

처방약 조제 오류방지를 위한 RFID 응용솔루션 개발
Developing an RFID Application Solution for Detecting Human Errors in Filling
Prescriptions

홍민선*, 임석철**
Min-Sun Hong*, Suk-Chul Rim**

아주대학교 대학원 산업공학과, 아주대학교 산업정보시스템공학부 교수
경기도 수원시 영통구 원천동 아주대학교 산업공학과(우: 443-749)

Abstract

최근들어 RFID기술은 향후 바코드를 대체할 자동인식기술로 주목받고 있으며, 특히 유통물류분야의 응용이 기대되고 있다. 그러나 비용을 고려할 때 RF tag를 단품마다 적용하기에는 앞으로도 상당한 기간이 필요할 것으로 보인다. 오히려 인간의 생명과 안전을 다루는 의료분야에서 RFID를 사용하여 인간의 실수를 방지하는 응용시스템은 비용이 정당화되는 유용한 적용사례가 될 수 있다. 본 연구에서는 병원이나 약국의 처방약 조제과정에서의 인간의 오류를 방지할수 있는 RFID 응용시스템을 소개하고, 그 구조 및 개발사례를 소개한다.

1. 서론

약국이나 병원에서 진행되는 조제과정에서는 약사가 눈으로 처방전을 확인하고 선반에서 약품을 꺼내어 조제하도록 하고 있다. 때문에 각각의 처방에 대한 조제가 정확히 이루어졌는지에 대한 확인 시스템의 부재로 약품이 잘못 처방되어 조제될 가능성이 상존하고 있다. 또한 처방 및 조제에 제안되고 있는 시스템의 경우에도 단순한 약품 리스트 정도의 정보만 제공되며 이 처방전을 환자가 약국에 방문을 통하여 약을 수령해가는 시스템이다. 그러나 병원에서

관리하는 약품과 같은 경우에는 종래의 시스템으로 운영하기에는 다양한 문제점이 발생한다. 따라서 현재 시스템과 본 연구에서 제시하는 시스템은 다음과 같은 차이가 있다. 본 연구에서 제시한 RFID를 통한 처방약 조제 오류방지를 위한 RFID 응용솔루션은 처방전대로 정확히 조제가 이루어질 수 있도록 RFID를 통해 약사가 처방해야 하는 약품을 시각적으로 확인할 수 있는 시스템을 제공하였으며 동시에 제조시에 발생할 수 있는 약품의 누락이나 잘못된 사용을 경고 할 수 있는 기능을 가지고 있으며 누가 언제 어떤 약을 조제 하였으며 경고시스템을 활용하여 오투약 발생을 사전에 방지하고 정확한 정량의 약품이 환자에게 제대로 배달이 되었는지도 확인해 줄 수 있다. 이를 통해 병원이나 약국 내에서 약품 제조나 배달하는 경우에 발생할 수 있는 오류를 방지하여 의료사고를 줄이고자 한다..

2. 관련 연구 및 연구목적

RFID 시스템에 대한 연구는 성장 가능성 만큼이나 활발하게 연구되고 있다. RFID는 다양한 응용분야에 대한 연구로 집중되고 있다 Takaragi K.의 4인이 작성한 "An ultra small individual recognition security chip"에는 제조와 물류에서는 높은 품질과 제조관리가 중요한데, 크기가 작고 값이 싼 RFID 칩을 사용해서 마켓환경에서의 제품의 경로와 위조품 방지

