

RFID 충돌방지 프로토콜의 성능 개선에 관한 연구

A Study on Performance Enhancement of RFID Anti-Collision Protocols

김 영 범*

Kim, Young Beom*

요약

RFID 시스템 구현에 있어서 중요한 고려사항 중의 하나는 인식 범위 내에 있는 태그들을 최소한의 인식 지연시간을 가지고 모두 인식하도록 하기 위한 충돌방지 알고리즘의 설계이다. 또한 이러한 충돌방지 알고리즘의 설계에 있어서 일반적으로 태그 및 리더의 메모리 및 계산력 상의 제약조건이 감안되어야 한다. 본 논문에서는 산업분야 RFID 표준으로 정립된 Gen2 프로토콜에서 제시하는 기본적인 태그인식 충돌방지 알고리즘과 Q 알고리즘, 그리고 FAFQ 알고리즘의 성능과 문제점을 분석하고 태그 밀집 수준에 따른 프레임 길이의 동적 설정을 통하여 태그 식별시간 측면에서 RFID 시스템의 성능 향상을 기대할 수 있는 새로운 RFID 충돌방지 알고리즘을 제시한다. 또한 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존 Q 알고리즘과 FAFQ 알고리즘, 그리고 제안된 알고리즘의 성능을 비교하였다.

Abstract

One of the key issues in implementing RFID systems is to design anti-collision protocols for identifying all the tags in the interrogation zone of a RFID reader with the minimum identification delay. In this paper, Furthermore, in designing such protocols, the limited resources in tags and readers in terms of memory and computing capability should be fully taken into consideration. we first investigate two typical RFID anti-collision algorithms, namely RFID Gen2 Q algorithm (accepted as the worldwide standard in industrial domain) and FAFQ algorithm including their drawbacks and propose a new RFID anti-collision algorithm, which can improve the performance of RFID systems in terms of tag identification time considerably. Further, we compared the performance of the proposed algorithm with Q algorithm and FAFQ algorithm through computer simulation.

Keywords : RFID, Anti-collision Protocols, Gen2, Tags, Framed Slotted Aloha, Q algorithm

I. 서론

RFID (Radio Frequency Identification) 시스템은 사물에 부착된 태그의 ID를 인식하고 사물과 관련된 정보의 식별을 통하여 여러 가지 용도로 활용될 수 있는 기술이다. 2005년에는 13억 개 이상의 RFID 태그가 생산되었으며 이 수치는 2010년 무렵에는 300억개 정도로 증가되었다. 이러한 RFID 성장의 주요 동인은 LoS (Line of sight)가 확보되지 않은 상태에서 무선으로 사물들을 식별할 수 있는 기능이라 할 수 있다. 최근 월마트와 미국 국방성은 물류관리 비용절감을 위해 주요 물품공급업체들의 RFID 태그 사용을 의무화한 바 있다. 머지않아 RFID 태그는 지속적인 가격하락으로 기존의 바코드처럼 물품단위의 광범위한 적용이 실현될 것으로 기대되고 있다. 주요 RFID 기술업체로는 필립스, 텍사스 인스트루먼트, IBM, 인텔, SAP, 배리사인, 선마이시스템스, Alein 등을 들 수 있다[1][2].

RFID 시스템은 통상적으로 리더(Reader)와 태그(Tag)로 구성되어 있으며 리더의 질의(interrogation)에 해당 태그가 반응하는

방식이 일반적으로 쓰이고 있다. 태그는 전력 공급 유형에 따라, 능동형(Active), 반수동형(Semi-passive), 수동형(Passive) 태그로 구분되며 이 중에서 수동형 태그는 전원이 없고 최소한의 기능만을 포함하는 것으로 리더가 발생시키는 전자기 신호로부터 파워를 유도하여 구동되기 때문에 경제적인 면에서 가장 적합한 형태이다. 수동형 태그는 매체 감지(carrier sensing) 기능이 없으며 다른 태그와 협업 통신이 불가능하다. 본 논문에서는 가장 보편화되고 있는 수동형 태그를 연구대상으로 하고 있다.

