

## RFID 리더 상의 충돌 문제 개선 방안에 관한 연구†

김봉재<sup>○</sup>, 윤미연, 박종일, 신용태, 나정정<sup>○○</sup>,  
송실대학교 컴퓨터학과, 한국 인터넷 진흥원  
{phinasis<sup>○</sup>, myoon, redrabbit, shin,}@cherry.ssu.ac.kr, {jina<sup>○○</sup>}@nic.or.kr

### A study on improvement method about the collision problem of RFID reader

Bongjae Kim<sup>○</sup>, Miyeon Yoon, Jongil Park, Youngtae Shin Jungjung Na<sup>○○</sup>  
Dept. of Computing, Soongsil University, National Internet Development Agency of Korea

#### 요 약

최근 유비쿼터스 주요 이슈로 부각되는 Atuo ID나 유비쿼터스 ID(Ubiquitous ID)은 RFID(Radio Frequency Identification) 태그(Tag)를 사용한 차세대 ID 체계이다. 이들 식별 체계는 해당 물품에 부착된 태그 정보를 RFID 리더(Reader)가 판독하여 이를 바탕으로 식별 작업을 수행함으로써 짧은 시간에 많은 물류 식별 처리가 가능할 수 있는 메커니즘을 가지고 있다. 하지만 리더가 수많은 태그 정보를 한꺼번에 모두 받아드림으로써 발생하는 여러 가지 오류가 발생할 수 있는데, 이를 충돌 문제(collision problem)이라 한다. 본 논문은 충돌 문제들의 형태를 분석하고, 이를 개선할 수 있는 방안에 대해 모색, 제안하고자 한다.

#### 1. 서 론

오늘날 제 4 산업혁명이라고 불리는 유비쿼터스는 모든 사물에 식별 객체를 부여하여 이를 바탕으로 정보를 자유롭게 전송, 처리하고자하는 새로운 산업 패러다임이다. 유비쿼터스는 정보통신(IT) 분야뿐만 아니라 상존하는 모든 산업 분야에 적용이 가능하며, 특히 물류 분야의 유비쿼터스 적용에 많은 관심이 모아지고 있다. 현재 미국의 Auto ID 와 일본의 유비쿼터스 ID 체계를 중심으로 세계 선진국에서는 차세대 ID 개발이 한창 진행 중이다. 차세대 ID 체계는 기존의 ID 체계와는 달리, 물품의 생명주기 전반에(상품 생산, 유통, 사용, 폐기 단계) 물품을 관리할 수 있다는 점이 큰 특징이라 할 수 있다. 이러한 특징을 부각시키기 위해, 차세대 ID는 기존의 수동식 물품 식별 방식에서 벗어나, 무선 전송방식(RFID)을 이용한 비접촉식, 자동적인 식별 시스템으로 구성되어야 한다. [1][2]

RFID 방식에서 가장 기본적인, 신경 써야 될 부분은 RFID 리더에서 물품의 RFID 태그를 오류 없이 빠르게 인식하는 것이다. 기존의 물류 체계인 바코드(Bar code)와 달리 RFID는 한번에 많은 양의 적극적인 태그를 읽는 방식을 택하고 있다. 단순히 태그 판독 작업 면에서 생각한다면 이러한 방식은 아주 높은 작업효율을 가질 수 있지만, 만약 판독작업이 리더의 작업 수용 범위를 훨씬 뛰어넘거나, 작업 절차가 복잡하게 된다면 리더는 혼란에 빠져 오작동이 일으킬 가능성이 매우 크다.

본 논문에서는 RFID 리더기가 물품 태그들을 읽어 들일 때에 따라 발생할 수 있는 충돌 문제에 대해 분석하고, 이러한 혼잡 상태를 되도록 줄일 수 있는 방안에 대하여 제안하고자 한다. [1]

#### 2. 관련 연구

##### 2.1. RFID 리더 (RFID Reader)

RFID 리더란 RF 방식을 사용하여 상품에 부착된 RFID 태그 정보를 판독하는 장치를 말한다. 리더는 판독되는 태그의 성격에 따라서 RFID 리더기의 구성도 또한 달라지는데, 이는 태그 정보를 UHF나 HF와 같은 무선 고주파를 사용하여 전송하기 때문에 태그의 전원 존재 유무가 중요하기 때문이다.

