
무선인식 프로토콜에서의 EPC Class-0 충돌방지 알고리즘 개선

Improvement of EPC Class-0 Anticollision Algorithm for RFID Air-Interface Protocol

임정현, 좌정우, 양두영
제주대학교 통신공학과

Jung-Hyun Lim(he2guy@cheju.ac.kr), Jeong-Woo Jwa(lcr02@cheju.ac.kr),
Doo-Yeong Yang(yeongyd@cheju.ac.kr)

요약

본 논문은 RFID 시스템에 사용되는 무선 환경 프로토콜 표준 중 UHF 대역 프로토콜인 EPCglobal의 Class-0의 에어인터페이스를 분석하고 프로토콜에서 규정된 충돌방지 알고리즘을 구현하였다. 또한 프로토콜에서 규정하는 충돌방지 알고리즘의 성능을 개선한 알고리즘을 제안하고 성능을 비교하였다.

개선된 알고리즘과 표준 알고리즘의 성능을 시뮬레이션을 통하여 비교한 결과, 개선된 Class-0 알고리즘은 태그 수 100개 일 때 8%, 태그 수 1000개 일 때 12.2% 감소하였다. 태그 수가 증가함에 따라 개선된 알고리즘의 전체 인식시간이 규정된 알고리즘보다 점점 더 감소하였다. 따라서 개선된 충돌방지 알고리즘은 무선인식 시스템과 유비쿼터스 센서 네트워크의 태그인식 성능을 개선하는 방안으로 적용될 수 있다.

■ 중심어 : | RFID 시스템 | UHF 대역 프로토콜 | 충돌방지 알고리즘 | 태그 인식 성능 |

Abstract

This paper analyzed Air Interface of EPCglobal's Class-0 that is UHF band protocol among radio environment protocol standard that is used to RFID system. And embodied prescribed anticollision algorithm in protocol. Also, the improved anticollision algorithm for the Class-0 protocol is proposed and performances of anticollision algorithm are compared. Result that compare performance of standard algorithm through simulation with improved algorithm, improved Class-0 algorithm when is tag number 100, reduced 8%, and when is tag number 1000, 12.2%. According as tag number increases, total realization time of improved algorithm decreased more gradually better than prescribed algorithm. Therefore, the improved anticollision algorithm proposed in this paper is advanced method improving the performance of tag recognition in the RFID system and Ubiquitous sensor network.

■ keyword : | RFID System | UHF Band Protocol | Anticollision Algorithm | Performance of Tag Recognition |

1. 서론

RFID 시스템은 유비쿼터스 컴퓨팅의 실현을 위한 핵심 기술로서 제품의 자동 인식, 현황 파악, 상품 정보 관

리 등에 사용할 수 있다. RFID는 무선주파수 신호를 이용하여 비접촉식으로 판독하는 식별장치이며 다른 통신망과의 연계가 가능하기 때문에 물류, 유통, 제조 등 다양한 비즈니스 영역에서 킬러 애플리케이션으로써 파급

* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구과제로 수행되었습니다.

(IITA-2005-C109-0502-0009)

접수번호 : #071129-003

접수일자 : 2007년 11월 29일

심사완료일 : 2008년 03월 04일

교신저자 : 양두영, e-mail : yeongyd@cheju.ac.kr

[그림 1]은 EPC Class-0 태그의 상태 천이도를 나타낸 것이다[6][7]. Class-0은 태그를 인식하기 위한 방법으로 이진트리(binary tree) 방식을 사용한다. 이진트리 방식은 비트 단위로 리더와 태그가 신호를 송수신하며 태그 ID를 찾는 방식이다.

Class-0 태그는 전력을 공급 받으면 Dormant 상태로 되고, 리셋 신호를 수신하면 Calibration 상태, 유효한 신호를 수신하면 Global command start 상태가 된다. 이 상태에서 태그는 비트 '0'을 수신하거나 플래그(flag)가 클리어 되면 Tree traversal 상태로 들어간다. Tree traversal 상태는 태그 ID 비트열을 탐색하는 단계로 이 상태에 있는 태그는 자신의 ID 비트열을 MSB에서부터 시프트 시키면서 리더로 한 비트 씩 전송한다. 리더는 태그의 응답들을 검사하고 태그로부터 수신한 비트를 다시 태그로 전송한다. 만약, 태그의 응답들이 충돌이면 리더는 프로그래밍 된 상태에 따라 0 또는 1로 분기하여 선택된 비트를 태그로 전송한다. 리더로부터 수신한 비트가 이전에 리더로 전송한 비트와 동일하면 태그는 1 비트를 시프트 시켜 다음 비트를 리더로 전송한다. 불일치한 태그는 Traversal mute 상태로 전환되어 트리과정에 참여하지 않게 된다. 이 과정은 하나의 태그가 완벽히 인식되기 위해 마지막 비트 위치까지 진행되고, 태그는 마지막 비트를 다시 한 번 더 리더로 전송한다. 리더로 전송한 비트 수가 [태그 ID 길이 + 1] 인 태그가 리더로부터 'null' 데이터를 수신하면 Singulated command 상태가 되고 태그 하나가 완벽히 인식된다. 태그 하나가 인식되고 리더가 'null' 데이터를 전송하면 Traversal mute 상태인 태그들은 Tree start 상태로 되어 트리에 참여하고, 인식된 태그는 ID 플래그가 세팅되고 Dormant 상태가 된다.

