
RFID시스템에서 태그 수 추정을 이용한 효율적인 충돌 회피 기법

신성용 · 황경호

한밭대학교 컴퓨터공학과

Efficient Anti-collision Method based on Tag Estimation in RFID systems

Song-Yong Shin · Gyung-Ho Hwang

Dept. Computer Engineering, Hanbat National University

E-mail : ssy8100@hanbat.ac.kr, gabriel@hanbat.ac.kr

요 약

RFID 시스템에서 다수의 태그가 동시에 자신의 ID를 리더기에 전송하게 되면 충돌로 인해 리더기의 태그 인식 시간이 지연 된다. 따라서 리더기의 태그 인식시간을 줄이기 위한 효율적인 충돌방지 기술이 필요하다. 이 논문에서는 DFSA(Dynamic Framed Slotted Aloha)를 기반으로 태그 수를 추정하여 충돌을 피하는 새로운 방식에 대해서 제안한 후 시뮬레이션을 통하여 기존의 방법과 성능을 비교한다.

ABSTRACT

When multiple Tags transmit their IDs to the Reader, tag identification time is delayed due to collisions. Therefore, to reduce the reader's identification time, an efficient anti-collision technology is needed. In this paper, a new anti-collision method is proposed. The method estimates the number of tags and allocates proper number of slots based on the DFSA. The performance of proposed method is compared with existing methods through extensive simulations.

키워드

RFID, 충돌 회피, 태그수 추정, DFSA, Anti collision

1. 서 론

RFID(Radio Frequency Identification)는 물건에 붙어 있는 전자 태그들과 이 태그들의 정보를 읽는 리더기로 구성되어 있으며, 태그는 id와 물건에 대한 정보들을 가지고 있다. 리더기는 주변의 태그들에게 정보들을 보내라는 신호를 보낸다. 이 신호를 받은 태그들은 자신의 정보들을 리더기로 송신하며, 리더기는 받은 정보들을 처리하고, 그 결과를 다시 태그로 전송한다.

이 때, 한 번에 1개의 태그가 정보를 보낸다면 태그가 인식이 되지만, 한 번에 2개 이상의 태그들이 동시에 자신의 정보를 보낸다면 충돌이 일

어나서 태그인식에 지연이 발생하게 된다.

이 지연을 막기 위해 많은 충돌회피 알고리즘들이 연구 되고 있다. 그 중에는 FSA(Framed Slotted Aloha)기반 알고리즘과 QT(Query Tree)기반 알고리즘이 있다.

본 논문에서는 지연을 줄이기 위한 기존의 충돌방지 알고리즘들에 대해 살펴보고 제안 알고리즘에 대해 설명을 한 후, 기존 알고리즘과 제안 알고리즘의 성능을 비교한다.

II. ALOHA 기반 RFID 충돌회피 알고리즘

기존의 RFID충돌 회피 알고리즘으로는 크게 ALOHA 기반 알고리즘과 QT 기반 알고리즘으로 나눌 수 있다. ALOHA 기반 알고리즘에서 리더기는 태그들에게 정보를 보내달라는 신호를 보내고, 이 신호를 받은 태그들은 경쟁적으로 리더기에 자신의 정보가 담긴 신호를 보낸다. 그 신호를 성공적으로 받았다면 리더기는 자신이 정보를 잘 받았다는 신호를 태그에게 보낸다. 그리고 태그는 일정 시간 동안 기다리면서 그 시간 내에 신호가 오지 않으면 충돌이 발생했다고 가정하고 다시 신호를 보낸다. 이 알고리즘은 상당히 비효율적이기 때문에 충돌을 줄이기 위해 더 효율적인 방법으로, 리더는 한 라운드의 시간을 여러 개의 슬롯으로 나누고, 태그는 그 수를 바탕으로 자신의 아이디를 보낼 슬롯을 임의로 선택한다. 이 때 충돌이 발생하면 태그는 임의의 시간을 기다린 후에 재전송을 한다. 이 때 리더기가 슬롯의 개수를 너무 많이 잡으면, 빈 슬롯이 많아져 낭비가 많아지고, 슬롯의 개수를 너무 적게 잡으면 충돌이 많아져 태그인식이 지연이 되게 된다. 이 때 슬롯의 개수를 일정하게 유지하는 FSA(Framed Slotted Aloha)방식과 매 번 리더가 슬롯개수를 정할 수 있는 DFSA(Dynamic Framed Slotted Aloha)방식으로 나뉜다.

