

## RFID Tag 식별을 위한 충돌방지 알고리즘 개선 연구

\*한종우, \*정기웅, \*이현배, \*\*김인식

대전과학고등학교 학생\*, 대전과학고등학교 물리 교사\*\*

gogo4561@naver.com\*, ckwzang@naver.com\*, lhb987@naver.com\*, insig21@hanmail.net\*\*

### A Study of improving Anti-Collision algorithm for RFID system to identify RFID Tags

\*Han Jong Woo, \*Chung Ki Woong, \*Lee Hyun Bae, \*\*Kim In Sik

Daejeon Science High School Student\*, Daejeon Science High School Physics Teacher\*\*

#### 요약

RFID System의 성능 향상을 위한 요소는 충돌 문제를 해결하는 것이다. 본 논문에서는 Collision Tracking Algorithm이 다른 Query Tree Algorithm에 비해 좋은 성능을 보여주는 것을 이용해 이 알고리즘을 이용하여 새로운 충돌 방지 알고리즘을 제안하였다. 태그 밀도가 적은 경우에는 완벽히 일치하는 Tag의 수가 적은 것에서 기인해 EPC Type의 Tag의 Serial Number에 해당하는 부분부터 역순으로 16bit를 먼저 식별한 뒤 96bit를 식별하는 Two-Stage Collision Tracking Algorithm으로 기존의 알고리즘에 비해 더 좋은 성능을 보이는 것을 통계적으로 검증하였다.

#### 키워드

EPC Type, Manchester Code, collision tracking algorithm, 충돌 방지 알고리즘, tag collisions, RFID

#### I. 서론

RFID 기술은 RF 통신을 이용하여 사물을 인식하는 기술로 이미 유통, 물류, 국방, 환경, 의료, 항공 등 여러 분야에게 각광받으며 사용되고 있다. 특히 슈퍼마켓에서 RFID를 이용해 상품에 RFID Tag를 부착하게 되면 자동으로 상품을 인식하게 되어 유통 시스템에 획기적인 변화를 가져올 수 있을 것이다.

그러나 현재 이런 시스템의 구현이 불가능한 이유는 인식률과 식별시간이 실생활에 적용하기에는 부족하다는 점에 있다. 특히 수동 태그를 이용하는 RFID 시스템의 특성상 다양한 충돌 문제가 발생하게 된다. 따라서 이를 해결하는 충돌방지 알고리즘이 시스템 성능을 향상시키는 중요한 요소 중 하나가 된다. 본 논문에서는 RFID Tag의 정확한 식별을 위한 기존의 충돌방지 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 분석하고 기존의 방법보다 improve된 새로운 알고리즘을 제시한다.

#### II. Tag의 인식방법

Fig.1은 Query Tree Algorithm에서 하나의 Reader가 여러 Tag의 ID를 식별하는 과정을 나타낸다. 먼저, Reader는 Tag들에게  $\epsilon$  (prefix) 신호를 보내는데 이에 Tag들은 Reader에 response를 보내며 Algorithm에 따라 Reader는 Tag를 인식한다. 이때, Reader의 state는 'Collision', 'Identified', 'Idle'가 존재하며, Tag의 state에는 'response', 'No response'가 있다.

RFID Tag의 인식에는 Manchester Code가 쓰인다. Fig.2는 기존의 코드와 Manchester Code의 신호를 나타낸다. 두 Code 모두 Reader가 유일하게 '0' 또는 '1' 신호만 받아들일 때, 어렵지 않게 식별할 수 있다. 하지만, Reader가 '0'과 '1' 신호를 동시에 받아들인다면 기존의 Code는 그 신호를 '1' 신호와 구별할 수 없지만 Manchester Code는 collision이 일어났다는 것을 구별할 수 있다.

