

# 효과적인 RFID 응용솔루션 개발 플랫폼

## An Effective Platform for Developing RFID Application Solutions

이정태\*, 홍민선\*\*, 임석철\*\*\*

Jung-Tae Lee\*, Min-Sun Hong\*\*, Suk-Chul Rim\*\*\*

### Abstract

최근 주목받고 있는 RFID시스템은 여러가지 장점으로 인하여 제조, 유통, 보건, 국방, 오락 등 다양한 분야에서 동시에 도입할 가능성이 높다. 이 경우 응용솔루션 개발자는 시간적, 인적 자원이 한정되어 있기 때문에 다양한 솔루션을 짧은 시간내에 고품질로 개발하기 어렵다. 본 논문에서는 이를 극복하기 위하여 RFID를 응용하는 다양한 분야의 업무프로세스 및 요구기능 분석을 통하여 RFID 응용솔루션의 플랫폼을 제시하고, 이를 바탕으로 개발생산성을 극대화하기 위하여 UML을 확장한 RFID 응용솔루션 개발 프로세스를 제시하였다.

## 1. 서론

RFID는 상품이나 물류와 관련하여 기존에 널리 사용되어온 바코드 방식과 달리 공간적 제약이나 포장, 대상 표면의 재질, 환경 변화 등의 여부에 관계없이 항상 인식이 가능하다. 또한 마이크로칩이 내장되어 있어서 바코드보다 훨씬 많은 정보를 교환할 수 있으므로, 물류, 재고관리, 도난 방지 등에 적용할 수 있다. 나아가서는 스마트카드 등과 연계하여 사용함으로써 보안통제와 같은 더욱 다양한 분야에 응용할 수 있다. RFID는 소비가 비약적으로 증가되고 있는 차세대 핵심 기술이며, 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

우선, 장애물을 투과해서 감지를 할 수 있으며, 바코드와 달리 비접촉식이며, 대용량 메모리를 가지고 있어서 많은 정보를 저장할 수 있고, 사물이 이동 중에도 인식이 가능하다. 또한, 인식 속도가 빨라서 여러 개의 TAG를 동시에 인식이 가능하며, 모든 환경에서 사용이 가능하고, 데이터 처리에 있어서 높은 신뢰성이 있으며, 반영구적으로 사용이 가능하다. READ/WRITE가 가능하며 재사용이 가능한 것 또한 특징이다. 마지막으로 알고리즘에 의한 높은 보안성이 있다.

이와 같은 장점들로 인해서 유통분야, 서비스업, 제조업, 지불관리, 보안, 동물관리, 공정

자동화(다품종소량생산), 물류비용절감, 자재관리효율화, 인력절감, 고객 편의제공 및 고객관리정보의 중요도 증가로 그 활용 범위와 시장규모가 확대되고 있으며 이에따라 많은 분야에서 RFID 시스템을 도입하려는 움직임을 보임으로써 구축해야할 시스템은 많고, 제한된 자원 하에서 시간적으로나 인력문제 등으로 많은 생산성 문제가 예상된다.

이를 극복하기 위하여 본 연구에서는 생산성을 극대화하기 위한 새로운 RFID 개발 방법론을 제시하였다. 새로운 RFID 시스템 개발 방법론은 RFID 시스템의 중심이 되는 Core 부분이 공통된 다수의 기능을 가지고 있기 때문에 시스템을 구축 후에 다른 시스템을 구축하는데 있어서 공통이 되는 부분을 미리 설계된 양식을 재활용하고 상위 Application 부분만을 설계를 함으로써 생산성을 유지하였다.

## 2. 관련 연구 및 연구목적

RFID 시스템에 대한 연구는 성장 가능성만큼이나 활발하게 연구되고 있다. RFID는 다양한 응용분야에 대한 연구로 집중되고 있다. Thomas landers는 SCM상에서의 데이터의 RealTime 동기화를 위하여 RFID의 응용방법에 대한 연구를 하였으며 Alex P.J. Hum는 의류분야에 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. 이를 극복하기 위하여서는 국내 환경에 적합한 생산성을 극대화하기 위한 새로운 RFID 개발 방법론을 필요하다.