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 반송과 감지(Carrier Sensing) 기능이 없기 때문에 복수의 태그들의 응답은 리더 측에서 충돌을 발생시킬 수 있다. 충돌이 발생할 경우 성공적인 전송이 이뤄질 때까지 리더와 태그 간 재전송이 이뤄져야 하고 전송대역폭, 전력 손실과 식별 지연 측면에서 전반적으로 RFID 시스템의 성능을 저하시키게 된다.

따라서 리더의 정보전송 요구에 따른 동시적인 복수 태그의 응답으로 발생하는 충돌 현상을 최소화하기 위해서는

* 건국대학교

투고 일자 : 2011. 7. 7 수정완료일자 : 2011. 10. 18

게재확정일자 : 2011. 11. 1

* 이 논문은 2011년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임.

태그들의 응답 시점을 달리하도록 하기 위한 충돌방지 알고리즘 (Anti-collision algorithms)이 필요하다.

2004년 12월 EPCglobal은 리더기, 태그, ONS (Object Name Service), EPCIS (EPC Information Services) 등과 같이 RFID 시스템을 구성하는 여러 요소들에 관한 표준들을 발표한 바 있다. 이 중에서 충돌방지 메커니즘에 관한 표준은 'Class 1 Generation 2' UHF 무선 인터페이스 프로토콜 표준으로 명시되어 있다[1][2].

본 논문에서는 Gen2 Protocol에서 제시하는 기본적인 충돌방지 알고리즘과 Q값을 조정하기 위한 Q 알고리즘[1], 그리고 FAFQ 알고리즘[3]의 성능을 분석하고 프레임의 길이를 적절히 조정하기 위한 방식을 도입함으로써 태그 식별시간을 줄일 수 있는 새로운 충돌방지 알고리즘을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 이어지는 장에서는 RFID 시스템에서 사용되는 대표적 알고리즘인 Q 알고리즘과 FAFQ 알고리즘에 대해 자세히 살펴보고 문제점을 제시한다. III장에서는 기존 알고리즘의 태그 인식 성능을 개선할 수 있는 새로운 알고리즘에 대해 기술한다. IV장에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기존의 Q 알고리즘과 FAFQ 알고리즘, 그리고 제안된 알고리즘의 성능을 비교 검증한다. 마지막으로 VI장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 기존의 태그 충돌 방지 알고리즘

RFID 시스템에서 충돌 방지 알고리즘은 크게 트리 기반 (tree based)과 알로하 기반 알고리즘의 2 가지 방식으로 분류할 수 있다. 트리 기반의 결정적 알고리즘은 다수의 태그가 자신의 식별자를 동시에 전송하는 경우, 태그가 전송하는 식별자를 이용하여 이진 트리를 구성하고 충돌이 발생하는 비트 위치를 이용하여 태그의 식별자를 인식하는 방식을 말한다. 이 방식은 모든 태그를 인식할 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 식별자의 비트수가 길어지거나 충돌이 많아지게 되면 이진트리의 깊이가 깊어지게 되어 식별 속도가 느려지게 되는 단점이 있으나 반면에 알로하 기반의 방식과 비교하여 대상 태그를 100% 식별할 수 있는 장점이 있다. 트리 기반 알고리즘은 비메모리형 (Memoryless) 알고리즘과 메모리형 (Memory) 알고리즘으로 나눌 수 있다. 비메모리형 알고리즘에서 태그의 응답은 특정한 상태에 의존하지 않고 단지 리더로부터 전송되는 값에 의해서만 결정된다. 이 방식은 태그 구현이 간단하여 비용 및 전력 문제를 해결할 수 있는 좋은 방식이라 할 수 있다. 충돌 추적 알고리즘과 쿼리 트리 (Query Tree) 알고리즘이 이 방식을 사용하고 있다. 메모리 알고리즘은 태그가 일정한 메모리를 가지고 있어서 태그 인식에 필요한 여러 가지 정보들을 가지고 있는 형태를 말한다. 이 방식은 각 상태마다 현재의 상태를 저장해야 하는 부담을 안고 있다. 이 방식을 사용한 알고리즘으로는 비트-중재 알고리즘과 분할트리 알고리즘이 있다.