DFSA 알고리즘은 기본적으로 FSA와 같지만, 차이점은 한 라운드가 끝날 때마다 다양한 방법으로 태그의 개수를 추정해서 슬롯의 수를 새로 정해 태그 읽기를 시작하는 방법이다. 이 방법은 FSA알고리즘보다 더 효율적이지만 정확한 태그의 개수를 예측할 수 있는 방법이 필요하다. 만일 방법을 잘못 선택한다면 FSA 알고리즘보다도 못할 수가 있다. 태그 개수 추정 방법으로 본 논문에서 살펴볼 것은 2가지인데 첫 번째 방법(DFSA1)[1]은 한 라운드에서 충돌이 난 슬롯의 개수(S_c)를 확인한 후 S_c 에 2.3922를 곱해서 그 수보다 작거나 같은 최대 정수를 예상 태그 개수로 정한 후, 가장 이상적인 슬롯의 개수를 태그와 슬롯의 개수가 같다고 보고, 그 예상 태그의 개수를 슬롯 개수로 정하는 방법이다.

그리고 두 번째 방법(DFSA2)은 i-code[2]라는 방식으로 첫 라운드에서 충돌이 난 슬롯의 개수(S_c)와 성공한 슬롯의 개수(S_1)를 확인한 후 태그의 예상 개수를 다음 식(1)으로 정한다

$$S_r = S_1 + (2 * S_c) \quad (1)$$

여기서 구한 S_r 을 이용하여 태그의 개수에 따른 최적의 슬롯의 개수를 [표1]에서 선택하여 변화시켜 준다. 만일 슬롯개수 32개의 High(27)와 슬롯개수 64개에서의 Low(17)와 같이 범위가 겹쳐지는 부분이 발생하면 이전 라운드의 슬롯의 개수를 기준으로 다음 라운드의 슬롯의 개수를 정한다.

표 1. 슬롯 사이즈 테이블[2]

N Slots	1	4	8	16	32	64	128	256
Low	-	-	-	1	10	17	51	112
High	-	-	-	9	27	56	129	∞

예를 들어 이전 슬롯의 개수가 64개이고, 다음 라운드의 예상 태그수가 53개일 때를 살펴보면 53개라는 개수는 64개의 슬롯과 128개의 슬롯 모두에 포함된다. 이 때 이전 슬롯의 개수가 64개였으므로, 슬롯의 개수는 그대로 64개를 유지한다.

III. 제안 알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 <그림1>과 같다

리더기는 초기 슬롯 개수를 10개로 정해놓고, 태그들이 응답하기를 기다린다. 그 다음 태그들이 자신의 아이디를 리더기에 보내서 응답하고, 리더기는 충돌 슬롯 개수(SC)를 계산한다. 이 때 SC가 0개이면 알고리즘을 끝낸다.

다음으로 리더기는 SC를 확인한 후 SC가 전체 슬롯수의 42% 미만이면 다음 라운드의 슬롯 개수(S_r)를 $SC * 2.3922$ 로 정하고, SC가 전체 슬롯수의 42%에서 83% 사이에 있으면 S_r 을 $(SC * 2.3922) * 2$ 로 정하고, 83%를 초과하면 S_r 을 $(SC * 2.3922) * 4$ 로 정해서 다시 태그 인식을 한다.

그 후에 SC를 확인한 후 위의 방식으로 다시 S_r 을 구해서 태그인식을 계속한다. 이렇게 해서 SC가 없을 때 이 과정을 끝낸다.

여기서 42%를 기준으로 한 것은 기본적으로 예상 태그 개수 계산에 $SC * 2.3922$ 라는 공식을 사용하기 때문이다.

