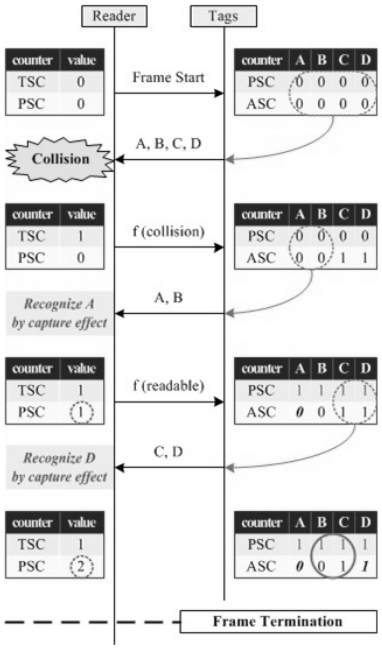

그림 6. 캡처 효과에 의한 ABS 프로토콜의 문제점
Fig. 6. A problem associated with ABS protocol due to capture effect.

인식하지 못하는 치명적인 상황이 발생한다. 또한 첫 번째 사이클에서 만일 충돌이 발생하지 않고, 캡처 효과에 의해서 성공 사이클이 될 경우에는 리더의 PSC > TSC 가 되어 프레임이 종료 되므로 하나의 태그를 제외한 나머지들은 전혀 인식하지 못하는 상황이 발생한다.

Ⅲ. 제안 프로토콜: FTB

캡처 효과로 인하여 생기는 문제점은, 첫째로 리더가 프레임의 완료조건이 태그수보다 당겨지게 될 수 있어 인식하지 못하는 태그가 발생할 수 있다는 점이다. 둘째는 태그의 동작은 PSC > ASC 조건이 되면 인식된 것으로 판단하는데, 캡처 효과에 의해서 다른 태그가 인식이 되었음에도 불구하고 인식되지 못하는 태그가 발생한다는 점이다.

따라서 RFID 리더의 질의에 응답하는 태그의 수와 캡처 효과의 발생 유무에 따라서 다음 3가지 경우의 사이클로 다시 생각해야한다.

Collision cycle : 복수의 태그가 동시에 응답한 경우로써 리더는 태그의 ID를 식별할 수 없다. 캡처 효과는 발생하지 않았다.

Idle cycle : 응답하는 태그가 없는 경우로써 낭비되는 시간이 된다.

Success cycle : 정확히 하나의 태그만이 응답함으로써 리더는 태그의 ID를 식별할 수 있다. 또는 복수의 태그가 응답하였으나 캡처 효과에 의해서 리더는 하나의 태그를 인식하였다.

태그는 PSC, ASC 카운터를, 리더는 TSC, PSC 카운터에 CTF(Captured Tag Flag)를 추가로 가진다. CTF는 캡처 효과를 고려한 프레임의 끝을 판별하기 위해서 리더에 추가된 것으로, RFID 시스템에서 리더의 기능이 약간 복잡해지는 것은 전혀 무리가 없다.

태그는 PSC > ASC 이면 인식되었음을 나타내고, PSC가 ASC와 동일하면 리더에 자신의 ID를 전송한다.

리더는 성공 사이클에서 캡처 효과가 발생하였는지의 여부를 알 수 없지만, 성공 사이클에서 태그의 ID를 피드백 함으로써, 태그에게 캡처 효과의 발생 여부를 판단하게 한다. 성공 사이클에서 전송에 참여하였던 태그들은 피드백 되어온 ID와 자신의 것을 비교함으로써 자신의 ID가 실제로 리더에 인식되었는지 판단할 수 있

```
Receive the command starting a frame
  with reader's TSC
/* Initialize PSC and ASC */
PSC = 0
if ASC = NULL or ASC > TSC then
    ASC = random number from 0 to TSC
end if
/* Process PSC and ASC for transmission */
while PSC <= ASC do
    if PSC = ASC then
        Transmit ID
        Receive the reader's feedback f
        if f = collision then
            Select a binary value i randomly
            ASC = ASC + i
        else
            PSC = PSC + 1
            if f is NOT feedback Tag ID then
                ASC = ASC + 1
            End if
        end if
    else
        Receive the reader's feedback f
        if f = collision then
            ASC = ASC + 1
        else if f = readable then
            PSC = PSC + 1
        else /* f = idle */
            ASC = ASC - 1
        end if
    end if
end while
```

그림 7. 알고리즘 3: FTB 프로토콜의 태그 동작
Fig. 7. Algorithm 3: The tag operation of FTB protocol.