알로하 기반의 확률적 알고리즘은 지정된 N개의 슬롯으로 구성된 프레임에 태그가 보낸 자신의 식별자를 리더가 임의의 슬롯에 적재하는 방식이다. 이 방식은 태그식별의 완전성을 제공하지 못하며 충돌이 발생한 슬롯의 재전송으로 인해 태그 식별에 있어서 높은 성능을 기대하기 어렵다는 단점이 있다. 이 방식은 슬롯에 전송하는 태그의 정보에 따라 ID-슬롯 방식과 bit-슬롯 방식으로 구분된다.

본 논문에서는 알로하 기반의 확률적 알고리즘인 Framed Slotted Aloha (FSA) 방식의 대표적 알고리즘들인 Gen2 Q 알고리즘과 FAFQ 알고리즘에 대해 고찰하고 이를 통하여 새로운 알고리즘을 제안하였다. 이 방식의 충돌방지 알고리즘은 리더가 자신의 Query를 전송하면 태그는 자신의 정보를 전송할 슬롯을 정하고 응답을 시도한다. 이때 한 개의 슬롯에 오직 1개의 태그 정보만이 삽입된 경우를 성공(Success)이라 하고 한 개의 슬롯에 2개 이상의 태그가 응답을 시도한 경우를 충돌 (Collision)이라 하며, 슬롯에 어떠한 태그의 정보도 없는 경우를 휴지 (Idle)라고 한다.

만약 태그 충돌이 발생하면 리더는 Query라는 프레임 슬롯의 크기를 결정하는 파라미터 값을 재전송하여 충돌이 발생하여 인식되지 못한 태그에 대하여서는 다음 프레임에서 다시 인식을 시도하게 되고, 만약 다음 프레임에서도 충돌이 발생하면 다시 다음 프레임으로 넘긴다. 이러한 반복을 통해 리더는 모든 태그를 인식할 수 있게 된다. 다만 태그의 개수가 매우 많을 경우는 Query가 고정되어 있어서 모든 태그를 인식하는데 걸리는 시간이 오래 걸린다.

2.1 Q 알고리즘

수동 RFID 시스템을 위한 EPCglobal Gen2에서는 충돌 방지 알고리즘으로써 DFSA의 일종인 Q 알고리즘을 적용한 확률적 슬롯기반의 알로하를 사용한다. 그림 1과 그림 2는 각각 확률적 슬롯기반의 알로하 알고리즘의 동작 개념과 의사코드를 도시하고 있다. Gen2 알고리즘에서는 Query와 QueryAdjust 명령어에서 사용하는 Q 값을 변화시킴으로써 동적으로 프레임 길이를 조정한다. 그림 3은 Gen2에서 Q값을 변화시키는 데 적용되는 Q 알고리즘의 동작 흐름도를 보여주고 있다. RFID 리더는 상시적으로 Q에 대한 부동소수점 (floating point) 값인 Q_{fp} 를 유지하며 프레임 길이를 구하는 데 사용되는 Q값은 Q_{fp} 를 라운딩 (즉, 소수점 이하 절삭)함으로써 얻어진다. Q값이 바뀔 때마다 리더는 QueryAdjust 명령어를 통하여 새로운 Q값을 태그에 통보하게 된다.

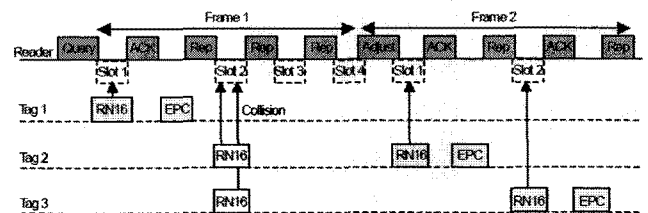


그림 1. Gen2 충돌방지 알고리즘의 동작개념도.
Fig. 1. Conceptual diagram of Gen2 anti-collision algorithm.

```

Reader sends Query.
for inventory procedure
  Every tag generates RN16 & slot counter.
  for current frame
    If slot counter == 0
      Tag replies its RN16.
    end
    If a single tag replies
      Reader sends ACK with RN16.
      If RN16 received by tag == RN16 saved
        in tag
          Tag sends EPC to reader.
        end
      Reader sends QueryRep.
    else if multiple tags reply
      Reader sends QueryRep or QueryAdjust.
    else if no tag replies
      Reader sends QueryRep or QueryAdjust.
    end
    If tag receives QueryRep
      slot counter = slot counter - 1
    end
  end
  Reader sends QueryAdjust.
end
    
```

그림 2. Gen2 충돌방지 알고리즘 (의사 코드).
 Fig. 2. Pseudo-code for Gen2 anti-collision algorithm.