### 3 RFID의 특징

RFID 시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

#### (1) RFID Tag

Tag는 에너지원 유무에 따라 능동(Active)형과 수동(Passive)형으로 분류된다. 수동형 Tag는 IC Chip에 내장되어 있는 자료를 전송하기 위해 필요한 에너지원을 Reader에서 보내주는 신호에서 취득하고, 능동형 Tag는 자체 내에 내장되어 있는 에너지원에서 Power를 얻는다. 또한, 자료 메모리 형식에 따라 메모리를 기능상으로 분류한다면 읽고 쓰기(READ-WRITE), 한번 쓰고 수시로 많이 읽기(WRITE-ONCE /READ-MANY), 읽기만(READ-ONLY)하는 형태들이 있다. 읽고 쓰기 형태는 보통 정상적인 동작 상태에서 메모리 내에 저장된 데이터를 필요에 따라 수시로 변경 사용할 수 있다. 예를 들자면 고속도로의 요금징수, 지불카드 등에 이용될 수 있다. 그러나 가격이 비싼 단점이 있으며 가장 사용이 적다. 한번 쓰고 수시로 많이 읽기 형태는 한번만 사용자 요구에 맞도록 쓰여진다. 보통 제조공정에서 고유 코드번호를 부여하여 쓰여 지고 절대로 수정이 불가능하다. 읽기만 하는 형태는 가장 가격이 저렴하며 높은 보안성을 부가시켜 주는 동시에 현재 가장 많이 사용하는 형태이다.

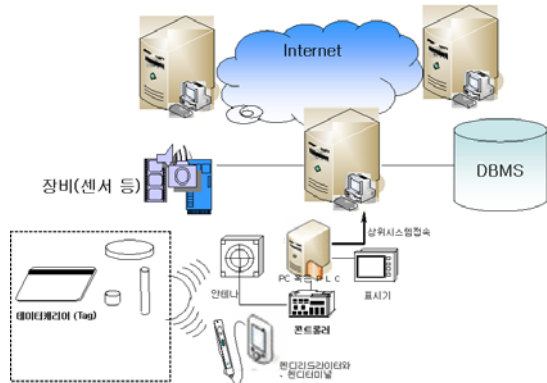
#### (2) ID와 정보의 분리

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

#### (3) 유사한 기본 H/W 구조

[그림 1]과 같이 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.



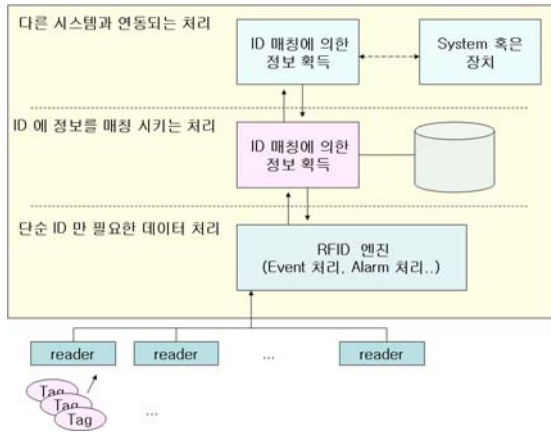
[그림1] RFID 시스템 구조

#### (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 위치 파악이라고 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 위치 파악이 이루어질 것이다. 반면에 단지 물건의 재고 파악이 요구사항이라면 물건이 보관되고 있는 랙 근처에 안테나가 설치됨으로써 물건의 존재 유무를 파악할 수 있을 것이다. 이와 같이 요구사항에 따라 안테나의 위치나 개수가 같은 RF 시스템을 구축하더라도 달라질 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 파악기능, 위치추적 기능, 종적추적 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 [그림2]와 같이 Core Layer, Data Process Layer, Application Layer의 세 영역으로 구분하였다. Core Layer는 물건의 존재 파악기능, 출입 통제기능, 재고 파악기능, 위치추적기능, 종적추적기능 등이 있다. Data Process Layer는 Core Layer의 결과 값을 DB에 입출력하는 기능이 해당되며, Application Layer는 Data Process Layer에서 나온 결과를 가지고 이용할 수 있는 기능이라 할 수 있다.



[그림 2] 기능계층도

(6) 가격 vs 성능 trade off

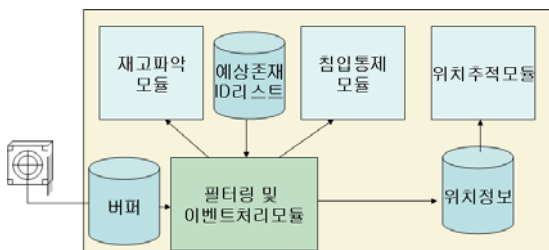
RFID 시스템으로 위치추적을 하기 위한 시스템을 구축한다고 하면, 많은 안테나를 설치할수록 좀 더 상세한 위치 추적이 가능할 것이다. 하지만 가격이 비싸지는 단점이 있으며, 반대로 고성능 안테나를 설치하면 가격이 싸지기는 하지만 정확도가 낮은 위치추적 시스템이 될 것이다.