III. 개선된 EPC Class-0 충돌방지 알고리즘

많은 수의 태그를 인식할 때, 태그들의 최상위 비트열은 동일한 패턴을 가질 수 있다. 이 점을 착안하여 개선된 Class-0 알고리즘은 매 read cycle 마다 루트(root) 노드부터 트리를 시작하지 않고 태그의 충돌이 발생한 비

트 포인트(bit point)에서 시작하는 방식이다.

기존에 충돌이 발생한 위치부터 트리를 시작하는 개선된 EPC Class-0 충돌방지 알고리즘[8]에서는 태그의 상태와 플래그를 추가하여 충돌이 일어나기 전까지의 태그 전체 ID를 저장하는 방식을 사용하였다. 본 논문에서는 태그에 충돌 비트 포인터(collision_bit_pointer)와 충돌 카운터(collision_counter)를 추가하여 충돌이 발생하면 충돌 비트 포인터로 충돌 위치를 기억하고 충돌 카운터를 증가시킨다. 그리고 태그 하나를 완벽히 인식하면 충돌 카운터를 감소시켜 '0'이 되는 태그는 Tree traversal 상태로 되어 충돌 위치부터 트리를 시작한다. 이와 같은 방법으로 전체 태그 ID를 저장할 필요 없이 충돌 비트 포인터와 충돌 카운터만으로 충돌방지 알고리즘을 개선할 수 있다.

[그림 2]는 개선된 Class-0 알고리즘의 동작의 예를 설명한 것이고 [그림 3]은 알고리즘의 동작 흐름도를 나타낸 것이다.

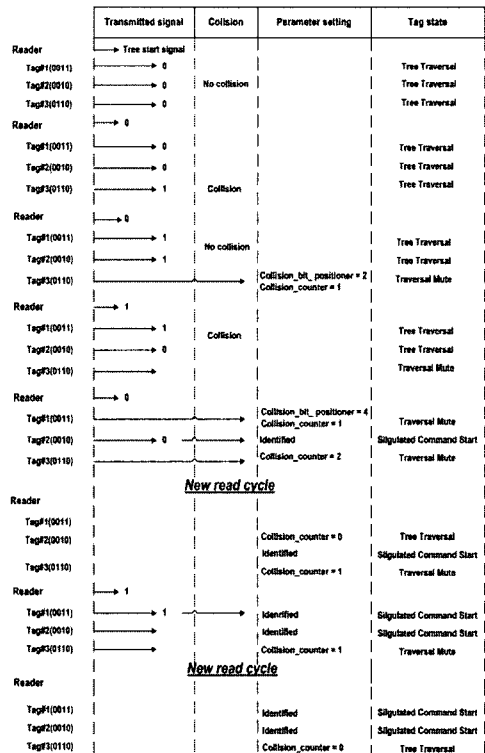


그림 2. 개선된 EPC Class-0 알고리즘 처리 과정

리더와 태그 간의 통신이 설정되면 태그는 Tree traversal 상태로 들어간다. 이 상태에 있는 태그는 자신의 ID 비트열을 MSB부터 시프트 시키면서 리더로 한 비트 씩 전송한다. 태그의 응답들이 서로 다른 비트(0과 1)이면 충돌이고, 서로 같은 비트가 수신되면 충돌이 아니다. 만약 그 응답유형이 충돌이 아니면, 리더는 수신된 비트를 다시 태그로 전송하고, Prefix_data 열에 추가한

다. 만약 그 응답유형이 충돌이면, 리더는 미리 프로그래밍 된 상태에 따라 0과 1로 분기하는데 본 논문에서는 0으로 분기하도록 하였다. 리더로부터 수신한 비트가 만약 이전에 전송했던 비트(j-1 번째)와 일치하는 태그는 다음 번째(j) 비트를 리더로 전송한다. 만약 불일치하는 태그인 경우 자신의 상태를 Traversal mute 상태로 전환하고, 자신의 conflict_bit