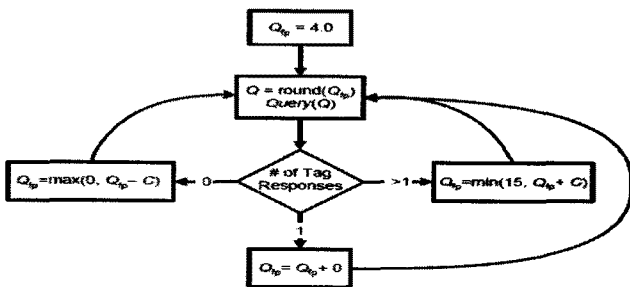


그림 3. Q 알고리즘의 동작 흐름도.
 Fig. 3. Flow chart for Q algorithm.

리더가 보내는 Query 메시지에 대한 태그들의 반응에 따라 Q_p 값은 다음과 같이 조정된다.

Case 1. 하나의 태그가 응답할 시, 초기의 Q값을 그대로 다음 라운드에 사용하게 된다.

Case 2. 무응답 시, 초기의 Q값에 C를 뺀 값을 반올림하여 다음 라운드의 Q값으로 사용한다. 즉, $Q = Q_0 - C$. 태그의 응답이 없다는 것은 주어진 태그 개수에 비해 프레임 길이 (즉, 타임 슬롯의 개수)가 길다는 것을 의미한다. 따라서 초기의 Q값에서 C만큼 감하여 결과적으로 프레임 길이를 줄임으로서 태그의 응답 확률을 높게 된다.

Case 3. 충돌 발생시, 초기의 Q값에 C를 더한 값을 반올림하여 다음 라운드의 Q값으로 사용한다. 즉, $Q = Q_0 + C$. 충돌이 발생한다는 것은 주어진 태그 개수에 비해 프레임 길이 (타임 슬롯 개수)가 짧다는 것을 의미한다. 그래서 초기의 Q값에 C를 더하여 결과적으로 프레임 길이를 늘임으로서 충돌 확률을 줄일 수 있다.

상수 C는 통상적으로 0.1과 0.5 사이의 값을 갖는다. 일반적으로 초기 Q값을 4로 지정하는데 태그 개수가 100개 넘어가면 Q값이 8 증가하게 되고 이어 매회 충돌 횟수와 빈 슬롯의 횟수가 늘어남에 따라 Q값의 변화폭이 급격하게 커지게 된다. 이렇게 Q값의 변동 폭이 커지게 되면 효율적으로 태그를 인식할 수 있는 프레임 크기를 갖지 못하게 되어 태그 인식 과정에서 비효율성을 초래하게 된다. 따라서 매회 발생하는 충돌과 빈 슬롯의 횟수를 C만큼 직접 증감하는 것이 아니라 일정 회 이상의 연속적인 충돌 또는 빈 슬롯이 발생한 경우에만 Q값을 조정하는 것이 바람직하다.

