

논문 2010-4-17

스마트 파렛트 기반 부품공급시스템의 운영 효율성 증대를 위한 PDA 시스템

PDA System for Maximizing the Efficiency of Smart Pallet Based Parts Delivery System

이영두*, 구인수**

Youngdu Lee* and Insoo Koo*

요약 모듈화된 부품을 이용하여 완성된 제품을 만드는 제품완성업체는 효율적인 부품공급시스템을 통해 부품공급 업체로부터 적시에 조립라인에 부품을 공급받기를 원하며 이종부품에 대한 결품이 발생하지 않기를 기대한다. 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템은 이러한 요구를 만족시키기 위하여 수작업에 의한 과도한 이종부품확인 시간을 소비하는 기존의 바코드 기반 방식의 단점과 RFID 기반 방식이 가진 전송거리 제한 문제를 해결하고자 제안되었다. 본 논문에서는 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템이 가진 제한된 전력 문제를 보완하고 운영의 효율성을 극대화하기 위한 PDA 시스템을 제안하고 실제 구현하였다.

Abstract Products companies, which manufactures finished goods with modular parts, will expect that the proper parts should be delivered to assembly line not only just in time (JIT) but also just in sequence (JIS) and also expect that faulty goods will not be produced due to the delivery of wrong parts. In order to satisfy the above requirements, recently Smart Pallet based Parts Delivery system (SPPD) was proposed. SPPD system can overcome the drawback of bar code based part delivery system in which much time for checking proper and in sequence parts is wasted due to labors' working in hand as well as the drawback of RFID based part delivery system in which recognition distance of RFID is very limited. In the paper, a PDA system is proposed and further implemented to maximize the efficiency of SPPD's operation as well as to manage the limited power of smart pallets efficiently.

Key Words : 부품공급시스템, 생산공정자동화, 이종부품, 스마트 파렛트, PDA 시스템

1. 서 론

부품공급시스템은 부품공급업체에 의해 생산된 모듈화된 부품들이 제품완성업체로 납품되는 동태적 과정을 지칭하는 것으로, 여기서 모듈화된 부품의 납품이란 복수의 부품을 중간조립(sub-assembly)하여 모듈의 형태

로 최종 조립라인에 투입하는 것을 의미한다. 이러한 부품공급시스템의 주요한 배경이 되는 모듈 생산은 급격히 변화하는 수요자의 요구에 의해 제품의 생산 패러다임이 소품종 대량생산에서 다품종 소량생산으로 변화한 것에 기인한다.^[1]

현대에 이르러 모듈화된 부품을 생산하는 모듈 생산은 기술적으로 양적으로 진보된 형태의 생산 프레임을 만들어냈으나, 모듈 단위로 부품을 공급할 때 발생하는 단위 부품 규모의 증가와 재고에 대한 부담으로 인해 보다 정교한 공정관리가 요구 되고 있다. 이에 따라 생산의

*준회원, 울산대학교, 전기전자정보시스템공학부

**정회원, 울산대학교, 전기전자정보시스템공학부(교신저자)

접수일자 2010.6.16, 수정일자 2010.7.10

계재확정일자 2010.8.13

동기화, 즉 필요로 하는 부품이 제품완성업체의 조립라인에서 필요로 하는 시간에 맞춰서 공급되는 생산과 조립의 체계적인 동기 시스템이 더욱 필연적으로 요구되었다. 생산의 동기화 극대를 위하여 제안된 방법들로는 적시생산방식(Just-In-Time : JIT)^[1], 유연생산시스템(Flexible Manufacturing System: FMS)^[2] 및 컴퓨터통합생산(Computer Integrated Manufacturing: CIM)^[3] 등이 있다. 또한, 상기 모듈 생산은 제품완성업체들이 생산공정의 대부분을 외주화(outsourcing)한 상태에서 자신의 한정된 내부자원을 기획과 관리 기능에만 집중하게 함으로써 높은 생산의 유연성을 제공해 주었으나, 제품의 다양화로 인하여 이종부품에 의한 조립라인 멈춤 시간과 불량품 생산율이 증가하는 문제를 발생 시켰다. 여기서 이종부품이란 모듈화된 부품들이 유사종일 경우 육안으로 쉽게 구분 할 수 없으므로 인하여 잘못된 모듈 부품이 제품에 조립되는 것을 의미한다. 이종부품 문제를 극복하기 위하여 현재 개발된 대부분의 부품공급시스템은 바코드(Bar Code) 기반 방식으로 제품완성업체는 필요로 하는 부품들의 종류 및 순서를 바코드에 기반하여 분류하고 있다.