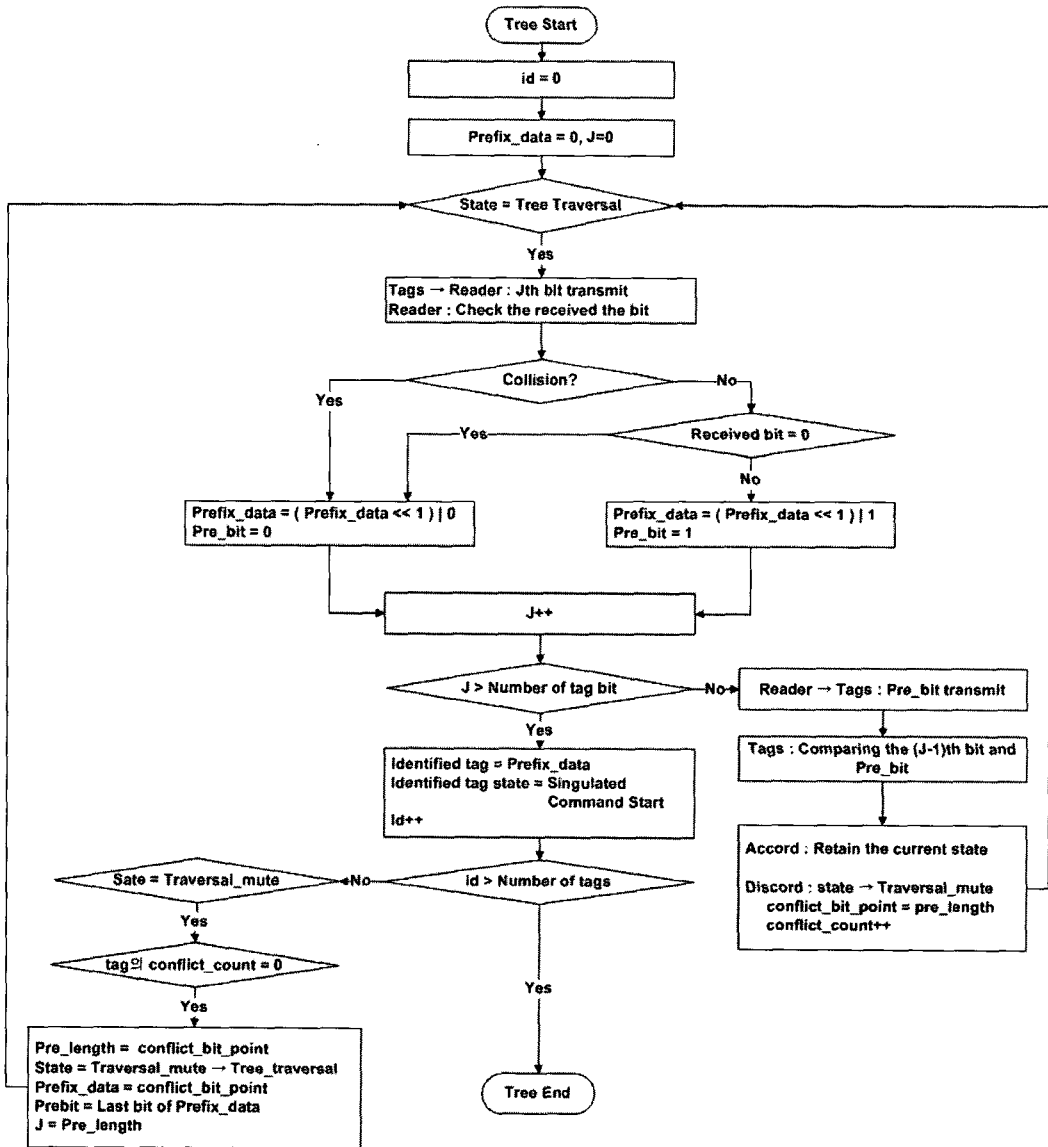


그림 3. 개선된 EPC Class-0 알고리즘의 동작 흐름도

_point를 현 비트로 설정하고, conflict_count를 1씩 증가한다. 이런 비트열 전송은 하나의 태그를 완벽히 인식하기 위해 마지막 비트 위치까지 진행되고, 태그는 마지막 비트를 다시 한 번 더 리더로 전송한다. 리더로 전송한 비트 수가 [태그 ID 길이 + 1] 인 태그가 리더로부터 'null' 데이터를 수신하면 Singulated command 상태가 되고 태그 하나가 완벽히 인식된다. 태그 하나가 인식되고 리더가 'null' 데이터를 전송하면 Traversal mute 상태인 태그들은 자신의 conflict_count를 1씩 감소하고, 이 값이 0이 되는 태그는 Tree start 상태로 되어 트리에 참여한다. 그리고 conflict_bit_point인 부분부터 트리를 시작한다.

