

900MHz RFID 표준 프로토콜(ISO/IEC 18000-6 type B)에서의 충돌방지 성능 개선

준회원 권 대근*, 김 완 진*, 종신회원 김 형 남*

Improvement of Anti-Collision Performance in ISO/IEC 18000-6 Type B Protocol of the 900MHz RFID System

Dae-Ken Kwon*, Wan-Jin Kim* Associate Members, Hyoung-Nam Kim* Lifelong Member

요 약

본 논문에서는 900 MHz RFID 표준 프로토콜 중 하나인 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜의 충돌방지 알고리즘의 성능을 분석하고, 이에 대한 성능 향상 방법을 제안한다. 제안된 방법은 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜의 충돌방지 알고리즘에서 명령 전송 횟수 및 전송 데이터의 양을 줄임으로써 태그 인식 속도를 개선한다. 시뮬레이션 결과를 통해 제안된 방법이 리더 인식 영역 내의 태그 개수와 관계없이 태그 인식 속도를 기존 방법에 비해 21.7% 향상시킬 수 있음을 보인다.

Key Words : RFID, Anti-Collision, Collision resolution, ISO/IEC 18000-6, Tree Algorithm

ABSTRACT

This paper proposes a novel anti-collision method for the ISO/IEC 18000-6 type B protocol which is the standard protocol of the 900 MHz RFID system. We improve the anti-collision performance by reducing the transmission number of commands and the length of bits required for multi-tag identification in the ISO/IEC 18000-6 type B protocol. Simulation results show that the proposed method improves the multi-tag identification time by 21.7% over the conventional method, irrespective of number of tags.

1. 서 론

RFID(Radio Frequency IDentification) 기술은 RF 신호를 이용하여 사물에 부착된 전자 태그(Tag) 내에 저장된 정보를 인식하는 기술로서 유통·물류 환경 구현에 있어 핵심적인 기술로 떠오르고 있다. 900 MHz RFID 기술의 경우에는 인식 속도, 정보 저장 능력, 비접촉식 등의 장점으로 인해 유통·물류 분야에서 향후 바코드(Bar Code)를 대체할 수 있는 새로운 기술로 크게 각광을 받고 있다. 특히 다수의

태그를 빠른 시간 내에 식별 가능하게 함으로써 유통·물류 분야에서 혁신적인 변화를 일으킬 것으로 예상된다.

RFID 시스템에서는 리더(Reader)가 무선채널을 통하여 통신을 하면서 각각의 태그를 식별하게 된다. 먼저 리더가 신호를 보내게 되고, 리더의 인식 영역 내에 태그들은 리더가 보낸 신호에 응답을 하게 된다. 리더는 식별영역 내에 하나의 태그만이 존재할 경우에는 매우 간단하게 태그의 정보를 인식하게 된다. 그러나 리더의 인식 영역 내에 여러 개

* 이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업 (차세대물류IT기술연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.

* 부산대학교 전자공학과 통신 및 신호처리 연구실 (hnkim@pusan.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-01-035, 접수일자 : 2006년 1월 17일, 최종논문접수일자 : 2006년 5월 4일

의 태그가 존재할 경우, 이 태그들이 동시에 리더의 신호에 응답하게 되므로 충돌(Collision) 이 발생하게 된다. 이와 같은 문제를 태그 충돌(Tag collision) 이라 한다¹⁾. 이와는 별개로 근접한 거리에 위치하고 있는 리더들이 태그 인식 과정에서 서로 영향을 미쳐 발생하는 간섭현상을 리더 충돌(Reader Collision) 이라고 한다²⁾. 리더 충돌은 크게 주파수 간섭(Frequency Interference)과 태그 간섭(Tag Interference)으로 나뉜다. 주파수 간섭은 근접한 위치에 존재하는 리더들이 동일한 주파수를 사용함으로써 리더 간에 발생하는 간섭을 말한다. 그리고 태그 간섭은 여러 개의 리더가 동일한 태그를 읽으려고 하는 경우에 발생하는 간섭을 말한다. 주파수 간섭의 경우에는 리더 간의 간섭으로 리더의 동작 주파수에 의존적인데 반해 태그 간섭의 경우에는 수동형 태그가 리더로부터 수신한 신호를 역산란 변조(back-scattering modulation) 하여 응답하므로 동작 주파수에 관계없이 리더에서 수신되는 전압의 영향을 받기 때문에 태그와 리더 사이의 거리에 의존적이다. 충돌방지 알고리즘(Anti-collision Algorithm)은 위의 두 가지 충돌 문제를 효과적으로 해결하기 위한 기술로서, 현재 RFID 시스템의 유통·물류 분야의 성공적인 도입을 위해서 매우 중요한 기술로 부각되고 있다.

