



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0042223  
(43) 공개일자 2013년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06K 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0106399

(22) 출원일자 2011년10월18일

심사청구일자 2011년10월18일

(71) 출원인  
성균관대학교산학협력단

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교 내 (천천동)

(72) 발명자

이태진

경기도 수원시 장안구 천천동 성균관대학교자연과학캠퍼스

박종호

경기도 수원시 장안구 천천동 삼성래미안아파트 109-604

(74) 대리인

남정길

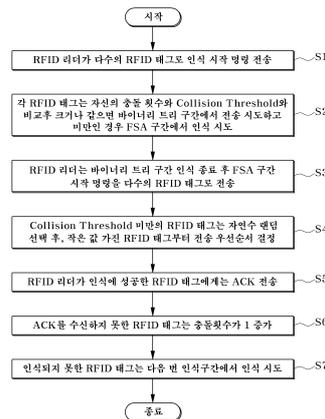
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법

**(57) 요약**

본 발명은 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, RFID 태그가 이동하는 경우 RFID 태그의 인식률을 높이기 위해 인식되지 못할 확률이 높은 RFID 태그를 우선적으로 인식하여 인식률을 향상시키기 위한 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 상기 기술적 과제를 달성하기 위해 개시된 기술의 측면으로, RFID 리더가, 자신의 인식 영역의 다수의 RFID 태그를 인식하기 위해 인식 시작 명령을 전송한다. 이후 상기 RFID 리더가, 상기 인식 시작 명령을 수신한 RFID 태그 각자의 충돌 횟수와  $C_{th}$ (collision threshold)를 비교하여 충돌 횟수가 상기  $C_{th}$ 보다 크거나 같으면 우선적으로 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 인식 시도하도록 설정하는 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 방법을 제공한다.

**대표도 - 도5**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 ITAC1090111100090001000100100

부처명 정부)지경부

연구사업명 대학 IT연구센터 육성지원사업

연구과제명 기지국/단말 협력(Cooperative) 무선 전송 기술

주관기관 성균관대학교

연구기간 2011.01.01 ~ 2011.12.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

RFID 리더가, 자신의 인식 영역의 다수의 RFID 태그를 인식하기 위해 인식 시작 명령을 전송하는 제 1단계; 및  
상기 RFID 리더가, 상기 인식 시작 명령을 수신한 RFID 태그 각각의 충돌 횟수와  $C_{th}$ (collision threshold)를 비교하여 충돌 횟수가 상기  $C_{th}$ 보다 크거나 같으면 우선적으로 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 인식 시도하도록 설정하는 제 2단계; 를 포함하는 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 제 2단계는,  
상기 RFID 리더가, 상기 충돌 횟수가  $C_{th}$  미만인 RFID 태그를 상기 바이너리 트리(binary tree) 구간이 끝난 후 FSA 구간에서 인식 시도하도록 설정하는 충돌 방지 방법.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,  
상기 RFID 리더가, 상기 바이너리 트리(binary tree) 구간의 인식이 종료되면 FSA 구간 시작 명령을 전송하는 제 3단계; 및  
상기 RFID 리더가, 상기 FSA 구간 시작 명령을 수신한 상기 충돌 횟수가  $C_{th}$  미만인 RFID 태그에 대해서는 [0, L-1] 범위의 자연수를 랜덤으로 선택하도록 하여 작은 값을 가진 RFID 태그부터 FSA 구간의 슬롯(slot)에서 우선 전송순서를 갖도록 하는 제 4단계; 를 포함하는 충돌 방지 방법.

### 청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 제 4단계는,  
상기 RFID 리더가, 자신의 인식 영역에 존재하고 다른 RFID 태그들과 중복되지 않은 슬롯(slot)을 선택한 RFID 태그는 인식에 성공하고, 다른 RFID 태그들과 중복된 슬롯(slot)을 선택한 RFID 태그는 충돌이 발생하여 인식하지 않는 충돌 방지 방법.

### 청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 제 4단계 이후에,  
상기 RFID 리더가, 상기 제 4단계에서의 인식에 성공한 RFID 태그에게 데이터 전송에 대한 응답으로 ACK를 전송하여, 상기 ACK를 수신하지 못한 RFID 태그에게는 충돌 횟수가 1이 증가되도록 하는 제 5단계; 를 더 포함하는 충돌 방지 방법.

### 청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 제 5단계 이후에 수행되는,  
상기 RFID 리더가, 상기 제 4단계에서의 인식에 실패한 RFID 태그에 대해서는 다음의 인식 구간에서 인식을 시도하는 제 6단계; 를 더 포함하는 충돌 방지 방법.