바코드 기반 부품공급시스템의 동작순서는 다음과 같다. 제품완성업체가 필요로 하는 부품들의 종류, 수량, 공급 순서, 공급시간 등을 담은 부품들의 직서열 정보를 각 부품공급업체들에게 전용 전산망을 통해 나눠주면, 각 부품공급업체들은 수신한 직서열 정보에 따라 공급할 부품을 생산한다. 그리고 각 부품을 식별하기 위해 바코드 라벨을 인쇄하여 부착한 다음, 제품완성업체에서 보내준 직서열 정보에 맞추어 부품을 담은 용기인 파렛트(pallet)에 부품을 적재하기 위하여 서열지를 인쇄하고 인쇄된 서열지에 따라 각 파렛트 별, 그리고 각 파렛트 내부에 나뉘어진 구획별로 부품을 적재한다. 이때 작업자들은 적재되는 부품의 바코드를 수작업으로 일일이 확인하여 올바른 부품이 적재되는지를 확인하는 이종부품확인 단계를 걸쳐 부품들을 적재하며, 적재 후 제품완성업체로 납품한다. 바코드 기반 방식은 바코드를 일일이 수작업으로 확인함으로써 이종부품확인 단계를 위해 많은 시간을 소요하고 이종부품을 미검출할 경우가 발생할 수 있다. 또한, 공장작업 환경으로 인해 이종부품을 확인하는 장소가 제한되고, 제품의 입출고 작업이 개별 제품별로 수행되므로 작업시간이 과다하게 소요되는 등의 단점들을 가지고 있다.

위와 같은 바코드 기반 부품공급시스템의 단점을 극복하기 위하여 제시되는 방법들 중 많은 관심을 모으고 있는 것이 RFID 기반 부품공급시스템이다. RFID 기반 부품공급시스템은 재사용 가능한 태그를 사용함으로써 재활용이 어려운 바코드 기반 방식의 인쇄된 서열지에 대한 비용을 제거하고, 태그의 빠르고 높은 인식률로 인하여 수작업으로 수행되는 이종부품확인 단계의 소요 시간을 대폭적으로 줄여준다. 또한, 다중태그인식기능으로 제품의 입출고 작업을 빠르게 수행하게 해준다. 그러나 태그의 가격 및 용도를 생각할 때 RFID 기반 부품공급시스템에서 사용되는 대부분의 태그들은 수동형이며 수동형 태그가 가진 전송 거리의 제약으로 인하여 여전히 제한된 장소에서만 이종부품확인 단계를 수행하며, 다른 종류의 부품이 혼재되어 적재되는 파렛트의 경우 여전히 수작업으로 이종부품확인 단계를 수행해야만함으로 수작업에 의한 소요시간을 제거 할 수 없다. 또한 공급하고자 하는 부품의 적재 및 하역 내역에 대한 모니터링을 실시간으로 수행하는데 한계가 있다.^[4-7]

스마트 파렛트 기반 부품공급시스템은 USN과 RFID 시스템을 결합하여 RFID 기반 부품공급시스템의 전송거리 제약 문제를 해결함으로써 이종부품확인 단계를 수행하는 장소의 제한을 극복하고, 파렛트의 구획별로 이종부품을 확인함으로써 혼재된 부품 적재시에도 이종부품을 확인하고, 서버와 파렛트 간의 통신을 수립함으로써 적재 및 하역 내역에 대한 모니터링을 실시간으로 수행한다. 그러나 스마트 파렛트는 제한된 전력 하에서 동작해야 함으로 에너지 효율적인 HW/SW 구동에 관한 연구가 필수적이다.^[8]

