

## 시뮬레이션 기반 조선 생산 실행계획 지원 시스템 개발

백명기, 신종계 (서울대학교),  
류철호 (인하공업전문대학)

### 1. 서론

최근 몇 년 사이 급속한 IT 기술의 발달로 인한 스마트폰과 태블릿 PC 시장의 성장과 무선 인터넷 기술의 대중화로 스마트 기기의 활용도가 대폭 상승하였다. 스마트폰이 대중화되기 이전에도 PDA와 같은 모바일 기기를 업무에 사용한 경우가 있지만, 모바일 기기만을 위한 새로운 기능을 개발해야 하고 무선 인터넷 환경의 성숙도가 떨어져 그 활용도에 한계가 존재하였다. 하지만 스마트 기기의 활용성이 과거의 PDA보다 월등히 앞서며 이를 산업현장에서 활용할 경우 상당한 생산성 향상을 도모할 수 있으면 복합 제품을 생산할 수 있는 생산라인을 가지기 때문에 공정이 복잡하고, job shop 공정의 특성을 가지는 조선소도 예외가 될 수 없다.

조선소는 선박을 생산하는 생산 현장과 일정계획이나 생산관리 등의 업무를 하는 곳이 지리적으로 멀리 떨어져 있다. 그리고 후판의 절단, 용접, 열간 가공 등의 업무로 생산 환경이 타 기계 산업에 비해 열악한 편이다. 이러한 환경에서 작업자가 작업 중 PC를 활용하여 업무를 확인하거나 일정을 수정하기는 쉽지 않다. 모바일 기술의 발전은 이를 가능하게 한다. 작업장에 컴퓨터 등을 설치하고 유선인터넷을 설치하는 것은 매우 번거롭고 비용이 많이 드는 작업이다. 하지만 모바일 기기를 이용한다면 간단히 휴대할 수 있는 태블릿 PC와 무선 인터넷만 연결되어 있으면 된다. 작업자는 어디에서든 모바일 기기를 활용하여 일정계획 정보를 확인하고, 현재의 생산 상황의 변화에 따라 실행계획을 수정할 수 있다. 이처럼 일정계획을 스마트 기기를 이용해서 확인하고 수정할 수 있을 경우 정보의 즉시 제공 측면에서 장점을 가진다. 하지만 현재는 실행계획 수립을 현장 관리자가 경험을 바탕으로 수립하기 때문에 객관적인 예측이 가능하지 않다.(Lee et al., 2006, Kim et al., 2010). 하지만 생산현장에서는 다양한 장비, 사람, 제품들의 조합으로 작업이 수행되기 때문에 예측이 매우 어렵다. 조선소 생산현장 제약조건을 반영하여 효과적으로 자원을 사용할 수 있는 계획 수립의 중요성은 매우 크며 이를 위해서는 실행계획을 별도로 평가할 수 있는 제조 실행을 위한 지원 시스템이 필요하다.

### 2. 관련 연구 동향

제조실행시스템은 제품을 생산하는 과정을 모니터링하고 관리하는 시스템으로 자동차나 기계의 자동화된 생산 라인에서 활발하게 사용되고 있다. 제조실행시스템을 주문부터 최종 재화에 이르기까지 생산 활동을 최적화할 수 있는 정보를 전달하는 시스템이라고 정의하고 정확한 현장정보를 활용하여 제조현장에서 발생하는 다양한 이벤트에 대하여 지시하고 통제하는 기능을 수행한다.(MESA)

제조실행시스템 관련 연구 중 수집 시스템을 통해 수집된 정보를 활용해서 효과적인 계획을 수립하는 연구를 살펴보면 Lee et al.(2011)은 MES의 효율성을 높이기 위한 방안으로 온톨로지를 이용해 일정계획 할당규칙(Dispatching rule) 결정하고, 일정계획 시뮬레이션을 통해 결과를 확인해 볼 수 있는 시스템을 개발하였다. Lee et al.(2004)는 조선 산업에서는 LNG 탱크 제작 공장에 제조실행시스템을 적용하였는데 제조실행시스템을 공정관리와 장비관리의 두 가지 모듈로 구성하여, 공정관리 모듈은 일정계획, 작업지시 등의 관리 기능을 하고 장비관리 모듈은 공장 및 장비 모니터링을 수행하도록 하였다. 수립된 실행계획 평가 관련된 연구로는 실행계획을 평가하기 위한 방안으로 그림 1과 같이 조선소에 존재하는 실행계획이 저장된 생산계획 시스템 DB로부터 시뮬레이션을 실행하는데 필요한 정보를 저장한 시뮬레이션 DB정보를 획득하여 시뮬레이션 모델을 통해 실행계획을 평가하는 방안에 대한 연구가 수행되었다.(Back et al., 2009) 하지만 상위계획과 달리 하위계획인 실행계획의 경우 변경이 빈번하기 때문에 사용자가 확정되지 않은 실행계획 Case를 생성하고, 가상 결과를 확인해 볼 수 있는 시스템이 필요하다.