IV. 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 UHF 대역 RFID 프로토콜인 EPC Class-0의 충돌방지 알고리즘의 성능을 분석하고 개선하였다. 충돌방지 알고리즘은 C언어를 이용하여 구현하였고, 태그 비트 수는 64비트로 가정하며, 태그 수는 최소 10개에서 1000개에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.

[표 1]은 규정된 Class-0의 충돌방지 알고리즘과 개선한 Class-0의 충돌방지 알고리즘에서 태그 당 리더로 전송되는 평균 비트 수를 비교 한 것이다. Class-0의 충돌방지 알고리즘은 이진트리 방식으로 리더와 태그 간에 통신 설정이 이루어진 후 태그 ID인식은 비트 단위로 이루어진다. 리더와 태그 간 1비트 전송시간은 12.5μs로 규정되어 있고 Class-0 알고리즘의 태그 당 전송 비트 수의 시뮬레이션 결과는 [표 1]과 같다.

Class-0의 총 인식시간은 EPCglobal의 Class0의 확정된 규격에 의한다[6]. 표준에 마스터 리셋 시간(T_M), 오실레이터 켈리브레이션 시간(T_{OC}), 데이터 켈리브레이션 시간(T_{DC}), 태그 ID 인식시간(T_{ID})을 포함한다. 태그의 총 인식시간(T_R)을 구하는 식은 다음과 같다.

$$T_R = T_M + T_{OC} + T_{DC} + T_{ID} = 800 + 116 + 38.5 + (12.5 \times T_B \times T_{Num}) \quad (1)$$

여기서, T_B 는 태그와 리더 간 전송되는 비트 수이고, T_{Num} 는 총 태그 수이다.

$$T_B = EPC + CRC + Last\ bit = 64 + 16 + 1 = 81 \quad (2)$$

[표 1]에서 개선된 Class-0 충돌방지 알고리즘은 태그 수가 증가 할수록 태그 당 전송되는 평균 비트수가 감소함을 알 수 있다.

표 1. EPC Class-0 충돌방지 알고리즘의 태그 당 평균 전송 비트 수

태그 수	태그 당 전송 평균 비트 수		
	Class-0 표준	Class-0 개선	개선된 알고리즘의 향상율
10	81	77.7	2.9%
50		75.5	5.6%
100		74.5	6.9%
200		73.5	8.1%
300		72.9	8.9%
400		72.5	9.4%
500		72.2	9.8%
600		71.9	10.1%
700		71.7	10.4%
800		71.5	10.6%
900		71.3	10.9%
1000	71.1	11.1%	

표 2. Class-0 충돌방지 알고리즘의 총 태그 인식시간

태그 수	총 태그 인식시간 (ms)		
	Class 0 표준	Class 0 개선	개선된 알고리즘의 향상율
10	11.1	10.7	3.6%
50	51.6	48.1	6.8%
100	102.2	94	8%
200	203.5	184.7	9.2%
300	304.7	274.4	9.9%
400	406.0	363.3	10.5%
500	507.2	452.0	10.8%
600	608.5	540.2	11.2%
700	709.7	628.1	11.5%
800	811.0	715.6	11.8%
900	912.2	802.6	12%
1000	1013.5	890.0	12.2%

[표 2]와 [그림 4]는 규정된 EPC Class-0의 충돌방지 알고리즘과 개선한 Class-0의 충돌방지 알고리즘의 총 태그 인식시간을 비교한 것이다. 시뮬레이션 결과 태그 수 100개 일 때 개선된 Class-0 충돌방지 알고리즘은 표

준 알고리즘보다 태그 인식시간이 8%, 태그 수 1000개 일 때 12.2% 감소하였다. 태그 수가 증가 할수록 개선된 충돌방지 알고리즘의 전체 인식시간 감소율이 증가함을 알 수 있다.