즉, SC가 이전 라운드의 슬롯수의 대략 42%가 넘었을 때 예상 태그 개수가 이전 라운드의 슬롯 개수를 초과한다. 위의 공식을 사용한 방식에서 원래 S_r 은 예상 태그 개수와 같게 정한다. 그러나 이 시뮬레이션에서는 초기 슬롯의 개수를 10개로 적게 잡음으로써 실제 태그의 개수가 예상 태그의 개수보다 매우 많다고 가정함으로써, SC가 전체 슬롯수의 42%에서 83% 사이에 있으면 예상 태그 개수의 2배, 그리고 42%의 대략 2배인 83%를 넘을 때는 4배로 정했다.

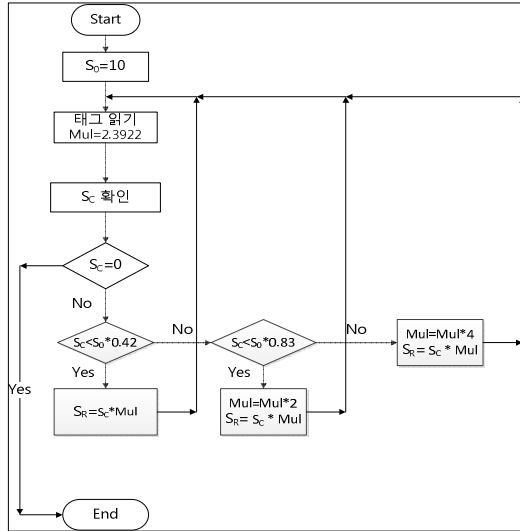


그림 1. 제안된 알고리즘

따라서 제안한 방식은 초기 슬롯에 비해서 태그 개수가 많은 경우 효과적이다. 초기 슬롯을 너무 크게 잡으면 태그 개수가 적을 경우 빈 슬롯이 많아져 비효율적이 되므로, 초기 슬롯을 적게 잡는 것이 유리하나, 태그 개수가 초기 슬롯에 비해 매우 많은 경우에는 충돌 슬롯을 2.3922배를 하는 것으로는 태그의 개수만큼 라운드의 슬롯 개수를 증가시킬 수 없으므로, 충돌 비율이 클 경우에는 다음 라운드의 슬롯 개수를 더 많이 증가시켰다.

IV. 성능 비교

제안하는 방식을 시뮬레이션을 통해서 기존의 다른 방법과 성능을 비교하였으며, 결과는 <그림 2>와 같다.

비교한 알고리즘은 Sc에 2.3922를 곱한 수를 예상 태그 개수로 정하고, 이 예상 태그 개수를 다음 라운드의 슬롯 수로 정하는 방식[1]과 i-code[2]방식이다.

단, 이 시뮬레이션에서는 원래 알고리즘들과는 차이를 두었는데, 즉, 빈 슬롯이 발생 할 때, 이를 필요 없는 시간으로 보고, 일찍 종료하는 Slotted Aloha with Early End[3] 방식을 추가하였다. 이때 빈 슬롯은 0.003초, 기타 슬롯은 0.009초의 길이를 가진다고 가정하였다.

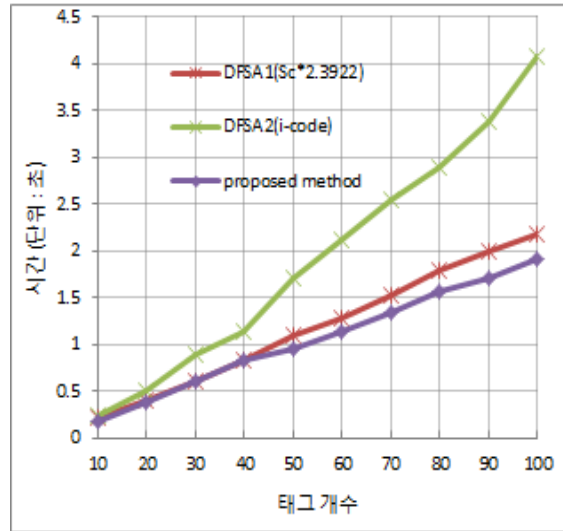


그림 2. 알고리즘의 성능 : 태그 검출 시간

단, 이 시뮬레이션에서는 원래 알고리즘들과는 차이를 두었는데, 즉, 빈 슬롯이 발생 할 때, 이를 필요 없는 시간으로 보고, 일찍 종료하는 Slotted Aloha with Early End[3] 방식을 추가하였다. 이때 빈 슬롯은 0.003초, 기타 슬롯은 0.009초의 길이를 가진다고 가정하였다.