### 청구항 7

이동하는 다수의 RFID 태그, 그리고 RFID 리더를 포함하는 RFID 리더로의 인식 충돌 방지 시스템에 있어서, 상기 RFID 리더는,  
상기 다수의 RFID 태그와 RF 방식의 무선 송수신을 수행하는 RF 송수신부; 및  
상기 다수의 RFID 태그 중 상기 RFID의 인식 영역에 있는 RFID 태그를 인식하기 위해 인식 시작 명령을 전송하

며, 상기 인식 시작 명령을 수신한 RFID 태그의 충돌 횟수와  $C_{th}$ (collision threshold)를 비교하여 충돌 횟수가 상기  $C_{th}$ 보다 크거나 같은 RFID 태그를 우선적으로 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 인식 시도하도록 설정하는 인식모듈; 을 포함하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 8**

제 7항에 있어서, 상기 인식모듈은,

상기 충돌 횟수가  $C_{th}$  미만인 RFID 태그를 상기 바이너리 트리(binary tree) 구간이 끝난 후 FSA 구간에서 인식 시도하도록 설정하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 9**

제 8항에 있어서, 상기 인식모듈은,

상기 바이너리 트리(binary tree) 구간의 인식이 종료되면 FSA 구간 시작 명령을 전송하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 10**

제 9항에 있어서, 상기 인식모듈은,

상기 FSA 구간 시작 명령을 수신한 상기 충돌 횟수가  $C_{th}$  미만인 RFID 태그에 대해서  $[0, L-1]$  범위의 자연수를 랜덤으로 선택하여 작은 값을 가진 RFID 태그부터 FSA 구간의 슬롯(slot)에서 우선 전송순서를 갖도록 하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 11**

제 10항에 있어서, 상기 인식모듈은,

상기 RFID 리더의 인식 영역에 존재하고 다른 RFID 태그들과 중복되지 않은 슬롯(slot)을 선택한 RFID 태그에 대해서는 인식에 성공하고, 다른 RFID 태그들과 중복된 슬롯(slot)을 선택한 RFID 태그에 대해서는 충돌 발생에 따른 인식하지 않는 충돌 방지 방법.

**청구항 12**

제 11항에 있어서, 상기 인식모듈은,

상기 다른 RFID 태그들과 중복되지 않은 슬롯(slot)을 선택하여 인식에 성공한 RFID 태그에게 데이터 전송에 대한 응답으로 ACK를 전송하는 충돌 방지 방법.

**청구항 13**

제 12항에 있어서, 상기 인식모듈은,

상기 ACK 전송에 따라 상기 ACK를 수신하지 못한 RFID 태그에게는 충돌 횟수가 1이 증가시키는 충돌 방지 시스템.

**청구항 14**

제 13항에 있어서, 상기 인식모듈은,

상기 ACK를 수신하여 못한 RFID 태그에 대해서는 다음의 인식 구간에서 인식을 시도하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 15**

제 9항에 있어서, 상기 RFID 리더는,

상기 FSA 구간 시작 명령 전송 전에 상기 FSA 구간의 프레임 사이즈(L)를 결정하는 프레임결정모듈; 을 더 포함하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 16**

제 15항에 있어서, 상기 프레임결정모듈은,

상기 RFID 리더의 인식 시도 간격 동안 상기 RFID 리더의 전송영역에 유입되는 RFID 태그의 수( $n_{new}$ )를

$$n_{new} = T_{iden} \cdot V_{tag} \cdot D_{tag}$$

( $V_{tag}$ : RFID 상기 유입되는 태그의 이동속도,  $D_{tag}$ 는 상기 유입되는 RFID 태그의 선 밀도)에 의해 연산하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 17**

제 16항에 있어서, 상기 프레임결정모듈은,

$$n(i) = (P_c)^i \cdot n_{new}$$

상기  $i$ 번 충돌이 발생한 RFID 태그의 수  $n(i)$ 를 (P<sub>c</sub>: 상기 FSA 구간에서의 충돌 확률)에 의해 연산하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 18**

제 17항에 있어서, 상기 프레임결정모듈은,

상기 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 인식해야 하는 RFID 태그의 수를  $n(C_{th})$ 로 설정하면, 상기 FSA 구간

$$L = \sum_{i=0}^{C_{th}-1} n(i)$$

에서의 프레임 사이즈(L)를 에 의해 연산하는 충돌 방지 시스템.

**청구항 19**

제 18항에 있어서,

상기 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 소요되는 시간( $T_{bin}$ )과 상기 FSA 구간에서 소요되는 시간( $T_{FSA}$ )은 인

$$T_{iden} \geq T_{bin} + T_{FSA}$$

식 주기( $T_{iden}$ )와의 관계에서 을 만족시키는 충돌 방지 시스템.

**청구항 20**

제 19항에 있어서, 상기 프레임결정모듈은,

$$T_{bin} = 2.9 \cdot n(C_{th}) \cdot T_{slot}$$

상기 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 소요되는 시간( $T_{bin}$ )을 (여기서, 2.9: 바이너리 트리(Binary tree)에 의해 연산 되는 충돌 방지 시스템.