등을 할 수 있다고 말한다. Stephen A. Weis 외 3인이 작성한 "Security and Privacy Aspects Low-cost Radio Frequency Identification System"에서는 RFID가 우리의 일상생활에서 많이 사용하게 됨으로써 개인과 기관의 사생활 문제나 보안문제가 새롭게 대두될 것이라고 말하며, 몇몇 보안 메커니즘을 제안하고 미래 연구 분야를 제시하고 있다. Thomas Landers는 SCM 상에서의 데이터의 RealTime 동기화를 위하여 RFID의 응용방법에 대한 연구를 하였으며 Alex P.J. Hum는 의료분야에 활용방안에 대하여 연구하였고 Tim Kindberg는 RFID를 웹상에서 구현하는 방안에 대한 연구를 하였고 Sanjay Sarman은 Savant의 미들웨어를 설계하고 구현하는 연구를 하였으며 David Brock는 의료분야에서의 RFID응용에 대한 연구를 하였다. 하지만 아직 국내에서의 RFID의 연구는 기초적 단계에 머물러 있으며 특히 많은 분야에서 RFID 시스템을 도입하려는 움직임을 보임으로써 구축해야 할 시스템은 많고, 제한된 자원 하에서 시간적으로나 인력문제 등으로 많은 생산성 문제가 예상된다. 본 연구에서는 높은 생산성으로 구축할 수 있는 RFID 시스템 개발 프로세스를 제시하며 동시에 대한 병원이나 약국 내에서 약품을 제조, 배달하는 경우에 발생할수 있는 오류를 방지하여 의료사고를 줄이고자 하는데 그 주 목적이 있다.

3 RFID 시스템의 특징

RFID 시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

(1) RFID Tag

RFID Tag는 안테나, 송수신기, 그리고 Transponder라고 불리는 RF 태그 세 가지로 구성된다. 칩 내에는 신호처리 회로와 메모리가 들어있으며, 메모리는 일반적으로 8bit에서 16Kbit가 보편화 되어있다. 안테나는 태그와 송수신기 사이에서 중개역할을 담당하는데, 전파로 신호를 보내어 태그를 활성화시키거나 비 활성화시키고, 데이터를 읽고 쓰는 역할을 한다.

< 표1> RFID 태그 구분 및 특징

분류 기준	구분	특징
전원 여부	능동형 태그	1. 내장 배터리 사용 2. 읽기, 쓰기 3. 다양한 크기의 메모리 4. 최장사용기간 약10년(온도와 전원에 따라 다양) 5. 데이터 교환범위 : 30~100m
	수동형 태그	1. 내장 배터리나 외부 전원 공급 없음 2. 구조 간단 3. 비용 저렴 4. 반영구적 수명 5. 짧은 가독 거리 6. 높은 출력의 관독기 필요 7. 전형적인 형태 : Read-Only Tag (변경 되지 않는 32-128 비트의 데이터가 삽입 되어 있음)
주파수 대역	저주파 시스템	1. 30kHz~500kHz의 저주파 사용 2. 짧은 가독 거리 3. 낮은 시스템 비용 4. 주 사용분야 : 보안, 자산관리, 동물 식별 등
	고주파 시스템	1. 850MHz~950MHz 또는 2.4GHz~2.5GHz의 고주파 사용 2. 긴 가독 거리 (90ft 이상) 3. 높은 시스템 비용 4. 빠른 읽기 속도 5. 사용분야 : 철도 차량 추적, 컨테이너 추적, 자동 통행료 징수시스템

그리고 RF는 전원 공급방식에 따라 능동형 태그와 수동형 태그, 주파수 대역에 따라 저주파 시스템과 고주파 시스템으로 구분하기도 한다. 수동형 태그는 IC칩이 동작하는데 필요한 모든 에너지는 리더기에 의해 공급 되어진다. 따라서 리더기기의 안테나 코일은 주변지역에 강한 자기장을 발생한다. 방출된 자기장의 일부분이 리더기와 떨어져 있는 태그의 코일 안테나에 유도성 전압을 발생, 정류된 후 IC를 위한 에너지로 공급된다. 능동형 태그는 IC칩을 구동하기 위한 충분한 전력을 리더기로부터 공급을 받지 못하므로 추가적인 전지를 포함한다. IC칩은 리더기로부터 효과적인 강한 신호를 받기까지 동작하지 않고, 받으면 보통의 동작으로 돌아온다. [표 1]에 특징을 나타내었다.

(2) ID와 정보의 분리

Tag에는 고유의 ID만 가지고 있고 Tag가 사용되는 모든 정보는 서버의 데이터베이스에 저장이 된다.