이와 같이 조선 생산 실행계획 측면에서 몇몇 연구가 진행되었지만 실행계획 관리가 주로 작업 현장에서 이루어지고 생산환경 정보의 변화가 자주 일어나는데 실행현장과 공간적 괴리가 있는 데스크탑 PC 기반의 기존 시스템의 활용에는 한계가 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 생산현장에서 생성되고 관리되어야 하는 정보를 분석하여 데스크탑 환경, 모바일 환경에 국한되지 않는 조선 생산 실행계획 지원 시스템을 패널라인을 대상으로 개발하여 실행계획의 체계적인 관리를 가능케 하고자 하며, 시뮬레이션을 통해 수립된 실행계

획을 객관적인 평가를 수행할 수 있는 지원 시스템 개발에 대한 연구를 수행하였다.



그림 1. 시뮬레이션을 통한 실행계획 평가 방안 (Back et al., 2009)

### 3. 조선 생산 실행계획 지원 시스템 설계

#### 3.1 조선 생산 실행계획 지원 시스템 기능 분석

현장 작업자 인터뷰, 조선 실행정보 자료 분석을 통해 본 연구에서 정의한 조선 실행계획 지원 시스템 기능은 조선소 단위 작업 정보와 단위작업을 수행할 인력 및 장비를 설정하는 실행계획 수립이 가능해야 하고, 수립된 실행계획 정보, 단기 시뮬레이션에서 큰 영향을 미치는 현장에서 수집된 실적정보, 생산현장의 실시간 자원정보로 구성된 시뮬레이션 시나리오 정보를 구성이 가능해야 한다. 시뮬레이션 시나리오를 입력정보로 하여 디지털 매뉴팩처링 기술을 기반으로 구축한 시뮬레이션 모델을 통해 실행계획의 수행 가능성을 확인하고 시뮬레이션을 통해 사용자는 실행계획 대비 가상생산의 결과를 비교할 수 있으며 이를 계획의 실행 가능성을 평가하는데 활용할 수 있다. 조선 실행계획 지원 시스템의 일련의 절차를 UML (Unified Modeling Language) Activity Diagram을 사용해서 정의하였다(그림 2). 시스템 주요기능을 살펴보면 사용자는 시스템을 통해 언급한 중장기 일정계획 데이터와 조선 실행계획 시스템으로부터 획득된 단기 실행계획데이터 및 실시간 실적데이터로 구성된 생산현장 실행정보를 조회할 수 있다. 또 시스템은 사용자가 시뮬레이션을 수행할 대상 일정 및 기준 데이터 확인 후 기준 정보 수정 및 변경이 가능하며 일

정계획 액티비티별 시작일을 변경, 가용자원 속성 변경, 실시간 실적데이터를 활용을 통한 시뮬레이션 입력 케이스를 작성할 수 있는 기능을 제공하며 시뮬레이션이 수행된 결과를 확인하여 수립된 단기생산계획을 평가할 수 있다. 그리고 시스템은 사용자가 시뮬레이션 결과와 기존 일정계획을 비교하여 계획 대비 시뮬레이션 결과 달성 정도를 확인할 수 있으며, 사용자가 작성한 다수의 단기일정계획의 케이스 결과를 비교할 수 있는 기능을 제공하며, 복수의 시뮬레이션을 수행하여 실행계획 변경이 필요하거나 해당 작업장에서 보유한 자원이 아닌 공유 자원의 추가 할당이 필요한 경우 이를 요청할 수 기능을 제공한다. 비 기능 요구사항으로는 사용자의 사용환경이 PC나 모바일이나에 관계없이 사용할 수 있도록 애플리케이션 가상화 기술을 통해 관계없이 사용할 수 있도록 구성하고, 정보보안을 위해 데이터 베이스에 연결하고, 기능을 수행하는 컴포넌트는 클라이언트에서 분리하여 별도로 서버에서 관리하는 형태로 구성하였다(그림 3).