본 논문에서는 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템과 연동하여 동작하는 PDA(Personal Digital Assistant) 시스템을 제안하고 구현한다. PDA 시스템의 도입은 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템에서 가장 많은 에너지를 소비하는 표시부(디스플레이)를 제거 가능하게 하여 스마트 파렛트의 소비전력을 낮추고, 공장내 작업자들이 손쉽게 부품관리서버에 접속하여 각 스마트 파렛트의 적재정보 및 부품서열상태를 확인하고 필요에 따라 특정 스마트 파렛트에 적재 부품을 할당함으로써 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템의 효율성을 크게 향상시킨다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템을 간략히 기술하고, 다음 3장에서 제안하는 PDA 시스템을 기술한다. 4장에서는 실제

III. 제안된 PDA 시스템

다양한 형태의 전자수첩들이 발매되던 1993년, 애플사가 PDA의 파이오니어로 인정받는 제품인 뉴턴을 발매한 이래로 PDA는 축소형 컴퓨터로서 발전을 지속하여 현재에는 이동형 컴퓨팅 머신으로 그 모습을 갖추었다. PDA(Personal Digital Assistants)는 기능적으로 컴퓨팅의 근간이 되는 CPU, 메모리, OS 등을 갖추고 있으며, 급속도로 발전한 OS 및 저장매체로 인해 다양한 형태의 어플리케이션과 주변기기를 가지고 있다. 또한 작고 가벼워 휴대가 편리한 기기인 PDA는 빠르고 간편한 데이터 송수신을 필요로 하는 사용자에게 서버로의 무선접속을 제공함으로써 서버기반 응용 시스템의 지원도구로 많이 사용되고 있다.

본 논문에서는 PDA의 휴대의 편리함, GUI 인터페이스, 간편한 서버 접속 등의 장점들을 이용하여 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템의 효율성을 높이기 위한 PDA 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 공장환경에서 이동성이 강한 작업자에게 스마트 파렛트 단위로 스마트 파렛트의 상태정보, 부품적재정보 및 위치정보를 실시간으로 조회하는 기능을 제공하여 보다 효과적으로 스마트 파렛트가 작업자들에 사용 될 수 있도록 하며, 현재 스마트 파렛트의 부품적재정보를 표시하는 표시부를 PDA 시스템으로 대체 운영함으로써 표시부의 의한 과도한 전력 소비를 제거할 수 있다.

1. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 PDA 시스템의 시스템 구성은 그림 2와 같다. 시스템 내에는 2개의 무선 통신 표준이 이용되는데, 기존의 스마트 파렛트 그리고 부품관리서버와 연동하는 싱크 모트 간에는 Zigbee 프로토콜이, PDA와 부품관리서버 간에는 IEEE 802.11 프로토콜이 데이터 송수신을 위한 기반 표준으로 이용된다. 부품관리서버는 웹을 통해 외부에서 접속을 시도하는 PDA의 요청을 처리하기 위하여 하나의 웹 서버를 구동시킨다. 여기에서 웹 서버는 웹 서비스가 WSDL(Web Services Description Language) 서비스 인터페이스와 서비스 구현 문서를 이용하여 정적으로 호출되거나 서비스 타입 정의와 UDDI를 통한 서비스 구현을 검색함으로써 동적으로 호출될 수 있도록 하는 MVC(Model-View-Controller) 모델을 기반으로 구현되었다. 웹 서버의 구성은 servlet, WB(work bean), DAO(data

access object), VO(value object) 클래스로 구분되며, 클래스 단위의 동작은 다음과 같다: PDA가 웹 서버에 서비스를 요청(web request)하면, 웹 서버는 servlet 클래스를 통해 해당 요청을 접수하고 요청의 종류에 따라 대응하는 JSP(java server page)를 호출한다. 웹 서버는 다음으로 WB를 호출하여 DB(database)와 연동하기 위한 연결(connection) 및 DB 트랜잭션(transaction)을 설정한다. WB는 DB로부터 PDA의 요청에 따른 정보를 읽어오기 위하여 DAO를 호출한다. 웹 서버에서 VO는 각 클래스들에서 사용되는 변수의 값들을 저장하는 역할을 수행하는데 DAO에 의해 응답된 DB 데이터를 받아 화면까지 전달하고, 초기 servlet에 의해 호출된 JSP에게 자신이 저장하고 있는 데이터들을 전달하여 화면에 보여주도록 한다.

