

동적 프레임 크기 할당을 위한 태그 수 추정 기법

임인택* · 최진오* · 김수환* · 최진호*

*부산외국어대학교

Tag Number Estimation Scheme for Dynamic Frame Size Allocation

Intaek Lim* · Jin-oh Choi* · Su-hwan Kim* · Jin-ho Choi*

*Pusan University of Foreign Studies

E-mail : {itlim, jochoi, shkim, jhchoi}@pufs.ac.kr

요 약

프레임 기반 슬롯 ALOHA 알고리즘을 기반으로 하는 RFID 시스템인 경우, 고정된 프레임을 갖기 때문에 식별 영역 내에 있는 태그의 수와 프레임 크기에 따라 태그 식별 성능이 크게 변화할 것으로 예상된다. 따라서 본 논문에서는 하나의 질의 라운드 동안 태그들이 응답하는 슬롯의 상태와 확률적 계산을 통하여 얻은 결과를 바탕으로 리더의 식별 영역 내에 남아있는 태그의 수를 추정하는 기법을 제안하고, 이에 대한 성능을 분석한다.

ABSTRACT

Fixed frame size is used in the RFID system with the frame-based slot ALOHA algorithm. Therefore, it is anticipated that the tag identification performances will highly depend on the number of tags within the reader's identification range and the frame size. In this paper, we propose a tag number estimation scheme and analyze the performance with the computer simulations. The proposed scheme is based on the status of slots that the tags respond during a query round as well as the probabilistic calculations.

키워드

RFID, 프레임 기반 슬롯 ALOHA, 태그 수 추정, 프레임 크기 할당

I. 서 론

EPCglobal Class-1 Gen-2에서는 ALOHA 방식을 기반으로 하는 충돌 방지 알고리즘을 사용하고 있다[1]. 일반적으로 ALOHA 기반인 경우, 슬롯과 프레임의 개념을 추가한 FSA (Framed Slot ALOHA) 방식의 충돌 방지 알고리즘이 가장 널리 사용되는 방식이다[2]. FSA 알고리즘의 효율을 향상시키기 위한 많은 연구가 진행되고 있는데, 이 중에서 DFSA (Dynamic FSA) 알고리즘은 리더의 식별영역 내에 있는 태그의 수를 기반으로 프레임의 크기를 가변적으로 변화시키는 방식이다. DFSA 알고리즘은 리더의 식별영역 내에 있는 태그의 수를 추정하는 방법과 추정한 태그 수를 기반으로 다음 프레임의 크기를 결정하는 방

법으로 구성된다[3].

프레임을 기반으로 하는 충돌방지 알고리즘의 성능은 최적의 프레임 크기를 할당함으로써 향상될 수 있다. 이를 위하여 리더는 식별 영역에 있는 태그의 수를 정확하게 추정해야한다. 따라서 본 논문에서는 하나의 질의 라운드 동안 태그들이 응답한 슬롯의 상태와 확률적 계산을 통하여 얻은 결과를 바탕으로 리더의 식별 영역 내에 있는 태그의 수를 추정하는 기법을 제안한다.

II. 태그 수 추정 기법

본 논문에서는 하나의 질의 라운드 동안 태그들이 응답한 결과와 확률적 계산을 통하여 얻은

결과를 조합하여 태그 수를 추정한다. 태그의 수를 추정하기 위하여 한 질의 라운드에 프레임은 N 개 슬롯으로 구성되어 있고, 리더의 식별영역 내에는 n 개의 태그가 있는 것으로 가정한다. 질의 라운드 동안 관측된 빈 슬롯의 수를 N_e 라 하고, 성공한 슬롯의 수를 N_s 라 한다. 만일 관측을 통하여 얻은 N_e 와 N_s 가 확률적 계산을 통하여 구한 빈 슬롯의 평균 개수와 성공한 슬롯의 평균 개수와 같다면 N_e 와 N_s 는 각각 다음과 같다.

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

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

식 (1)과 식 (2)를 이용하여 이전 라운드에서 질의에 참여한 태그의 수를 구하면 다음과 같다.

$$n = (N - 1) \frac{N_s}{N_e} \quad (3)$$

다음 질의 라운드에 참여할 태그의 수는 이전 라운드에서 충돌이 발생한 태그의 수(n_c)와 같다. 따라서 이는 식 (3)에서 성공한 슬롯의 수를 빼 것과 같다.

$$n_c = (N - N_e - 1) \frac{N_s}{N_e} \quad (4)$$

리더는 이전 라운드에서 성공한 슬롯의 수와 빈 슬롯의 수를 관측할 수 있으므로 식 (4)로부터 남은 태그의 수를 추정할 수 있다. 그러나 식 (4)에서 나타낸 바와 같이 성공한 슬롯의 수 또는 빈 슬롯의 수가 없는 경우에는 위의 식을 사용할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 이를 보완하기 위하여 확률적 계산을 기반으로 한 방법을 추가한다.