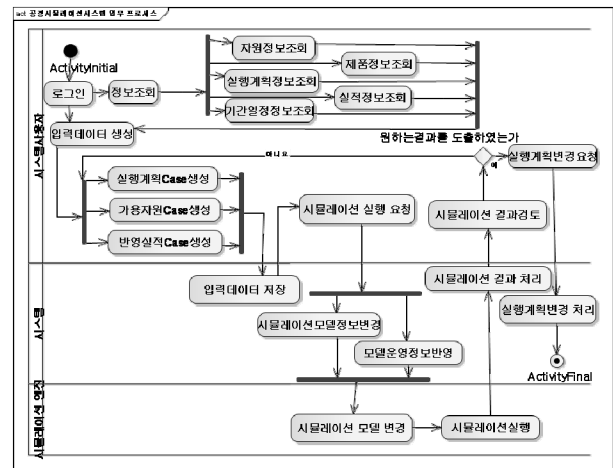


그림 2. 조선 실행계획 지원 시스템 요구사항 분석

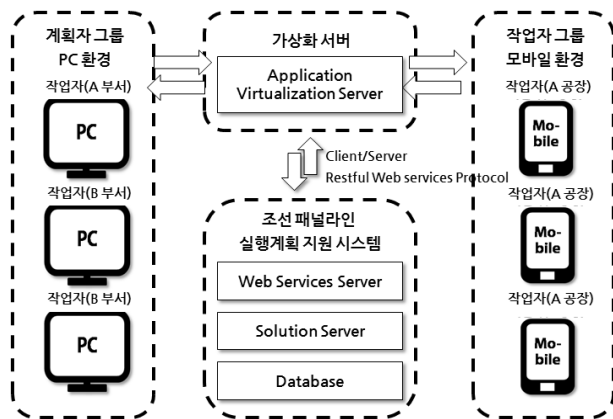


그림 3. 조선 패널라인 실행계획 지원 시스템 구성

### 3.2 조선 생산 실행계획 지원 시스템 아키텍처

본 개발 시스템의 아키텍처는 클라이언트 티어, 애플리케이션 가상화 티어, 솔루션 티어, 외부 시스템 티어 총 4개의 Tier로 구성된다.(그림 4) 클라이언트 티어는 사용자 인터페이스에 해당하며, 작업자가 수행하는 단위 작업의 집합을 관리하는 실행계획 케이스 조회 및 생성, 수정, 삭제 기능을 수행한다. 그리고 작업자가 수행하는 단위 작업에 해당하는 상세 실행계획 조회 및 생성 그리고 현장 작업 진행사항을 확인하여 계획대비 생산 진도를 수정, 실행계획 케이스 및 상세 실행계획 삭제 기능을 수행할 수 있다. 애플리케이션 가상화 티어는 클라이언트 실행 환경이 PC 혹은 모바일에 관계없이 사용자가 사용할 수 있게 해줄 수 있게 지원해주는 기능을 수행한다. 솔루션 티어는 접속하는 환경에 독립적인 형태로 서비스를 제공해주는 웹서비스 레이어와 기능함수를 처리하는 솔루션 레이어로 구성되어 있다. 웹서비스 레이어는 닷넷 프레임워크 4.0 기반으로 구성되어 있으며, 자유도가 높은 프로토콜인 RESTful 웹서비스를 이용하여 설계하였다. 솔루션 레이어는 컴포넌트 기반 설계 방법론(CBD)을 따라 비즈니스 퍼사드, 비즈니스 컴포넌트, 데이터 액세스 컴포넌트 3개의 영역

