

논문 2010-47TC-5-5

GEN2 기반 RFID 시스템에서의 충돌방지 알고리즘의 초기 값 Q에 대한 연구

(A Study on initial value Q of Anti-collision Algorithm in Gen2 Protocol Based RFID Systems)

임 송 빈*, 오 영 환**

(Song-bin Im and Young-hwan Oh)

요 약

본 연구에서는 UHF 대역의 18000-6 Type C Class Generation 2(이하 Gen2) 표준의 충돌방지 알고리즘을 사용하여 개선된 충돌방지 알고리즘을 제안하고 이를 토대로 충돌방지 유닛을 설계하였다. Gen2 표준은 슬롯 aloha 알고리즘 계열에서 비교적 높은 성능을 가지는 증가형 방식을 채택하여 사용하고 있으며, 이를 위해 Q 알고리즘을 제시하고 있다. 하지만 슬롯 카운터 선택 파라미터 Q에 따른 초기 Q_{ip} 값에 대한 정확한 정의가 되어 있지 않아, 잘못된 값 선택으로 인한 성능의 저하가 우려된다. 따라서 본 연구에서 태그인식시간, 데이터 처리량, 시스템 효율을 증가 시킬 수 있는 개선된 Q 알고리즘을 제안하였다. 제안한 Q 알고리즘에 의하여 5%정도의 시스템 효율 성능 향상과 9% 정도의 태그인식시간 감소를 얻을 수 있었다.

Abstract

In this paper, we propose an improved anti-collision algorithm. We have designed an anti-collision unit using this algorithm for the 18000-6 Type C Class 1 Generation 2 standard (Gen2). The Gen2 standard uses a Q-algorithm for incremental method on the Dynamic Slot-Aloha algorithm. It has basically enhanced performance over the Slot-Aloha algorithm. Unfortunately, there are several non-clarified parts: initial value. If an incorrect value is selected, it causes degradation in performance. To increase throughput and system efficiency, and to decrease tag identification time, we propose an improved anti-collision algorithm. proposed Q algorithm has an increment of 5% of system efficiency and a decrement of 9% of tag identification time.

Keywords: RFID, Anti-collision algorithm, Gen2 protocol, Q_{ip}

I. 서 론

RFID(Radio Frequency IDentification)란 사물에 부착된 정보를 송·수신하고 이와 관련된 서비스를 제공하는 기술을 일컫는다.^[1]

RFID 시스템에서는 태그에 극소형 칩을 부착해 많은 정보를 저장할 수 있으며, 상품에 태그의 부착이 용이하고 바코드에 비해 장거리 정보 송·수신이 가능하다.

특히 유통 및 물류분야에 사용될 900 MHz RFID 시스템은 각종 물품에 전자태그를 부착해 자동으로 물품 명세와 가격, 유통경로 및 기한 등을 파악할 수 있어 유통 및 물류에 혁신을 가져올 기술로 각광 받고 있다. 또한 앞으로 센서 기술과 칩 소형화 기술 등이 더욱 발전하면 정보를 능동적으로 획득하고 처리하는 능력까지 갖추게 되어 바코드가 하던 역할과는 비교할 수 없을 정도로 많은 일들을 해낼 수 있을 것으로 기대되고 있다.^[2]

일반적으로 RFID 시스템에서 사용되는 태그는 수동형과 능동형이 있다. 900 MHz RFID 시스템에서는 수동형 태그가 사용되는데, 그 능력이 매우 제한적이어서

* 정희원, ** 평생희원, 광운대학교 전자통신공학과
(Dept. of Electronics and Communication
Engineering, Kwongwoon University)
접수일자: 2009년8월14일, 수정완료일: 2010년5월14일

다른 태그들과 통신을 할 수 없고 단지 리더와만 통신이 가능하다.^[3] 리더는 무선 채널을 통하여 각각의 태그들과 통신을 하는데, 모든 태그들이 리더가 보낸 신호를 동시에 받게 되고 리더는 전송요구에 응답을 한다. 이 때 하나의 리더가 동시에 응답한 여려 개의 태그를 인식해야 하는 문제가 발생하는데 이를 태그 충돌이라고 한다.^[1] 여러 개의 태그를 충돌 없이 인식하기 위해 서는 이러한 태그 충돌 문제를 해결하는 충돌방지 알고리즘이 필요하고, 이는 900 MHz RFID 시스템에서 가장 핵심 기술로서 인식되고 있다.^[4]