충돌방지 기술은 다중 태그 또는 다수 리더들 간의 동시 접속 문제를 해결한다는 개념적인 측면에서는 기존 무선 통신에서의 다중접속과 유사하다고 볼 수 있다. 그러나 900 MHz RFID 시스템에서는 태그의 저비용, 저전력, 초소형화의 문제를 해결하기 위해서 태그의 능력이 매우 제한된다. 이로 인해 태그는 내부 메모리나 연산 능력의 제약이 매우 심하며, 주위의 태그들과는 통신이 불가능하며 리더의 명령에 응답만이 가능하게 된다. 또한 리더에서 리더 인식 영역 내의 태그 개수를 알 수 없다는 점 또한 기존 무선 통신과의 차이점이다. 이러한 차이점으로 인해 기존 통신시스템에서 사용하는 다중접속 방법을 RFID 충돌방지에 곧바로 적용시킬 수는 없다³⁾.

RFID 무선 인터페이스(Air Interface) 프로토콜에서는 충돌방지 알고리즘에 대한 내용이 필수적으로 포함되게 되어 있으므로 충돌방지 알고리즘에 관한 표준을 알아보기 위해서는 표준 프로토콜 내용을 살펴보는 것이 필요하다. 현재 900 MHz RFID 무선 인터페이스와 관련된 국제표준은 ISO/IEC JTC1 SC31 WG4 에서 제정하고 있으며 현재까지 확정된

표준으로는 ISO/IEC 18000-6 Type A, Type B 가 있다. 이와 별도로 MIT Auto ID 센터를 중심으로 하여 EPC(Electronic Product Code) 표준으로 EPCglobal Class 0와 Class 1 규격이 확정되었다. 최근에는 EPCglobal 에서 제안한 EPCglobal Class1 Generation2 규격이 ISO/IEC에 상정되어 ISO/IEC 18000-6 Type C 표준으로 통합되어 표준으로 채택되었다. 현재까지는 Type B 프로토콜이 주류를 이루고 있으나 Type C 프로토콜이 향후 900 MHz RFID 시장을 이끌어 나갈 것으로 예상된다.

이와 같은 여러 가지 RFID 프로토콜들은 각각의 프로토콜에 따라 태그 능력 및 통신 규약이 정해져 있으며, 통신규약 및 태그의 제한적 능력에 맞는 적절한 충돌방지 알고리즘을 선택하고 있다. 그러므로 표준 프로토콜 충돌방지 알고리즘의 성능을 개선하기 위해서는 각각의 프로토콜에 대한 적합성 및 태그의 제한된 능력을 고려하는 것이 가장 중요하다. 기본적으로 Type A, Type C 프로토콜에서는 Slotted Aloha를 기반으로 한 충돌방지 알고리즘을 사용하고 있으며, Type B에서는 Tree Search 알고리즘을 기반으로 하고 있다. 본 논문에서는 현재 900 MHz RFID 시장의 주류를 형성하고 있는 Type B 프로토콜에서의 충돌방지 알고리즘을 분석하고 이를 바탕으로 하여 성능개선 방안을 제시한다.

2장에서는 900 MHz RFID 표준 프로토콜 중 하나인 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜의 충돌방지 알고리즘에 대해 자세히 알아보고 3장에서는 이를 개선하기 위한 방법으로 명령어 전송 횟수 및 전송 데이터의 양을 줄이는 방법을 제안한다. 그리고 4장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안된 충돌방지 알고리즘의 성능을 분석하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. ISO/IEC 18000-6 type B 충돌방지 알고리즘

ISO/IEC 18000-6 type B 충돌방지 알고리즘의 기본 원리는 태그에서 '0'과 '1'을 랜덤하게 발생시킴으로써 리더의 인식영역 내의 태그들을 두 개의 집합으로 나누어 응답하게 하여 태그를 식별한다⁴⁾. 이와 같은 ISO/IEC 18000-6 type B 충돌방지 알고리즘을 수행하기 위해서는 태그 내부에 두 가지의 회로가 필요하다. 첫째, 태그의 집합을 두 개로 나누기 위해서 태그 내부에 '0' 또는 '1'을 랜덤하게 발생시키는 회로가 필요하다. 둘째, '0' 또는 '1'을

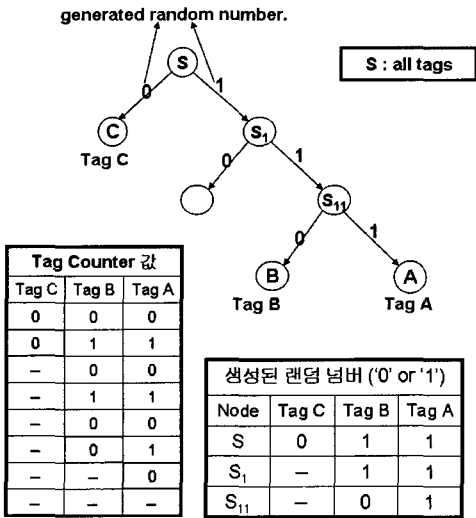


그림 1. ISO/IEC18000-6 type B 충돌방지 알고리즘 사례.

