

## 무선 인터넷기반 실시간 정보 처리를 통한 판넬 공장의 효과적 운용방법 연구

장윤성<sup>†\*</sup>, 신종계<sup>\*\*</sup>, 이광국<sup>\*\*</sup>, 이장현<sup>\*\*\*</sup>

동경대학교 환경해양공학과<sup>\*</sup>, 서울대학교 조선해양공학과<sup>\*\*</sup>, 인하대학교 선박해양공학과<sup>\*\*\*</sup>

### Real Time Information Sharing Using a Wireless Internet Environment for Effective Panel Shop Operation

Yun-Sung Chang<sup>†\*</sup>, Jong Gye Shin<sup>\*\*</sup>, Kwang Kook Lee<sup>\*\*</sup> and Jang Hyun Lee<sup>\*\*\*</sup>

Dept. of Environmental and Ocean Engineering, The University of Tokyo<sup>\*</sup>

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University<sup>\*\*</sup>

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha University<sup>\*\*\*</sup>

#### Abstract

A prototype of MES(Manufacturing Execution System) applied to panel assembly shop is implemented by using .PDA(Personal Digital Assistant) and wireless database web server. The system is developed based on the Dot Net framework. The prototype can exchange the manufacturing execution data between production managers in the control room and workers in the factory through wireless internet communication. Manufacturing model of the panel shop is designed by using IDEF0 and UML method to understand the characteristics of the information and the data entities from the PPR-S view. Several issues in the shop were revealed from the manufacturing model analysis. The most typical problem was the lack of information sharing between the managing workers and the assembly workers. The problem prevents the workers and labors from sharing the process information and continuous workpiece flow in interactive way. To increase the information and data flow, a wireless internet based system is implemented and PDAs are linked together to exchange the process planning data and in-process data between the workers. It is anticipated that PDA and the implemented system can enable the process control at each process stages to obtain the well-organized operation.

※Keywords : Panel Shop(판넬공장), PPR-S(제품, 프로세스, 자원 과 일정), UML(통합 모델링 언어), PDA(휴대용 정보 단말기), Wireless internet (무선인터넷)

접수일: 2005년 6월 30일, 승인일: 2006년 3월 28일

† 교신저자: cys0419@snu.ac.kr, 02-882-3563

## 1. 서론

일품 주문형 (ETO: Engineering To Order) 생산의 특성을 가진 선박 건조는 제품의 설계, 조립 및 가공 특성이 복잡하기 때문에 정보 생성과 관리 및 자동화 장비 적용이 난해한 특징을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해서 제품 정보 관점에서는 선박 제품 모델을 이용한 설계 및 생산 정보의 통합에 대한 시도(유상봉과 전치우 1993)와 전사적 정보 시스템의 하나로써 조선 PDM 시스템 구현에 대한 연구(이장현 등 2005)등이 있다. 생산 자동화 및 생산성 향상을 위한 생산 일정 계획 최적화(김훈주와 이재원 1995) 및 일정 계획 시스템(Lee et al. 1997)개발 등에 관한 연구가 이루어져 왔다. 동시에 생산성 향상을 위해서 가공 방법에 대한 해석적인 연구(이장현과 신종계 2002)와 자동화 장비 개발(이박인 등 2002)에 대한 연구가 다양하게 이루어져 왔다.

정보 시스템이 발전한다고 하더라도 실제 부품 가공, 블록/의장 조립 공정에서 작업자에 의한 생산 활동을 실시간으로 파악하기 위한 체계를 갖춘으로서 일정 계획과 생산 관리 시스템, 그리고 전사적인 정보 시스템에서 계획 대비 생산 진척 상황을 파악할 수 있다. 이는 궁극적으로 제조현장 관리시스템(MES)으로 확장되어야 한다(Weygandt, 1996). 즉 MES 시스템은 생산 진척 관리를 통해서 생산성 향상과 관리 기법의 향상을 위한 도구로서 활용될 수 있다.

본 논문에서는 Gunasekaran and Ngai(2005)가 제시한 BOSC(Build-to-Order Supply Chain management) 시스템 무선 통신 수단과 무선 데이터베이스 통합 framework과 Michael & Taylor (2002)가 제안한 PDA를 활용방안을 이용하여 조선 제조현장 관리 시스템의 Prototype을 구현하고자 한다.