현재 사용되고 있는 충돌 방지 알고리즘은 크게 이진 탐색 방식(Binary Search Algorithm)과 슬롯 알로하 방식(Slotted ALOHA Algorithm)으로 나눌 수 있고,^[5] 슬롯 알로하 방식은 기본 프레임 알로하 방식, 동적 슬롯 알로하 방식, 태그 수 추정 알로하 방식으로 나눌 수 있다.^[6]

동적 슬롯 알로하 기반의 충돌방지 알고리즘은 전송 시간을 여러 개의 타임 슬롯으로 분할하여 각각의 태그들이 슬롯을 임의로 선택하여 전송하는 방식으로 동작한다.^[7] 효율적인 태그식별을 위하여 슬롯개수는 전체 슬롯 중 식별 슬롯이 차지하는 비율이 가장 높게 나올 수 있도록 설정한다.^[8] 태그개수에 비해 지나치게 큰 슬롯개수는 태그들 사이의 충돌 발생률을 증가시킨다.^[9] 이와 같이 영역내의 태그개수와 설정된 슬롯개수는 시스템 효율을 결정한다. 하지만 RFID 시스템은 기존의 무선통신과는 달리 영역내의 태그개수에 대한 추정(estimation)이 우선시 되어야하고^[10] 추정된 태그개수에 근거하여 시스템 효율을 가장 높일 수 있는 슬롯개수를 설정하는 것이 바람직하다.^[11]

따라서 본 논문은 Gen2기반 RFID 시스템에서의 슬롯 알로하 기반 충돌방지 알고리즘과 관련하여 태그개수 추정과 슬롯개수 설정에 초점을 맞춰 기존 연구들을 살펴보았고, 태그개수를 추정할 수 있는 새로운 기법으로 슬롯개수 설정 시 시스템 효율이 최대가 되는 기법을 제안하였고, 시뮬레이션을 통하여 기존 기법과 비교, 분석 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 Gen2의 충돌방지 알고리즘에 대해서 알아보고 기존 방식의 문제점을 제시한다. III장에서는 제안하는 RFID 시스템의 충돌방지 알고리즘에 대해 설명한다. 그리고 IV장에서는 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하고 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 본 론

2.1 Gen2 충돌방지 알고리즘 및 문제점

Gen2 표준은 기본적으로 동적 슬롯 알로하 알고리즘을 채택하고, 슬롯 카운터 선택 알고리즘을 이용하여 증가형 방식을 적용하고 있다. 그림 1은 Probabilistic Slotted 알고리즘의 기본 동작 과정을 나타내고 있다.

슬롯 카운터 선택 알고리즘은 태그가 리더로부터 슬롯 카운터 파라미터인 Q값을 전송받아 총 슬롯 개수인 2^Q 내에서 자신이 응답할 슬롯 값을 랜덤하게 선택하여 응답하는 방식이다. 슬롯 카운터 선택 알고리즘에서는 Q값을 변경하기 위한 파라미터로 가중치 C와 Q의 실수 값인 Q_{fp} 가 사용된다. Q_{fp} 는 최소 0에서 최대 15사이의 값을 가질 수 있으며, 가중치 C는 0.1에서 0.5 사이의 값을 갖는다. 태그 응답에 따라 기존의 Q_{fp} 값에 가중치 C를 더하거나 빼는 것을 반복함으로써 Q 값을 설정한다. Q값이 변경되면 태그에 다시 전송하고 변경된

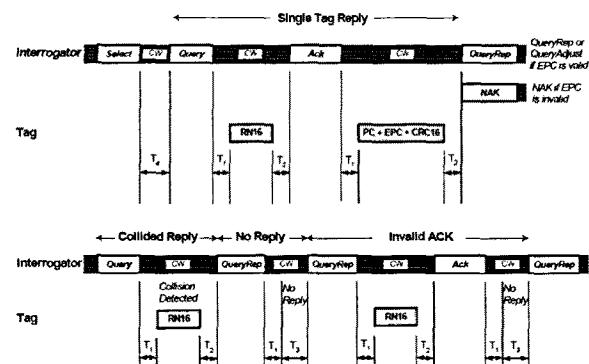


그림 1. Probabilistic Slotted 알고리즘

Fig. 1. Probabilistic Slotted algorithm.