**청구항 21**

제 20항에 있어서, 상기 프레임결정모듈은,

$$T_{FSA} = L \cdot T_{slot}$$

상기 FSA 구간에서 소요되는 시간( $T_{FSA}$ )을

에 의해 연산되는 충돌 방지 시스템.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 개시된 기술은, RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, RFID 태그가 이동하는 경우 RFID 태그의 인식률을 높이기 위해 인식되지 못할 확률이 높은 RFID 태그를 우선적으로 인식하여 인식률을 향상시키기 위한 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] RFID(Radio Frequency Identification) 시스템은 바코드(Bar code)나 마그네틱 카드 등과 같이 자동 인식의 한 분야로 개인 식별, 물품의 식별, 위치추적, 금융 서비스 등과 같은 많은 응용분야에 적용될 수 있다. 현재 가장 주목받고 있는 응용분야는 기존의 바코드를 대체하는 역할로 물류관리 등에서 각광받고 있다.

[0003] RFID는 일정 영역에 있는 다수의 RFID 태그를 일괄적으로 인식할 수 있고 기존 바코드는 인식을 위해 인식기와 인식 대상물 사이에 가시선(Line of Sight: LOS)을 확보해야 하는 반면 RFID는 전파를 사용하여 장애물이 있어도 RFID 태그를 인식 할 수 있다.

[0004] 또 인식 영역 내에서 이동 중인 RFID 태그도 인식 가능하기 때문에 기존의 인식 시스템에 비해 훨씬 빠른 속도로 인식이 가능하다.

[0005] 이러한 RFID 시스템에서 다수의 RFID 태그가 RFID 리더(reader)의 무선 주파수 영역에 존재할 경우 RFID 리더가 RFID 태그를 인식하고자 할 때 다수의 RFID 태그가 동시에 RFID 태그의 식별정보(ID)를 RFID 리더에게 전송하게 되면 해당 식별정보가 충돌(collision)을 야기하게 되어 정보를 인식할 수 없게 된다.

[0006] 따라서 RFID 시스템은 이러한 충돌 문제를 해결하기 위한 충돌 방지(anti-collision) 기술을 필요로 한다. 기존 연구들은 대부분 RFID 태그가 이동하지 않는 정적인 상황에서 충돌 방지 기술을 연구해왔다.

[0007] 하지만 컨베이어 벨트 시스템(conveyor belt system)과 같이 물류 이동을 연속적으로 추적하는 RFID 시스템의 경우 RFID 태그가 RFID 리더의 영역을 통과해서 지나가는 짧은 시간 동안 인식을 해야 하기 때문에 일정 시간 내에 인식하지 못하면 인식에 실패하게 된다.

[0008] RFID 충돌 방지 방법은 크게 FSA(Framed Slotted ALOHA)를 기반으로 하는 방식과 바이너리 트리(binary tree)를 기반으로 하는 방식으로 구분된다. 그 중 DFSA(Dynamic Framed Slotted ALOHA)에서는 RFID 태그 수 추정(tag estimation)을 바탕으로 최적의 프레임 사이즈를 선택하여야 하는데 RFID 태그가 동적으로 이동하는 상황에서는 기존의 RFID 태그 수 추정 방법으로 정확한 RFID 태그의 수를 추정할 수 없다.

[0009] 또 기존 DFSA는 충돌이 많이 발생한 RFID 태그와 그렇지 않은 RFID 태그 간에 우선순위가 없기 때문에 RFID 리더의 인식영역에 먼저 들어와 많은 충돌을 겪은 RFID 태그가 새로 인식영역으로 들어오는 RFID 태그와 같은 입장에서 경쟁하게 되어 인식에 실패하고 RFID 태그의 이동으로 RFID 리더의 인식 영역을 벗어나는 RFID 태그가 발생할 확률이 높다.

[0010] 기존 바이너리 트리(binary tree) 방식의 경우에는 한번 인식이 시작되면 인식이 시작된 시점에 RFID 리더의 인식 영역에 존재하는 모든 RFID 태그를 인식할 때까지 RFID 태그의 유입으로 새로 인식 영역에 들어온 RFID 태그를 인식할 수 없다.

[0011] 기존 바이너리 트리(binary tree) 방식은 이와 같이 인식 시도 시기와 횟수를 조절할 수 없기 때문에 동적으로 RFID 태그가 이동하는 상황에서는 적합하지 않다. RFID 태그의 인식 실패가 많아지면 RFID 시스템의 신뢰성이 떨어지게 된다. 신뢰성을 높이기 위해서는 RFID 태그의 이동속도를 늦추거나 여러 개의 RFID 리더를 연계하여 인식에 실패한 RFID 태그를 다른 RFID 리더에서 인식할 수 있도록 하는 방법이 있을 수 있다.

[0012] 하지만 RFID 태그의 이동속도를 조절하거나 RFID 리더의 수를 늘리는 것은 한계가 있기 때문에 RFID 태그가 이

동하는 상황에 적합한 충돌 방지 기술이 필요하다.

