

## 의료 서비스를 위한 RFID 기반 충돌방지 알고리즘에 관한 연구

### A Study of Anti-collision algorithm based on RFID for Medical Service

박주희, 박용민\*

삼육간호보건대학, 광운대학교\*

Park Joo-Hee, Park Yong-Min\*

Sahmyook Nursing & Health college.,  
Kwangwoon Univ.\*

#### 요약

오늘날, 유비쿼터스 기술을 접목한 병원정보시스템의 도입은 표준화 및 의료허용범위, 책임소재, 전송에 관한 법적장치, 사생활 침해 문제 등으로 병원에서는 부분적으로만 적용하고 있는 실정이다. 특히 RFID 기술 적용에 있어서 의료 환경에 적합한 태그 설계의 부재와 기존 병원의 정보시스템과의 호환성 문제 및 타 기관 및 환자에게 정보를 공유하는 문제가 현실적으로 요구되고 있다. 본 논문에서는 이러한 현실적인 문제점을 해결하기 위하여 첫째, EPC에서 제안한 96bit 태그를 기반으로 의료 환경에 적합한 필드를 결정하여 향후 유비쿼터스 환경에 부합하는 의료용 태그를 최초로 설계하였다. 둘째, 기존의 다중태그인식의 충돌방지알고리즘을 개선한 의료 환경에서 필요로 하는 우선순위를 고려한 충돌방지 알고리즘을 고안하였다.

#### Abstract

Today, Hospital Information System that integrates ubiquitous technologies are introduced in limited basis due to problems like standardization and limits on medical use, where responsibilities lie, legal safeguard on transmission, invasion of privacy etc. Particularly, problems like absence of tag design suitable for medical environment, compatibility issue with previous medical information system. In order to solve such problems, we have designed medical tags for the first time that are consistent with future ubiquitous environment by deciding on medically suitable field with 96bit tag offered by EPC as its base. Second, improving on previous multi-tag recognizing crash prevention algorithm, we have designed a priority anti-collision algorithm that reflects priorities on the needs in medical environment.

## I. 서론

유비쿼터스 병원환경 구현을 위해서는 거의 모든 의약품 및 의료기기, 의사, 환자에게 RFID 태그를 부착할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 우선 소형화, 저전력, 저가격에 태그를 구현할 수 있어야 한다. 이러한 이유 때문에 RFID 시스템은 태그가 제공할 수 있는 칩의 크기, 게이트 수, 소모전력 등 많은 제약사항을 갖는다. 많은 종류의 태그가 있을 경우 정확하고 빠른 식별 문제도 병원환경 내 RFID 시스템에서는 매우 중요하다[1-5]. 다중태그 식별문제와 유사한 연구가 무선통신 분야에서 많이 이루어졌으며 이러한 연구들로는 충돌 해석(Resolution)알고리즘, 임의의 접근 통신을 위한 스택 알고리즘, 트리 충돌 해석 알고리즘, 경쟁(Contention)트리 알고리즘 및 채널 다중 접근방식에 관한 연구들이 있다[6-9].

현재 유비쿼터스 기술로 각광받고 있는 RFID 시스템을 비롯한 응용시스템들이 의료 환경에 적합하게 설계되어 있지 않기 때문에 운용과 안정성 면에서 문제가 발생할 수 있다. 이러한 기존 병원시스템의 문제점들을 해결할 수 있는 유비쿼터스

환경에 적합한 새로운 RFID 병원정보시스템 모델을 구축하는데 있어서, 기존의 물류에 적합한 태그체계를 벗어난 의료 환경에 적합한 태그를 설계하였다. 또한 다중태그인식에 관한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 리더에서 사용되고 있는 충돌방지알고리즘에 있어서 의료 환경의 우선순위를 적용한 새로운 알고리즘을 고안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련연구로 RFID system의 개념과 Anti-collision algorithms에 대한 관련이론을 기술하고 제 3장에서는 제안한 의료용 태그 설계 및 우선순위 충돌방지 알고리즘을 설명한다. 제 4장에서는 제안한 시스템의 성능 평가를 수행하고 결과에 따른 비교 및 고찰을 기술한다. 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