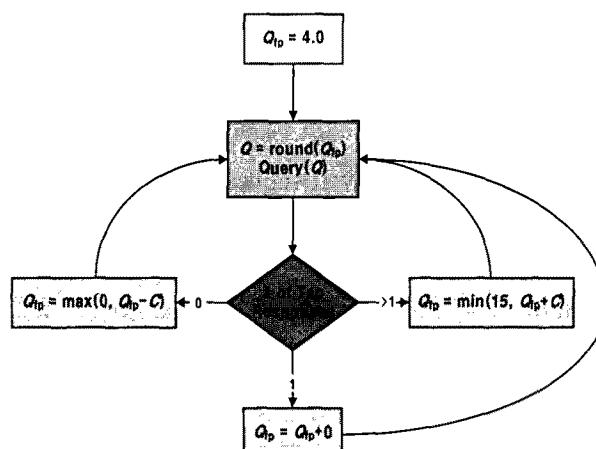


그림 2. Gen2 충돌방지 Q 알고리즘

Fig. 2. Anti-collision Q algorithm for Gen2.

Q 값을 받은 태그는 2^Q 범위 내에 새로운 랜덤 값을 생성하게 된다.^[7] 그림 2는 표준에서 제시하는 Q 알고리즘 흐름도이다.

그러나 표준에서는 몇 가지 정의되지 않은 부분이 있어 알고리즘 구현 시에 어려움이 따른다. 먼저, 초기 Q 값이 정해져 있지 않다. 적절한 Q 값을 설정하지 못한다면 초기에 Q 알고리즘은 많은 반복 수행을 거쳐야 한다. 또한 Q 에 따른 가중치 C 값을 정의해두고 있지 않으며, 단지 Q 값이 클 경우에는 상대적으로 작은 C 를, Q 값이 작은 경우에는 큰 C 값이 변하게 되면 태그는 그 때마다 새로운 랜덤수를 생성하여야 한다.

그러므로 영역 내의 태그를 읽는 시간이 증가하게 되고 이에 따라 리더의 성능은 저하된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선한 새로운 충돌방지 알고리즘을 제안한다.

III. 제안하는 충돌방지 알고리즘

3.1 태그 개수 추정기법

n 개의 태그가 N 개의 슬롯을 사용하여 리더와 통신할 경우 하나의 슬롯 내에 t 개의 태그가 존재할 확률은 이항분포(binomial distribution)를 따르며 다음의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$B_{n, \frac{1}{N}}(t) = \binom{n}{t} \left(\frac{1}{N}\right)^t \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-t} \quad (1)$$

그러므로 한 프레임 혹은 라운드 동안 읽을 수 있는 평균 태그개수는 S 로 표기하고 식(2), 평균 빈 슬롯 개수는 E 로 표기하고 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$S = n \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-1} \quad (2)$$

$$E = N \left(1 - \frac{1}{N}\right)^n \quad (3)$$

슬롯개수의 설정은 시스템 효율이 최대가 되는 슬롯 개수를 설정함으로서 가능하다. 시스템 효율 T 는 식(4)과 같이 정의하고 있다.

$$T = \frac{\text{식별된 슬롯 개수}}{\text{전체 슬롯 개수}} \quad (4)$$

위의 식(4)을 다시 정리하면 식(5)과 같이 나타낼 수 있다.

$$T = \frac{S}{N} = \frac{n}{N} \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-1} \quad (5)$$

태그개수 n 이 주어졌을 때 시스템 효율이 최대가 되는 슬롯개수 N 은 식 (5)를 n 에 대하여 미분하여 그 결과를 0으로 하는 함수를 구함으로서 얻을 수 있다.

$$\frac{dT}{dN} = -\frac{n}{N^2} \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-1} + \frac{n}{N} (n-1) \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-2} \frac{1}{N^2} = 0 \quad (6)$$

위의 식(6)을 다시 정리하면 식(7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$N = \frac{1}{1 - e^{-\frac{1}{n}}} \quad (7)$$

상기 수식을 테일러 급수(Taylor series)를 이용하여 전개하면 다음의 식(8)과 같다.

$$N = \frac{1}{1 - e^{-\frac{1}{n}}} = \frac{e^{\frac{1}{n}}}{(e^{\frac{1}{n}} - 1)} \approx \frac{1 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{1}{n} - 1} \approx n \quad (8)$$

태그개수가 주어지면 상기 식(8)을 이용하여 최적의 슬롯개수를 대입법으로 구할 수 있다. 특히 Gen2는 슬롯개수를 슬롯개수 로그 형태인 Q 값으로 설정하게 되어있기 때문에 구체적인 N 값의 계산보다는 시스템 효율이 최대가 되는 Q 값을 계산하면 된다. 따라서 본 논문에서는 태그개수 n 과 슬롯개수 N 의 관계식에 의하여 슬롯개수를 설정한다. 즉 슬롯개수 N 은 주어진 태그 개수에 식별효율이 최대가 되는 최적의 슬롯개수이다.