2.2 FAFQ Algorithm

프레임 길이를 동적으로 조정하기 위해 하나의 프레임 중간에 QueryAdjust 명령어를 사용하는 경우 프레임의 길이 (슬롯 개수)를 증가 또는 감소시켜야 할지를 결정하기 위해서는 두 개의 경계치(threshold)가 사용된다. 즉, 연속되는 빈 슬롯의 개수에 대해 TH_{emp} , 그리고 연속되는 충돌 슬롯의 개수에 대해서는 TH_{coll} 이 사용된다. 연속되는 충돌 슬롯의 개수가 경계치 TH_{coll} 보다 크면 더 이상의 충돌을 방지하기 위해 프레임 크기를 증가시키기 위해 QueryAdjust 명령어가 사용되고, 연속되는 빈 슬롯의 개수가 TH_{emp} 를 넘게되면 빈 슬롯의 개수를 줄이기 위해 프레임 크기를 감소시키기 위해 QueryAdjust 명령어가 사용된다. 나머지의 경우 프레임 길이는 그대로 유지된다. 그림 4는 FAFQ 알고리즘에 대한 의사코드를 보여주고 있다.

```

If number of continuous collided slots > Th_coll
  Reader sends QueryAdjust.
  Q = Q + 1
else if number of continuous empty slots > Th_emp
  Reader sends QueryAdjust.
  Q = Q - 1
else
  Reader sends QueryRep.
end
    
```

그림 4. FAFQ 알고리즘.

Fig. 4. FAFQ algorithm.

FAFQ 알고리즘은 다음과 같은 문제점을 내포하고 있다. FAFQ 알고리즘은 기존 Q 알고리즘의 문제점을 보완하기 위해 매회 발생하는 충돌, 빈 슬롯의 횟수를 연속 10회 발생으로 늘리고 C 상수 대신 Q값을 직접 1씩 증가 또는 감소시키는 알고리즘이다. 이는 급격한 Q값의 변화에 따른 프레임 크기의 변화폭을 줄여 효율성을 높이기 위한 알고리즘이나 소수의 태그를 인식할 시 10회 연속 충돌, 빈 슬롯 발생의 빈도가 낮고 이에 따라 조정된 Q값을 얻지 못해 프레임 크기 조절에 있어 비효율적인 면을 가지고 있다. 따라서 연속 횟수를 줄이고 기존의 C 상수 값을 이용하여 Q값을 보다 민감하게 변화시킬 필요가 있다.

III. 제안 알고리즘

본 논문에서 제안하고자 하는 알고리즘에서는 인식 대상 태그의 개수를 추정하여 기존 FSA 방식에서 고정되어 있는 프레임 사이즈의 크기를 적절하게 조절하게 된다. FSA방

식의 단점은 프레임 길이가 고정적이라는 점이다. 이를 해결하기 위해 처음 리더에서 태그 측으로 Query 명령어를 전송할 때 Q 값을 4로 설정하고, 2^Q 만큼의 타임 슬롯이 지난 후에 충돌 횟수와 빈 슬롯의 수를 계산한다. 충돌 횟수가 많이 일어날수록 태그의 개수가 많다는 것을 의미하므로, 프레임의 크기는 커져야 할 것이고, 빈 슬롯의 수가 많다면 태그의 개수가 적음을 의미하므로 프레임의 길이는 줄어들어야 할 것이다. 따라서 기존에 정해진 대로 2^Q 만큼의 타임 슬롯이 경과할 때 마다 프레임의 길이를 조정한다면 다수의 태그에 대한 효율성을 증가시킬 수 있을 것이다.

리더는 태그 인식을 위해서 Query, QueryAdjust, Repeat 등의 명령어를 broadcast하게 되고, 이에 따라 각 태그는 구비된 슬롯 카운터의 값을 조정하게 된다. 슬롯 카운터가 '0'이 될 때 태그는 자신이 가지고 있는 RN16이라는 태그를 식별할 수 있는 값을 보낼 수 있게 된다. 만약 2개 이상의 태그가 '0'값을 가지게 되면 충돌이 발생하고 해당 태그들은 다시 재전송과정을 거쳐야 한다.