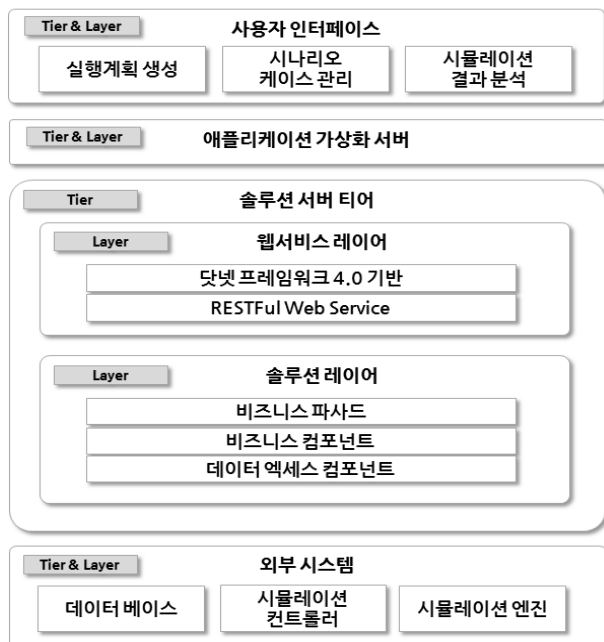


그림 4. 조선 실행계획 지원 시스템 아키텍처

으로 구성된다. 먼저 비즈니스 퍼사드는 클라이언트의 서버 진입문 역할을 하며 클라이언트로부터 요청 받은 기능을 처리한다. 비즈니스 컴포넌트는 시스템의 기능적인 역할을 수행하

며 정보가 필요한 경우 데이터 액세스 컴포넌트에 요청하여 정보를 획득해 기능을 수행한다. 외부 시스템 티어는 시스템 정보를 관리하는 데이터 베이스 시스템, 시뮬레이션 엔진을 관리하는 시뮬레이션 컨트롤러 시스템, 시뮬레이션 모델 및 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이션 엔진 시스템으로 구성되어 있다.

## 4. 시스템 구현 및 적용

### 4.1 시스템 구현 및 개발 환경

조선 생산 실행계획 지원 시스템은 애플리케이션 가상화를 활용하여 장비의 플랫폼(OS)에 구애받지 않고 실행 가능한 형태의 시스템으로 구현하였다. 즉, 애플리케이션 가상화를 활용하면 하나의 애플리케이션을 Windows 기반의 PC 환경으로 접속하여 사용할 수 있을 뿐만 아니라 안드로이드와 iOS 모바일 디바이스에서도 같은 애플리케이션에 접근할 수 있다. 애플리케이션 가상화 시스템 티어는 Citrix사의 XenApp 서버와 Citrix Receiver를 클라이언트로 사용하여 구축하였다. XenApp 서버는 가상화 서버로 활용할 모든 애플리케이션이 설치되고 클라이언트가 접속하였을 때 애플리케이션을 실행 시켜주는 역할을 하며 Citrix Receiver는 클라이언트 프로그램으로 PC에서는 애플리케이션과 웹을 통해서 사용가능하고 모바일 기기에서는 모바일 애플리케이션 형태로 제공된다(그림 4). 솔루션 티어 중 웹서비스 시스템은 .Net Framework 4.0 환경에서 SOAP에 비해 상대적으로 유연한 RESTful 프로토콜을 이용하여 플랫폼 독립적인 형태로 웹서비스를 개발하였다. 솔루션 서버 시스템은 Microsoft 사 Visual Studio 2008 C#을 사용하여 개발하였다. 외부 시스템 티어 중 데이터 베이스 시스템은 Microsoft 사의 SQL Server 2008을 이용하여 구축하였고, 시뮬레이션 엔진은 Dassult 사의 QUEST를 사용하여 시뮬레이션 모델을 구축하였다.

### 4.2 시스템 적용 대상 분석 및 시뮬레이션 모델 정의

조선 판넬 라인에서는 선박의 선수, 선미, 일부 측면 블록을 제외한 선박의 대부분을 차지하는 평블록을 제작한다. 판넬 라인 공정은 복수의 판을 조립하여 판넬 블록을 제작하기 위한 베이스 주판을 만들고, 제작된 주판에 종방향 보강재(Flat Bar, T Bar)를 조립하여 판넬 블록을 생산한다. 생산된 판넬 블록을 위아래로 조립하여 이중 바닥구조의 중조립 판넬 블록을 만드는 과정까지를 다루고 있다(Lee et al., 2006). 판

넬 라인은 다른 공정에 비해 규격화된 블록을 주로 제작하기 때문에 사전 공정 정의가 잘되어 있으며, 다른 공정에 비해 자동화율이 상대적으로 높다는 특징을 갖고 있다. 때문에 많은 정보가 표준화되어 있고 다른 공정에 비해 시뮬레이션 모델 생성을 위한 정보 획득이 용이하다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 시뮬레이션 모델 생성 시스템의 적용 대상으로서 판넬 라인에 대한 시뮬레이션 모델링을 수행하였다.