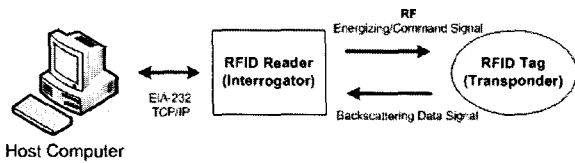
## 2. 관련연구

### 1) RFID(Radio Frequency Identification)

RFID는 TTA의 정보통신용어사전에서는 전파식별(電波識

別)이라고도 하며, “전파 신호를 통해 비접촉식으로 사물에 부착된 얇은 평면 형태의 태그를 식별하여 정보를 처리하는 시스템”으로 정의하고 있다. RFID는 초소형 IC 칩에 식별정보를 입력하고 무선주파수를 이용하여 이 칩을 지닌 물체나 동물·사람 등을 인식·추적·관리할 수 있는 기술이다. IC 칩은 무선 안테나와 함께 물체에 쉽게 부착될 수 있도록 다양한 모양과 크기의 RFID 태그에 내장된다. 이러한 태그의 정보는 리더라 불리는 무선 단말에 의하여 읽혀지고 네트워크에 연결된 컴퓨터에서 데이터 처리가 이루어진다. 이러한 RFID 기술의 도입과 응용은 IT 산업뿐만 아니라 물류, 국방, 조달, 교통, 의료 등 전 산업분야에 걸쳐 큰 영향을 미칠 것으로 예상되고 있으며, 최근 의료분야에서도 RFID를 활용한 U-healthcare 서비스 실현에 관심이 고조되고 있다.

RFID 시스템은 그림 1과 같이 고유 정보를 저장하는 RFID 태그(트랜스폰더), 판독 및 해독 기능을 수행하는 RFID 리더(interrogator), 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 호스트 컴퓨터(서버), 응용 소프트웨어 및 네트워크로 구성된다. 태그는 송신기/응답기의 합성어로 부르는데, 이는 TRANsmitter/resPONDER에서 유래된 말이며 IC 칩과 안테나 회로로 구성되어 태그와 리더 사이의 안테나와 RF 모듈에 의해 무선 접속으로 통신이 이루어진다.



▶▶ 그림 1. RFID System

RFID는 바코드의 대체물이지만, 지름 1mm의 작은 크기에 많은 용량의 정보를 담을 수 있고, 전파 발생장치를 지니고 있어 컴퓨터와 무선으로 교신이 가능하다. 또한 RFID 기반 시스템의 효율성과 정확성은 인쇄 형식의 바코드 시스템과 비슷한 수준이지만, RFID의 경우에는 바코드에 비해 다음과 같은 많은 장점들을 가지고 있다. 첫째, 대상 품목이 한 지점으로부터 다른 지점으로 이동시 태그 내부에 저장되어 있는 정보의 효과적, 자동적인 실시간 갱신이 가능하다. 둘째, RFID 태그는 비금속 물질을 투과해서도 읽을 수 있으며, 비 접촉 인식이 가능하여 혼잡한 환경, 불결한 환경, 축축한 환경, 열악한 환경에도 이상적이며, RFID 스캐너는 진흙, 흙가루, 페인트, 기름, 나무, 시멘트, 플라스틱, 물, 증기를 투과하여 태그 읽기가 가능하다. 셋째, RFID의 작동은 태그 시설의 제한을 받지 않아 태그를 피부 아래, 옷 가장자리 속, 책갈피 속 등에 심어 숨겨 놓을 수 있으며, 더불어 상품의 용도와 미적 감각의 유지가 가능하다. 넷째, RFID 태그의 일련 번호코드는 영구적으로 변경할 수 없도록

되어 있어서 태그의 훼손 및 위조가 실질적으로 불가능하다. 따라서 불법 사용자가 특정 상품에 관한 데이터를 변경할 수 없도록 보호가 가능하다. 다섯째, RFID 판독기가 태그의 관련 정보를 얻는 소요 시간은 바코드 인쇄물을 판독하는 시간보다 약 40% 빠르며, 고속도로를 질주하는 차량의 태그 읽기도 가능하다.