EPC 네트워크의 심장부는 식별 표준(Identification Standard)이다. 고유의 일련번호를 부여함으로써, EPC 네트워크를 통해 공급체인 안에서 이동중인 모든 팔레트, 케이스, 또는 개별 상품 등의 추적이 가능하게 되며 다음 네 개의 핵심 요소로서

구성된다.(그림 1 참조)

- ① EPC Header : 번호, 형식, 버전 그리고 그 다음 부분을 포함한 EPC의 전체 길이를 나타냄
- ② EPC Manager : 바로 다음에 이어지는 상품코드 및 일련번호의 관리 책임을 맡고 있는 기업을 표시
- ③ 상품 분류번호(Object Class) : 품목 즉, 재고 보관단위(Stock Keeping Unit , SKU) 또는 고객단위를 나타냄
- ④ Serial Number : 품목(Class) 내에서의 개별 제품의 일련번호를 표시

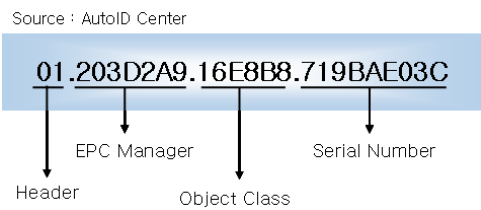


그림1 EPC 코드체계 (96bit Version)

(3) 유사한 기본 H/W 구조

기본 하드웨어 구조는 유사하다. 예를 들어, 백화점을 들어본다면 백화점에 진열될 물건이 저장되어 있는 창고, 판매를 하는 장소, 계산대 등은 어디나 같다. 단지 건물의 구조와 이동방식 등이 다를 뿐이다. 마찬가지로 RFID시스템을 설계하는데 있어서, 기존에 가지고 있는 하드웨어 부분은 그대로 이용을 할 수 있다.

(4) 요구사항에 따른 안테나 셋팅의 변화

RFID 시스템 구축은 사용자의 요구사항에 따라서 안테나의 위치, 수량, 리더기의 수량이 달라질 수 있다. 예를 들어, 창고 시스템의 경우 요구사항이 물건의 위치파악이라고 한다면, 물건에 Tag가 부착이 될 것이고, 물건이 이동할 수 있는 경로 즉, 운반차량이 다니는 도로, 창고 랙의 위치, 출입문, 가공 대기 장소 등에 안테나가 다수 부착이 됨으로써 물건의 위치파악이 이루어질 것이다. 반면에 단지 물건의 재고파악이 요구사항이라면 물건이 보관되고 있는 랙 근처에 안테나가 설치됨으로써 물건의 존재유무를 파악할 수 있을 것이다. 이와 같이 요구사항에 따라 안테나의 위치나 개수가 같은 RF 시스템을 구축하더라도 달라 질 수 있는 것이다.

(5) 기능별 Layer를 가짐

RFID 시스템의 요구기능은 해당 도메인의 차이에 따라 변동하는 기능화 동일한 기능으로 구분할 수 있다. 동일한 기능은 객체의 존재 파악기능, 출입 통제 기능, 재고 파악 기능, 위치추적 기능, 종적 추적 기능 등이 있다. 변동하는 기능은 도메인 별로 택배 시스템의 경우는 종적추적 기능, 유통시스템의 경우는 고객관리의 기능 등 도메인 영역에 따라 변할 수 있는 기능이다. 본 연구에서는 이러한 기능의 종류를 Core Layer, Data Process Layer, Application Layer의 세 영역으로 구분하였다. Core Layer는 물건의 존재 파악기능, 출입 통제 기능, 재고 파악 기능, 위치추적 기능, 종적추적 기능 등이 있다. Data Process Layer는 Core Layer의 결과 값을 DB에 입출력하는 기능에 해당되며, Application Layer는 Data Process Layer에서 나온 결과를 가지고 이용할 수 있는 기능이라 할 수 있다.

(6) 가격 vs 성능 trade off

RFID 시스템으로 위치추적을 하기 위한 시스템을 구축한다고 하면, 많은 안테나를 설치할수록 좀더 상세한 위치 추적이 가능할 것이다. 하지만 가격이 비싸지는 단점이 있으며, 반대로 고성능 안테나를 설치하면 가격이 싸지기는 하지만 정확도가 낮은 위치추적 시스템이 될 것이다.

4. RFID 시스템 설계 Process

본 연구에서 RFID 시스템 설계의 절차는 UML을 응용한 단계를 따라 진행되면서 단계별로 제시한 결과물을 설계함에 따라 높은 생산성을 유지할 수 있다. 특징은 요구사항 분석에서 RFID 시스템의 특징을 감안한 Layer 별 분석단계가 추가되었으며 이는 요구사항 분석 단계와 설계 단계에서 활용된다.

