

생산공정의 입출고관리시스템에 관한 연구

I/O materials management system

박종혁, 한정수
백석대학교

Park Jong-Hyuk, Han Jung-Soo
BaekSeok Univ.

요약

본 연구는 생산 공정의 입출고관리시스템에 관한 연구이다. 기존의 자재 관리 시스템은 바코드를 이용하는 경우가 많지만 대부분의 업체는 많은 불편함을 호소하고 있다. RFID 기술을 입출고관리시스템에 적용하면 자재의 정보를 효율적으로 관리할 수 있고 수작업의 감소로 인해 시간과 비용을 절감할 수 있다. 본 연구는 생산 공정의 입출고관리시스템을 위해 입고 프로세서, 출고 프로세서, 재고 프로세서, 자재소요량프로세서를 설계하였다. 이러한 프로세서를 검증할 수 있도록 사용자 입장에서 평가하여 검증한다.

Abstract

This is a study on I/O materials management system of production line. They usually use bar code in existing materials management systems but there are many difficult factors. If RFID technic is applied to I/O materials management system, we can manage information of materials efficiently, and save time and cost by decreasing works. In this paper, for I/O materials management system of production line, I/O materials management system, warehousing processor, deiver processor, raise processor, material requirement processor and processor, Also we verify these processors in a point of user view.

I. 서 론

네트워크의 발달로 정보의 교환이 온라인 화되고 이들 데이터를 활용하여 자동처리 시스템 구현이 증가하고 있다. RFID는 리더의 안테나를 통해 비 접촉 태그의 정보를 이용한다.[1] 네트워크에 RFID를 이용한 센서 기능을 추가한 것이 USN(Ubiquitous Sensor Network)이다.[2] 컨버전스(Convergence) 기술의 일반화, 광대역화, 정보기기의 저가격화 등이 없이는 모든 정보기기에 통신 능력을 부여하는 것이 어렵기 때문이다. RFID를 응용한 자산관리 시스템, 출입관리 시스템, 재고관리 시스템 등 여러 시스템들로 발전하고 있다.

따라서 본 연구는 RFID를 이용하여 생산 공정의 입출고관리시스템에 관한 연구를 하였다. 기존의 자재 관리 시스템은 바코드를 이용하는 경우가 많다. 바코드 기술은 적은 비용으로 자재 관리를 할 수 있는 장점이 있지만 대부분의 업체는 많은 불편함을 호소하고 있다. 하지만 RFID 기술을 입출고관리 시스템에 적용하면 자재의 정보를 효율적으로 관리할 수 있고 수작업의 감소로 인해 시간과 비용을 절감할 수 있다. 입출고관리 시스템 구현을 위해 입고 프로세서, 출고 프로세서, 재고 프로세서, 자재소요량 프로세서, 상황 인식 프로세서를 설계하였다. 이 시스템을 위해 400MHz 대역과 900MHz 대역의 주파수를 이용하여 태그와 리더간의 커뮤니케이션을 한다.

400MHz 대역의 주파수는 창고 내에서, 900MHz 대역의 주파수는 창고나 각 공정의 입출고관리를 위해 사용된다. RFID 기술을 접목한 입출고관리시스템은 입고 프로세서, 출고 프로세서, 재고 프로세서, 자재소요량 프로세서, 상황 인식 프로세서를 설계하여 사용자 입장에서 평가하여 검증한다.

II. 관련 연구

1. RFID 시스템

RFID 기술을 도입하여 제품을 추적 및 관련된 정보를 이용하여 업무 효율과 서비스의 질을 높일 수 있다. RFID시스템은 태그, 리더, 미들웨어 및 응용 인터페이스로 구성된다.

[표1]은 본 시스템에서 도입한 장비의 내역이다. 각각의 장비들은 유무선 통신망을 이용하여 정보를 송·수신한다. 태그는 자재에 부착되며 그에 대한 정보를 가진다. RF 캐리어 신호를 리더로부터 수신 받아 태그는 위상이나 진폭을 변조하여 리더에게 송신한다. 송신된 데이터를 리더가 복조하여 태그의 정보를 해독한다. 리더는 태그의 정보를 읽어 태그와 송·수신하는 기기이며 태그에서 수집된 정보를 미들웨어로 전송한다. RFID 리더의 종류는 고정형, 이동형, 카드형 등이 있다.[3] 본 시스템에서는 창고나 생산라인등과 같은 실내에서 태그와 송수신하