제품, 설비, 공정으로 분류해서 정보를 살펴보면 제품은 평판, 복수의 평판으로 구성된 판넬 블록의 주판, 보강재(Flat Bar, T Bar), 보강재가 조립된 판넬 블록으로 이루어진다. Resource는 조립, 마킹, 가접, 절단 등의 기계, 판계와 배재를 수행하는 크레인, 주판과 판넬 블록을 이동 시키는 컨베이어가 있다. 공정은 대상의 첫 번째 공정에서는 주판을 제작하기 위해 복수의 판을 판계하여 가접을 수행하고, 선용접을 위한 탭피스를 부착한다. 이후 가접된 판에 사이를 조립 머신을 이용해 전면부 선용접을 수행하고, 후면부 용접을 위해 크레인으로 턴오버한 후 용접을 수행해 주판을 조립하게 된다. 다음으로 주판에 보강재가 위치해야 하는 장소를 마킹 머신으로 표시하고 해당 위치에 보강재를 가용접한 후 조립 머신을 이용해 용접을 마무리하고 판넬 블록이 완성된다(그림 5).

시뮬레이션 모델은 Dassault사의 QUEST를 활용해서 구성하였고, 자원 사이에 연결정보와 제품 흐름 제어를 위해 순서도를 작성하고, SCL(Simulation Control Language)를 사용하여 실제 생산 현장을 작업규칙을 반영하는 시뮬레이션 모델을 구축하였다. 구축된 시뮬레이션 모델을 통해 실행계획 관리자는 실행계획의 실행가능성을 사전에 확인하고 결과를 바탕으로 새로운 실행계획을 수립함으로써 문제를 사전에 예방할 수 있다(그림 6).

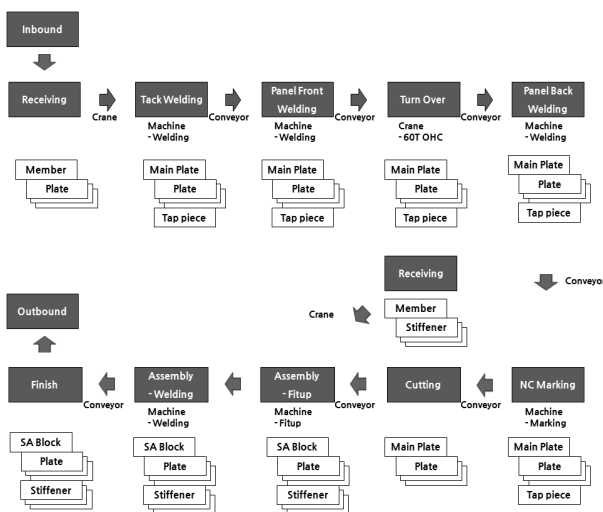


그림 5. 조선 판넬라인 공정 흐름 분석

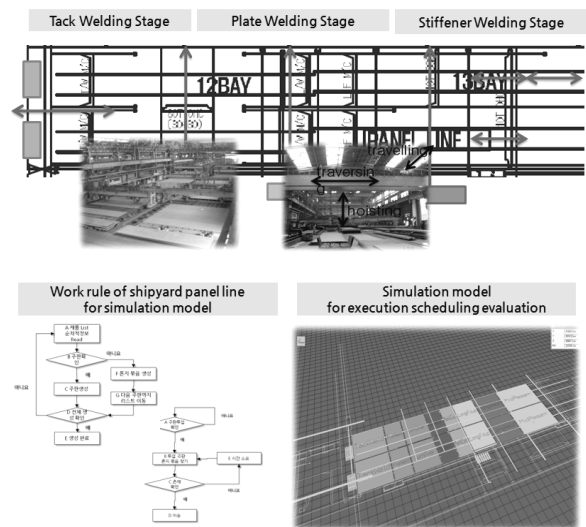


그림 6. 실행계획 지원을 위한 시뮬레이션 모델 생성

### 4.3 실행계획 지원 시스템 적용

본 연구에서는 조선 실행계획 평가 시스템의 적용 대상으로 조선소의 대표적인 공정의 하나인 패널라인을 선정하였다. 패널라인은 선박에서 많은 부분을 차지하는 평블록들을 생산하기 위해 반드시 거치는 공정으로 많은 물량이 처리되기 때문에 중요한 공정이다. 패널라인은 선박의 평블록을 만들기 위한 공정으로 주판을 제작하기 위해 판계, 전면용접, 턴오버, 후면용접, 탭피스 제거 공정을 통해 주판을 생산한다. 그 후 마킹 작업을 수행하고, 해당 보강재를 조립한다.