RFID 시스템의 경우는 기존의 정형화된 업무 프로세스를 RFID라는 신기술을 사용하여 프로세스의 개선 및 변혁을 시도하는 것이기 때문에 분석된 업무프로세스를 나열하고 이중에서 어떤 부분이 RFID를 도입하여 효과를 거둘 수 있을 지 찾아내는 과정이 필요하다. 이 과정은 개발진과 업무당사자들의 모인 회의를 통해 RFID 기술을 도입할 수 있는 업무 영역을 분류하고 구체적인 시나리오(RFID를 도입하여 재구성되는 업무프로세스) 및 요구 기술 및

H/W스펙을 도출 하였다.

구분하여 존재해야할 리스트와 대조하고 이들 리스트들을 통해 침입과 탐지의 경고 메시지 생성하게 된다.

[표 2] RFID 기능 수준별 분류

계 층	내 용
Core Layer	존재파악, 출입통제, 위치추적, 권한레벨조정, 재고파악(도난) 등
Data Processing Layer	Core Layer의 기능들을 조합한 데이터베이스와연동하는 데이터의흐름관리
Application Layer	하위 레벨의 기능과 다른 시스템과 연계하여 새로운 기능 조합

본 연구에서는 이러한 도출된 기능의 종류를 [표 2]와 같이 Core Layer, Data Process Layer, Application Layer의 세 영역으로 구분하였다. 위의 표는 설계단계의 효율성을 높이기 위해 세분화된 RFID시스템의 3계층을 나타내고 있다. Core Layer는 RFID의 핵심 기능인 물건의 존재 파악기능, 출입 통제 기능, 재고 파악 기능, 위치추적 기능, 종적 추적 기능 등이 있다. Data Process Layer는 Core Layer의 결과 값을 DB에 입출력하는 기능이 해당되며, Application Layer는 Data Process Layer에서 나온 결과를 가지고 복합연산을 이용하는 기능이라 할 수 있다. 본 연구에서는 PLC 시스템과의 인터페이스를 중심으로 구현되었다.

(1) RFID 시스템 Core Layer 요구사항

여기서 RFID 시스템 개발에서 요구사항 파악을 위한 생산성을 높이기 위하여 세 영역에서 여러 분야의 RFID의 공통 부분이라 할 수 있는 Core Layer에서는 [그림 1]과 같은 RFID 시스템 Core Layer의 요구분석을 위한 기본기능을 활용하여 개발되었다. 이 모듈에서는 계속 생성되는 RFID의 태그를 필터링 하여 검색된 RFID 리스트를 저장하고 관리하며, 약품과 처방전 그리고 조제자의 리스트를