발생시키면서 태그들이 두 개의 집합으로 나누어질 때, 트리 내부의 태그가 위치한 노드를 기억하기 위한 8 비트 카운터(counter)가 필요하다. 충돌방지 알고리즘의 기본 원리를 그림 1을 통해 설명하고자 한다.

그림 1은 리더의 인식 영역 내에 3개의 태그가 존재할 때, 태그를 식별하는 경우를 나타내고 있다. 각각의 노드 S, S₁, S₁₁에서 태그가 2개 이상 존재하고 있으며 이들 태그들은 랜덤 넘버 '0' 또는 '1'을 발생하게 된다. Tag A, Tag B, Tag C가 각각의 노드 S, S₁, S₁₁에서 발생시키는 랜덤 넘버가 그림 1의 오른쪽에 정리되어 있으며, 태그의 카운터 값이 변해가는 모습이 그림 1의 왼쪽에 나타나 있다. 먼저 Tag A, Tag B, Tag C가 S 노드에서 충돌을 일으킨다. 충돌을 일으킨 태그들을 분리하기 위해서 '0' 또는 '1'을 발생시킨다. S 노드에서는 Tag A, Tag B는 '1'을 생성하고 Tag C는 '0'을 생성한다. Tag C는 인식이 되고 Tag A, Tag B는 S₁ 노드에서 충돌을 일으키므로 다시 랜덤 넘버를 생성한다. S₁ 노드에서 Tag A, Tag B가 모두 '1'을 생성하게 됨으로써 다시 S₁₁ 노드에서 충돌을 일으킨다. S₁₁ 노드에서 Tag A는 '1', Tag B는 '0'을 생성하게 되어 Tag A, Tag B, Tag C의 인식이 완료된다. 이러한 방법은 Tree Search (Splitting) Algorithm^[5]과 유사하다.

실제 RFID 시스템에서 충돌방지 알고리즘의 성능을 분석하기 위해서는 실제 프로토콜 상에서 어떻게 구현이 되는지 정확히 알아볼 필요가 있다.

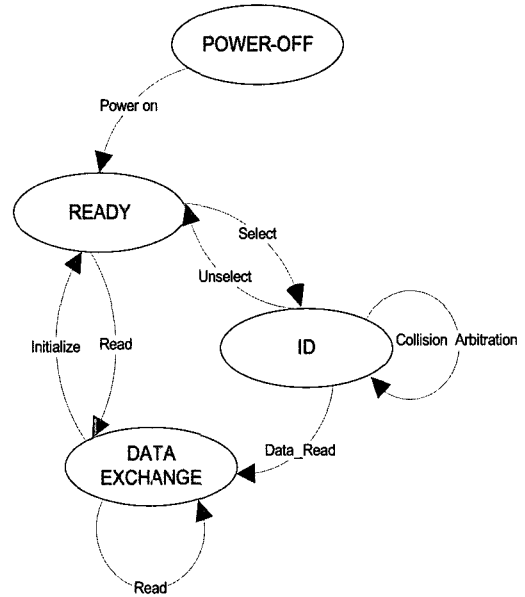


그림 2. Tag State Diagram

ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜은 리더와 태그가 반양방향 통신(Half-duplex)을 하므로 리더가 명령어(command)를 전송하면 태그가 응답(response)하는 방식으로 통신을 한다. ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜의 충돌방지 알고리즘을 수행하기 위한 리더의 명령어와 태그의 응답을 그림 2의 태그 상태와 비교하여 설명하면 다음과 같다.

Step 1. Group_Select command를 이용하여 'READY state' 태그들을 'ID state'로 보내면서 태그 카운터를 '0'으로 만든다.(리더 → 태그)

Step 2. 'ID state'인 태그들 중 카운터가 '0'인 태그는 자신의 ID를 리더로 보낸다.(태그 → 리더)

Step 3.