그 예제로서 판넬 조립 공장을 대상으로 생산 정보 운용 및 공유 측면에서 접근하고자 한다. 지금까지 판넬 공장의 생산성 향상을 위한 용접 자동화, NC-Marking 등의 자동화 장치는 상당한 부분이 개발되어 적용되고 있으므로 정보의 효과적인 운용 관리 및 공정 모니터링의 측면에서 접근하고

자 한다. PDA를 이용하여 판넬 공장의 작업 정보를 실시간으로 공유할 수 있는 체계 예를 구현함으로써 조립 공정 진행 정보 Monitoring 및 Control, 조립 실적 정보 집계, 자재투입 현황, 공정 지체 등의 파악이 가능하게 하여 MES 시스템의 기본 개념을 실제로 구현하고자 한다.

## 2. 판넬 공장 분석

### 2.1 판넬 공장의 개요

본 논문에서는 A 조선소의 판넬 공장을 대상으로 신동헌 등(2002)이 시도한 객체 지향 방법으로 제조 시스템을 분석하였다. 국내의 모든 조선소의 판넬 공장의 운영 방법이 동일하지 않으나 유사한 방법으로 판넬을 조립하므로 타 조선소 적용에도 유용할 것으로 보인다. 또한 본 논문에서는 판넬 공장의 구성은 총 9 Stages로 구성하였고, 각각의 Stage는 고유 기능을 하는 기계 단위 기준으로 Stage를 분류하였다.

### 2.2 판넬 공장 분석 및 제약 사항

본 논문에서는 제조 시스템을 PPR-S (Process, Product, Resource, Schedule)의 객체 그룹으로 나누어 생산 정보 분석을 분석하였는데 이는 기존의 Process, Product, Resource (PPR) 개념에서 조선업의 특성상 중요시 되어지는 Schedule을 확장 적용한 개념(신종계 등 2001~2004)으로 특정 조선소의 공장에서 생성되는 정보의 객체(ENTITY)를 PPR-S의 기준으로 나누어 모델링하는 개념이다. 본 논문에서는 판넬 공장 내부의 데이터 객체를 분류/분석하였으며 자재흐름(Material flow) 분석을 이용하여 판넬 공장에서 판넬 제조 공정을 Stage 별로 분석하였다. 마지막으로 이러한 분석 자료와 판넬 공장 작업자의 인터뷰를 통해 판넬 공장의 문제점 중 정보관리적인 측면의 문제를 분석하였고 이를 통해 다음과 같은 점을 알 수 있었다.

- 실시간 병목 공정을 파악하지 못함: 병목 공정 대처 미흡, 직장이 부분적으로 지체 공정을 후행화 시킴, 자동화공정은 조정 불가
- 작업 일정 계획과 실적 사이의 차이 발생으

로 인한 문제 발생

- 직/반장과 작업자간의 실시간 정보의 필요성 (긴급 전달 사항 등의 실시간 정보)
- 큰 작업장에서 작은 작업장으로 이동시 병목 발생의 최소화
- 판계, NC-Marking stage에서 중요 판넬 정보의 획득의 제약에 따른 비효율 발생

위와 같은 문제를 종합해 보면 먼저 판넬 공장의 규모가 크기 때문에 생산 정보의 관리상 한계가 있으며 또한 판넬의 정보 변경 시 공장내부의 조립 작업자까지 실시간으로 정보 변경에 대한 정보를 전달할 수 없기 때문에 문제가 발생한다는 것을 알 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 판넬 공장의 생산 정보를 효과적으로 관리할 수 있는 이동 작업이 가능한 모바일 무선 환경을 이용해 시스템을 설계하여 엔지니어부터 작업자까지 모든 작업과 관련된 인원이 실시간으로 정보를 공유할 수 있도록 하고자 한다.

본 논문에서는 설계된 시스템을 판넬 조립 공장에 적용하기 위한 운용 모델을 제시하였다.