기 때문에 고정형을 사용한다. 리더는 자재의 정보를 수집 처리를 하며 태그와는 무선으로, 미들웨어와는 유선으로 통신한다. 미들웨어 중 서버는 자재의 정보를 활용하여 입출고 관리, 상태 관리, 위치 관리, 불량률 관리 등의 프로세서를 처리한다. 무선중계기는 서버와 무선 단말기 사이의 통신을 담당한다. 응용 인터페이스는 무선 단말기를 사용하여 구축하고 사용자에게 서버에서 관리되는 프로세서를 효율적으로 보여주는 역할을 한다. 모든 구성 요소들은 상호 연결하여 계층적으로 조직화되며 데이터베이스를 이용하여 정보를 관리한다.

【표 1】 도입 장비 내역

항목	내역
주파수	124Khz
태그	수량 : 30000개 종류 : Passive Type Reading 거리 : 1-5m 이내, 최대 100m
리더	수량 : 20개 감지거리 : 최대 100m 인식속도 : 최대 450ms
미들웨어	서버 운영체제 : MS Windows Server 2003 데이터베이스 : Oracle 9i
	중계기 802.11A, 802.11G Network 지원
단말기 (인터페이스)	운영체제 : 포켓 PC 2003 CPU : 인텔 400Mhz 이상

2. 주파수

RFID 관련 주파수는 5개의 주파수 대역(135kHz, 13.56MHz, 433MHz, 900MHz, 2.45GHz)의 이용이 가능하다. 한국은 현재 135kHz, 13.56MHz, 908.5~914MHz의 3개의 주파수 대역에서 RFID가 사용 가능하다. RFID의 이용 요구가 높아지는 가운데 전파의 특성이나 각국의 주파수대 이용을 근거로 하는 새로운 주파수대를 이용하자는 요구가 높다.

RFID시스템은 저주파(124kHz, 134kHz), 고주파(13.56MHz), 극초단파(433.92MHz, 860~960MHz) 및 마이크로파(2.45GHz) 등 여러 무선주파수 대역을 이용하며, 주파수 및 마이크로파(2.45GHz) 등 여러 무선주파수 대역을 이용하며, 주파수 대역별로 응용분야가 다르다. 본 시스템의 일부 자재에는 433.92MHz 대역의 주파수로 자재의 위치관리와 상태 관리에 사용한다. 860~960MHz 대역은 전 세계적인 유통, 물류 등의 용도에 가장 적합한 대역으로 전망된다. 극초단파(860~960MHz)은 인식거리가 10m 이내로 IC(integrated circuit) 기술발달로 저가 생산이 가능하다. 다중 태그 인식 거리와

성능이 다른 주파수보다 뛰어나다. 따라서 본 시스템의 자재관리를 위해 860~960MHz 대역을 사용한다.

III. 자재관리 시스템

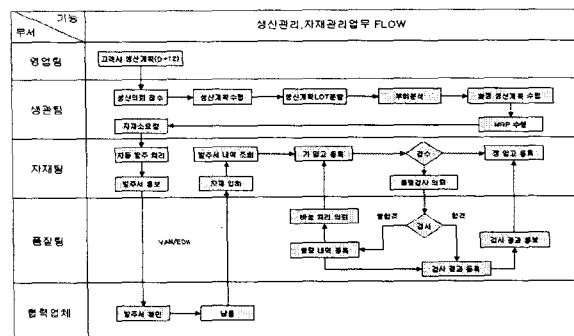
1. 자재관리 Workflow

일반적으로 제조기업과 관련된 자재관리 업무 흐름은 고객업체의 발주데이터를 FAX나 VAN망을 통해 받아서 제조기업 생산 부서의 부하분석을 통하여 생산계획을 수립하고, 제품에 대한 Sub자재를 BOM(Bill of Materials)을 통해 확인한 후, 최종적으로 재고를 감안한 자재소요량을 산출한다.[4]