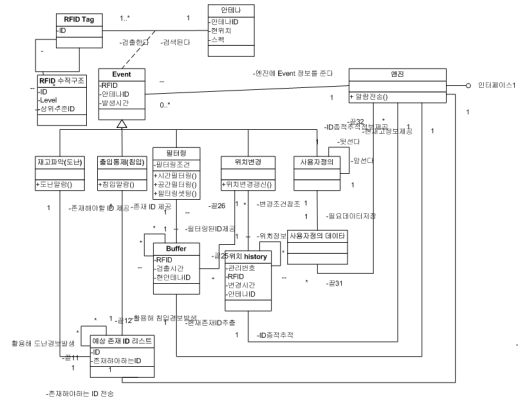


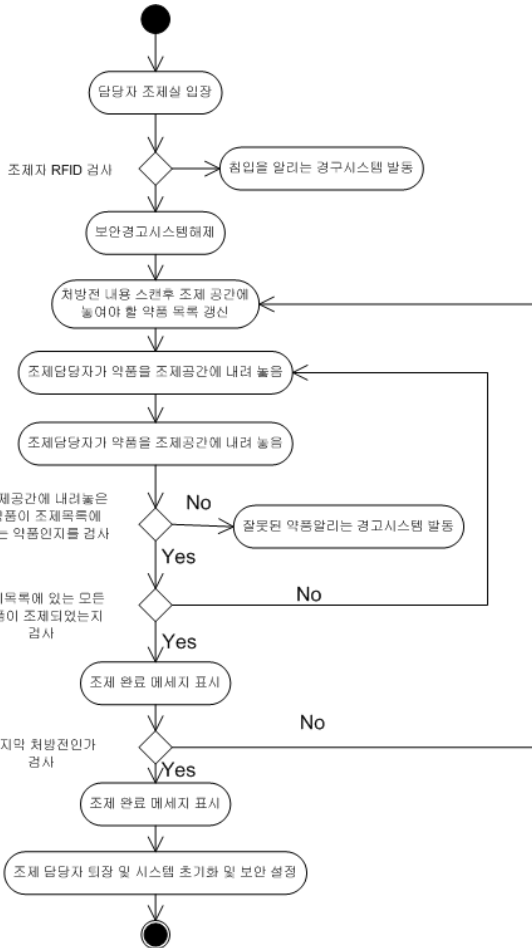
그림 2 Core Layer의 기본 Class Diagram

(2) RFID 시스템 Data Process Layer 요구사항 분석

Data Process Layer는 Core Layer의 결과 값을 DB에 입출력하는 기능에 해당되며 따라서 본 연구에서는 약품 조제의 요구사항 분석을 위하여 [그림 3]과 같은 activity Diagram을 활용하였다. 이 다이어그램은 RFID와 RFID의 정보를 매칭하기 위하여 작성되었다.

약품 조제를 위하여 담당자가 조제실에 입장하게 되면 시스템은 RFID 태그를 통하여 조제자의 신분증 패용 여부를 확인하고 ID가 정확하면 보안시스템을 해지하게 된다. 만일 신분증을 패용하지 않은 사람이 접근하게 되면 PLC로 이루어진 보안 시스템이 작동하여 경고를 울리게 된다. 처방전이 작업테이블에 올려지게 되면 조제 공간에 필요한 약품 목록이 갱신되고, 이 정보는 목록을 모니터를 통하여 조제자에게 전달하게 되며 필요한 조제약의 색이 함께 출력되어 쉽게 찾을 수 있게 된다. 조제자가 약을 조제하는 동안 목록에 없는 약품이 인식되게 되면 경고 메시지를 울리고 약품을 모두 조제하지 않고 완전히 끝나지 않은 상태로 조제를 끝내려고 할 때도 역시 경고시스템으로 경고 메시지를 보내게 된다.. 목록에 있는 모든 약품이 처리되고 불필요한 약품이 없게 되면 완료 신호를 보내고 다음 조제약

을 처리하게 된다. 할당된 처방전 조제가 모두 끝나
 게 되면 완료 메시지를 보내고 조제 담당자는 퇴장
 하고 담당 조제자의 ID가 안테나로부터 스캔되지 않
 는 순간에 보안 시스템이 다시 작동하여 출입을 허
 가받지 못한 자의 침입을 차단하게 된다.

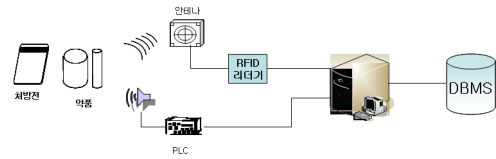


[그림 3] 약국 오투약 방지 activity diagram

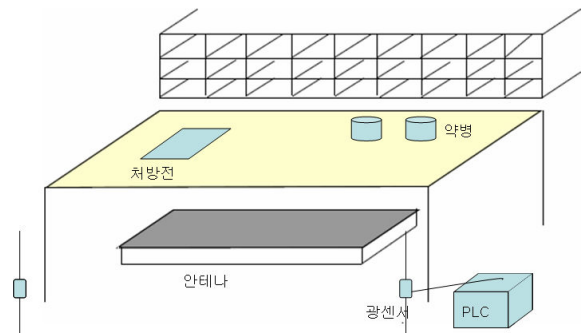
(3) RFID 시스템 Application Layer 요구사항 분석

RFID 시스템의 경우 잘못된 RFID 태그를 패용
 한 사람에 대해서는 침입 탐지가 가능하지만 RFID
 가 부착된 인식표를 패용하지 않은 사람에 대해서는
 탐지가 불가능 하게 된다. 따라서 약품조제 시스템
 에서는 [그림 4] 와 같이 조제 시스템과 부족한 보
 안 부분을 보완하기 위하여 PLC(Programmable
 Logic Controller)와 광센서로 구성된 보안 시스템을
 구성하였다. 보안 시스템은 [그림 5]와 같이 광센서
 를 활용하여 모든 사람의 접근을 인식하고 차단한
 다. 다만, 유효한 RFID 신분증을 패용한 조제자가

접근할 경우 보안 시스템은 해제되게 되어 조제 담
 당자의 접근을 허락할 수 있게 된다.