##### - 액티브 리더(Active Reader)

만약 식별 태그가 전원을 가진다면 이를 바탕으로 RFID 리더에 능동적이고 실시간적인 물류 정보를 리더에 제공할 수가 있다. 이러한 성향을 지닌 태그를 액티브(Active) 태그를 부르며 이를 판독하는 리더를 액티브 리더라고 한다, 액티브 태그 및 리더는 개발 및 설치 비용이 비싸고, 태그 판독 효율 또한 일정하지 않는 단점을 가지고 있어 아직 많은 개발이 필요하다.

##### - 패시브 리더(Passive Reader)

만약 식별 태그가 전원을 가지지 못한다면 모든 식별 작업을 리더기에 의존하는 소극적인 활동밖에 할 수 없다. 이러한 성향의 태그를 패시브(Passive) 태그라 칭하며, 이를 판독하는 리더를 패시브 리더기라고 한다. 비록 소극적이며, 보편적인 작업 범위를 가진 패시브 태그 및 리더기이지만 그만큼 개발 단가가 액티브 방식보다 낮고 시스템 적용이 간단하여 차세대 ID의 보급에 앞장서고 있다.

##### 2.2 RFID 충돌 문제 (RFID collision problem)

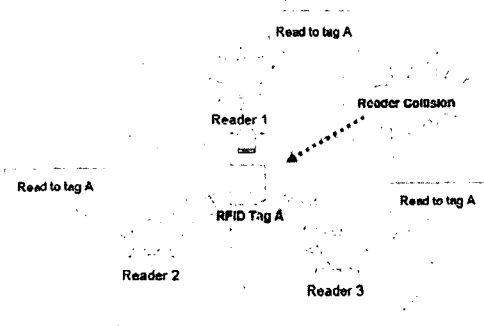
리더에서 판독된 태그 정보는 RFID 시스템 전반에서 식별 작업을 하는데 중요한 영향을 미치는 기본적인 물품 정보로서 차세대 ID 시스템에서 가장 높은 신뢰성을 가져야 될 정보이다. 하지만 무선 RF 방식으로 태그 정보가 전송되기 때문에 여

† 본 연구는 2004년 한국 인터넷 진흥원 위탁 과제(차세대 ID 국제 동향 분석)의 지원으로 수행되고 있습니다.

러 전송 오류 상황들이 많이 생겨날 수 있다. Auto-ID 센터에서는 이러한 오류현상들을 리더 충돌 현상(Reader collision)에 따른 오류와 코드 충돌(Tag collision)에 의한 오류로 정의 내리고 있다. [1]

- 리더 충돌 현상

동일한 전송 인터페이스를 가진 RFID 태그 칩들로 인해 리더들 사이에 간섭 현상이 일어나서, 리더가 제대로 태그를 식별하지 못하는 현상을 리더 충돌 현상이라 한다. 리더 충돌 현상은 리더와 리더의 사이의 간격이 적절치 못하고, 대상 태그들이 모두 같은 우선 주파수 대역을 사용하여 식별 요청을 리더에 요청하게 되는 데에서 일어난다.

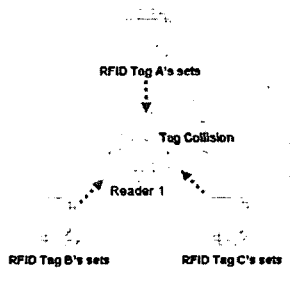


[그림 1] 리더 충돌 현상

[그림1]은 리더 충돌 현상의 전형적인 모습을 나타낸 그림이다. 만약 리더 1,2,3간의 설치 간격이 짧다면, 리더의 태그 검색 범위가 서로 겹치게 되어 일종의 리더 충돌 지역이 생기게 된다. 이 충돌 지역에 물품의 RFID 태그들이 집중적으로 놓여져 있다면 리더 1,2,3은 태그들을 중복 인식하게 되어 리더가 혼란에 빠질 가능성이 높다. [3]

- 태그 충돌 현상

만약 리더의 작업 망 범위 안에 많은 양의 태그들이 존재하여 리더에게 식별 요청을 하면, 리더기는 이를 다 수용하지 못해서 혼란에 빠지게 되는데, 이를 태그 충돌 현상이라고 말한다. 최근 설치비용 절감을 위해 다양한 태그를 인식이 가능한 멀티 리더기가 도입되면서 태그 충돌 현상이 점차 늘고 있는 상태이다. [1]



[그림 2] 태그 충돌 현상

리더 상의 태그 충돌의 일반적인 발생 형태를 나타낸 것이 [그림 2]이다. 리더 1이 식별 작업을 하는 범위에 A,B,C형의 RFID 태그(액티브 태그)들이 무수히 흩어져 있다고 하면 리더는 수많은 액티브 태그들의 식별 요청을 다 수용하지 못해서 결국 오작동이 일어나게 된다.