다. 일단 전송에 참여했던 태그들은 성공 사이클에서 PSC의 값을 증가시키고, 피드백 된 ID가 자신의 것과 일치하는지의 여부를 확인한다. ID가 일치하는 태그는 캡쳐 효과의 유무는 알지 못하지만 리더로부터 정상적으로 인식되었음은 알 수 있다. 자신의 ID가 피드백 되지 않은 태그들은 캡쳐 효과에 의해서 다른 태그가 인식되었다고 판단 가능하기 때문에, 다음 사이클에 전송하는 집합으로 포함시키기 위하여 ASC를 1 증가 시켜 PSC의 값과 동일한 값을 가지게 한다. 나머지의 경우는 ABS의 태그와 동일하다. 그림 7은 FTB 프로토콜에서의 태그의 동작을 의사코드로 표현한 것이다.

리더는 TSC, PSC 카운터 및 CTF라는 일종의 플래그를 추가로 가진다. CTF의 역할은 캡쳐 효과에 의해서 PSC > ASC 가 되더라도 인식하지 못한 태그가 생길 수 있는데, 이 경우에 CTF를 참(True)으로 변경하고 다음 사이클을 한 번 더 시도한다. 캡처효과가 있었다면 PSC > ASC 라 하더라도, 다음 사이클에서 태그들의 전송시도가 있게 된다. 캡처 효과가 발생하여 PSC > ASC가 되고 CTF가 참으로 변경되면, 캡처에 의한 태그의 대응으로 다음 사이클의 전송시도가 반드시 존재하게 되므로 무응답 사이클이 나올 수 없다. 그러나 캡처 효과 없이 실제 인식에 의한 PSC > ASC 경우에는 CTF가 참이 되고, 다음 사이클에서 반드시 무응답이 된다. 따라서 이 상황에서 프레임의 종료를 알 수 있다.

```
PSC = 0
CTF = False
if TSC = NULL then
    TSC = 0
end if
Transmit the command starting a frame with
TSC
While (PSC <= TSC) OR (CTF is False) do
    Receive tag responses and detect collision
    if collision occurs then
        TSC = TSC + 1
        f = collision
    else if receive only a response then
        Store the tag ID
        PSC = PSC + 1
    if PSC > TSC then
            CTF = True
            TSC = PSC
        end if
        f = stored tag ID
    else /* receive no response */
        TSC = TSC - 1
    if PSC > TSC AND CTF is True then
            Jump FINAL /*Break While Loop*/
        end if
        f = idle
    end if
    Transmit the feedback f
end while

FINAL
```

그림 8. 알고리즘 4: FTB 프로토콜의 리더 동작
Fig. 8. Algorithm 4: The reader operation of FTB protocol.

Ⅳ. 컴퓨터 시뮬레이션 및 검토

BT 프로토콜과 ABS 프로토콜 그리고 FTB 프로토콜을 태그의 개수를 변경하면서 인식 사이클, 충돌 사이클, 무응답 사이클을 측정하였다. BT 프로토콜과 ABS 프로토콜은 캡처 효과가 발생하는 경우 프로토콜 자체가 불완전하기 때문에, 그렇지 않는 경우만 고려하여 결과를 대신하였다.

그림 9, 그림 10, 그림 11은 하나의 프레임을 완료하여 모든 태그들은 인식 하는 동안 나오는 각각의 사이클들의 시뮬레이션의 결과를 그래프로 표현한 것이다. 충돌 사이클과 무응답 사이클의 수는 무조건 값이 작을

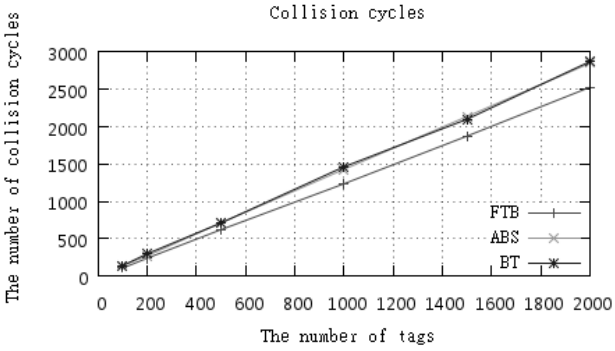

그림 9. 성능 비교 (충돌 사이클의 수)
Fig. 9. A performance comparison. (number of collision cycles).