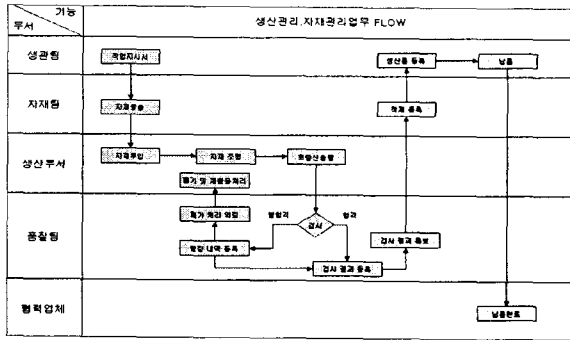
[그림1]은 제조기업과 자재공급사간의 자재관리의 업무흐름을 보여주고 있다. 영업팀에서 고객업체의 소요계획을 잡아 납품계획이 수립되고, 이에 따라 생산관리팀에서 생산 계획을 수립한다. 생산 계획에 따라 LOT (lapped orthogonal transfer) 분할을 한 후, 부하분석(능력소요계획)을 고려하여 확정생산계획이 수립된다. MRP (material requirement planning)를 수행하는데 이는 수립된 생산계획을 반영하여 자재의 기본정보, BOM 정보, 자재재고정보를 감안하여 자재소요량을 산출한다. 자재팀에서 발주처리를 하면 거래업체는 이에 따라 납품을 한다. 이러한 작업은 그 수량에 따라 많은 시간과 노동력을 요구한다.

[그림2]는 자재팀은 생산관리팀에서 보내온 작업지시서에 따라 각 공정에 자재를 투입한다. 생산 부서에서 자재팀으로 해당 자재를 받는다. 자재팀에서는 출고된 자재를 자재관리시스템에 입력하여 출고처리를 한다. 품질팀에 불량을 의뢰하고 불량 검사를 통해 폐기 혹은 납품을 결정한다. 품질팀에 의해 납품이 결정된 최종 산출물을 고객사에 공급한다.

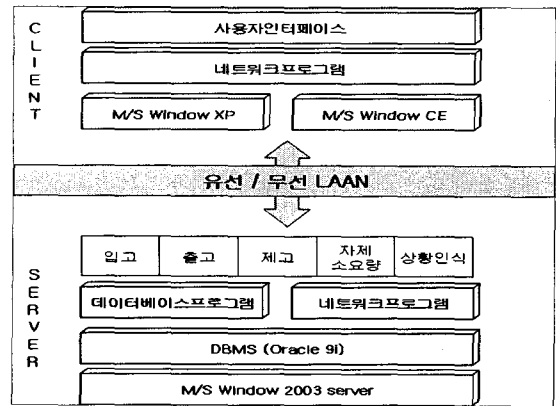
자재의 종류는 크게 두 가지로 나뉜다. 최종 생산품을 조립하기 위한 자재와 공정의 기계가 훼손, 마모 등의 이유로 교체 또는 수리를 요할 때 이를 위한 부품 자재가 있다. 부품 자재를 관리할 프로세스가 필요하다.



▶▶ 그림 1. 자재공급사간의 자재관리 업무흐름



▶▶ 그림 2. 생산 공정에서 자재관리 업무흐름



▶▶ 그림 3. 시스템 구성도

2. 시스템 구성도

입출고관리시스템 구현을 위한 소프트웨어 구성도는 [그림3]과 같이 구성된다. 시스템은 크게 서버와 클라이언트로 나뉜다. 서버에서 DBMS는 관계형 데이터베이스 오라클 9i를 사용하고 운영체제는 윈도우 2003 Server 기반의 데이터베이스 프로그램과 네트워크 프로그램으로 구성된다. 자재관리시스템은 발주, 입고, 출고, 재고, BOM, 상태관리, 위치관리, 불량관리 프로세서의 8개의 단위 모듈로 구성된다. 각각의 단위는 모듈은 사용자들의 요구에 의해 자재관리시스템에서 필요한 기능을 수행하게 된다. 클라이언트는 PC와 휴대용 단말기(PDA)가 있다. PC에서는 윈도우 XP 기반의 통신 프로그램과 사용자 인터페이스로 구성된다. 휴대용 단말기에서는 윈도우 CE 기반의 통신 프로그램과 사용자 인터페이스로 구성된다. 사용자 인터페이스와 각 프로그램은 Visual C#.NET을 통해 사용자에게 편리한 윈도우 구조로 개발한다. 이러한 서버와 클라이언트는 무선 또는 유선으로 통신한다.