### 3. 시스템 설계/ 구현

#### 3.1 시스템의 개념

판넬 공장의 정보 관리 상 문제는 생산 정보를 엔지니어와 판넬 공장의 조립 작업자가 함께 실시간 공유하여야 하나 실제 조선소의 판넬 공장에서는 정보의 흐름이 Top Down 방식으로 생산 정보가 엔지니어로부터 판넬 공장의 조립 작업자 까지 일방적으로 전달되는 경우가 대부분이어서 문제가 발생한다 할 수 있다. 따라서 판넬 공장내부의 생산 정보가 Button Up 방향으로도 정보가 흐른다면 더욱 효과적으로 생산 데이터를 엔지니어와 조립 작업자 간에 공유할 수 있을 것이며 이를 통해 생산성 향상에도 도움이 될 것이다.

Fig. 1 은 생산관리자(Engineer)와 작업자 사이에 웹서버를 운영하고 무선 PDA를 이용하여 정보를 교환하는 개념을 표현하였다. 판넬 공장 내부의 생산 정보를 엔지니어가 조립 작업자에게 전달해 주는 Top Down 방식을 탈피하여 생산 정보를

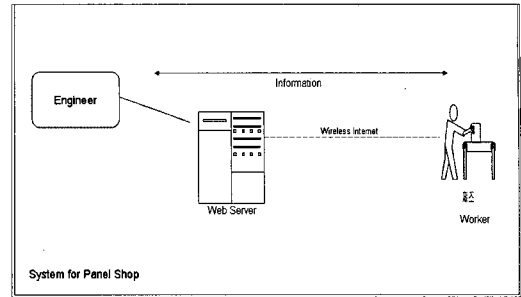


Fig. 1 Concept of the system design

판넬 공장의 모든 구성원 간에 생산 정보를 피드백(Feedback)하여 공유하는 시스템을 설계하였다. 공유된 정보는 무선인터넷을 이용하여 실시간으로 엔지니어와 조립 작업자까지 실시간 공유할 수 있도록 시스템을 설계 하였다.

#### 3.2 제조 시스템 모델

판넬 공장의 기능 특성, 데이터 및 정보 객체 특성, 프로세스 특성, 자원 특성을 파악하기 위하여 본 논문에서는 IDEF0와 UML(Unified Model Language) 방법을 적용하였다. 판넬 공장 시스템의 기능적 구조는 IDEF0을 이용하여 Fig.2와 같이 모델링하였으며, UML의 Sequence Diagram을 이용하여 Fig. 3과 같이 작업 및 공정 흐름을 모델링하였다.

#### 3.3 시스템 구현

판넬 공장의 생산 정보를 실시간 효율적으로 공유하고 관리할 수 있는 시스템을 설계하기 위해서 Fig. 4와 같이 판넬 생산 정보 관리 시스템을 설계 하였다. 이 시스템은 크게 엔지니어가 사용하는 Web server와 모든 작업자들이 사용하는 PDA 부분으로 구성하였다.

Panel shop의 Database 구축을 위해서 다음과 같이 논리적 정보 객체(Logical Data Entity) 정의 하였다.