[0013] [관련기술문헌]

[0014] 1. 복수의 RFID 태그 인식 방법 및 이를 위한 RFID 시스템 (특허출원번호: 제10-2004-0100681호)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0015] 개시된 기술이 이루고자 하는 기술적 과제는, RFID 시스템에서 이동 RFID 태그를 인식함에 있어서 충돌횟수에 기반한 우선순위를 반영하여 인식되지 못하고 RFID 리더의 인식 영역을 벗어날 확률이 높은 RFID 태그를 우선적으로 인식하여 인식률을 향상시키기 위한 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0016] 상기 기술적 과제를 달성하기 위해 개시된 기술의 제 1측면은, RFID 리더가, 자신의 인식 영역의 다수의 RFID 태그를 인식하기 위해 인식 시작 명령을 전송하는 제 1 단계; 및 상기 RFID 리더가, 상기 인식 시작 명령을 수신한 RFID 태그 각자의 충돌 횟수와  $C_{th}$ (collision threshold)를 비교하여 충돌 횟수가 상기  $C_{th}$ 보다 크거나 같으면 우선적으로 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 인식 시도하도록 설정하는 제 2 단계; 를 포함하는 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 방법을 제공한다.

[0017] 상기 기술적 과제를 달성하기 위해 개시된 기술의 제 2측면은, 이동하는 다수의 RFID 태그, 그리고 RFID 리더를 포함하는 RFID 리더로의 인식 충돌 방지 시스템에 있어서, 상기 RFID 리더는, 상기 다수의 RFID 태그와 RF 방식의 무선 송수신을 수행하는 RF 송수신부; 및 상기 다수의 RFID 태그 중 상기 RFID의 인식 영역에 있는 RFID 태그를 인식하기 위해 인식 시작 명령을 전송하며, 상기 인식 시작 명령을 수신한 RFID 태그의 충돌 횟수와  $C_{th}$ (collision threshold)를 비교하여 충돌 횟수가 상기  $C_{th}$ 보다 크거나 같은 RFID 태그를 우선적으로 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 인식 시도하도록 설정하는 인식모듈; 을 포함하는 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템을 제공한다.

#### 발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예에 따른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법은, RFID 시스템에서 RFID 태그가 이동할 때 인식률을 향상시킬 수 있으며, 이로 인해 RFID 시스템의 신뢰성과 최대 처리율을 향상시킬 수 있는 효과를 제공한다. 보다 구체적으로, 본 발명은 기본적으로 FSA 방식으로 RFID 태그를 인식하고 이 과정에서 각 RFID 태그가 다른 RFID 태그와의 충돌로 인해 재시도한 전송 횟수를 기록하고 이러한 재시도 횟수가 일정 기준 이상일 경우 해당 RFID 태그들은 별도의 인식 방법으로 인식을 시도함으로써 인식률을 향상시킨다.

[0019] 또한, 바이너리 트리(Binary tree)에 의해 인식 실패확률이 높은 RFID 태그를 우선적으로 인식함으로써, RFID 시스템의 신뢰성과 최대 처리율을 향상시킬 수 있는 효과를 제공한다.

[0020] 뿐만 아니라, 본 발명의 다른 실시예에 따른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템 및 방법은, RFID 시스템에서의 RFID 태그의 인식에 대한 향상된 신뢰성으로 인해 RFID 태그의 최대 이동속도를 증가시킬 수 있으며 RFID 리더의 숫자를 줄임으로써 비용절감도 가능한 효과를 제공한다.