3.2 제안하는 알고리즘

본 논문에서 제안하는 Gen2 충돌방지 알고리즘의 흐름도는 그림 3과 같다.

우선 태그 선택단계는 선택 명령의 인자와 태그 식별자 정보를 비교하여 매칭되는 태그의 특정 플래그를 임의로 설정함으로서 태그 식별과정에서 원하는 태그들과 통신이 이루어질 수 있도록 한다. 매칭되지 않은 태그들은 대기(ready) 상태에 머물게 된다. 이러한 기능은 전체 태그를 서브 그룹으로 나누어서 식별할 수 있음을 의미한다.

슬롯의 송/수신과정은 라운드의 시작 명령인 질의(QUERY) 명령이나 재질의(QUERYREP) 명령으로 시작하며 이에 대한 응답으로 태그는 16비트의 랜덤한 값

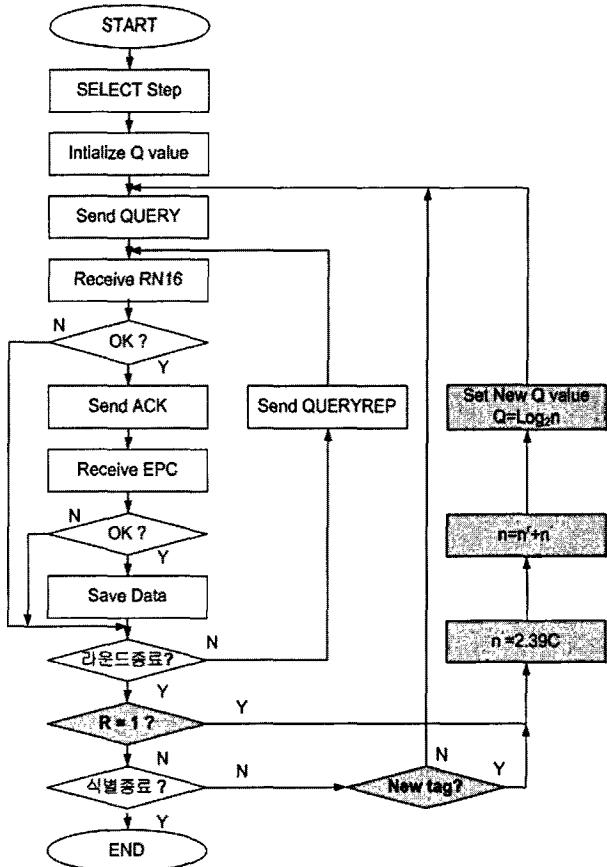


그림 3. 제안하는 Gen2 충돌방지 알고리즘
Fig. 3. Proposed anti-collision algorithm for Gen2.

인 RN16을 리더로 송신한다. 성공적으로 RN16을 수신한 경우, 리더는 이를 인자로 응답(ACK) 명령을 태그로 전송하며 이를 수신한 태그 중 해당 RN16을 송신한 태그만 자신의 태그 식별자(EPC)를 리더로 송신한다. CRC 에러검사를 거쳐 성공적으로 수신하였다고 판단될 경우, 한 개의 태그가 식별된 것이다. 다음 슬롯의 송/수신을 위하여 리더는 재질의 명령을 다시 태그로 전송하며 태그는 RN16으로 응답하여 상기과정을 반복한다.

상기 과정 중 RN16의 성공적인 수신은 오직 한 개의 태그만 응답하였을 경우이며 응답이 없거나 다수개의 태그 응답으로 인해 충돌이 발생한 경우는 실패로 여겨진다.