① 하나 이상의 태그가 응답하는 경우

→ 리더는 충돌을 감지하고 FAIL command를 보낸다.(리더 → 태그)

→ 'ID state'인 태그가 FAIL command를 받으면 카운터가 '0'인 태그, 즉 이전 단계에 응답한 태그는 '0' 또는 '1'을 생성하고 카운터가 '0'이 아닌 태그, 이전 단계에 응답하지 않은 태그는 카운터 값을 '1' 증가시킨다.(태그 내부)

→ 'ID state'인 태그들 중 랜덤 넘버 '0'을 발생시킨 태그는 자신의 ID를 리더로 보낸다. (태그 → 리더)

- ② 태그 응답이 없는 경우
 - 리더는 SUCCESS command를 보낸다. (리더→태그)
 - 'ID state'에 있고 SUCCESS command를 받은 태그는 자신의 카운터 값을 '1' 감소시킨다. 감소 후 카운터가 '0'인 태그는 자신의 ID를 리더로 보낸다. (태그→리더)
- ③ 하나의 태그가 응답하고 오류 없이 인식하는 경우
 - 리더는 응답한 태그 ID를 DATA_READ command에 포함시켜 보낸다. (리더→태그)
 - 'ID state'에 있고 DATA_READ command를 수신한 태그들은 전송 받은 ID와 자신의 ID를 비교 후 일치할 경우 'ID state'에서 'DATA_EXCHANGE state'로 변경 후 DATA_READ response를 보낸다. (태그→리더)
 - DATA_READ response를 받은 리더는 다시 SUCCESS command를 보낸다. (리더→태그)
 - 'ID state'에 있고 SUCCESS command를 받은 태그는 자신의 카운터 값을 '1' 감소시킨다. 감소 후 카운터가 '0'인 태그는 자신의 ID를 리더로 보낸다. (태그→리더)
- ④ 하나의 태그가 응답하였으나 오류가 발생한 경우
 - 리더가 RESEND command를 보낸다. (리더→태그)
 - 'ID state'에 있고 카운터가 '0'인 태그는 RESEND command를 받으면 자신의 ID를 다시 보낸다. (태그→리더)

Step 3의 과정을 반복하여 수행함으로써 리더는 인식영역 내의 태그를 분류하여 식별하게 된다. 다만 주의해야 할 점은 이러한 과정을 반복할 때 리더는 현재 인식영역 내의 태그를 모두 인식한 후에도 계속적으로 Step 3의 과정을 반복하여 전체적으로 태그 인식 시간이 증가할 가능성이 있다. 이러한 불필요한 반복과정을 없애기 위해서 리더는 Step 1에서 선택된 태그들이 모두 인식되는 시점을 알아야 한다. 이를 위해서 본 논문에서는 태그 인식과정에서 리더에서 보내는 FAIL command 전송 횟수와 SUCCESS command 전송 횟수를 비교하여 태그 인식 종료 시점을 판단하는 방법을 제시한다. 태그를 인식하는 과정에서 가장 높은 카운터 값을 가지는 태그의 카운터 값은 FAIL command 전송 횟수에서 SUCCESS command 전송 횟수를 뺀 값과 같

다. 따라서 SUCCESS command 전송 횟수가 FAIL command 전송 횟수와 같을 경우 가장 큰 태그의 카운터 값은 '0'이며, SUCCESS command 전송 횟수가 FAIL command 전송 횟수보다 많아질 경우 가장 큰 카운터 값을 가지던 태그가 인식된 상태이므로 모든 태그에 대한 인식이 완료된다. FAIL command 전송 횟수보다 SUCCESS command 전송 횟수가 많음에도 불구하고 태그 인식을 위해 SUCCESS command를 반복해서 보내는 것은 태그 인식 시간을 증가시킬 뿐이다.

III. 제안된 충돌방지 알고리즘

II장에서 설명한 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜 충돌방지 알고리즘에 대한 성능 개선 방법으로 불필요한 데이터의 전송을 최소화 하여 태그 인식에 요구되는 데이터 전송 양을 줄이는 방법을 제안한다. 또한 충돌방지 알고리즘을 수행함에 있어 리더 명령 및 태그 응답 횟수를 줄이는 방법도 제안한다.

3.1 불필요한 전송 데이터의 최소화 (방법 1)

제안하는 첫 번째 방법은 매번 태그를 인식할 때 태그의 ID만을 인식하고 ID 인식 후 필요할 경우에만 추가적인 정보를 읽어 들이는 방법이다. 이를 위해 본 논문에서는 태그의 'state'를 'ID_state'에서 'DATA_EXCHANGE state'로 이동시키는 READ_ACK command를 제안한다.

ISO/IEC 18000-6 type B 충돌방지 알고리즘을 그림 2에서 살펴보면, 기본적으로 'READY state'의 태그들을 'ID state'로 불러들여서 충돌방지 알고리즘을 수행한다. 그리고 하나의 태그가 올바르게 인식이 되면 인식된 태그를 'ID state'에서 'DATA_EXCHANGE state'로 이동시킴으로써 인식된 태그를 충돌방지 과정에서 제외시킨다.