제안 알고리즘에서는 연속 충돌 횟수와 빈 슬롯의 연속 발생 횟수에 따라 Q값을 조절하게 된다. 즉, 연속으로 3번 충돌이 발생할 경우 Q값을 C만큼 증가시킴으로서 프레임 크기를 증가시키게 된다. 또한, 빈 슬롯의 수가 연속 3회 발생할 경우 식별대상 태그의 수가 적은 것으로 볼 수 있으므로 Q값을 C만큼 감소시킨다. 마지막으로 한번 충돌이 발생하거나 2번의 충돌이 발생할 경우는 Q값의 변화 없이 그 값을 고정한다. Q값의 급격한 증가는 식별해야 할 태그보다 더 많은 빈 슬롯을 만들게 되므로 그만큼 지연시간이 길어지므로 효율성이 떨어지게 된다. 따라서 연속으로 3회 충돌할 경우에만 Q값을 증가시키게 된다. C의 값은 유동적으로 0.1에서 0.5 사이의 값을 가지는 것이 바람직하다. 표 1은 반복 실험을 통하여 얻어진 수치들로 Q값의 크기에 따른 C값의 크기를 나타낸다. Q값의 크기가 작은 경우에는 C값의 크기를 0.5로 하여 Q값의 크기가 큰 쪽으로 움직일 수 있게 하였고, Q값의 크기가 작은 경우에는 C값의 크기를 작게 하여 Q값의 변동폭을 줄였다.

표 1. Q값에 따른 C값의 적정 크기.

Table 1. Appropriate values of C for various Q values.

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

그림 5는 제안 알고리즘에 대한 동작 흐름도이다. Query 값을 받은 후 태그의 반응에 따라서 Q값을 조절하게 된다. 연속 3회 이상 충돌이 발생할 경우와 연속 3회 빈 슬롯이 발생할 경우에는 Q값을 적절히 증가 또는 감소시킴으로서 그 값을 조절하는 역할을 한다. 이러한 역할을 하는 명령어는 Query Adjust로서 여기에서 Q값의 증가나 감소가 이루어져서 다음 프레임 크기를 결정하는 역할을 한다. 여기서 변경된 프레임 크기는 다음 슬롯 카운터를 결정하는 역할을 해줌으로서 결과적으로 RFID 시스템의 태그 인식 효율성을 높일 수 있다.

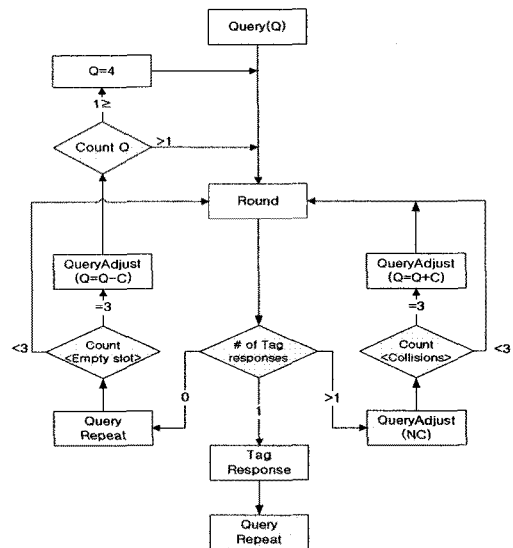


그림 5. 제안한 알고리즘의 동작 흐름도.

Fig. 5. Flow chart for the proposed algorithm.

IV. 컴퓨터 시뮬레이션 및 검토

제안한 알고리즘의 효율성을 검증하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 제안한 알고리즘의 성능을 기존의 FAFQ 알고리즘과 Q 알고리즘과 비교하여 보았다.

성능 평가 실험에서 이상적인 통신 채널환경을 가정하였고 리더 한 개와 다수의 태그로 구성된 경우를 고려하였다. 그림 5와 표 2는 제안된 알고리즘과 Q 알고리즘, FAFQ 알고리즘의 성능을 태그 수의 증가에 따른 식별 소요 시간 측면에서 비교한 것이다 (식별시간의 단위는 μsec 임).

적은 수의 태그 집단에서는(약 10~50개) 슬롯의 수와 비교하여 태그 수가 많지 않기 때문에 각 알고리즘이 큰 지연시간 없이 태그를 식별할 수 있어서 효율이 비슷하게 측정된다. 그러나, 태그 수가 늘어나게 되면(약 50개 이상) 경쟁에 참여하는 태그의 수가 슬롯의 수보다 더 많아짐으로써 발생하는 충돌 현상 때문에 지연시간이 발생하게 된다. 또한, 태그 개수가 늘어날수록 식별 시간은 증가한다. 그림 6을 보면 제안된 알고리즘의 식별시간은 FAFQ 알고리즘의 식별시간에 비해 27.2%, Q 알고리즘의 식별시간에 비해 20.5%에 가까운 성능 향상을 보임을 알 수 있다.