## 2) Anti-collision algorithms

RFID 시스템에서 태그식별은 리더기가 물품에 부착된 태그에 질의하면 해당 태그는 그 질의에 대하여 자신의 식별자를 리더기로 전송하는 응답과정을 통하여 수행된다. 이때 리더기의 식별영역 내에 한 개의 태그만 존재할 경우 태그식별은 간단하게 처리될 수 있으나 다수개의 태그가 존재할 경우에는 여러 개의 태그가 동시에 리더기에 응답하게 되므로 리더기에서 태그들 간의 충돌이 발생하게 된다. 이러한 충돌은 리더기로부터 하여금 정확한 태그식별을 방해하는 원인이 되며, 특히 대량의 물품을 실시간으로 식별해야 하는 대규모 전자물류시스템 등에 적용하기 위해서는 다중태그 식별을 효과적으로 처리하기 위한 충돌방지(Anti-collision) 알고리즘이 필수적으로 요구된다.

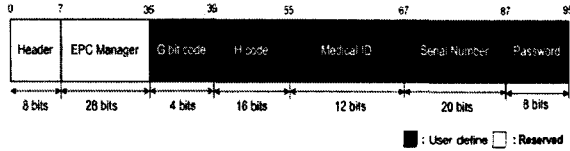
현재 다양한 충돌방지 알고리즘들이 제시되고 있으며 크게 트리기반 알고리즘과 슬롯 알고하 기반 알고리즘으로 구분된다. 슬롯 알고하 기반 알고리즘은 확률에 수학적인 기초를 두고 있기 때문에 확률적(probabilistic) 알고리즘이라고 불리며 태그식별 완전성에 있어서 그 제한점을 갖는다. 반면 트리기반 알고리즘은 식별과정 자체가 예측 가능하여 확률적 알고리즘과 구분하여 결정적(deterministic) 알고리즘이라고 부른다. 이는 다시 메모리형 알고리즘과 메모리스 알고리즘으로 구분된다. 메모리형 알고리즘은 태그식별과정에서 태그의 식별 상태를 관리해야하는 부담을 안고 있다는 제한점을 가지며 이는 저가격, 저전력 및 초소형화 문제를 해결하는 데 가장 큰 문제점이 되고 있다. 이와 반대로 메모리스 알고리즘은 다중태그 식별문제를 개선하는 가장 적합한 알고리즘으로 평가받고 있지만 성능이 저하되는 문제점을 갖고 있다. 본 논문에서는 메모리스 알고리즘인 트리위킹 알고리즘, 쿼리트리 알고리즘, 충돌추적 트리 알고리즘을 고려하여 제안 하였다.

## 3. 제안한 알고리즘

### 1) 의료용 태그 설계

제안한 태그를 구현하기 위하여 Philips에서 생산된 U-code EPC 1.19 태그를 사용했으며, 실질적으로 제안한 태그구성은 그림 2와 같이 EPC Global Class 1 Tag Data Standards v1.26을 기반으로 하여 설계하였다. 제안하는 의료

용 태그는 고정된 영역을 제외하고, 56비트를 목적에 맞게 필드를 구성하였다.