하나의 태그가 인식될 때 Step 3. ③에서 'DATA_READ command'를 이용하여 인식된 태그를 'ID_state'에서 'DATA_EXCHANGE state'로 이동시키는데, 이 명령어는 리더가 태그의 ID 정보를 인식한 뒤 또 다른 64 비트의 데이터를 읽어 들이도록 되어 있다. RFID 시스템에서는 대부분 태그의 ID 정보만을 필요로 하기 때문에 하나의 태그를 읽어 들일 때마다 매번 'Data_Read command'를 이용하여 64 비트의 불필요한 정보를 읽을 필요가 없으므로, 태그를 인식할 때 태그의 ID만을 인식하고

DATA_READ command (Reader => Tag)					
Preamble	Delimiter	Command	ID	Address	CRC-16
ISO/IEC 18000-6	ISO/IEC 18000-6	00 hex (8bit)	Any 64 bit Identifier	00 hex (8bit)	ISO/IEC 18000-6

DATA_READ response (Tag => Reader)			
Preamble	ID	CRC-16	
ISO/IEC 18000-6	Any 64 bit Identifier	ISO/IEC 18000-6	

READ_ACK command (Reader => Tag)				
Preamble	Delimiter	Command	ID	CRC-16
ISO/IEC 18000-6	ISO/IEC 18000-6	00 hex (8bit)	Any 64 bit Identifier	ISO/IEC 18000-6

READ_ACK response (Tag => Reader)		
Preamble	BYTE_DATA	CRC-16
ISO/IEC 18000-6	ACK (8bit)	ISO/IEC 18000-6

그림 3. DATA_READ/READ_ACK command and response

ID 인식 후 필요하다면 부가적인 정보를 읽어 들이는 command를 사용하면 된다. 그림 3에서 보듯이 제안하는 READ_ACK command를 사용하면 DATA_READ command를 사용할 경우에 비해 하나의 태그 ID를 인식할 때 요구되는 데이터 중에서 불필요한 데이터의 전송을 64 비트만큼 줄일 수 있게 된다. READ_ACK command는 type B 프로토콜에서 사용되는 Read_Flags command와 구조가 동일하며 READ_ACK response시 8 비트의 ACK(Acknowledge) 응답을 하게 된다.

3.2 리더의 명령 및 태그의 응답 횟수의 감소 (방법 2)

ISO/IEC 18000-6 type B 충돌방지 알고리즘에서는 '0'과 '1'을 랜덤하게 발생시켜서 리더 인식 영역 내의 태그들을 두 개의 그룹으로 나누어 구별하게 되는데, 생성된 랜덤 넘버가 모두 '0' 또는 모두 '1'이 된다면 다시 한 번 랜덤 넘버를 생성해야만 하는 문제가 발생한다. 이러한 문제점은 ISO/IEC 18000-6 type B 충돌방지 알고리즘이 가지는 구조적 문제이므로 제거할 수 없는 것이다. 그러나 생성되는 랜덤 넘버가 모두 '0'일 때와 모두 '1'인 경우에 주고받는 명령어의 횟수에 차이가 발생하는 것을 그림 4와 그림 5에서 볼 수 있다.

충돌한 모든 태그에서 랜덤 넘버 '0'이 발생하게 되는 그림 4의 경우, 리더는 'FAIL command'를 보내어 태그에서 다시 한 번 랜덤 넘버를 생성하게 한다. 그러나 충돌한 모든 태그에서 '1'을 생성한 그림 5의 경우, 리더는 'SUCCESS command'를 보내어 태그에서 생성된 '1'을 '0'으로 감소시킨 후 다시 랜덤 넘버를 생성하는 두 번의 과정이 필

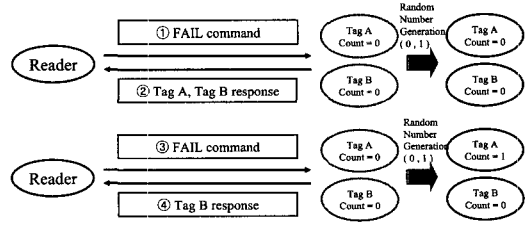


그림 4. 충돌을 일으킨 태그에서 모두 '0'이 생성된 경우

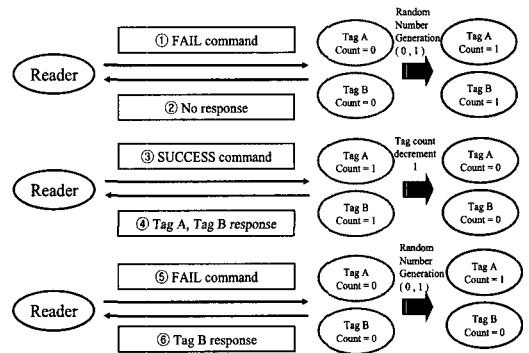


그림 5. 충돌을 일으킨 태그에서 모두 '1'이 생성된 경우

요하게 된다. 이와 같은 과정은 그림 1에서 Tag C가 인식된 후, Tag A, Tag B가 S1 노드에서 S11 노드로 진행되는 과정에서 볼 수 있다.