시뮬레이션에서는 태그의 개수를 10개부터 10개씩 증가시켜서 100개까지 살펴보았다. 또, 초기 슬롯의 개수는 DFSA1과 제시한 알고리즘에서는 10개, DFSA2 알고리즘에서는 16개로 정했으며, 시간 단위는 초로 정했다. 그리고 총 20회를 실행 시켜서 낸 평균값이다.

충돌 회피 알고리즘의 효율성은 <그림 3>과 같다. 이 그래프는 아래에 있는 식(2)를 사용하여 슬롯의 시간을 이용해 알고리즘의 효율성을 %로 나타낸 것으로 총 20회 실행 결과의 평균값이다.

$$(성공한 슬롯의 시간 / 총 슬롯 시간) * 100 \quad (2)$$

여기서 이 알고리즘들의 효율성을 슬롯의 개수로 나타내지 않고 시간으로 나타낸 것은 Slotted Aloha with Early End[3] 방식을 추가하였기 때문이다.

즉, 슬롯의 개수로만 따지면 빈 슬롯의 시간이 줄어든 것을 반영할 수 없기 때문이다.

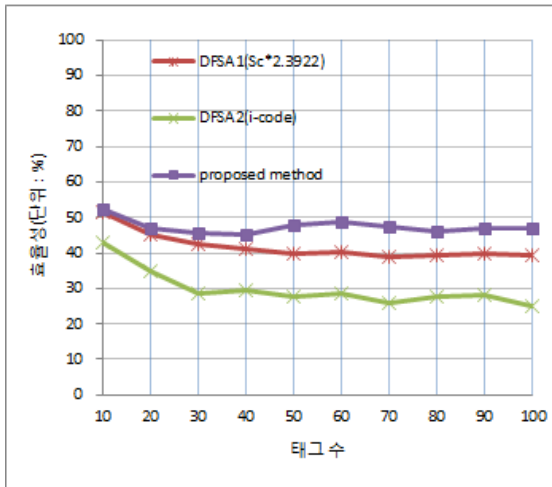


그림 3. 알고리즘의 성능 : 효율성

V. 결 론

시뮬레이션 결과 알고리즘의 성능을 살펴보면, 태그 검출 시간으로 확인한 그림 2를 살펴보면 제안한 알고리즘이 가장 좋았으며, 다음으로는 DFSA1, DFSA2 순이었다.

또한 초기 슬롯 개수에 비해 태그의 개수가 많아질수록 제안한 방법의 성능이 더 좋아지는 것을 확인 할 수 있다.

또한 알고리즘의 성능을 효율성으로 확인한 그림 3에서는 제안 알고리즘이 가장 좋았으며, 다음으로는 DFSA1, DFSA2 순이었다.

결론적으로 제안한 알고리즘이 가장 효율적이었다. 또한 초기 슬롯 개수에 비해 태그가 많아질수록 제안 알고리즘의 효율이 다른 알고리즘에 비해 상대적으로 더 좋아지는 것을 확인할 수 있다.

참고문헌

[1] 차재룡, 김재현, "RFID 시스템에서의 태그 수를 추정하는 ALOHA 방식 Anti-collision 알고리즘", 한국통신학회논문지, Vol. 30, No. 9A.

[2] Harald Vogt, "Efficient Object Identification with Passive RFID Tags," In International Conference on Prevasive Computing.

[3] Dheeraj K. Klair, Kwan-Wu Chin, and Raad Raad, "A Survey and Tutorial of RFID Anti-Collision Protocols," IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, Vol. 12, No. 3, 2010.

[4] 이지봉, 김완진, 김형남, "ALOHA 방식 RFID 시스템에서의 태그 개수 추정 방법", 한국

통신학회논문지, Vol. 32, No. 7.

[5] 정승민, 조정식, 김성권, "FQTR : RFID 시스템을 위한 새로운 하이브리드 태그 충돌 방지 프로토콜", 정보과학학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제 36권 제 7 호(2009.7).