[그림 4] 처방약 조제 오류방지를 위한 RFID 응용솔루션

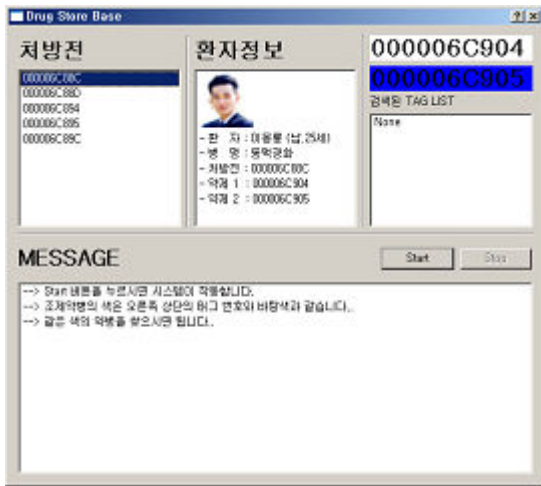


[그림 5] PLC를 활용한 보안시스템

5. 처방전 조제 오류방지 솔루션 개발

약국 조제 시스템의 목적은 오투약 방지에 있
 다. 따라서 직관적이고 사용하기 쉬운 인터페이스
 설계가 중요하다. 본 연구에서는 [그림 6]과 같이 사
 용자 인터페이스를 설계할 때 사용자가 편리하게 사
 용할 수 있도록 편리성과 데이터 조작의 용이성에
 중점을 두고 개발하였다.

RFID 시스템에는 Matrix 시스템과 태그를 사용
 하였고 태그는 각각 처방전과 약품 그리고 약사의
 신분증에 부착되어 관리된다. 또한 신분증 없는 침
 입자의 탐지를 위하여 PLC 보안 시스템을 구성 하
 였다. 소프트웨어의 개발을 위해서는 Visual
 C++ .net 버전으로 개발하였으며 Database
 Management System으로는 리눅스 기반의 MySQL
 을 활용하여 개발하였다. 보안 시스템의 경우에는
 삼성 PLUS D70 PLC(Programmable Logic
 Controller)와 광센서를 활용하였고 RS-232 통신을
 활용하여 RFID 시스템과의 통신을 하였다.



[그림 6] 약품조제시스템 GUI

6. 결 론

본 연구에서 제시한 RFID를 통한 오투약 방지 시스템은 태그를 통해 처방전에 담긴 약품의 선반 내 위치정보를 시각적으로 약사에게 전달함으로써 처방전을 따라 조제자가 조제할 시에 발생할 수 있는 오투약 사고를 사전에 방지할 수 있다. 약사는 시각적인 지시등이나 알람이 울린 선반에서 약을 꺼

내어 조제 선반에 올려놓고 조제과정을 진행할 수 있기 때문에 종래에 약사가 눈으로 하나하나를 확인 해가면서 약을 조제했던 방식보다 조제의 효율성 및 정확성을 현저하게 향상시킬 수 있다.

참고문헌

[1] Alex P.J. Hum, "Fabric area network - a new wireless communications infrastructure to enable ubiquitous networking and sensing on intelligent clothing", Computer Networks 35(4), 2001 pp391-399

[2] Tim Kindberg *, John Barton, A Web-based nomadic computing system, Computer Networks 35(4), 2001 pp443-456

[3] ALEXANDER BREWER, NANCY SLOAN, THOMAS L . LANDERS, Intelligent tracking in manufacturing, Journal of Intelligent Manufacturing vol 10, 1999, pp245-250

[4] Dirk Husemann, "Standard in the smart card world", Computer Networks 36(1), 2001 pp473-487