- 판넬의 스케줄 정보
- 작업지시서
- 판넬의 특징 정보
- 판넬 작업 실적 집계 및 현황 파악 정보
- 작업자 정보

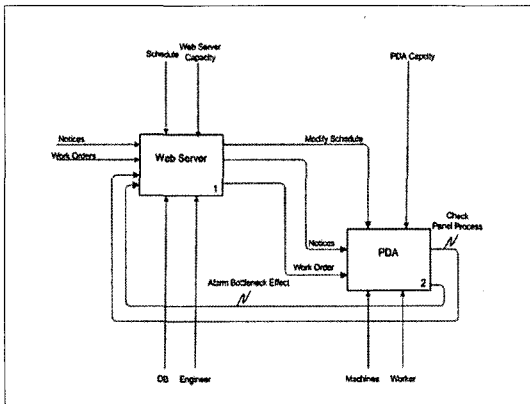


Fig. 2 System functional design by IDEF0

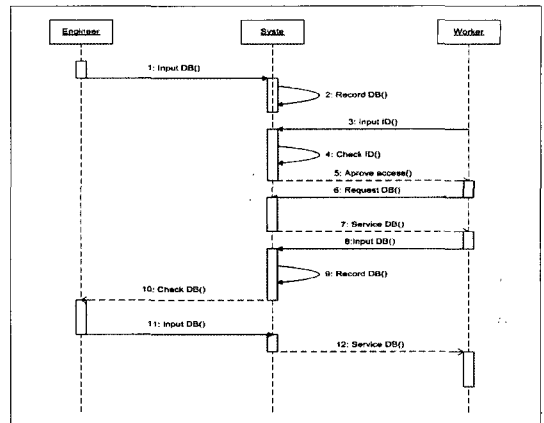


Fig. 3 Sequence of a working process

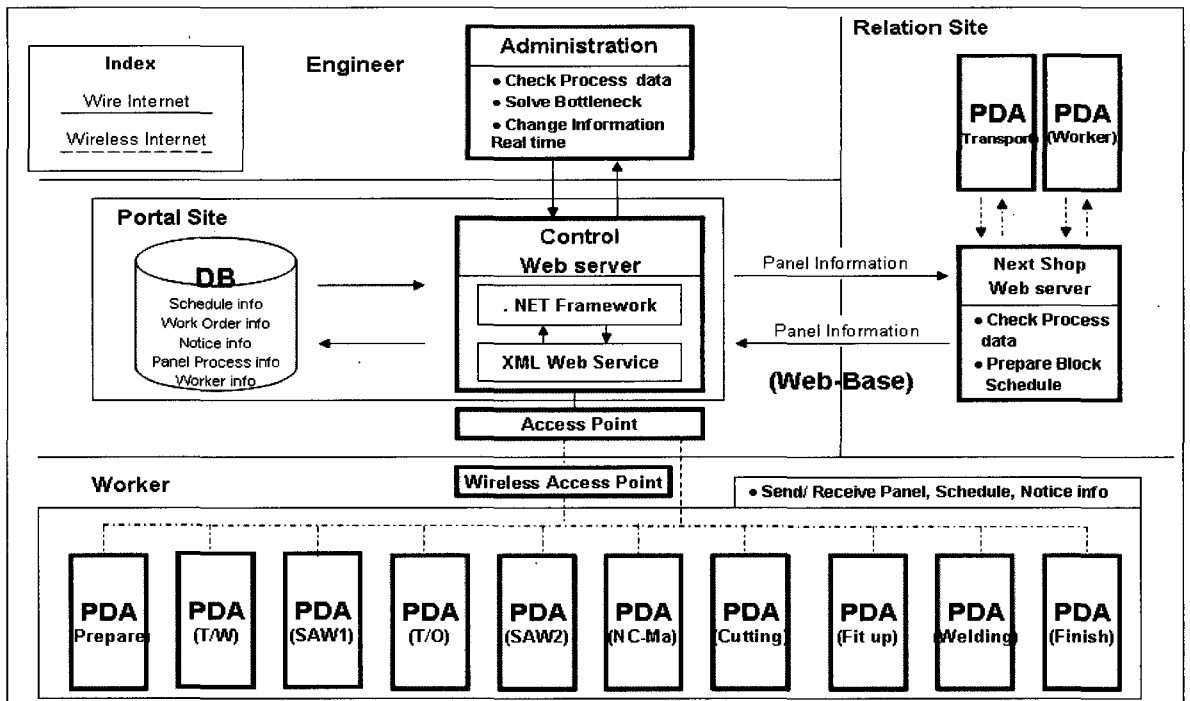


Fig. 4 Configuration of the data sharing system

위와 같은 정보 객체로 데이터베이스를 구성 하였으며 엔지니어와 작업자 사이에는 무선인터넷을 이용하여 판넬 생산 관련 정보를 실시간 송수신 할 수 있도록 설계하였으며 이를 통해 판넬 공장 구성원들이 생산 정보를 서로 공유하고 실시간 Feedback 할 수 있도록 하였다.