실제 구현에 있어서 충돌감지가 어렵기 때문에 일반적으로 수신된 신호에 대해 디코딩이 가능하면 성공한 것으로 여기고 불가능하면 충돌이 발생한 것으로 간주한다. EPC의 성공적인 수신은 수신정보에서 CRC 에러가 발생하지 않을 경우이며 CRC의 에러가 발생한 경우는 실패로 여겨지게 되며 구현에 따라 재전송을 요구하

거나 단순히 다음 슬롯으로 넘어갈 수 있다. 만약, 응답 명령(ACK)에 대한 태그 응답이 없을 경우는 전 단계에서 디코딩한 RN16에서 에러가 발생했음을 의미하며 이는 다수 개의 태그가 동시에 응답하여 발생할 가능성성이 높음으로 충돌이 발생한 것으로 간주한다. 일반적으로 RN16 단계에서는 충돌 여부 판단이 힘들며 그 다음 단계인 응답 명령의 수신여부에 따라 충돌여부를 판단하게 된다.

슬롯의 송/수신 과정이 끝나면 다음 슬롯을 시작할지, 새 라운드를 시작할지 아니면 식별이 종료가 되었는지를 판단하는 단계이다. 라운드 시작 시에 Q값을 설정하게 되는데 식별된 태그 수와 태그 수 추정방식 $n' = 2.39C$ 에 의해 남은 태그 수를 합산하여 전체 태그 수를 식(9)에 의해 계산할 수 있다.

$$Q = \log_2 n \quad (9)$$

따라서 태그개수 n 이 주어졌을 때 시스템 효율이 최대가 되는 슬롯개수 N 은 식(8)에 의해 계산되고, 최적의 Q값은 식(9)에 의해 설정할 수 있다.

IV. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 구현 환경

시뮬레이션 구현 환경은 태그, 리더를 MatLab을 이용

표 1. 성능평가 파라미터
Table 1. Performance parameters.

Parameter s	Descriptions	Values in Specification	Values in Simulation
tari	Reference time interval for a data-0 in Interrogator-to-tag signaling	6.25 μs, 12.5 μs, or 25 μs	12.5 μs
DR	Divided Ratio	64/3 or 8	8
RTcal	Interrogator-to-Tag calibration	2.5 Tari ≤ RTcal ≤ 3.0 Tari	3 Tari = 37.5 μs
TRcal	Tag-to-Interrogator calibration RT cal ≤ TRcal ≤ 3 RTcal	17.2 μs ≤ TRcal ≤ 200 μs, if DR = 8	2 RTcal = 75 μs
LF	Link frequency	LF = DR/TRcal	107 kHz
Tpri	Link pulse-repetition interval	Tpri = 1/LF	9.375 μs

표 2. 성능평가 파라미터

Table 2. Performance parameters.

Parameter s	Descriptions	Values in Specification	Values in Simulation
T ₁	Time from Interrogator transmission to Tag response	MAX (RTcal, 10Tpri)	10 Tpri = 93.75 μs
T ₂	Time from Tag response to Interrogator transmission	3.0 Tpri ≤ T ₂ ≤ 20.0 Tpri	10 Tpri = 93.75 μs
T ₃	Time an Interrogator waits, after T ₁ , before it issues another command	0.0 Tpri	0 μs
T ₄	Minimum time between Interrogator commands	2.0 RTcal	75 μs
T=R Data Rate	Tag-to-Interrogator link data rate	LF, if FMO modulation	LF = 107 kbps

용하여 모델링 하였으며 모의실험에서 설정된 파라미터들은 표 1, 2와 같다. 태그의 개수는 0개에서 무한개까지 설정할 수 있으나 본 논문에서는 현실적인 상황을 고려하여 1000개까지 한정하였다.

4.2 성능평가 인덱스

(1) 태그 인식시간(Identification Time)

기존의 태그 연구에선 태그 인식시간을 모든 태그들이 리더에 인식될 때까지 시간으로 정의하며 식(10)과 같이 나타낸다.

$$N_{Total} = \sum_i L_i \quad (10)$$

여기서 L_i 는 i번째 라운드의 슬롯 개수를 의미한다. 식(10)은 태그를 인식하기 위해 소요된 슬롯 개수를 의미한다. 상기 식(10)에 따라 태그인식시간은 슬롯 전송에 소요된 시간과 관계없이 모든 슬롯에 소요된 전송시간이 고정되어 있는 것이 아니라 리더와 태그 통신 종명령어 전송 횟수, 즉, Tari(데이터 전송시간)에 따라 슬롯에 소요된 전송시간은 서로 다르다.^[10] 따라서 본

논문에서는 태그인식시간을 식 (11)과 같이 정의한다.