조선 생산 실행계획 지원 시스템은 크게 두 가지 기능으로 나누어진다. 첫 번째는 실행 계획 담당자가 PC를 활용하여 주로 작업하는 패널라인 실행계획 수립 기능이다. 패널라인 실행 계획 수립은 세 가지 과정을 통해서 진행된다. 먼저 패널라인의 세부 공정에 해당하는 액티비티를 정의한다. 그림 7(A)와 같이 배재, 취부, 용접 등의 패널라인의 주요 액티비티를 라디오 버튼을 이용하여 결정한다. 액티비티가 결정되면 선택한 액티비티에서 작업할 제품을 결정한다. 선박의 M-Bom 구조에서 작업한 부재를 선택하고 추가로 필요한 속성 정보를 입력한다. 액티비티에 제품의 할당이 완료되면 제품을 제작하기 위해 필요한 인력과 설비를 할당한다. 인력과 설비를 할당하는 사용자 인터페이스는 그림 7(B)과 같다. 왼쪽에 할당된 제품에 대한 주요 정보를 표시하고 오른쪽에 할당 가능한 인력과 설비를 표시한다. 인력 할당은 패널라인에서 작업하는 조립팀 목록에서 적합한 팀을 결정하고 설비 할당 또한 패널라인에 배치되어 있는 설비 목록에서 각 액티비티와 할당된 제품을 고려하여 적합한 설비를 할당한다. 인력과 설비 할당

까지 완료되면 액티비티 생성이 완료되어 그림 7(B) 아래의 액티비티 목록에 결과가 나타나게 된다. 실행계획의 수립이 완료된 후 실제 생산 작업 중 여러 가지 요인에 의해 계획이 수정된다. 패널라인 실행계획의 수정은 주로 실행 계획 담당자가 수행하지만 일부 생산 현장 작업자의 경우 수정 권한을 부여하여 모바일 디바이스를 활용하여 현장을 상황을 빠르게 반영할 수 있도록 업무 프로세스를 정의하여 실행계획을 생성한다.

시뮬레이션 시나리오 케이스를 생성하기 위해 사용자는 자원, 계획, 실적으로 구성된 단위 케이스를 그림 7(C)와 같이 선택한다. 만약 사용자가 시나리오 케이스를 구사하는 단위 케이스 정보를 확인하고 싶은 경우 정보를 조회하게 되면 그림 7(C)와 같이 단위 케이스 상세 정보 확인이 가능하다. 시뮬레이션 모델의 경우 정의된 프로세스를 바탕으로 Dassault Systems사의 디지털 매뉴팩처링 엔진인 QUEST를 사용해서 구현된 시뮬레이션 모델을 사용하였다. 사용자는 시스템을 통해 실적, 공정, 자원 케이스로 구성된 시뮬레이션 시나리오 케이스를 생성한 후 시뮬레이션 모델을 결정한다. 시뮬레이션 실행 시간을 설정하여 시뮬레이션 엔진에 시뮬레이션을 요청한다. 요청한 정보는 개발된 웹서비스를 통해 솔루션 서버가 실행되며, 시뮬레이션 미들웨어를 통해 시뮬레이션이 실행되고, 시뮬레이션 결과가 데이터베이스에 저장된다. 개발된 프로토타입 시스템에서는 저장된 시뮬레이션 결과를 제품, 설비 기준으로 사용자가 시뮬레이션 모델에 정의된 정보를 바탕으로 확인할 수 있으며, 그림 7(D)은 보강재 용접에 사용하는 Machine의 시간별 가동률을 나타낸 것이다.