#### 도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 RFID 시스템에서 이동 RFID 태그를 고려한 충돌 방지 시스템에서 사용되는 프레임 구조를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템에서의 동작과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 다른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템에 의한 경우와 기존의 시스템과의 성능 비교를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 방법을 나타내는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 개시된 기술에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시 예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시 예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시 예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 본 명세서에 있어서는 어느 하나의 구성요소가 다른 구성요소로 데이터 또는 신호를 '전송'하는 경우에는 구성요소는 다른 구성요소로 직접 상기 데이터 또는 신호를 전송할 수 있고, 적어도 하나의 또 다른 구성요소를 통하여 데이터 또는 신호를 다른 구성요소로 전송할 수 있음을 의미한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템을 나타내는 도면이다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 RFID 시스템에서 이동 RFID 태그를 고려한 충돌 방지 시스템에서 사용되는 프레임 구조를 나타내는 도면이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템은 다수의 이동하는 RFID 태그(10: 10-1 내지 10-n, n은 자연수)와 RFID 리더(20)를 포함하며, RFID 리더(20)는 RF송수신부(21), 그리고 인식모듈(22a)과 프레임결정모듈(22b)을 갖는 제어부(22)를 구비한다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 RFID 시스템상에서, 컨베이어 벨트 환경과 같이 다수의 RFID 태그(10)가 각자 속도를 갖고 이동할 때 RFID 리더(20)가 RFID 태그(10)를 인식하는 상황을 고려한다. 또한, RFID 리더(20)는 RFID 태그(10)의 평균 이동속도(예컨대, 컨베이어 벨트 상에서의 미리 설정된 속도 등)와 RFID 태그(10)의 밀도를 알 수 있다는 것을 가정한다. RFID 태그(10)의 이동속도와 밀도는 RFID 응용 시스템의 특성으로써 RFID 리더(20)가 RFID 태그(10) 유입량을 측정하여 계산할 수도 있고, RFID 응용 시스템의 운영자(operator)가 RFID 리더(20)에 직접 입력할 수도 있다. 그리고 각 RFID 태그(10: 10-1 내지 10-n)는 인식이 진행되는 동안, 즉 RFID 리더(20)로부터 전원이 공급되는 동안 자신의 충돌 횟수를 메모리(M: M-1 내지 M-n)에 저장할 수 있다고 가정한다.
- [0025] 본 발명에서 제안하는 충돌 방지 시스템에서 사용되는 인식 구간은 도 2와 같이 바이너리 트리(binary tree) 인식 구간과 FSA 인식 구간으로 이루어진다.
- [0026] 도 2에서  $T_{frame}$ 은 바이너리 트리(binary tree) 인식 구간과 FSA 구간의 길이를 합한 프레임의 길이이며,  $T_{bin}$ 은 바이너리 트리(binary tree) 인식 구간의 길이이고  $T_{FSA}$ 는 FSA 구간의 길이이다. 그리고 본 발명에서 RFID 리더(20)의 인식모듈(22a)은  $T_{iden}$ 의 간격마다 한 번씩 인식을 시도한다. 이때 인식모듈(22a)이 인식 동작을 하지 않고 슬립(sleep) 상태에 있는 구간의 길이를  $T_{sleep}$ 으로 정의한다.
- [0027] 인식모듈(22a)은 자신의 인식 영역에 존재하는 RFID 태그(10)를 인식하기 위해 인식 시작 명령을 전송하도록 RF송수신부(21)를 제어한다.
- [0028] 인식모듈(22a)의 인식 시작 명령을 수신한 RFID 태그(10)는 자신의 충돌 횟수와  $C_{th}$ (collision threshold)를 비교하여 충돌 횟수가  $C_{th}$ 보다 크거나 같으면 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 RFID 리더(20)로 전송을 시도한다. 한편, 충돌 횟수가  $C_{th}$  미만인 RFID 태그(10)는 바이너리 트리(binary tree) 구간이 끝난 후 FSA 구간에서 RFID 리더(20)로의 인식을 시도한다.
- [0029] 이후, 인식모듈(22a)은 바이너리 트리(binary tree) 구간의 인식이 종료되면 FSA 구간 시작 명령을 전송한다. FSA 구간 시작 명령을 수신한 충돌 횟수가  $C_{th}$  미만인 RFID 태그(10)는 인식모듈(22a)과의 RF 신호 송수신에 의해 [0, L-1] 범위의 자연수를 랜덤하게 선택하여 작은 값을 가진 RFID 태그(10)부터 FSA 구간의 해당 슬롯(slot)을 선택함으로써, 전송순서를 결정한다. 이때 RFID 리더(20)의 인식 영역에 존재하는 다른 RFID 태그(10)들과 중복되지 않은 슬롯(slot)을 선택한 RFID 태그(10)는 인식에 성공할 것이다. 반대로 다른 RFID 태그(10)들과 중복된 슬롯(slot)을 선택한 RFID 태그(10)는 충돌이 발생하여 RFID 리더(20)에 의해 인식되지 못할 것

이다. 한편 인식모듈(22a)은 인식에 성공한 RFID 태그(10)에게 RFID 태그(10)의 데이터 전송에 대한 응답으로 ACK를 전송한다. 충돌이 발생한 RFID 태그(10)는 ACK를 수신하지 못하기 때문에 이를 통해 자신의 충돌을 인지하고 자신의 충돌 횟수를 1 증가시킨다.

[0030] 여기서, 인식모듈(22a)이 다수의 RFID 태그(10)로 FSA 구간 시작 명령 전송 전에 FSA 구간을 위해 제어부(22)의 프레임결정모듈(22b)은 FSA 구간의 프레임 사이즈(L)를 결정해야한다. 최적의 프레임 사이즈는 기존 연구들을 통해 인식해야할 RFID 태그(10)의 수와 같다는 것이 알려져 있다. 따라서 인식해야 할 RFID 태그(10)의 수에 따라 프레임 사이즈를 조절해야 한다. RFID 리더(20)의 인식 시도 간격 동안 RFID 리더(20)의 전송영역에 유입되는 RFID 태그(10)의 수( $n_{new}$ )는 다음 수학적 식 1과 같다.

**수학적 식 1**

$$n_{new} = T_{iden} \cdot V_{tag} \cdot D_{tag}$$

[0031]

[0032] 여기서  $V_{tag}$ 는 RFID 태그(10)의 이동속도이고  $D_{tag}$ 는 RFID 태그(10)의 선 밀도이다. 따라서  $i$ 번 충돌이 발생한 RFID 태그(10)의 수  $n(i)$ 는 다음 수학적 식 2와 같다.

**수학적 식 2**

$$n(i) = (P_c)^i \cdot n_{new}$$

[0033]

[0034] 여기서  $P_c$ 는 FSA 구간에서의 충돌 확률이다. 따라서 바이너리 트리(binary tree) 구간에서 인식해야 하는 RFID 태그(10)의 수는  $n(C_{th})$  이다.