제안하는 두 번째 방법은 충돌을 일으킨 태그들이 모두 랜덤 넘버 '1'을 생성할 경우, 'SUCCESS command'를 보내어 태그 카운터 값을 '0'으로 감소시키는 불필요한 과정을 제거하는 것이다. 이를 위해서 리더는 충돌을 일으킨 태그들이 모두 '1'을 발생한 경우를 감지할 수 있어야 하며, 충돌을 일으킨 태그들이 모두 '1'을 생성할 경우에 카운터 값을 '0'으로 낮추는 대신 태그에서 '0' 또는 '1'의 랜덤 넘버를 생성하여 그 값을 태그 카운터에 저장하게 하는 새로운 명령어('FAIL_RNG command')를 추가하여야 한다. 이 방법은 그림 6에 나타나 있으며 그림 5와 비교할 때 리더 명령어와 태그의 응답 횟수가 줄어들게 됨을 볼 수 있다.

그림 6과 같이 리더는 충돌을 감지한 뒤 'FAIL command'를 태그로 보내고 태그로부터 응답이 없는 경우(No response) 충돌을 일으킨 태그들이 모두 '1'을 생성한 경우라고 판단한다. 리더가 이러한 경우를 감지하면 'SUCCESS command'를 보내는 대신 제안하는 새로운 명령어 'FAIL_RNG command'를 보낸다. 'FAIL_RNG command'의 역할은 이 명령어를 받은 태그가 카운터 값이 '1'이라면 '0' 또는 '1'의 랜덤 넘버를 생성하게 하여 그

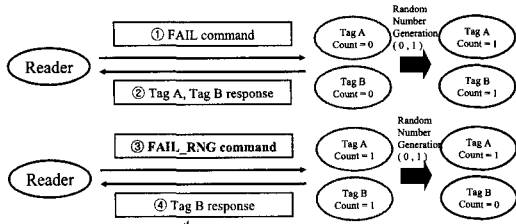


그림 6. Fail_RNG Command를 이용한 경우

FAIL command (Reader => Tag)			
Preamble	Delimiter	Command	CRC-16
ISO/IEC 18000-6	ISO/IEC 18000-6	00 hex (8bit)	ISO/IEC 18000-6

FAIL response - 태그에서 '0'을 발생시킨 경우 (Tag => Reader)			
Preamble	ID	CRC-16	
ISO/IEC 18000-6	Any 64 bit Identifier	ISO/IEC 18000-6	

FAIL_RNG command (Reader => Tag)			
Preamble	Delimiter	Command	CRC-16
ISO/IEC 18000-6	ISO/IEC 18000-6	00 hex (8bit)	ISO/IEC 18000-6

FAIL_RNG response - 태그에서 '1'을 발생시킨 경우 (Tag => Reader)			
Preamble	ID	CRC-16	
ISO/IEC 18000-6	Any 64 bit Identifier	ISO/IEC 18000-6	

그림 7. FAIL / FAIL_RNG command와 response

값을 태그 카운터에 저장하도록 하는 것이며 그 구조는 그림 7과 같다.

그림 7은 'FAIL command'와 'FAIL command'를 받은 태그 중 '0'을 생성한 태그의 응답과 'FAIL_RNG command'와 'FAIL_RNG command'를 받은 태그 중 '1'을 생성한 태그의 응답을 나타낸 것이다. 현재 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜에서는 사용자가 새로운 명령어를 추가하는 것이 가능하다. 그러므로 본 논문에서 제안한 방법은 현재 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜을 사용하는 RFID 시스템의 리더와 태그의 하드웨어 구조를 바꾸지 않고도 간단히 명령어만 추가하면 되므로 구현이 용이하고 실제 응용 가능성이 매우 높다고 볼 수 있다.