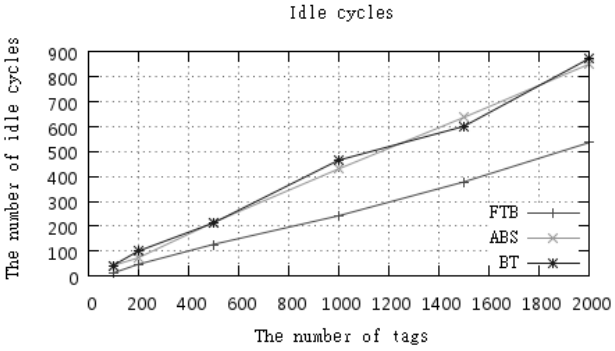

그림 10. 성능 비교 (무응답 사이클의 수)
Fig. 10. A performance comparison. (number of idle cycles).

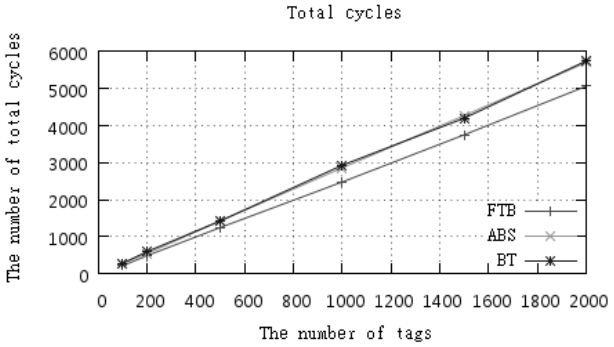

그림 11. 성능 비교 (총 소요 사이클의 수)
Fig. 11. A performance comparison (total number of required cycles).

수록 성능이 좋다고 할 수 있고, FTB 프로토콜은 성능 개선이 이루어 졌다고 할 수 있다.

V. 결 론

RFID 통신에서 리더의 다중 태그 인식 방법의 대표적인 것에는 BT와 ABS가 있지만, 무선통신에서 발생하는 캡처 효과를 고려하지 못하였다. 캡처 효과에 의한 성공 사이클은 BT, ABS에서 충돌 사이클이 발생해야 하는 구조적인 점 때문에 프로토콜 전체에 치명적인 문제점이 발생한다.

FTB 프로토콜은 캡처 효과에 의해 발생하는 성공 사이클을 적용할 수 있는 알고리즘을 도입하여 문제점을 해결하고 성능 개선을 도출하였다.

참 고 문 헌

[1] J. I. Capetanakis, “Tree algorithms for packet broadcast channels,” in IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 25, no. 4, pp. 505-515, September 1979.
[2] C. Law, K. Lee, and K.-Y. Siu, “Efficient Memoryless Protocol for Tag Identification.” in International Workshop on Discrete Algorithms and Methods for Mobile Computing and Communications, August 2000.
[3] J. R. Cha and J. H. Kim, “Dynamic framed slotted ALOHA algorithms using fast tag estimation method for RFID system,” in Proc. IEEE Consumer Communications and Networking Conference(CCNC), Jan. 2006.
[4] J. Myung and W. LEE, “Adaptive Splitting Protocols for RFID Tag Collision Arbitration.” in ACM Mobihoc, May 2006.
[5] EPCTM Radio-Frequency Identification Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860MHz - 960MHz Version 1.0.8, EPCglobal, Dec. 2004.
[6] K. Y. Wu and R. H. Campbell, “Using generalized query tree to cope with the capture effect in RFID singulation,” in Proc. IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Jan. 2009.
[7] Bo Li, Yuqing Yang, Junyu Wang “Anti-Collision Issue Analysis in Gen2 Protocol-Anti -collision issue analysis considering capture effect”, Auto-ID Labs White Paper WP-HARDWARE-047, March 2009.

저 자 소 개

박 영 재(정회원)
2010년 건국대학교 박사과정 수료 (전자정보통신전공)
2000년 건국대학교 공학석사
2004년～2006년 (주)위트콤
2001년～2001년 (주)머큐리
<주관심분야 : 무선 통신망, 차세대 네트워크>

김 영 범(정회원)
1996년 Ph.D., 1996, Univ. of Maryland, College Park, U.S.A.
1997년 9월～현재 건국대학교 정보통신대학 전자공학부 교수
2003년 Visiting Prof., Univ. of British Columbia, Canada
<주관심분야 : 무선 통신망, 네트워크 구조>