[0035] 또한 FSA 구간에서 인식해야하는 RFID 태그(10)의 수인 프레임 사이즈(L)는 수학적 식 3과 같다.

**수학적 식 3**

$$L = \sum_{i=0}^{C_{th}-1} n(i)$$

[0036]

[0037] 프레임 사이즈가 최적일 때, 즉 인식해야 할 RFID 태그(10)의 수와 프레임 사이즈가 같을 때의 충돌확률은 약 0.24이다. 따라서  $P_c$ 에 0.24를 대입하면 FSA 구간의 프레임 사이즈 L을 계산할 수 있다. 한편, 본 발명에서 제안된 방법을 사용한다고 하더라도 RFID 리더(20)의 최대 처리량을 넘는 숫자의 RFID 태그(10)가 유입된다면 인식률이 떨어질 수밖에 없다. 따라서 인식률을 보장하기 위한 제약조건을 제시한다. 인식률을 보장하기 위해서는 바이너리 트리(binary tree) 구간과 FSA 구간에서 소요되는 시간이 인식 주기보다 작아야 한다. 즉, 하기의 수학적 식 4를 만족해야 한다.

수학식 4

$$T_{iden} \geq T_{bin} + T_{FSA}$$

[0038]

[0039] 여기서  $T_{bin}$ 은 다음 수학식 5와 같이 계산할 수 있다.

수학식 5

$$T_{bin} = 2.9 \cdot n(C_{th}) \cdot T_{slot}$$

[0040]

[0041] 바이너리 트리(Binary tree)를 이용하여 한 개의 RFID 태그(10)를 인식하는데 걸리는 평균 슬롯(slot)의 수는 약 2.9개로 이미 이전 연구에서 분석이 되어 있다. 그리고  $T_{slot}$ 은 한 슬롯의 길이이다. 또한  $T_{FSA}$ 는 다음 수학식 6과 같이 계산할 수 있다.

수학식 6

$$T_{FSA} = L \cdot T_{slot}$$

[0042]

[0043] 수학식 4를 만족시키면서 RFID 태그(10)의 유입량( $V_{tag} \cdot D_{tag}$ )를 최대화하면 인식률을 보장하면서 RFID 리더(20)의 처리량을 최대화할 수 있다.

[0044] 도 3은 본 발명의 실시예에 다른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템에서의 동작과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 3을 참조하면,  $C_{th}$ 는 2이므로, 이전에 2번의 충돌을 겪은 1, 2번의 RFID 태그(10)가 바이너리 트리(binary tree) 방식으로 전송을 시도한다. 여기서, RFID 리더(20)는 총 3 슬롯(slot)을 소비하여 1, 2 번 RFID 태그(10)를 인식하였다. 이후 바이너리 트리(binary tree)의 구간이 끝난 후 RFID 리더(20)의 FSA 구간 시작 명령을 통해 FSA 구간이 시작된다. FSA 구간의 프레임 사이즈는 도식된 바와 같이 7이다. FSA 구간 동안 4, 5, 9 번 RFID 태그(10)가 RFID 리더(20)에 의해 인식에 성공하고, 나머지 3, 6, 7, 8번 RFID 태그(10)는 충돌로 인해 RFID 리더(20)에 의해 인식되지 못하고 다음번 인식구간( $T_{iden}$ )에서 인식을 시도하게 된다. 이중 3번 RFID 태그(10)는 충돌횟수가 2가 되어 바이너리 트리(binary tree) 방식으로 우선적으로 인식을 시도하게 된다.

[0045] 도 4는 본 발명의 실시예에 다른 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템에 의한 경우와 기존의 시스템과의 성능 비교를 나타내는 그래프이다. 본 발명에서 제안하는 RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템의 성능을 알아보기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 본 시뮬레이션에서 RFID 리더(20)의 인식 영역의 반경은 10m이고, RFID 태그(10)의 밀도  $D_{tag}$ 는 70tags/m 이며,  $C_{th}$ 는 5이며, 한 슬롯(slot)의 길이  $T_{slot}$  는 4ms로 설정하였다. 또한, RFID 태그 이동성을 고려한 충돌 방지 시스템과, DFSA와 바이너리 트리(binary tree) 방식을 이용한 각 시스템에서 RFID 태그(10)의 속도를 증가시켜가면서 인식률 성능을 시뮬레이션하였다. 도 4의 시뮬레이션 결과를 보면, 기존 DFSA, 바이너리 트리(binary tree) 방식을 이용한 시스템의 경우 RFID 태그(10)의 속도가 느