▶▶ 그림 2. 의료용 태그 설계

## 2) 의료 서비스를 위한 충돌방지 알고리즘

기존의 충돌방지 알고리즘들의 단점은 하나의 태그가 식별될 때 까지 리더에서 태그의 모든 식별자 비트를 요구하는 것과 태그로부터 수신되는 비트를 1비트씩 비교하면서 충돌여부를 검증하는 것이었다. 이것은 식별영역내의 태그의 수가 많아 질수록 충돌이 발생하는 빈도가 높아질 것이고, 이에 따라 리더와 태그에서 전송되는 질의/응답의 횟수가 늘어나게 된다. 또한 기존의 알고리즘은 단순히 태그의 '0' 과 '1'의 비트만을 인식하는 것으로 태그 자체에 우선순위를 부여하는 것이 불가능하다. 반면에 우선순위 충돌 방지 알고리즘은 태그의 정보들로부터 충돌지점을 찾아 질의/응답 횟수를 획기적으로 줄일 수 있는 알고리즘이며, 또한 태그 자체에 우선순위를 부여하여 충돌이 발생하면 우선순위가 가장 높은 태그부터 읽어 들이는 새로운 알고리즘이다. 예를 들어 리더의 질의에 의한 태그의 응답 비트가 '0X1X' 라고 가정하면 '0' 과 '1'은 충돌 없이 리더가 인식된 비트이며, X는 충돌이 발생한 비트이다. 이러한 수신된 비트를 가지고 리더에서는 미리 정의한 우선순위를 기준으로 비교를 하게 된다. 비교 과정에서 충돌이 발생하지 않은 비트는 인식된 비트로 정합시키고 충돌이 발생한 비트는 '0' 과 '1' 두 개의 비트로 정합하여 0010, 0011, 0110, 0111의 우선순위 비트를 선택하여 태그에게 질의를 하게 된다. 여기서 충돌이 발생하지 않은 비트는 반드시 인식된 비트만 존재 하고, 충돌이 발생한 비트는 2개 이상의 비트가 존재한다는 것을 의미한다. 그러므로 전체 우선순위 비트를 순차적으로 질의/응답 하는 것이 아니라, 충돌이 발생한 비트만을 변화시켜 질의/응답을 하므로, 질의/응답의 횟수는 획기적으로 줄일 수 있다.

## 4. 성능평가

의료용 태그에 대한 성능평가는 태그의 각 필드를 읽어 들일 때 에러 발생 율을 파라미터로 사용하였으며, 테스트 조건에서는 안테나의 개수를 바꿔가며 실험을 하고 인식거리를 1m, 2m, 3m로 증가시키면서 측정하였다. 주파수 전송 속도는 400 ms, 200ms, 100ms, 50ms로 바꿔가며 태그의 인식률을 측정하였

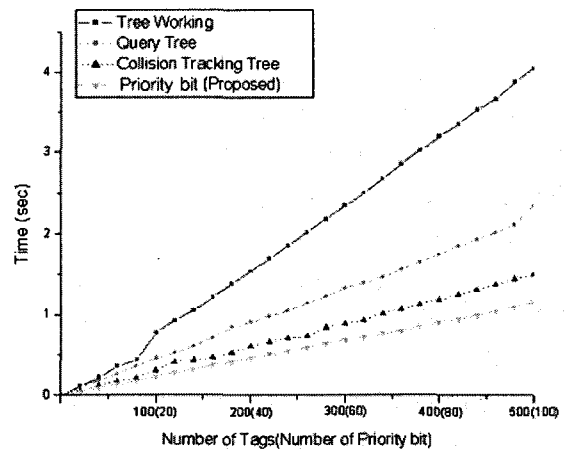
으며, 태그 개수는 환경조건에 따라 10개부터 순차적으로 증가시켜 500개까지 측정 하였다.

태그의 성능평가를 위해 사용된 필드는 EPC 데이터 부분과 User define 부분이며, 모두 읽고 쓰기가 가능하다. EPC 데이터 부분은 태그의 초기 값을 사용하였으며, User define 부분은 우선순위 비트와 일반 데이터 값을 표 1과 같이 입력하였다. 사용된 태그의 개수는 구현환경을 고려하여 500개를 사용하였다.

[표 1] 의료용 태그의 필드 구성

Field	Bits
Priority	0001 (4bits)
H code	0001000100010001 (16bits)
Medical ID	000100010001 (12bits)
Serial Number	00010001000100010001 (20bits)
Password	00010001 (8bits)

트리 기반 충돌방지 알고리즘을 병원환경에 적용시킬 때 태그 인식 시간은 충돌방지 알고리즘의 성능을 비교할 수 있는 궁극적인 척도로서 영역내의 태그들을 식별하기 위해 필요한 리더기와 태그들 간의 통신량에 의하여 계산된다. 제안한 우선순위 충돌방지 알고리즘의 성능 평가를 위해 기존의 트리위킹 알고리즘과 쿼리트리 알고리즘, 충돌 추적 트리 알고리즘과 비교 분석하였다. 태그 인식 시간은 영역내의 태그식별을 위한 리더기와 태그들 간의 통신 시간으로 모든 태그가 인식되는 시점을 태그 인식 시간으로 정의한다. 단, 반복해서 읽혀지는 태그도 전체 태그 인식 시간에 포함하며, 주파수 전파 시간은 400 ms, 200ms, 100ms, 50ms 단계로 측정 한다.