IV. 시뮬레이션 및 성능 분석

본 논문에서는 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜을 반영하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 이를 통해 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜을 사용하는 900 MHz RFID 시스템에서의 충돌방지 알고리즘의 성능을 분석하였다. 기본적인 시뮬레이션 파라미터는 다음과 같다. 리더에서 태그로의 데이터 전송

율(Data Rate) 및 태그에서 리더로의 데이터 전송을 40 kbps로 두었다. 리더가 태그의 응답을 기다리는 Preamble Detection Time을 16 비트로 하였으며, 태그가 리더 응답을 받기 위해 기다리는 Quiet Time은 400µsec로 하였다. 리더는 Preamble Detection Time 이 지날 때까지 태그로부터의 어떠한 신호도 검출되지 않을 때 II 장 Step 3. ②의 경우와 같이 태그의 응답이 없는 경우로 하였다.

하나의 태그가 응답하였음에도 불구하고 신호의 간섭이나 잡음에 의해 오류가 발생한 경우와 리더에서의 명령이 태그로 정확히 전달되지 않은 경우는 충돌방지 알고리즘과는 별개의 사안이므로 본 시뮬레이션 상에서는 고려하지 않았다. 또한 실제 900 MHz RFID 시스템의 경우에는 Frequency Hopping에 따른 시간 지연이 발생하게 되나 이 역시 충돌방지 알고리즘의 상대적인 성능비교와는 무관하므로 시뮬레이션에서는 제외시켰다.

본 논문에서는 ISO/IEC 18000-6 type B 표준 프로토콜을 사용하는 리더와 태그간의 command와 response를 주고 받는 과정을 MATLAB을 이용하여 시뮬레이션 하고 주어진 모든 태그를 인식하는 데 필요한 총 소요 시간을 계산하였다. 먼저 태그 인식에 사용된 리더에서의 command와 태그에서의 response에 대한 비트 수를 구하고, 여기에 태그와 리더가 command와 response를 주고받기 전 대기하는 시간인 Preamble Detection Time과 Quiet Time을 추가하여 총 인식 시간을 계산하였다. 성능평가의 기준이 되는 태그 인식 시간은 리더가 인식영역 내의 모든 태그들의 ID 정보를 인식하는 데 걸리는 시간으로 하였다.

그림 8에서는 기존 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜의 충돌방지 알고리즘과 제안한 방법 1을 사용한 경우, 그림 9에서는 기존 프로토콜의 충돌방지 알고리즘과 제안한 방법 2를 사용한 경우, 그리고 그림 10에서는 기존 프로토콜의 충돌방지 알고리즘과 제안한 방법 1과 제안한 방법 2를 동시에 사용한 경우에 태그의 개수에 따른 인식시간에 대해 나타내었다.

시뮬레이션 결과를 통해 성능 분석을 해보면 태그를 인식하는 데 걸리는 시간은 알고리즘의 특성상 태그 개수의 증가에 따라 선형적으로 증가하는 것을 알 수 있다⁴⁾. 그림 8을 살펴보면 기존 알고리즘은 1초당 인식되는 태그의 개수가 60개인 것에 비해 첫 번째 제안한 방법을 사용한 경우에는 초당 67개의 태그를 인식하였다. 그림 9를 보면 기존 알