구체적인 시스템 운용은 Fig. 5 와 같이 판넬 공장에 각 Stage 내 작업자가 PDA를 사용하며 엔지니어는 Web server를 통해 각각 판넬의 스케줄 정보와 특이 사항 그리고 작업 지시를 입력할 수 있도록 설계하였다. 판넬 공장의 작업자들은 엔지니어가 입력한 판넬 생산 정보를 이용하여 판넬 작업을 실시하며 각각의 Stage에서는 판넬 작업이 종료 될 때 마다 작업자가 PDA를 이용하여 판넬 생산 정보를 다시 무선 인터넷을 통해서 Web server로 전달하게 된다.

이를 통해서 엔지니어는 실시간으로 판넬 작업 진척을 효과적으로 관리할 수 있으며 또한 중요한 판넬 생산 정보를 작업자와 쉽게 공유 할 수 있도록 하였다.

그러므로 엔지니어와 작업자들은 판넬 생산 정보를 실시간으로 파악 할 수 있어 작업자들이 판넬을 조립 시 발생할 수 있는 판넬 생산 정보 획득에 어려움을 해결할 수 있도록 설계 하였고 엔지니어는 이를 통해 생산 관리 준비 단계로서의 공정 설계, 일정 계획 및 작업지시로부터 실제 제조과정에서의 변동요인으로 반영한 일정계획의 수정, 계획대비 실적 및 공정 진행 정보를 효과적으로 시행할 수 있다.

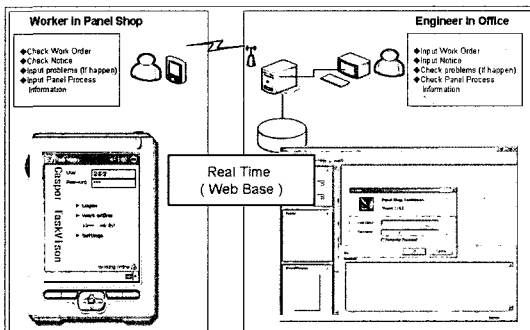


Fig. 5 Implementation diagram of the system

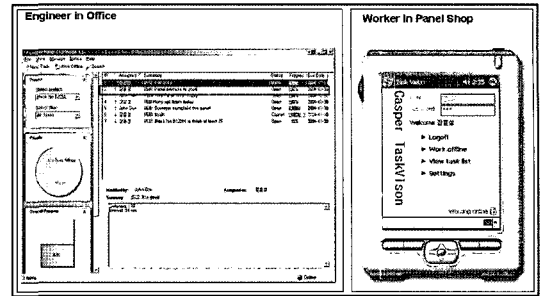


Fig. 6 GUI of both application in server and PDA

수집된 판넬 작업 진척 정보를 이용하여 엔지니어는 판넬 공장과 연관 있는 공장들에게 이 정보를 실시간으로 전파하여 다음 단계의 공장 혹은 생산 관련 공장에서 판넬의 생산 진척 사항을 고려한 효과적인 스케줄을 수립할 수 있도록 하였다. 또한 완성된 판넬을 다른 공장으로 운반할 때에도 무선 인터넷을 이용하여 관련 작업자들이 언제 판넬을 운반할 수 있는가를 예측할 수 있도록 하여 효과적인 운반 계획을 수립할 수 있겠다.

### 3.4 시스템의 세부 구성

본 논문에서 설계한 시스템을 세부적으로 보면 Fig. 6 과 같이 엔지니어가 사용하는 Web Server용 프로그램과 작업자들이 사용하는 PDA부분으로 이루어져 있다. 시스템 개발을 위해서 DOT NET Framework을 개발 환경으로 이용하였으며, 사용자 환경 등의 편리한 구축을 위하여 Microsoft社의 MSDN을 이용하여 시스템을 구현하였다. (Microsoft 2003)

공정 모니터링을 위한 stage 별 기준 진척도는 Fig. 7과 같이 각각의 Stage 당 단계를 분류하여 처음 준비단계를 10%라 하였으며 마지막 100%는 Finish Stage 로 표시하였다. 각 작업 판넬의 중요도는 Major, Medium, Minor로 구별하였다. Major는 작업 일정 계획보다 먼저 해야 할 작업을 표시하며 Medium은 작업 일정계획을 준수하여야 할 작업을 나타내며 Minor는 작업 진척에 따라 선택적으로 할 수 있는 자재로 표시하였다. 작업 실적 파악을 위해서 Open, Close, Deferred로 구별하였다. Open은 판넬 작업 중을 뜻하며 Close는