이러한 성능향상의 요인은 다음과 같이 설명할 수 있다.

Q 알고리즘과 FAFQ 알고리즘은 태그 수가 많을 때 프레임의 변화폭을 적절하게 조절하지 못하기 때문에 식별시간이 더 길어진다. 그러나 제안된 알고리즘은 연속 충돌 및 빈 슬롯 발생 횟수를 3회로 제한하고 C값을 이용하여 Q값을 조절하여 적절하게 프레임 변화폭을 조정으로써 식별시간이 짧아지게 된다.

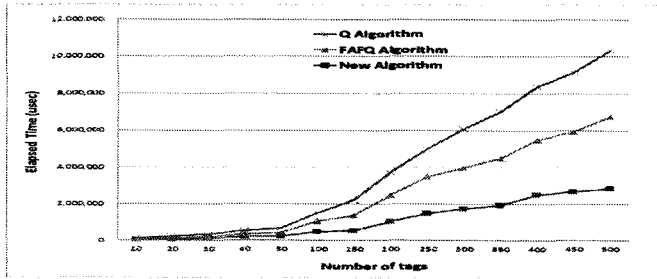


그림 6. 태그 개수에 따른 식별 소요시간 비교.

Fig. 6. Performance comparison : tag identification time vs. number of tags.

표 2. 태그 개수에 따른 식별 소요시간 (µsec).

Table 2. Tag identification time vs. number of tags (µsec).

Tags	Proposed Algorithm	FAFQ Algorithm	Q Algorithm
10	26326	30332	52411
20	66128	77172	91028
30	110233	83979	139872
40	202872	140934	198072
50	229984	199610	235029
100	472232	584822	451028
150	536185	825563	830867
200	1038465	1433982	1254679
250	1482945	1982232	1537799
300	1728334	2247332	2097564
350	1923834	2583342	2498754
400	2495832	3012875	2876553
450	2657483	3284451	3178008
500	2837495	3895742	3568643

V. 결론

본 논문에서는 FSA 방식을 기반으로 하여 프레임의 길이를 동적으로 조정함으로써 태그 식별시간을 단축하기 위한 새로운 알고리즘을 제안하였다. 식별과정에서 관측되는 충돌 발생 빈도와 빈 슬롯 발생 빈도를 기반으로 인식대상 태그의 개수(tag population)를 추정하고 Q값을 변동폭이 너무 크거나 작지 않게 적절히 조정함으로써 기존 DFSA 방식의 Q 알고리즘이나 FAFQ 알고리즘에 비해 식별시간을 상당히 줄일 수 있음을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

제안된 알고리즘에서 사용되는 C값은 최적치에 가까운 적정치 설정을 위해 여러 차례의 반복 실험을 통해 얻어진 값들이다. C값의 최적치 산출을 위한 해석적 연구는 추후 연구과제로 남아 있다.

참고문헌

- [1] EPCglobal, *Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF Protocol for Communications at 860 MHz-960 MHz Version 1.1.0*, Dec. 17, 2005.
- [2] Dheeraj K. Klair et al., "A Survey and Tutorial of RFID Anti-Collision Protocols", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 12, no. 3, pp. 400-421, 2010.
- [3] Xiao Fan et al., "Gen2-Based Tag Anti-collision Algorithms Using Chebyshev's Inequality and Adjustable Frame Size", *ETRI Journal*, Volume 30, Number 5, pp. 653-662, 2008.
- [4] Auto-ID Center, Massachusetts Institute of Technology, "860MHz-930MHz Class1 Radio Frequency Identification Tag Radio Frequency & Logical Communication Interface Specification Candidate Recommendation, Version 1.0.1", Nov. 2002.



김 영 범 (Young Beom Kim)

正會員

1984년 2월 서울대 전자공학과(공학사)

1986년 2월 서울대 전자공학과(공학석사)

1996년 8월 미 메릴랜드주립대(공학박사)

1997년 9월 ~ 현재 건국대학교 전자공학부 정교수

※주관심분야 : 무선네트워크, 통신망 트래픽 제어