오라클 9i는 향후 발생하는 리스크에 대한 지원, 대용량 데이터 처리를 위한 확장 및 성능, 함수, 프로시저, 프로그래밍 인터페이스 등 프로그램 개발의 편의성의 장점이 있다. 윈도우 2003 Server는 윈도우 XP와 거의 유사한 환경과 비교적 가벼운 운영체제로서 개발자에게 편의성을 제공한다. 윈도우 CE는 모바일 디바이스용 윈도우로서 사용자에게 편리한 인터페이스를 제공하고 개발자를 위한 컴포넌트와 API를 제공한다. 네트워크 프로그램은 TCP/IP 소켓 프로그래밍을 이용한다. 소켓 프로그래밍은 비교적 단순하면서 윈도우즈 기반의 멀티 쓰레드를 사용하기 편리하다. Visual C#.NET은 다양한 클라이언트와 다양한 애플리케이션 등을 통합한 서비스를 제공한다. 데스크톱뿐만 아니라 PDA, 핸드폰, PC, 모바일 등의 씰클라이언트(Thin Clients)와 웹 서비스, 리모우팅 서비스, 닷넷 응용 프로그램 등을 지원한다. 또한 인터넷의 분산 환경에서의 웹 응용 어플리케이션 개발이 가능하다.

3. 프로세서

3.1 입고 프로세서

수입검사에서 합격한 자재를 실물인도 받고 수량 및 외관을 확인한 후 접수리스트를 받는다. 실물을 원자재 창고로 입고 후 작업자의 책상에서 SAP R/3에 접속하여 접수리스트 상의 접수 전표 별로 건건이 입고처리를 한다. 이 과정에서 실물과 정보와의 차이에 대해서는 확인하기 어렵다. 이를 위한 자재 이미지 확인을 위해서는 작업자의 책상에서 화면을 열어 이미지를 확인해야 한다.

3.2 출고 프로세서

생산지시 이후 원자재 창고에서 자재를 출고되는 프로세스를 자동창고의 경우의 대해 예로 들겠다.

- ① SAP R/3에서 생산 오더가 확정되면 자재창고 담당자는 출고계획을 수립한 후 자재출고처리를 한다.(정보 상에서 출고처리 됨).
- ② 출고대상 자재에 대해 SAP R/3에서 출고 대상리스트를 바코드 라벨로 출력하여 각 출고 담당자에게 출고를 지시한다.
- ③ 출고담당자는 출고대상 바코드 라벨을 찾아와서 담당 자재를 자동 셔틀(shuttle)의 입력판(keypad)에 자재코드를 입력하여 해당자재를 찾아오고, 자재에 바코드라벨을 부착한다.
- ④ 각 오더 별로 자재를 모아서 제조라인으로 투입시킨다. 위의 과정에서 저장위치 정보를 잘못 관리할 경우 출고담당자는 실물과 자재코드의 일치 여부를 확인하기가 어려워 잘못된 자재를 출고할 위험에 처할 수 있다. 이를 위해 피킹(picking)한 자재에 대한 실물이미지를 확인할 수 있도록 실물 이미지가 등록된 시스템이 있는 경우에도 창고의 저장 위치마다 컴퓨터를 위치시켜야 하므로 창고가 넓을 경우 고비용 저효율을 초래할 것이다.

3.3 재고 프로세서

연 2회 상반기 및 하반기에 재고실사를 수행하여 실물과 정보시스템(SAP R/3)상의 차이분을 보정하고 있다. 재고실사를 위해서는 제조의 라인이 운영되지 않는 상태에서 수행해야하므로 관리종수가 많은 경우 2~3일씩 걸릴 수 있다. 그러나 제조라인 운영을 위해 며칠씩을 소비할 수 없으므로 재고실사 약 한 달 전부터 제조라인이 운영되지 않는 휴일이나 야간을 이용해 장부(SAP R/3)재고와 실물재고를 비교하여 차이분을 기록해 두었다가 다시 확인하는 작업을 여러 번 반복해서 재고 실사 일을 하루 정도만 가져가도록 한다. 이를 위해서 제조라인 운영에 방해를 하지 않도록 하기 위해 특근 및 야근을 통해 재고조사를 하고 있다.