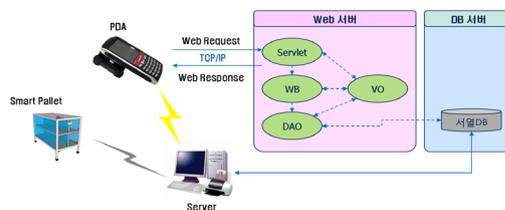


그림 2. 제안된 PDA 시스템의 구성도
Fig. 2. The system architecture of the proposed PDA system

2. PDA 시스템의 동작

공장 내의 작업자들은 각 스마트 파렛트가 현재 비어 있는지 출하되었는지 등에 대한 상태정보, 어떤 부품이 현재 적재되어 있는지를 나타내는 부품적재정보 및 각 스마트 파렛트의 대략적인 위치정보를 실시간으로 조회하기 위하여 휴대하고 있는 PDA로 웹서버에 접속한다. 웹 서버는 PDA의 요청에 맞추어 다른 JSP로 응답하는데 아래 표 1과 같다.

표 1. JPS 호출 리스트
Table 1. JPS call lists

파일명	화면명	화면설명
List.jsp	스마트 파렛트Key	스마트 파렛트의 아이টে를 선택하는 Key 부분을 출력하는 화면
List_Search.jsp	스마트 파렛트List	스마트 파렛트의 리스트 및 이중/위치버튼이 출력되는 화면
List_Detail.jsp	이중확인	선택된 아이টে 및 파렛트의 이중 확인 상황을 출력
List_Location.jsp	위치확인	선택된 아이টে 및 파렛트의 위치 정보 상황을 출력

PDA는 처음 접속시 메인화면인 List.jsp와 List_Search.jsp를 응답 받게 되며 이것은 그림 3의 (a)와 같다. 그림 3의 (a)에서 왼쪽에 있는 리스트는 스마트 파렛트의 ID 리스트를 나타내며 오른쪽에 있는 2개의 버튼은 각각 스마트 파렛트의 이중부품확인 상태와 위치 정보를 제공해 준다. 작업자가 만약 TA_PAL_3의 이중부품확인 상태를 보여주는 이중 버튼을 PDA 인터페이스를 통해 선택하면 List_Detail.jsp가 호출되면서 그림 3의 (b)가 화면에 나타난다. 그림 3의 (b)에서 17, 18은 스마트 파렛트 TA_PAL_3의 2개의 내부 구획을 나타내며 현재 T01과 T02라는 제품이 적재 되어 있고, 녹색 표시는 올바르게 물품이 적재되었음을, 적색 표시는 이중부품이 적재되었음을 나타낸다. 이와 같은 이중부품의 적재의 상태를 확인하는 것은 실시간으로 이루어지므로 스마트 파렛트의 외부 표시기인 디스플레이를 제거할 수 있으며 이로 인해 제한된 전력하에서 동작하는 스마트 파렛트를 더욱 에너지 효율적으로 운영할 수 있다. 만약 작업자가 그림 3의 (a)에서 TA_PAL_2 스마트 파렛트의 대략적인 위치를 알려주는 위치 버튼을 선택하면 그림 3의 (c)가 화면에 나타나며 작업자는 쉽게 공장내 어느 구역에 스마트 파렛트가 위치하는지 알 수 있다. 넓은 공장 환경에서 작업자들이 빈 스마트 파렛트의 대략적 위치를 아는 것은 필요한 파렛트를 찾는데 걸리는 시간을 크게 줄여 준다. 그림 3의 (c)에서 TA_PAL_2 스마트 파렛트는 왼쪽 상단이 원점(0,0)이며 150m * 20m 공장 환경에서 (20m, 5m) 좌표에 위치하고 있다.



그림 3. 제안된 PDA 시스템의 접속화면
Fig. 3. Access Interface of the proposed PDA system

IV. 제안된 PDA 시스템의 구현

본 구현에서 사용된 PDA 장비는 미네르바 사의 MKUH-300이며, 13.56Mhz 대역과 900Mhz 대역의

RFID 태그를 인식할 수 있는 RFID 리더 탑재 PDA이다. 개발환경은 다음과 같다: OS는 윈도우 CE, 웹서버로 Tomcat 5.5가 사용되었고, 데이터베이스로 Oracle 10g, 개발언어로 Servlet과 JSP가 사용되었다. MKUH-300은 제안된 시스템에서 on-line으로 부품관리서버에 등록된 스마트 파렛트 관련 정보를 조회 할 뿐만 아니라 탑재된 RFID 리더를 통해 필요에 따라 부품의 정보를 확인해 볼 수도 있다. 아래 그림 4는 MKUH-300 상에서 제안된 시스템의 구현된 화면을 보여준다.