- 현재까지의 리더상의 충돌문제 개선 방안

Auto ID 센터와 유비쿼터스 ID 센터를 비롯한 차세대 ID 개발 학계 및 업체들은 리더 상의 충돌 문제에 대해 분석하고 나름대로 제안을 하여서 내놓고 있다. 리더 충돌 현상에 대한 개선 방안 대부분은 대상 태그들의 분포 형태를 분석하여 전송 시간을 분할해서 전송하는 방식인 TDMA를 사용한다. 그리고 태그 충돌 개선 방안 대부분도 비슷한 성향을 가지는데, RFID 리더가 태그 식별 작업을 시작할 때, 대상 태그들로부터 작업 요청을 받게끔 하고 있다. 작업요청을 받은 리더는 입력된 알고리즘에 따라 태그들을 식별 작업을 하는 방법이다. [1][4]

3. 개선 방안

3.1 리더 충돌

리더 충돌 현상이 발생하는 요인을 살펴보면 크게 리더 간의 거리 요인과 리더가 사용하는 주파수 요인으로 나눌 수 있다. 리더간의 거리란 리더들 간의 설치 거리를 말하며 식별 범위에 따라서 결정된다. 이동이 자유로운 소형 리더기(커뮤니케이터)인 경우 적절한 거리 파악이 힘들어 리더 충돌 현상이 자주 발생할 가능성이 크다. 그리고 리더가 사용하는 주파수 요인은 식별 작업하는 리더들이 같은 주파수 대역을 일컫는다.

<p>R=리더, c=주파수 채널, D=리더간의 거리, t=시간 d=상호간섭이 일어나지 않는 최소 거리</p> $D = d(r_i, r_j) \quad (1)$ $R = r_j(c_k, t) \quad (2)$ $\text{Reader Collision} = D \cap R \quad (3)$
---

[수식 1] 리더 충돌 현상 조건

[수식 1]은 리더 충돌 문제의 발생요인을 변수로 나타낸 것이다. 우선 거리 요인을 나타내는 변수 D는 리더  $r_i$ 와 리더  $r_j$ 간의 거리를 말한다.(1) 또한 리더 간의 상호 간섭이 일어나지 않는 최소 거리를 d라고 정의한다. 그리고 주파수 요인을 나타내는 R은 주파수 채널(c)과 시간(t)이라는 요소를 가지는 2차원 변수라고 정의한다.(2) 따라서 리더 충돌 현상은 2가지 변수가 일정한 조건에 모두 충족되어야 발생할 수 있다.(3)

이를 좀더 상세히 설명하면, 리더들 간의 거리( $D(r_i, r_j)$ )가 최소거리인 d보다 짧고, 같은 시간대에 리더들 간에 대상 태그로부터 식별 요청을 같은 주파수 대역 ( $r_j(c_k, t) = r_i(c_k, t)$ )을 요구받으면 리더 충돌 현상이 일어날 가능성이 크다고 말할 수 있다

```

IF  $\neg \Phi(r_i, r_j) > d$  then (1)
RFID reader send message to administrator
" reader collision to be another reader "

else if  $(r_j(c_k, t) == r_i(c_k, t))$  then (2)
RFID reader send to message to tag
" this channel is used to another tag"

else (3)
RFID reader start to process Tag Identification Task.
    
```

[그림 3] 리더 충돌 현상 개선 방안

[그림 3]은 앞에서 정의한 변수들을 가지고 리더 충돌 개선 방안을 알고리즘화한 것이다. 제안 알고리즘을 살펴보면 2가지 조건 단계를 나누어서 리더 충돌 요인들을 분석하는 방식을 취하고 있는데, 우선 거리 변수가 최소거리인 d보다 짧다면, 리더는 사용자에게 리더간의 거리가 짧아 간섭현상이 일어날 수 있다는 메시지를 보내도록 한다(1). 거리 변수 조건이 만족되면 리더가 사용하는 주파수 대역을 검색하게 되는데 만약 리더들이 같은 주파수 대역을 사용한다면 이 주파수는 사용할 수 없다는 메시지를 사용자에게 보내거나 다른 주파수로 전환을 유도한다.(2) 끝으로 2가지 발생요인 조건이 모두 수용되면, 리더가 태그의 요청 식별작업을 시작하도록 허락한다.(3)