3.4 자재소요량 프로세서

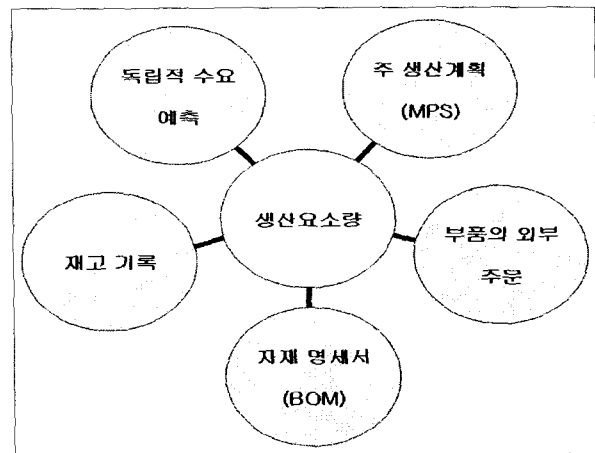
자재소요량 프로세서는 생산일정계획, 완제품재고관리, 재고계획을 수립하는 프로세서이다. 생산일정계획은 생산계획을 수립하고 최종 생산물에 투입되는 자재의 종류와 수량을 판단한다. 완제품재고관리는 적재창고에 적대된 완제품의 관리를 한다. 재고계획은 시장의 변화에 맞추어 적재창고에 어느 정도의 제품을 적재할 것인가를 판단한다. 자재소요량 프로세서는 재고에 대한 투자를 최소한으로 유지하고 시장 변화에 민감하게 반응할 수 있도록 한다. 자재 소요 계획 아래에서 재고관리 장부에 기록하는 부기(bookkeeping) 중심이 아니라 실제로 행동을 취하는 행동위주 관리이다. 주문량, 소요량, 적용 범위, 주문조치에 대한 즉각적인 조치를 가능하게 한다. 이 프로세서는 생산관리팀, 자재팀, 각 생산부서에서 접근하여 사용한다.

따라서 자재소요량 프로세서는 생산 계획을 수립하고 현재 자재창고의 현 재고량을 조사한다. 그리고 적재창고의 완제품의 수량을 확인하여 최종 자재 소요량을 측정하는 프로세서이다.

3.5 상황인식 프로세서

일반적인 컴퓨터 시스템은 사용자의 입력 값에 상응하는 출력 값을 만들어 낸다. 그러나 상황인식의 응용에서는 사용자의 상태, 물리적인 환경, 컴퓨팅 자원의 상태, 기존 정보를 통한 분석 등의 상황 정보를 통해 상황에 맞는 결과 값을 제공한다[5]. 응용이 사용되는 상황에 따른 변환에 적응적(adaptive)으로 서비스를 제공하며, 사용자 환경에 대한 탐지(Detection)와 센싱(Sensing)을 통해 컴퓨터 자원 및 서비스를 최대한 활용할 수 있다[6]. 상황인식 처리 기술의 요소는 상황 정보를 담고 있는 RFID를 탐지하는 기술, 서버에서 상황 정보 표현 및 DB 기술, 관련 상황을 검색하는 기술, 상황에 따른 서비스를 자동으로 처리하는 기술이 필요하다. 이러한 기술은 사용자가 휴대용 단말기를 가지고 언제 어디서나 컴퓨팅을 수행할 수 있다.

위치관리는 각자재의 위치를 파악한다. 주문 프로세서에 의해 창고에 입고된 자재는 서버에 등록된다. 등록된 자재는 상태관리 프로세서에 의해 관리되다가 자재가 필요한 공정에 투입되면 상황인식 프로세서가 관리하게 된다. 어떤 부서를 통해 자재가 사용되었는지 실시간 정보를 제공한다. 불량률 관리는 투입된 자재가 어떤 목적으로 사용되고 성공적으로 적용되었는지에 대한 정보를 제공한다. 실시간으로 자재가 공정에 투입되었고 성공률이 얼마인지를 확인할 수 있다.



▶▶ 그림 4. 소요량 측정 요소

IV. 성능평가

본 연구에서는 설문지를 통해 사용자가 직접 평가하도록 한다. 설문지의 item은 시스템 품질, 정보 품질, 서비스 품질, 사용 편의성, 만족도, 신뢰성, 잠재적 위험, 이용 효과이며 각각 세부 측정 항목을 정의한다[7]. 각 항목별로 중요도에 따라 가중치를 준다. 시스템에 중대한 영향을 미치는 항목의 가중치는 1, 시스템 향상에 도움이 되는 항목의 가중치는 0.75, 시스템에 서비스적인 요인으로 작용하는 항목의 가중치는 0.5로 한다. 사용자는 매우 만족 1, 만족 0.75, 보통 0.5, 불만족 0.25, 매우 불만족 0.0으로 한다. 각 항목의 가중치와 사용자가 평가한 점수를 합하여 평균을 구한 후 각 항목의 점수를 더해 평균을 구한다. 평균 점수가 0.75 이상이면 시스템의 도입의 타당성이 입증된다. 평가는 현재 시스템을 도입한 업체의 관계자 10명에서 설문조사를 실시한다.