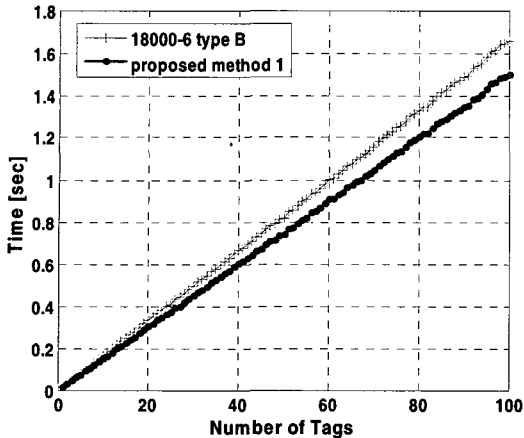


그림 8. 18000-6 type B와 제안한 방법 1의 성능 비교

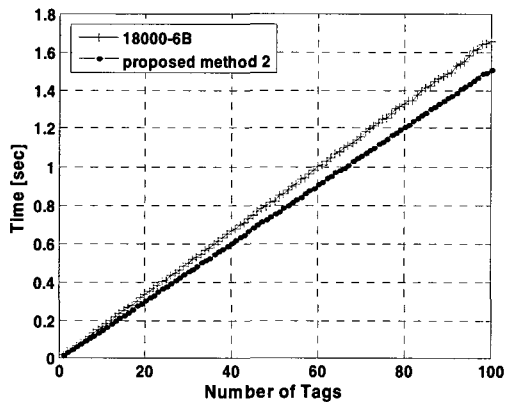


그림 9. 18000-6 type B와 제안한 방법 2의 성능비교

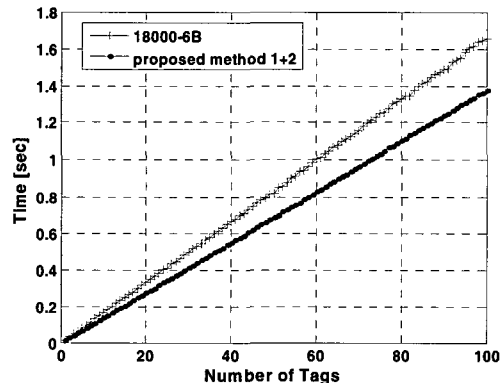


그림 10. 18000-6 type B와 제안한 방법 1+2의 성능비교

고리즘은 1초당 인식되는 태그의 개수가 60개인 것에 비해 두 번째 제안한 방법을 사용한 경우에는 초당 66개의 태그를 인식하였다. 그리고 그림 10에서는 첫 번째 제안한 방법과 두 번째 제안한 방법을 함께 사용할 경우 초당 인식되는 태그 수가 73

개까지 향상됨을 보이고 있다. 이는 기존 방법과 비교하여 볼 때 $21.7\% = (73-60)/60 \times 100\%$ 의 성능이 향상된 것이다. 제안한 방법 1과 방법 2를 동시에 사용할 경우, 태그 수의 증가와 관계없이 기존의 방법에 비해 초당 인식되는 태그 수에 있어서 21.7%의 일정한 성능 향상을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 900 MHz RFID 표준 프로토콜 중 하나인 ISO/IEC 18000-6 type B에 대한 충돌방지 알고리즘의 성능을 분석하고, 이에 대한 성능 향상 방법을 제안하였다. 성능 분석을 위한 시뮬레이션에서 기존 충돌방지 알고리즘의 성능 분석 연구들이^{5,6} 태그의 ID 만을 전송해야 할 데이터로 취급하여 성능평가를 실시한 것과는 달리 본 논문에서는 실제적인 전송 데이터양과 전송시간을 계산함으로써 실제 시스템 적용 시의 성능 향상 정도에 대한 정확한 분석을 수행하였다. 제안하는 방법에서는 불필요한 명령의 전송횟수 및 전송 데이터를 줄임으로써 충돌방지 알고리즘의 성능을 향상시켰다. 제안된 방법을 ISO/IEC 18000-6 type B 프로토콜을 사용하는 RFID 시스템에 적용하여 태그 인식 성능 향상을 꾀함으로써 향후 RFID 시스템의 유통 물류로의 도입을 가속화 하는 데 크게 기여할 수 있을 것으로 보인다.

참고 문헌

- [1] Klaus Finkenzeller, *RFID Handbook*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997.
- [2] D.W. Engels and S.E. Sarma, "The reader collision problem," *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol.3, pp.6, Oct. 6-9, 2002.
- [3] T. Scharfeld, "An Analysis of the Fundamental Constraints on Low Cost Passive Radio-Frequency Identification System Design," Master's thesis, Dept. of Mechanical Eng., Mass. Inst. of Tech., Cambridge, Mass., 2001.
- [4] Information technology automatic identification and data capture techniques—Radio frequency identification for item management air interface—Part 6: Parameters for air in-

terface communications at 860 -960 MHz, ISO/IEC 18000-6, 26 November, 2003.

- [5] Hush, Don R. and Wood, Cliff, "Analysis of Tree Algorithms for RFID Arbitration," In *IEEE International Symposium on Information Theory*, pages 107-. IEEE, 1998.
- [6] 권성호, 홍원기, 이용두, 김희철, "저비용 RFID 시스템에서의 충돌방지 알고리즘에 대한 성능평가," *한국통신학회논문지 '05-1 Vol.30 No.1B*, pp.17-26, 2005년 1월

권 대 근(Dae-Ken Kwon)

준회원



2005년 2월 부산대학교 전자전기통신공학부 공학사
 2005년 3월~현재 부산대학교 전자공학과 석사과정
 <관심분야> 적응신호처리, 디지털 TV, 디지털 통신, RFID, OFDM

김 완 진(Wan-Jin Kim)

준회원



2005년 2월 부산대학교 전자전기통신공학부 공학사
 2005년 3월~현재 부산대학교 전자공학과 석사과정
 <관심분야> 적응신호처리, 디지털 통신, RFID, OFDM

김 형 남(Hyoung-Nam Kim)

종신회원



1993년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학사
 1995년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학석사
 2000년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학박사
 2000년 4월 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부 박사후 연구원
 2003년 2월 한국전자통신연구원 무선방송연구소 선임연구원
 2003년 3월~현재 부산대학교 전자공학과 조교수
 <관심분야> 적응신호처리, 디지털 TV, 디지털 통신, RFID, 멀티미디어 시스템