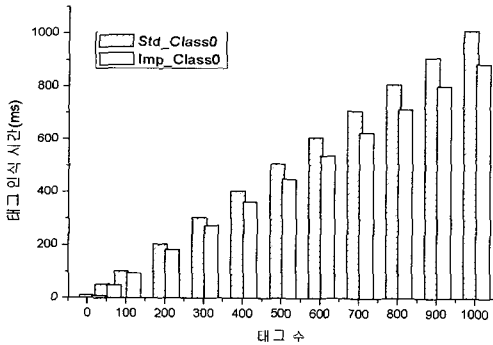


그림 4. Class-0 충돌방지 알고리즘의 총 태그 인식 시간

V. 결론

본 논문은 유비쿼터스 센서 네트워크와 텔레매틱스 서비스에 사용되는 무선인식 표준 중 UHF 대역 프로토콜인 EPCglobal의 Class-0의 에어인터페이스를 분석하고 각 프로토콜에서 규정된 충돌방지 알고리즘을 구현하였다. 그리고 각 프로토콜에서 규정하는 충돌방지 알고리즘의 성능을 개선한 알고리즘을 제안하고 성능을 비교하였다.

이진트리 방식을 사용하는 개선된 Class-0 알고리즘은 태그에 충돌 포인터와 충돌 카운터를 추가하여 충돌이 발생할 때마다 충돌포인터를 저장하고, 충돌카운터를 증가한다. 그리고 태그 하나를 완벽히 인식한 뒤 루트노드로부터 트리를 시작하지 않고, 충돌 카운터를 감소하고 이 값이 0이 되는 태그의 충돌 포인트에서 트리를 시작하는 방법이다.

개선된 Class-0 알고리즘은 태그 수 100개 일 때 8%, 태그 수 1000개 일 때 12.2% 감소하였다. 개선된 충돌방지 알고리즘은 표준 알고리즘보다 태그 인식 성능이 개선됨을 알 수 있다. 따라서 개선된 충돌방지 알고리즘은 유비쿼터스 센서 네트워크와 텔레매틱스 서비스 등에 사용되는 무선인식 시스템의 성능 개선 방안으로 적용될

수 있다.

본 논문에서는 충돌방지 알고리즘을 C언어 구현하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행함으로써 그 성능을 확인하였다. 향후에는 프로그래밍 된 충돌방지 알고리즘을 직접 리더시스템에 포팅 하여 태그와 리더 간 통신에 적용할 계획이다.

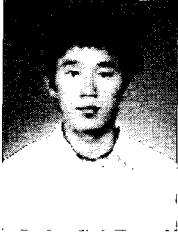
참고 문헌

- [1] 남상엽, 변상기, 정교일, *RFID 구조 및 응용*, 상화당, 2006.
- [2] K. Finkenzeller, *RFID Handbook*, Wiley & Sons, 2003.
- [3] 유승화, *유비쿼터스 사회의 RFID*, 전자신문사, 2005.
- [4] J. Myung and W. Lee, "An adaptive memoryless protocol for RFID tag collision arbitration," *Multimedia IEEE Transactions*, Vol.8, No.5, pp.1096-1101, 2006.
- [5] T. P. Wang, "Enhanced binary search with cut-through operation for anti-collision in RFID systems," *Communications Letters. IEEE*, Vol.10, No.4, pp.236-238, 2006.
- [6] Auto-ID Center Massachusetts of Technology, Technical Report, "Draft protocol specification for a 900MHz Class 0 radio frequency identification tag," Auto-ID Center Massachusetts of Technology, 2003.
- [7] M. Nanjundaiahm and V. Chaudhary, "Improvement to the anti-collision protocol specification for 900MHz Class 0 radio frequency identification tag," *ASIC Proceedings of 5th International Conference*, Vol.2, pp.1213-1217, 2005.
- [8] 남궁호영, 민병택, 오동진, 김철성, "RFID 시스템에서 EPC Class0 규격의 충돌회피 알고리즘의 성능 분석", 대한전자공학회 하계학술대회 논문집, 제28권, 제1호, pp.185-188, 2005.

저자 소개

임 정 현(Jung-Hyun Lim)

준회원



- 2005년 8월 : 제주대학교 통신공학과(공학사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 통신공학과(공학석사과정)
- <관심분야> : RF 회로 및 RFID, 안테나

좌 정 우(Jeong-Woo Jwa)

정회원



- 1985년 2월 : 한양대학교 전자공학과(공학사)
- 1987년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 2001년 8월 : KAIST 정보 및 통신공학과(공학박사)
- 2002년 10월 ~ 현재 : 제주대학교 통신컴퓨터공학부 통신공학전공 조교수
- <관심분야> : 무선인터넷 BM, 이동통신 프로토콜, 이동통신 시스템

양 두 영(Doo-Yeong Yang)

정회원



- 1984년 2월 : 제주대학교 통신공학과(공학사)
- 1989년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학박사)
- 1992년 ~ 현재 : 제주대학교 통신컴퓨터공학부 통신공학전공 교수
- <관심분야> : RF회로 및 RFID, 이동통신, 위성통신