▶▶ 그림 4. 각 알고리즘의 태그 인식 시간

그림 4는 각 알고리즘의 태그 인식 시간을 나타낸다. 우선순위 충돌방지 알고리즘은 기존의 알고리즘에 비해 우수한 성능

을 보였으며, 알고리즘 특성상 우선순위 비트를 먼저 검색하여 필요한 태그부터 식별하기 때문에 우선순위가 있는 태그를 식별하는 경우 기존 알고리즘보다 현저한 성능 향상을 보였다.

## 5. 결론

RFID 기술 적용에 있어서 의료 환경에 적합한 태그 설계의 부재와 병원 환경에 적합한 태그 인식 문제가 현실적으로 요구되고 있다. 본 논문에서는 이러한 현실적인 문제점을 해결하기 위하여 EPC에서 제안한 96bit 기반의 의료용 태그를 제안하였으며, 기존의 다중태그인식의 충돌방지알고리즘을 의료 환경에서 필요로 하는 즉, 우선순위가 고려된 비트를 먼저 인식하도록 적용한 충돌방지 알고리즘을 제안하였다. 제안한 기법들의 성능을 평가하기 위하여 의료용 태그는 기존 태그들과는 다르게 의료정보를 저장하고 활용할 수 있도록 96비트 Philips U·code 태그에 설계하여 구현하였으며, 우선순위 충돌방지 알고리즘은 기존 알고리즘인 트리워킹, 퀴리트리, 충돌추적 알고리즘과 비교 분석을 통해 인식속도가 최대 4배 이상 우선순위가 빠른 태그를 먼저 인식하는 우수한 성능을 나타내었다.

의료 환경에서 우선순위의 적용은 일시일급의 환자를 처리하는 병원의 특성을 고려할 때 필수조건이라 할 수 있으며 미래의 글로벌 통합 의료 환경 실현을 위한 솔루션이 될 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] 송석현 "RFID 서비스 전망", 한국전자과학회, 제 15권 2호, pp.80-95, April 2004.
- [2] 정선훈 외 "유비쿼터스 센서 네트워킹을 위한 Active RFID 기술", 한국통신학회지, 제 21권 6호, pp.67-68, June 2004.
- [3] 김영일 외 "Multi-Modal RFID Platform 기술", 한국통신학회지, 제 21권 6호, pp.128-132, June 2004.
- [4] Klaus Finkenzelle. "RFID handbook fundamentals and applications in contactless smart card identification. 2nd ed." Giesecke & Devrient GmbH. munich, Germany, John wiley & Sons Ltd, pp.61-110, 2003.
- [5] Lahiri. sandip, "RFID sourcebook." IBM press, 2005.
- [6] Huawei Huang, Dongfeng Zhao, "Performance of binary tree collision resolution algorithm of random access channels," International Conference on Communication Technology(ICCT'98), Beijing China. October 22, 1998.
- [7] Boris Tsybakov, "Survey of USSR contributions to random multiple-access communications," IEEE Transactions on Information Theory, IT-31(2), pp.1431-1465, March 1985.
- [8] Hush, Don R. and Wood, Cliff, "Analysis of tree algorithms for RFID arbitration," In IEEE International Symposium on Information Theory, IEEE,pp.107, 1998.
- [9] Jacomet M, Ehram A, Gehrig U. "Contactless identification device with anti-collision algorithm," IEEE Computer Society, CSCC '99, Conference on Circuits, Systems, Computers and Communications, Athens, pp.4-8, July 1999.