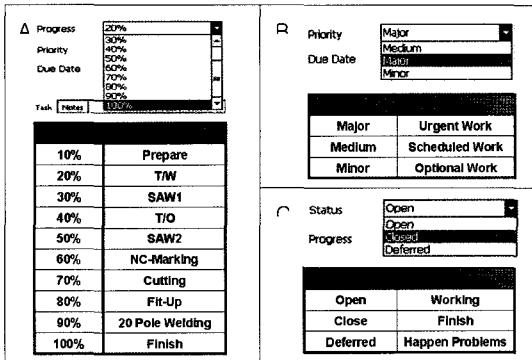


Fig. 7 Data entities for process monitoring and control

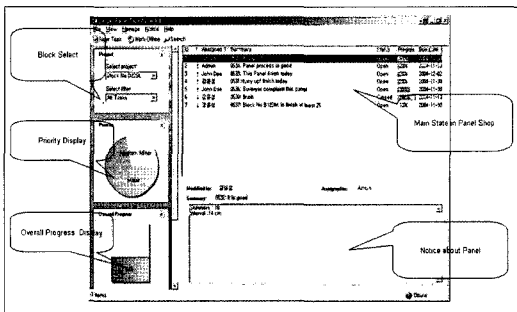


Fig. 8 User Interface for manufacturing control engineer

작업이 종료됨을 표시하고 Deferred는 문제가 발생 시 작업자가 표시하도록 하였다.

작업자용 정보 객체는 Fig. 8 과 같이 크게 5 개로 구성되어 있다.

- Block Select:
  - 블록 단위별 판넬 작업 선택
- Priority Display:
  - 작업의 중요도의 구성을 원 그래프로 표시
- Overall Progress Display:
  - 블록의 전체 판넬 작업 공정 확인
- Main state in a panel shop:
  - 각각의 판넬 작업당 현재 진척 사항 등의 표시
- Notice about Panel:
  - 판넬 작업 시 특이사항 표시

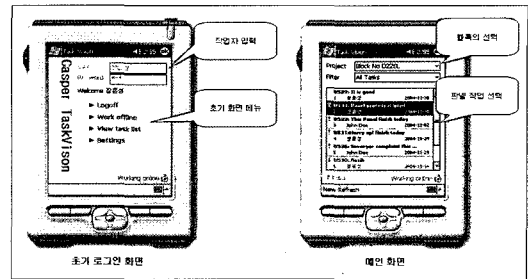


Fig. 9 Example of GUI on the PDA

사용자 접속 후 생산 관리자는 판넬작업에 관한 중요 사항을 한눈에 알아보며 통제할 수 있도록 시스템을 구성 하였다.

작업자용 PDA는 Fig. 9 와 같이 작업자 입력창과 초기 선택 메뉴 그리고 블록 선택 부분과 판넬 작업 선택 부분 마지막으로 판넬 세부 작업으로 크게 아래와 같이 5가지로 사용자 화면으로 구성되어 있으며 User interface를 고려해서 작업자들이 간단하고 사용하기 쉽도록 Touch Pen 만을 이용하여 쉽게 조작 할 수 있도록 하였으며 모든 PDA 동작은 몇 번의 접촉식 입력만으로 입력 작업이 가능하도록 하였다.

- 작업자 입력
- 초기 화면 메뉴
- 블록의 선택
- 판넬 작업 선택
- 판넬 세부 작업

#### 4. 결론

본 연구에서는 판넬 공장의 효과적인 스케줄 수립 혹은 실시간 생산 정보공유 등을 이용하는 MES 개념을 무선 네트워크와 PDA 시스템을 이용하여 구현하였다.

이를 위해 객체 지향적인 분석인 UML과 PPR-S 개념 및 IDEFO 방법을 이용하여 판넬 공장의 제조 시스템을 모델링하였다. 제조 시스템 분석 결과 및 인터뷰를 통하여 판넬 공장에 몇 가지 제약 요소를 발견하였고 이를 해결하기 위해서 판넬 공장 정보 공유 시스템을 설계 및 구현하였

다.