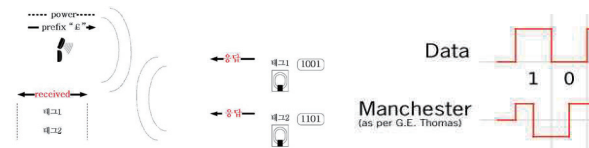


Fig. 1 Reader의 Tag 인식과정 Fig 2 Manchester Code

#### III. 기존의 충돌 방지 알고리즘

##### 3.1 Query Tree Algorithm (QTA)

QTA는 가장 기본적인 충돌 방지 알고리즘이다. Reader는 앞의 bit부터 차례대로 query를 보낸다. Tag는 자신의 Tag ID가 query와 같은 경우에 response query를 보낸다. Reader는 Manchester Code로 된 response 신호로 인해 collision인 경우를 구별할 수 있다. collision이 일어난 경우에는 전에 보냈던 query의 비트의 뒤에 '0', '1'을 추가하여 새로운 query를 보내게 된다. 이 때 마지막 bit에서 collision이 일어난 경우에는 Tag ID가 존재할 수 있는 것이 두 가지 밖에 없으므로 식별이 되었다고 생각한다.

##### 3.2 Bi-Slotted Query Tree Algorithm (BSQTA)

BSQTA은 Tag가 response를 보낼 때 다음 bit에 해당하는 값까지 Reader에 보낸다. Reader가 사용하는 slot은 '0'과 '1'로 이루어져 있으며 다음 bit에 따라 Reader는 슬롯에 Tag를 넣게 된다. Reader는 각 슬롯별로 state를 확인하며 'no response'인 슬롯에 대해서는 추가로 query를 보내지 않는다. BSQTA는 슬롯이 두 개이므로 Tag가 보내는 데이터 전송량이 2배이지만 슬롯이 신호 전송 횟수를 줄여 결과적으로 데이터 전송량이 QTA에 비해 감소한다.

3.3 Quad-Slotted Query Tree Algorithm (QSQTA)

QSQTA은 00, 01, 10, 11의 4가지 슬롯을 가지고 있다는 것을 제외하면 BSQTA와 유사하다. QSQTA에서는 Tag가 response를 보낼 때 다음 두 개의 bit에 대한 정보를 보내게 된다. 이 두 bit에 따라 Reader는 Tag들을 4개의 슬롯에 분류하며 각 슬롯에서 state를 확인한다.

3.4 Collision Tracking Tree Algorithm (CTTA)

CTTA는 collision tracking에 대한 scheme을 제외하고는 QTA를 기본으로 한다. Reader는 첫 번째 충돌이 일어나는 bit의 위치를 인식하여, 이 충돌이 일어나기 전까지의 모든 bit들을 query에 추가한다. 따라서 무조건 충돌이 일어나면, 한bit이나 두bits 만을 query에 추가하여 동작하는 기존의 방식들에 비하여, Reader의 동작에 idle state과 collision state단계를 대폭 줄일 수가 있어, 식별시간을 단축할 수 있는 방식이다.

IV. Improved Algorithm 제안

4.1 Tag 수에 따른 일치하는 Tag 수 통계

다음은 Tag의 수에 따른 Tag의 일치 수에 대한 통계이다. 16bit random Tag에 대해 1000번 반복하여 얻은 동일한 ID를 얻는 경우는 Tab.1과 같다.

Table.1 Tag 수에 따른 동일한 ID Tag 수 통계

Tag 개수	unique	double	triple	quadruple
512개	508.074	1.955	0.002	0
1024개	1008.417	7.733	0.032	0
2048개	1984.330	31.310	0.336	0.003

4.2 Two-Stage Collision Tracking Algorithm (TSCTA)

본 논문에서 제안할 알고리즘은 CTTA를 이용해 두 단계에 걸쳐 Tag를 식별한다. 먼저 16bit만을 대상으로 CTTA를 적용하여 16bit ID를 식별하고, 두 번째에 식별된 16bit ID를 query로 하여 나머지 80bit를 식별하는 방식이다. 96bit를 한 단계로 식별하면 한 번의 query에 대해 Tag는 96bit의 데이터를 전송하므로 데이터 전송량이 커진다. Tab 4.1의 결과에서 알 수 있듯이 16bit ID에서도 동일한 두 개 이상의 Tag가 존재할 확률은 Tag가 1024개일 때 약 0.75%로 매우 낮다. 따라서 96bit Tag중 16bit만 먼저 식별하더라도 unique한 경우가 대부분이므로 먼저 16bit에 대해 식별을 하며 Tag가 전송하는 데이터의 양을 16bit로 줄일 수 있다. 이렇게 식별된 16bit ID들에 대해 나머지 80bit를 식별할 때에는 충돌이 일어나지 않는 대부분의 Tag ID에 대해서는 한번의 query만 추가하면 식별이 된다. 또한 같은 16bit ID를 갖는 Tag들에 대해서도 추가로 2~4번의 query만으로 식별이 가능하므로, 전체적인 Tag의 데이터 전송량을 크게 줄일 수 있는 방안이다.