Identification Time

$$= T_{Select} + T_4 + T_{Query} + T_1 + T_{RN16} \\ + T_2 + T_{ACK} + T_1 + T_{EPC} + T_2 + \dots \quad (11)$$

(2) 데이터 처리량(Throughput)

본 논문에서는 Gen2의 데이터 처리량을 다음 식(12)과 같이 정의한다.^[10]

$$\text{throughput} = \frac{\text{Total Transmission Bits}}{\text{Identification Time}} \text{ (bps)} \\ = \frac{\sum_i (\text{Transmission Bits in the } i^{\text{th}} \text{ Successful Slot})}{\text{Identification Time}} \\ = \frac{\text{Data Rate} \times \sum_i (i^{\text{th}} \text{ Successful Slot Time})}{\text{Identification Time}} \\ = \frac{\text{Data Rate} \times \text{Total Successful Slot Time (only considering Traffic)}}{\text{Identification Time}} \quad (12)$$

(3) 시스템 효율(System Efficiency)

Gen2 알고리즘에선 식별 슬롯, 빈 슬롯, 충돌발생 슬롯에 소요된 전송시간이 고정되어 있는 것이 아니라 서로 다르기 때문에 식별슬롯의 개수를 판별하는 것보다 식별 슬롯에 소요된 전송시간을 판별하는 것이 더 바람직하다.^[11] 따라서 본 논문에서는 시스템 효율을 식(13)과 같이 정의한다.^[10]

$$\text{System Efficiency} = \frac{\text{Total Successful Time}}{\text{Identification Time}} \quad (13)$$

4.3 성능평가 결과

그림 4는 태그 개수를 0개에서부터 1000개까지 증가시킬 경우, 이 때 측정된 각각의 태그인식시간을 보여주고 있다. 그림 4와 같이 태그의 개수가 증가함에 따라 태그인식시간이 증가하는 것을 볼 수 있다. 제안한 알고리즘을 사용 했을 경우, 태그 개수가 500개가 넘으면서 기존의 충돌방지 알고리즘보다 약 0.6초(9%) 정도의 태그 인식시간이 향상되는 것을 볼 수 있다.

그림 5는 태그 개수를 0개에서부터 1000개까지 증가시킬 경우, 이 때 측정된 각각의 데이터 처리량을 보여주고 있다. 그림 5와 같이 기존의 충돌방지 알고리즘을

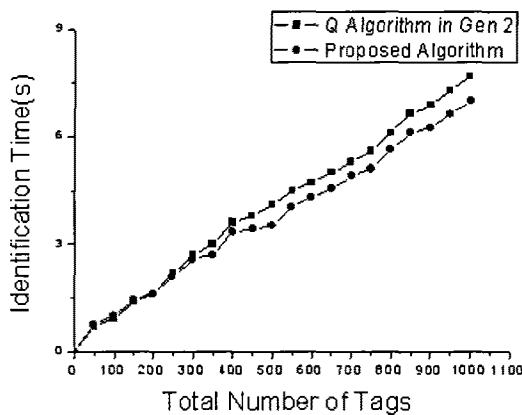


그림 4. 태그 식별 시간 비교

Fig. 4. Comparison tag recognition time.

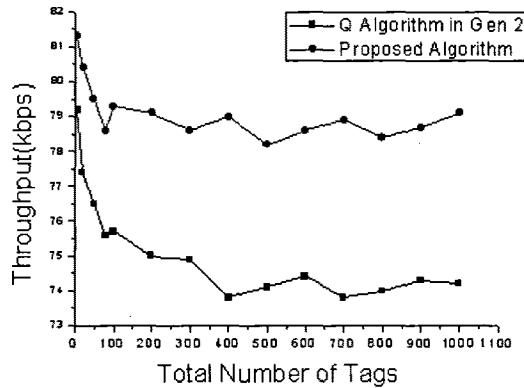


그림 5. 데이터 처리량 비교

Fig. 5. Comparison throughput.

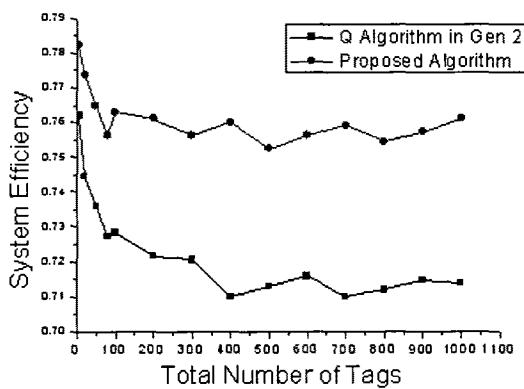


그림 6. 시스템 효율 비교

Fig. 6. Comparison System efficiency.