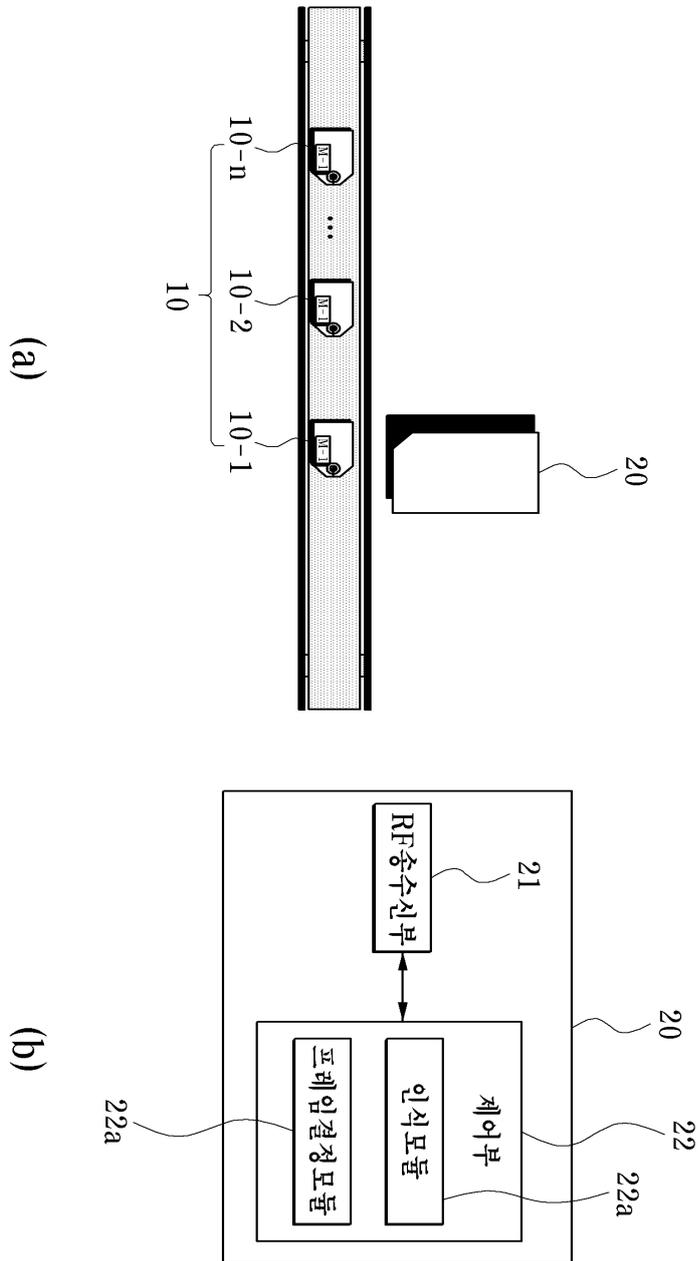


22a: 인식모듈

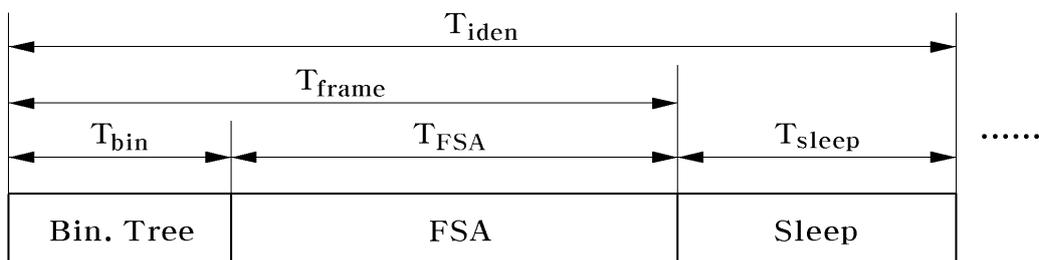
22b: 프레임결정모듈

도면