[표2]은 본 연구의 시스템을 평가 기준에 따라 평가한 결과이다. 시스템 품질, 신뢰성, 잠재적 위험은 가중치를 1로, 사용 편의성, 이용 효과는 가중치를 0.75로, 서비스 품질은 가중치를 0.5로 한다. 사용자가 평가한 점수를 분석하면 대부분 매우 만족한다는 내용을 볼 수 있다.

[표 2] 입출고 관리시스템 성능평가

Item	Detail	Weight	User	AVE
시스템 품질	시스템 처리 속도	1	0.75	0.875
	시스템 안정성	1	1	1
	장애가 없어 항상 이용 가능	1	0.75	0.875
정보 품질	산출 정보 정확성	1	1	1
	화면 구성의 적절성	0.75	0.75	0.75
	정보의 업무 적절성	1	1	1
	정보의 적시성	1	1	1
서비스 품질	오류 자동 수정	0.5	1	0.75
	신속한 문제 해결	0.5	1	0.75
사용 편의성	사용 방법 배우기 쉬움	0.75	1	0.875
	다양한 단말기 활용 가능	0.75	0.75	0.75
	간단한 조작, 쉽고 편리한 기능	0.75	1	0.875
만족도	기대에 부응	0.5	1	0.75
	산출정보 적극 활용	0.5	1	0.75
	전반적 만족도	0.75	1	0.75
신뢰성	통신상의 데이터 신뢰	1	0.75	0.75
	서버의 데이터 관리 신뢰	1	1	1
	태그 인식 신뢰	1	0.75	0.875
	관리 정보 신뢰	1	1	1
잠재적 위험	기업 정보 누출 위험	1	1	1
	영업 정보 누출 위험	1	1	1
	개인 정보 누출 위험	1	1	1
이용 효과	업무 처리 속도 향상	0.75	1	0.875
	업무 처리 정확성 향상	0.75	1	0.875
	반복 업무 절감	0.75	1	0.875
평 균				0.88

V. 결 론

RFID는 IC 칩과 안테나를 내장한 태그를 말한다. 이러한 RFID를 응용한 자산관리 시스템, 재고관리 시스템 등 여러 시스템들로 발전하고 있다. 특히 유통하는 물건에 부착하면 유통 시스템을 획기적으로 개선할 수 있다. 본 연구는 생산 공정의 입출고관리 시스템을 구현하였다. 입출고관리를 하기 위해 입고, 출고, 재고, 자재소요량 프로세서를 개발하였고, 이 시스템 구현을 입고, 출고 프로세서는 자재의 상태를 실시간으로 파악하여 공정에 투입되었을 때 최상의 상태를 유지하도록 했다. 재고 프로세서는 현재 자재가 어떤 창고 및 공정에 위치하는지를 알려줌으로서, 이를 통해 자재의 경로를 알 수 있게 하였다. 이 프로세서는 좀더 높은 정확성과 효율성을 끌어올리기 위해 상황인식 처리 기술을 도입함으로써 자재의 효율성을 증대시켜 불량률을 최소화하고 수작업을 자동화하여 시간과 비용을 절감하였다. 입출고관리시스템은 기존 시스템을 사용하던 사용자에게 새로운 시스템에 대한 거부감을 최소화, 생산력의 개선, 에러의 감소, 훈련의 감소, 사용자 수용의 증가를 가져왔다.

참 고 문 헌

- [1] Jim Del Rossi, "Distributed Considerations for RFID Deployment", 정보처리학회지, 제12권, 5호, September, 2005.
- [2] Fleisch, Elgar and Christian Tellkamp, "Business Perspectives on ubiquitous computing", M-Lab Working paper No4, University of St. Gallen, 2001.
- [3] Klaus, F. "RFID Handbook", John Wiley & Sons, Ltd, 2003.
- [4] 박정혁, 서기철, 문태수, "자동차부품기업의 UML기반 자재관리시스템 설계 및 구현", 한국정보시스템학회 논문지, pp.129-149, 2003.
- [5] A.K.Dey, "Context-Aware Computing : The CyberDe나 Project", Proc. of the AAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments, pp.51-54, Mar. 1998.
- [6] 김정기, 박승민, 장재우, "상황인식 처리 기술", 정보처리학회지, 제10권, 제4호, July. 2003.
- [7] 김성홍, 김진한, "유비쿼터스 정보시스템 성공모형에 관한 연구", 한국경영정보학회 하계학술대회 논문지, pp.145-154, 2004.