4. RFID 시스템의 기능별 분류

RFID 시스템의 기능 도출을 위하여 병원과 물류분야의 경우의 여러 가지 시나리오를 만들고 공통적인 기능들과 변화가능한 기능들의 분류기준에 따라 도출된 각 기능들을 Core Layer, Data Process Layer, Application Layer의 세 영역으로 구분하였다.

4.1 Core Layer의 기능

[그림 3]과 같이 RFID 시스템의 하부구조를 맡는 Core Layer의 기능은 재고과약, 필터링 및 이벤트 처리, 침입통제, 위치추적등이 있다.



[그림3] Core Layer의 데이터 Process

4.1.1 필터링 및 이벤트 처리기능

대부분의 RFID 시스템은 안테나로부터 일정

시간 마다 구역내의 RFID를 스캔하며 따라서 중복된 데이터가 계속 들어오게 된다. 필터링 및 이벤트 처리모듈이 들어오는 수많은 태그들의 번호를 인식하고 그중 새로 탐지되거나 위치가 변경된 것과 같이 의미있는 변경된 것을 추출하여 이벤트를 만들고 그 이벤트에 따라 처리하게 될 모듈을 실행하게 된다.

4.1.2 재고과약(도난) 기능과 출입통제 기능

재고과약 기능과 출입통제 기능은 유사한 기능으로 재고과약의 경우 존재해야 할 것이 없어지는 경우가 문제가 발생되며 출입통제 기능은 존재해야 하는 리스트 외의 것이 탐지되었을 경우 문제가 발생된다. 따라서 [그림 3]에서와 같이 안테나 별로 예상존재ID리스트 데이터베이스에 있어야 할 정보들을 저장해 놓고 목록에 있어야 할 ID가 사라질 경우 도난 알람이 발생되고 목록에 없는 ID가 탐지될 경우는 침입탐지 알람이 발생하게 된다.

4.1.3 위치추적 기능

위치 추적 기능은 안테나 사이에서 RFID의 이동을 추적하였다가 필요시에 활용하게 되는 기능이다. “필터링 및 이벤트처리 모듈”에서 접속되는 안테나의 위치가 바뀌어 되는 ID를 위치 정보 데이터베이스에 저장하게 된다. 위치추적 모듈에서는 저장된 정보를 가공하여 다양한 위치 정보를 전송하게 된다.

4.2 Data Process Layer의 기능

Data Process Layer는 Core 레이어에서 탐색 혹은 필터링 되거나 이벤트가 발생된 ID에 대하여 여기에 해당되는 정보나 기능을 데이터베이스와 모듈에서 찾아 매칭 시켜주는 기능을 담당하게 된다.

4.3 Application Layer의 기능

RFID를 활용한 특정한 도메인에서 사용되는 일반적이지 않은 기능들이 Application Layer에 속하게 된다. 그리고 Core 레이어나 Data Process 레이어에서 사용된 ID와 자동장비 시스템이나 다른 정보시스템과의 연동을 위한 기능들도 포함된다.

5. RFID 시스템 설계 Process

본 연구에서 제안된 RFID 시스템 설계 방법론의 절차는 [표 1]과 같은 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.

5.1 시스템 요구사항 분석 단계

업무과정에 대한 분석이 끝난 상태에서는 기술적인 기초를 닦는 작업을 시작해야 한다.