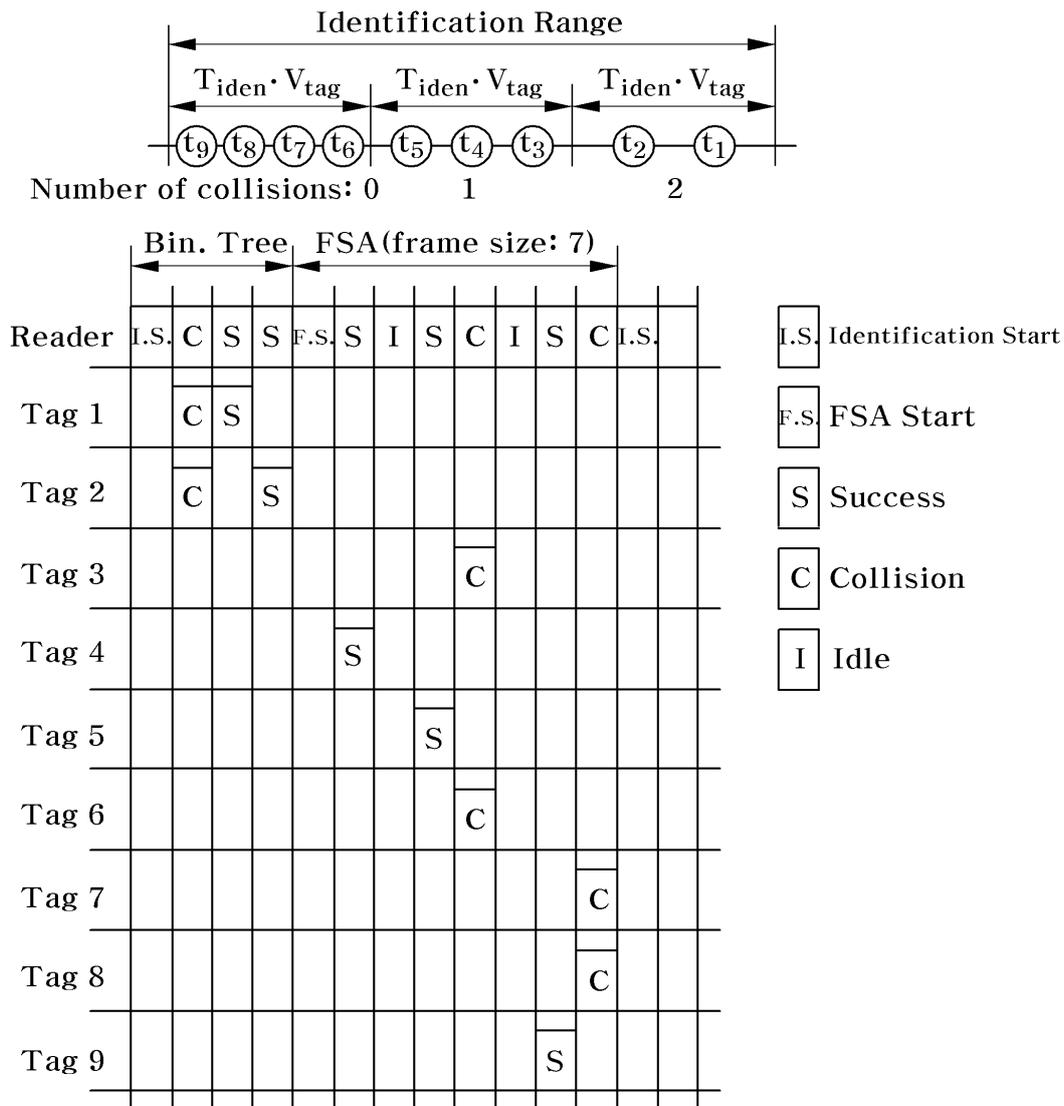
도면1



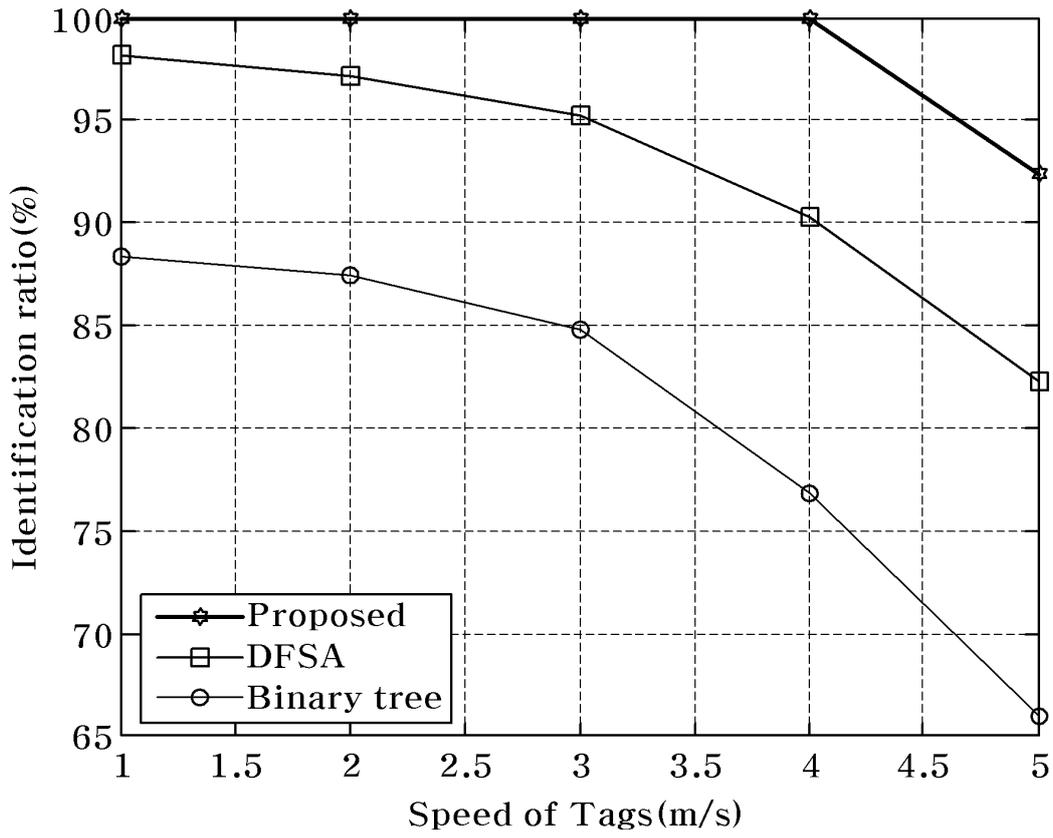
도면2



도면3



도면4



도면5