충돌인 슬롯 당 평균 태그의 수를 a 라 정의하면, 이는 다음과 같다.

$$a = \frac{\sum_{r=2}^n r N \binom{n}{r} \left(\frac{1}{N}\right)^r \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-r}}{N - N \left(1 - \frac{1}{N}\right)^n - n \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-1}} \quad (5)$$

그림 1은 충돌이 발생한 슬롯 당 평균 태그의 수를 프레임 크기가 태그의 수와 같을 경우($N=n$ 경우)와 참고문헌 [4]의 FSA 알고리즘 분석 결과로부터 얻은 최적의 성능을 얻기 위한 프레임 크기인 경우($N=Optimal$ 경우)를 비교한 것이다. FSA 알고리즘에서는 프레임의 크기가 태그의 수와 동일할 때 시스템 효율이 최대가 되고 태그 식별 지연 시간이 최소가 된다. 그림에서 나타낸 바와 같이 최적의 성능을 얻는 프레임 크기인 경우($N=Optimal$ 경우)와 프레임 크기가 태그의 수와 동일한 경우($N=n$ 경우) 모두 충돌 슬롯 당 태그의 수는 거의 비슷하고, 이 경우 충돌이 발생한 각각의 슬롯으로 평균 2.4개의 태그가 응답한다. 따라서 관측을 통하여 얻은 충돌이 발생한 슬롯의 수를 N_c 라 하면, 남은 태그의 수(n_c)는 다음과 같다.

$$n_c = 2.4N_c \quad (6)$$

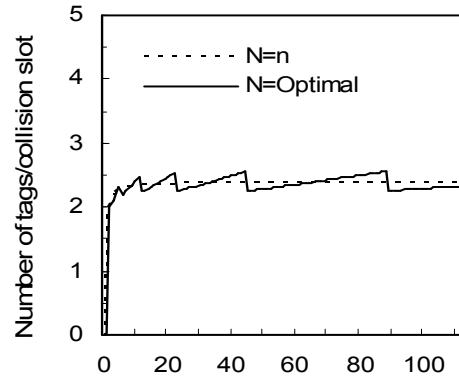


그림 1. 충돌 슬롯 당 태그의 수

관측을 통하여 얻은 결과 식 (4)와 확률적 계산을 통하여 얻은 결과 식 (6)을 조합하여 본 논문에서는 다음과 같은 방법으로 태그 수를 추정한다.

$$n_c = \begin{cases} (N - N_e - 1) \frac{N_s}{N_e}, & \text{if } N_e \neq N_s \neq 0 \\ 2.4N_c, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

III. 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 제안한 태그 수 추정 기법의 성능을 분석한다. 태그 수 추정 기법의 성능은 실제 리더의 식별 영역 내에 있는 태그 수와 추정된 태그의 수를 비교한 추정 오차를 성능 매개변수로 사용한다.

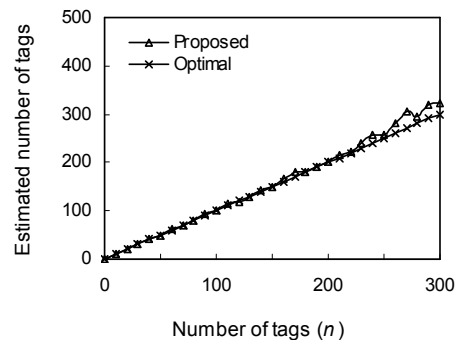


그림 2. 추정된 태그 수 비교($N=128$)

그림 2는 프레임 크기를 128로 한 경우, 태그의 수에 따라 제안한 태그 수 추정 기법으로 추정된 태그의 수를 실제 태그의 수와 비교한 것이다. 또한 그림 3은 제안한 태그 수 추정 기법의 추정 오차를 나타낸 것이다. 제안한 기법으로 태그의 수를 추정할 경우, 태그의 수가 많은 경우에

는 추정 오차가 다소 증가하지만, 태그의 수가 약 200개 미만에서는 태그 수 추정 오차가 거의 발생하지 않음을 알 수 있다. 그림 3에서 나타낸 바와 같이 태그의 수가 200개 미만에서는 약 1%의 추정 오차가 발생하며, 200개 이상에서는 약 11%의 추정 오차가 발생한다.

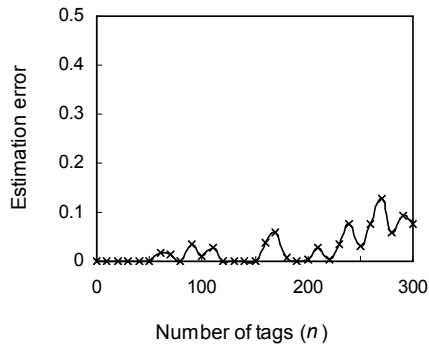


그림 3. 태그 수 추정 오차(N=128)

IV. 결 론

본 논문에서는 리더의 식별 영역 내에 있는 태그의 수를 추정하는 기법을 제안하였다. 제안한 태그 수 추정 기법은 이전 프레임을 관측한 결과와 확률적 계산을 통하여 얻은 결과를 조합하였다. 시뮬레이션을 통한 성능 분석의 결과, 본 논문에서 제안한 태그 수 추정 기법의 성능은 리더의 식별 영역 내에 있는 태그의 수를 미리 알고 있다고 가정한 경우의 성능과 그다지 차이가 나지 않음을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] EPCglobal, "EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocols for Communication at 860 MHz-960MHz, Ver.1.1.0," *EPCGlobal Inc.*, Dec. 2005.
- [2] W. Chen, and G. Lin, "An Efficient Anti-Collision Method for Tag Identification in a RFID System," *IEICE Trans Commun.*, vol.E89-B, no.12, pp.3386-3392, Dec. 2006.
- [3] H. Vogt, "Efficient Object Identification with Passive RFID Tags," *First International Conf. on Pervasive Computing, LNCS*, vol.2414, pp.99-113, Springer-Verlag, 2002.
- [4] I. Lim, "A Mechanism for Dynamic Allocation of Frame Size in RFID System," *International Journal of MICS*, vol.6, no.4, pp.364-369, Dec. 2008.