[표 1] RFID 시스템 설계 단계별 결과물

단계	결과물
도메인 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 도메인의 용어집</li> <li>Activity Diagram</li> <li>보충 명세서                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① Class Diagram</li> <li>② Batch Diagram</li> <li>③ Package Diagram</li> </ul> </li> </ul>
요구사항 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>본 연구에서 제시된 Layer 별 요구분석 모델                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Application layer                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>④ Use-Case Model</li> </ul> </li> <li>- Data Processing Layer                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>⑤ Data Matching process model</li> </ul> </li> <li>- Core Layer                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>기능표</li> <li>Data model, Database Structure(논리적, 물리적 구조)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>보충명세서                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Use case의 진행단계를 정리한 텍스트</li> <li>Class diagram(연관, 일반화등의 작업)</li> <li>상세한 Batch Diagram</li> </ul> </li> </ul>
설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>본 연구에서 제시된 설계모델                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Application layer                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Activity diagram</li> <li>Component diagram</li> </ul> </li> <li>- Data Processing Layer                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>⑥ RFID 데이터베이스 입출력 패턴 재활용</li> </ul> </li> <li>- Core Layer                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>RFID 시스템 재활용(객체지향코드, 컴포넌트, 미들웨어 등)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>SW Architecture 문서                             <ul style="list-style-type: none"> <li>SW Architecture 분석요인표</li> <li>UI 인터페이스 설계</li> </ul> </li> <li>문서화 시작                             <ul style="list-style-type: none"> <li>스토리보드(시스템관리자, 최종사용자를 위한 시스템설명서)</li> </ul> </li> <li>시험설계</li> <li>보충명세서 -- Class diagram(최종수정)</li> </ul>
구현	<ul style="list-style-type: none"> <li>코드 작성/ 시험                             <ul style="list-style-type: none"> <li>시험 스크립트를 이용한 평가</li> </ul> </li> <li>UI 구축과 코드 연결 시험                             <ul style="list-style-type: none"> <li>안테나 설치위치/개수</li> <li>SW buffer 용량</li> </ul> </li> <li>문서화 완료                             <ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 설명서</li> </ul> </li> </ul>
테스트	<ul style="list-style-type: none"> <li>백업/복구계획, 복구조치명세서                             <ul style="list-style-type: none"> <li>백업과 복구에 대한 계획</li> </ul> </li> <li>HW에 최종설치</li> <li>시스템의 시험</li> </ul>

앞 단계에서 업무관계는 파악했고 클래스 다이어그램까지 나와 있는 상태이다. 하지만 대부분의 소프트웨어 개발 프로젝트의 경우 프로젝트의 목적이 모호한 경우가 많다. RFID 시스템의 경우는 기존의 정형화된 업무 프로세스를 RFID라는 신기술을 사용하여 프로세스의 개선 및 변형을 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 이루어지는데 이러한 회의를 통해 RFID 기술을 도입할 수 있는 업무 영역을 분류하고 구체적인 시나리오(RFID를 도입하여 재구성되는

업무프로세스) 및 요구 기술 및 H/W스펙에 대한 정의가 도출 될 수 있다.

[표 2] RFID 기능 수준별 분류

계층	내용
Core Layer	존재파악, 출입통제, 위치추적, 권한레벨조정, 재고파악(도난) 등
Data Process Layer	Core Layer의 기능들을 조합한 데이터베이스와연동하는 데이터의 흐름관리
Application Layer	하위 레벨의 기능과 다른 시스템과 연계하여 새로운 기능을 조합

본 연구에서는 이러한 도출된 기능의 종류를 [표2]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, 종적추적 기능 등이 있다. Data Process Layer는 Core Layer의 결과 값을 DB에 입출력하는 기능이 해당되며, Application Layer는 Data Process Layer에서 나온 결과를 가지고 복합 연산을 이용하는 기능이라 할 수 있다.

### 5.1.1 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 [표 3]과 같은 RFID 시스템 Core Layer의 요구분석을 위한 기능표를 활용하여 최대한 신속히 진행할 수 있도록 하였다.