사용했을 경우, 데이터 처리량이 74kbps를 기준으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 제안한 알고리즘을 사용했을 경우, 기존의 충돌방지 알고리즘보다 4kbps~5kbps 가량 데이터 처리량이 향상되는 것을 볼 수 있다.

그림 6은 태그 개수를 0개에서부터 1000개까지 증가 시킬 경우, 이 때 측정된 시스템 효율을 보여주고 있다.

그림 6과 같이 기존의 충돌방지 Q 알고리즘을 사용했을 경우, 시스템 효율이 71.5%를 기준으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 제안한 알고리즘을 사용 했을 경우, 기존의 충돌방지 Q 알고리즘보다 약 5%가량 시스템 효율이 향상되는 것을 볼 수 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 Gen2 표준에서 제시하는 슬롯 알로하 충돌방지 알고리즘에서 초기 Q값 설정이 명확하게 되어있지 않은 점을 보완하여, Q에 따른 태그 개수 추정과 슬롯 개수 설정을 통해 Q값을 설정하는 방법을 제안하였다. 모의실험을 통하여 기존의 Gen2 알고리즘과 제안한 알고리즘을 성능 분석한 결과 태그의 개수가 200개 미만일 때까지는 태그인식시간이 증가함을 보였으나 태그개수가 증가함에 따라 최고 14.6%까지 태그 인식시간이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 평균적으로 데이터 처리량은 6%, 시스템 효율은 5% 정도 각각 증가함으로써 성능의 증가를 확인할 수 있었다.

따라서 이 방법을 슬롯 알로하 충돌방지 알고리즘에 적용할 경우 많은 태그를 동시에 인식할 필요가 있는 RFID 시스템의 성능 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] K. Finkenzeller, *RFID Handbook ; Fundamentals and applications in contactless Smart Cards and Identification*. 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd, pp.195-219, 2003.
- [2] S. Sarma, D. Brock, and D. Engels, "Radio frequency identification and electronic product code," IEEE MICRO. 2001.
- [3] 차재룡, 김재현, "RFID 시스템에서의 태그수를 추정하는 ALOHA방식 Anti-collision 알고리즘", 한국통신학회 논문지, Vol. 30 No. 9. 2005.
- [4] 이수련, 이채우, "RFID 시스템의 다중 인식 기술 현황", 한국전자과학회지 제 15권 제 2호 2004년
- [5] 김정곤, 이제경, "UHF 대역 RFID 시스템의 충돌 방지 기술 동향", 한국통신학회지 제 23권 제 12호
- [6] Tao C, Li J, "Analysis and Simulation of RFID Anti-collision Algorithms", ICACT 2007.
- [7] ISO/IEC 18000/6C : Parameter for air interface communications at 860MHz to 960MHz, 2005.
- [8] H. Vogt, "Efficient Object Identification with

- Passive RFID Tags," Proc. Int. Confer. on Pervasive Computing, LNCS.2414, pp 98–113. Springer-Verlag. August 2002.
- [9] Walter A Shewhart, Samuel S Wilks, "An Introduction to Probability Theory and Its Application-Second Edition," Wiley publications. 1960.
- [10] 송인찬, 범효, 장경희, 신동범, 이형섭, "수동형/반 능동형 RFID 시스템의 태그 충돌 방지 알고리즘" 한국통신학회 논문지 '08-08 Vol. 33 No. 8, 2008.
- [11] 권성호, 모희숙, 최길영, 표철식, 채종석, "Gen2 기 반의 RFID 시스템에서의 충돌방지 알고리즘에 관한 연구", 한국통신학회 논문지 '06-6 Vol.31 No.6B, 2006.

저 자 소 개



임 송 빙(정회원)
2002년 강남대학교 전자공학과
학사 졸업.
2004년 광운대학교 일반대학원
전자통신공학과 석사졸업.
2004년 광운대학교 일반대학원
전자통신공학과 박사수료.

<주관심분야 : u-Health, RFID, USN, 임베디드
시스템, Smart grid>

오 영 환(평생회원)
한국통신학회 논문지
제32권 제12호 참조