V. Simulation 및 결과

5.1 Simulation 환경

알고리즘을 simulation한 환경은 tag들이 인식되는 과정에 전송 error는 없고 reader가 보낸 query에 대해 tag들이 응답할 경우, 동시에 응답한다는 ideal condition을 가정한다. Query를 전송하는 reader는 하나뿐이며, tag들의 개수는 4에서 2048개까지 2배 간격으로 증가하며, simulation은 각각의 경우에 1,000번 수행하여 얻은 평균결과이다.

또한 Algorithm들의 결과는 tag당 평균 query 전송횟수, tag당 평균 데이터 전송량(식별시간)으로 보여 준다.

5.2 결과



Fig. 3 각 algorithm의 Tag당 평균 query 전송 횟수

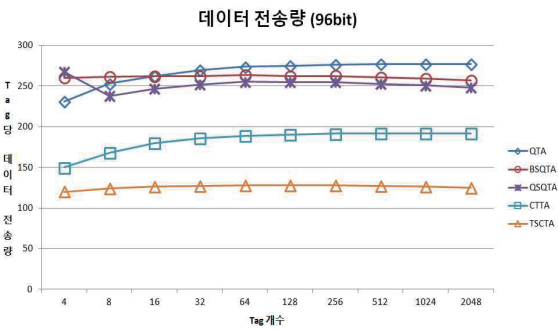


Fig. 4 각 algorithm의 Tag당 평균 데이터 전송량

VI. 결론

본 논문을 통해, Tag의 충돌을 회피하기 위해 사용된 효율적인 Two-Stage Collision Tracking Algorithm이 제안되었다. QTA의 Tag당 데이터 전송량이 230~280byte이고, CTTA 방식의 데이터 전송량이 150~190byte이므로, CTTA가 QTA에 비해 실행 시간 면에서 성능이 약 30% 정도 향상된 것에 비해, TSCTA는 Tag당 데이터 전송량이 120~125byte로 약 50%, CTTA에 비해 약 30% 향상되었음을 알 수 있다. 그러므로 개선된 알고리즘은 같은 수의 Tag 식별에 실행 시간 면에서 CTTA 방식보다 성능이 약 30% 정도 향상되었음을 알 수 있다.

이 알고리즘을 적용할 때에는, 같은 상품들에 대하여도 다른 값을 가지는 Serial Number가 EPC code에서 가장 뒤에 위치하기 때문에 상품들의 Tag ID를 역의 순으로 인식한다면 더 효율적일 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 대전과학기술대학교의 R&E과제로, KAIST의 이 혁재 교수님의 지도로 수행되고 있다.

참고 문헌

- [1] Steven Shepard (정교일 역), 알기쉬운 전파식별, 홍릉과학, 2,005
- [2] Ji Hwan Choi, et al., "Bi-Slotted Tree Based Anti-collision Protocols for Fast Tag Identification in RFID Systems", IEEE Communication Letters, Vol.10, No.12, pp. 861-863, Dec., 2006
- [3] C. Yang and J. He, "An Effective 16-bit Random Number Aided Query Tree Algorithm for RFID Tag Anti-collision". IEEE Comm. Lett. Vol.15, No.5, pp. 539-541, May 2011
- [4] X. Jia, et al., "An Efficient Anti-collision Protocol for RFID Tag Identification", IEEE Comm. Lett. Vol.14, No.11, pp. 1014-1016, Nov. 2010