### 3.2 태그 충돌

태그 충돌 현상 요인에는 크게 리더의 작업 수용 양 요인과 대상 태그들이 식별 요청을 한 대상 리더 요인으로 나눌 수 있다. 리더의 작업 수용량은 리더가 수용할 수 있는 태그 식별 처리 양을 의미한다. 그리고 대상 리더란 태그(액티브 태그)의 식별 요청을 전송받는 리더를 말하는 것으로 만약 태그들이 특정 리더에 모두 식별작업을 요구한다면, 마치 인터넷에서 말하는 서버 Shutdown 현상과 같이 리더가 작동을 중단할 수도 있다.

```

T=태그, h=시간, W=작업량, S=리더 작업 범위, r=리더
w=리더가 정상적으로 작동

W=w(r_i, s) (1)
T=t_j(r_k, h) (2)
Tag Collision = W ∩ T (3)
    
```

[수식 2] 태그 충돌 현상 조건

[수식 2]는 태그 충돌 문제의 발생요인을 변수로 나타낸 것이다. 첫 번째 충돌 요소인 리더의 최대 작업량 변수 W는 리더( $r_i$ )와 범위(s)의 요소를 가진다고 정의한다.(1) 또한, 다른 충돌 발생요인인 태그 변수인 T는 리더( $r_k$ )와 ,시간(h)의 요소를 가진다고 정의한다.(2) 태그 충돌 현상은 2가지 변수가 일정한 조건에 모두 충족되어야 발생할 수 있다.(3)

```

IF  $\neg W(r_i, s) > w$  then (1)
RFID reader send message to administrator
" Tag collision to be another tag "

else if  $(t_i(r_k, h)=t_j(r_k, h))$  then (2)
RFID reader send to message to tag
" this channel is used to another tag"

else (3)
RFID reader start to process Tag Identification Task.
    
```

[그림 4] 태그 충돌 현상 개선 방안

[그림 4]은 앞에서 정의한 변수들을 가지고 태그 충돌 개선 방안을 알고리즘화한 것이다. 제안 알고리즘을 살펴보면 2가지 조건 단계를 나누어서 태그 충돌 요인들을 분석하는 방식을 취하고 있는데, 우선 작업량 변수W가 최소 작업량 w보다 많다면, 리더는 사용자에게 식별할 태그가 많아서 태그간섭현상이 일어날 수 있다는 메시지를 보내도록 한다(1). 작업량 조건이 만족되면 태그가 사용하는 같은 시간대 사용하는 주파수 대역을 검색하게 되는데 만약 태그들이 같은 주파수 대역을 사용하면 이 주파수는 사용할 수 없다는 메시지를 태그에게 보내어 다른 주파수로 전환을 유도한다.(2) 끝으로 2가지 발생요인 조건이 모두 수용되면, 리더가 태그의 요청 식별작업을 시작하도록 허락한다. (3)

### 4. 결론 및 향후 연구 방향

오늘날 제시된 여러 개선 방안들은 리더 상의 충돌 현상으로 인하여 발생하는 오작동 문제들을 수정하고, 보완하는데 초점이 맞추어져 있다. 이러한 개선방안에서 나아가 리더상의 충돌 문제의 발생조건을 미연에 차단할 수 있다면, 개선효과는 더욱 높을 것이다. 본 논문에서는 이러한 관점에서 리더 충돌 현상이 일어나는 조건들을 분석하여 공식화하여 충돌 현상 발생 횟수를 줄일 수 있는 개선 방안을 제시하였다.

향후 제안한 개선방안을 바탕으로 RFID 리더가 충돌 상태가 빠지지 않도록 리더 상호간의 통신이 이루어져 리더가 스스로 필터링하는 기술과 같은 태그를 스스로 배제하는 기술이 적용된 리더 메커니즘을 개발할 계획이다.

### [참고 문헌]

- [1] EPC Global inc, Auto ID Center. "Technology Guide."
- [2] Ubiquitous ID Center, <http://www.uidcenter.org/>
- [3] Auto ID Center, "White paper: The Reader Collision Problem"
- [4] ETH Zürich, 2004 Summer Seminar "Smart Environments "RFID Multiple Access Methods"