그림 4. MKUH-300기반으로 구현된 PDA 시스템의 접속화면

Fig. 4. MKUH-300 based PDA system

V. 결론

효율적인 부품공급시스템은 제품완성업체의 생산성을 높이고 불필요한 재고 및 완성된 제품의 불량을 줄임으로써 생산이윤을 극대화 시키는 핵심적인 기술이라 할 수 있다. 부품공급시스템의 주요한 2 가지 기능은 적시에 제품완성업체의 조립라인에 부품을 공급하는 것과 이중부품에 의한 결품 발생을 막는 것이며, 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템은 이를 효율적으로 충족시키기 위해 제안되었다.

본 논문은 스마트 파렛트 기반 부품공급시스템의 운영 효율성을 극대화하기 위한 PDA 시스템을 제안하고 구현하였다. 구현된 PDA 시스템을 통해 공장 작업자는 실시간으로 부품관리서버에 등록된 각 스마트 파렛트의 적재 상태, 이중부품 확인 상태 및 위치 정보를 조회할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 조형제, “모듈화에 따른 부품공급시스템의 변화-생산의 동기를 중심으로-”, 경제와 사회, 비판사회학회, 제50권, pp.186-213, 2001년 6월
- [2] 조성열, 김해식, 이상완, “유연생산시스템에서의 작업 변화에 따른 동적 일정계획에 관한 시뮬레이션”, 한국산업경영시스템학회, 한국산업경영시스템학회 2003년 추계학술대회 논문집, pp. 77-80, 2003년 10월
- [3] 강영식, “CIM 구축을 위한 모형”, 한국산업경영시스템학회, 한국산업경영시스템학회 2003년 추계학술대회 논문집, pp. 319-322, 2003년 10월
- [4] 김상락, 안건태, “RFID기반 모듈화 부품 생산지원 시스템에 관한 연구”, 한국컴퓨터정보학회, 2008년 제38차 하계학술발표논문집, 제16권, 제1호, 2008년 06월
- [5] 문성계, 박진호, 류성열, 김종배, “RFID 기반 우편 물류체계 개선에 관한 연구”, 한국통신학회, 한국통신학회논문지, 제33권, 제10호, pp. 365-371, 2008년 10월
- [6] 안종윤, 양광모, 강경식, “RFID 파렛트 풀 시스템 개발에 관한 연구”, 한국산업경영시스템학회, 한국산업경영시스템학회 2003년 추계학술대회 논문집, pp. 350-353, 2003년 10월
- [7] 이재광, 김덕은, 류옥현, “RFID를 활용한 물류센터 관리 방안”, 한국전자상거래학회, 한국전자상거래학회지, 제6권, 3호, pp. 23-40, 2005년 9월
- [8] 이영두, 김상락, 공형윤, 구인수, “스마트 파렛트 기반 직서열 부품공급시스템”, 대한전자공학회 전자공학회논문지, 제47권 SC편 제1호, 36-41 페이지, 2010년 1월

저자 소개

이 영 두(준회원)



<주관심분야 : 인지무선시스템, 무선센서네트워크>

- 2007.2 울산대학교 전기전자정보시스템공학부 졸업 (학사)
- 2009.2 울산대학교 전기전자정보시스템공학부 졸업 (석사)
- 2009.3~현재 울산대학교 전기전자정보시스템공학부 박사과정

<주관심분야 : 인지무선시스템, 무선센서네트워크>

구 인 수(정회원)



<주관심분야 : 차세대 이동통신, 무선 센서네트워크>

- 1996년 건국대학교 전자공학과 졸업 (학사)
- 1998년 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업(석사)
- 2002년 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업(박사)
- 2005년~현재 울산대학교 전기전자정보시스템공학부 부교수