판넬 공장 운용을 계획 단계와 실행 단계로 나누어 계획 단계의 정보를 PDA에 전송하고 작업 실행과정에서 공정 진행 정보를 PDA로부터 웹서버에 전달하는 예시를 보였다. 엔지니어와 작업자 간의 무선 인터넷기반의 실시간 정보 공유에 의한 공정 정보 교환, 공정 파악 및 공정 제어를 통하여 정보 공유가 진전될 수 있도록 하였다. 생산 정보의 실시간 공유 및 Feedback을 통해 판넬 생산 중 작업 실적집계 및 현황 파악이 가능하여 공정 설계, 일정 계획 및 작업지시를 실제 제조 과정에서 변동요인으로 인한 일정 계획의 수정, 계획 대비 실적 및 공정 진행 정보 등을 효과적으로 수행 할 수 있을 것으로 판단된다.

향후에는 PDA를 이용하여 생산정보, 일정 정보 뿐만 아니라 3차원 조립 정보, BOM(Bill Of Material) 정보, Pallet 정보 등을 작업자에게 실시간 전달해 줄 수 있다면 효과적인 정보 전달 및 교환이 가능할 것으로 사료된다.

## 후 기

본 연구는 "고부가가치 선박 개발용 디지털 통합건조 공법개발"과 "글로벌 지식기반의 디지털 제조환경 지원시스템"의 일환으로 수행되었으며, 산업자원부·정보통신부의 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 곽일, 1998, "조선업의 컴퓨터통합생산(CIM) 시스템의 적용 방향에 관한 연구," 동아대학교 경영대학원 석사 졸업 논문.
- 김훈주, 이재원, 1995, "유전 알고리즘을 이용한 탑재 공정과 일정 계획," 대한조선학회 논문집, 제 32권, 제 1호, pp. 9-16.
- 신동현, 우종훈, 이장현, 신중계, 2002, "적용 시스템 접근법을 이용한 조선소 가공공장 분석," 대한조선학회 논문집, 제 39 권, 제 3호, pp. 75-81.
- 신중계, 이장현 등, 2001~2004, "고부가가치 선박 개발용 디지털 통합 선박건조공법개발 보고서" (저자

명 모두 기재, 연도별 기재)

- 유상봉, 이재원, 1993, "선박의 설계 및 생산 정보의 통합을 위한 Product Model 의 구축," 대한조선학회 논문집, 제 30권, 제 2호, pp. 1-12.
- 이박인, 류희승, 변구근, 김학근, 2002, "열간가공에 의한 강판의 곡 가공 자동화 시스템," 대한조선학회 논문집, 제 39권, 제 2호, pp. 34-44.
- 이장현, 김용균, 오대균, 신중계, 2005, "조선 PDM 구축을 위한 기능 연구 및 시험 구현 사례," 대한조선학회 논문집, 제 42권, 제 6호, pp. 686-697.
- 이장현, 신중계, 2002, "유한요소해석과 다변수해석에 의한 선상가열 변형관계식," 대한조선학회 논문집, 제 39권, 제 2호, pp.69-80.
- Gunasekaran, A. and Ngai, E.W.T., 2005, "Build-to-order supply chain management: a literature review and framework for development," Journal of Operations Management, Vol. 23, Issue 5, pp. 423-451.
- Lee, J.K., Lee, K.J., Park, H.K., Hong, J.S. and Lee, J.S. 1997, "Developing scheduling systems for Daewoo Shipbuilding: DAS project," European Journal of Operational Research, Vol. 97, Issue 2, pp. 380-395.
- Michael J. Taylor, 2002 "Wireless Networks in the Shipyard to Reduce the Cost of Doing Business," ICCAS 2002, pp. 743-756
- Microsoft(<http://msdn.microsoft.com/smartclient/codesamples/taskvision/default.aspx>)
- Weygandt, S., 1996, "Getting the MES model --methods for system analysis," ISA Transactions, Vol. 35, Issue 2, pp. 95-103.



<장윤성>

<신중계>

<이광국>

<이장현>