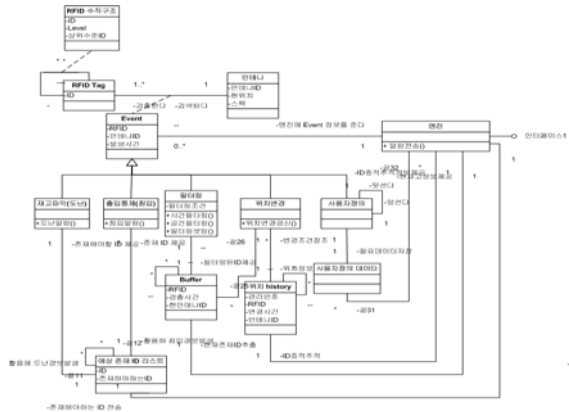


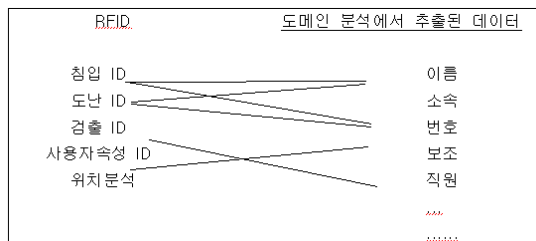
그림 5 Core Layer의 기본 Class Diagram

[표3]Core Layer의 요구분석을위한 기능표

안테나#	기능	사용여부	제한사항	비고
1	침입알림	○		
	분실알림	○		
	위치추적	○		
	사용자정의1	×		
	사용자정의2	×		

### 5.1.2 RFID 시스템 Data Process Layer 요구사항 분석

Data Process Layer는 Core Layer의 결과값을 DB에 입출력하는 기능이 해당되며 따라서 본 연구에서는 요구사항 분석을 위하여 [그림 10]과 같은 Data Matching process Diagram을 설계하였다. 이 다이어그램은 RFID와 RFID의 정보를 매칭하기 위하여 본 연구에서 제안한 모델이다. (아직 복합 연관인 경우를 표현하기 위하여 조금 개선이 필요하다.) 활용 방법은 Core Layer 속성값을 왼쪽에 도메인 분석에서 추출된 속성값은 오른쪽에 놓고 연결이 필요한 데이터 속성들을 연결한다 이 연결을 통하여 필요한 데이터베이스와 연결된 요구기능을 신속히 추출할 수 있다.



### 5.1.3 RFID 시스템 Application Layer 요구사항 분석

회의를 통해 개선, 구현하기로 결정된(혹은 발건된)프로세스를 분류하고 이에 대한 요구사항 수집 결과를 가지고 의뢰인과 의사교환(Present Result to Client)과정을 거치게 된다. 이렇게 최종적으로 구현하고자 하는 프로세스가 정리되고 나면 이를 구현하기 위해 필요한 RFID의 기능을 Core Layer의 기능을 통해 구현될 수 있는가를 검토하게 된다. 즉 제시된 기능이 RFID도입을 통해 실제로 구현 가능한 것인지를 검토하는 것이다. 만약 구현이 불가능하다면 제시된 기능의 축소, 변경을 통해 다시 재검토해야 할 것이다.

### 5.2 설계와 구현단계

설계단계와 구현단계에서는 4장에서 구분된 3가지 Layer에 대해 다음과 같은 다른 접근방법을 사용하게 된다.

#### 5.2.1 RFID 시스템 Core Layer

Core Layer의 설계단계와 구현단계에서는 RFID 시스템에서 사용되는 공통기능들로 구성된다. 따라서 모듈들의 셋팅값과 사용유무를 선택하는 내용을 중심으로 전개해 나간다.

#### 5.2.2 RFID 시스템 Data Process Layer

Data Process Layer의 설계와 구현단계에서는 데이터베이스 구조를 중심으로 구축하고 ID와 정보를 연결하는 기능을 중심으로 전개해 나간다.

#### 5.2.3 RFID 시스템 Application Layer

Application Layer의 설계와 구현단계에서는

다른 시스템과의 연동과 새로운 기술에 대한 기능 설계와 구현을 중심으로 전개해 나가게 된다.

## 6. 결론 및 향후 연구과제

RFID 시스템 구축은 RFID의 활용을 극대화하기 위해서는 하드웨어와 소프트웨어 개발이 여러 분야에 동시다발적으로 진행되어야 한다. 하지만 기존의 설계 방법론으로서는 소프트웨어 생산성에 문제가 생길 수 있다. 예를 들어 하나의 제조회사에 시스템을 구축했다고 하면, 이 회사의 공급 업체들과 납품업체도 이 시스템을 구축하게 되는데, 기존의 설계 방법론으로 시스템을 구축하게 된다면 시간과, 인력, 자금, 생산성에 있어서 많은 로스가 생기게 된다. 이를 극복하기 위하여 본 연구에서는 생산성을 극대화하기 위한 새로운 RFID 개발 방법론을 제시하였다. 새로운 RFID 시스템 개발 방법론은 RFID 시스템의 중심이 되는 Core 부분이 공통된 다수의 기능을 가지고 있기 때문에 시스템을 구축 후에 다른 시스템을 구축하는데 있어서 공통이 되는 부분을 미리 설계된 양식을 재활용하고 상위 Application 부분만을 설계를 함으로써 고 생산성을 유지할 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