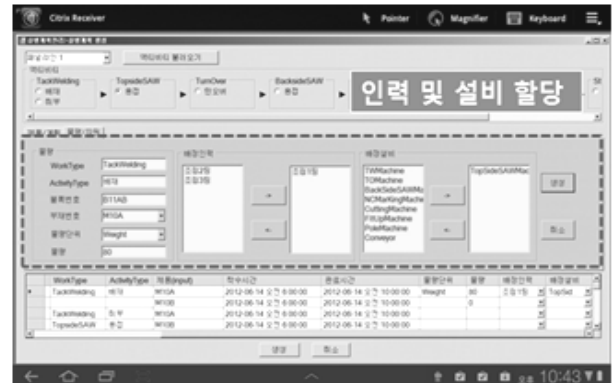
해당 시스템을 통해 생산 관리자가 얻을 수 있는 효과로는 디지털 매뉴팩처링(DM: Digital Manufacturing)기술을 적용하여 사전 구축한 가상 공장에 관리자가 수립한 계획을 가상으로 수행해 봄으로써 실행 가능성을 확인할 수 있다. 생산 관리자는 가상 생산 결과를 검토하여 실행계획, 실적, 자원 케이스를 조합하여 시스템을 통해서 다양한 케이스 시뮬레이션을 수행해 볼 수 있으며 입력하게 되면 실제 생산에 들어가기 전에 가상 생산 결과를 확인할 수 있다. 그리고 관리자는 해당 결과를 바탕으로 기존 경험과 과거 해당 라인의 처리 물량 정보에 의존해서 실행계획을 결정한 것과 달리 시뮬레이션을 통한 객관적인 평가를 바탕으로 의사결정을 내릴 수 있을 것으로 보인다.

## 5. 결론

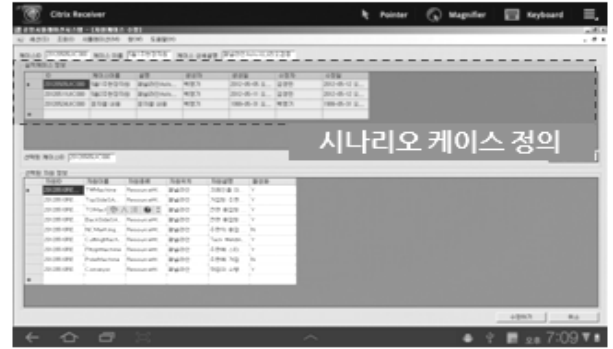
본 연구에서는 조선 생산 실행계획을 모바일 기기를 활용하여 패널 공정의 실행계획 수립을 지원하고, 조선 생산 대일



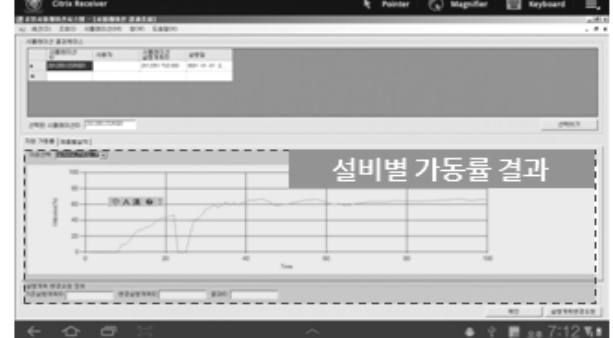
A 실행 계획 액티비티 정의



B 실행 계획 액티비티별 자원 할당



C 실행계획 시뮬레이션 시나리오 생성



D 실행계획 시뮬레이션 결과 확인

그림 7. 조선 실행계획 지원 시스템 사용자 인터페이스

정, 중일정과 달리 관리자의 경험을 바탕으로 계획을 수립하는 실행계획 실행 가능성 검토를 위해 조선 실행정보를 바탕으로 DM(Digital Manufacturing) 기반 시뮬레이션 모델을 구축하여 실행계획을 지원할 수 있는 시스템에 대한 연구를 수행하였다. 패널 라인의 프로세스와 실행계획 업무 데이터 분석을 통하여 실행 계획을 관리하기 위한 기능과 정보를 도출하였다. 도출된 기능을 수행하기 위한 요구 조건에 따라 ooCBD 방법론을 기반으로 4개의 티어로 구성된 조선 생산 실행계획 지원 시스템을 설계 및 구현하였다. 조선 생산 실행계획 지원 시스템은 일정 계획 작업자가 실행계획을 수행하는 업무를 지원하는 기능, 시뮬레이션을 위한 시나리오 케이스를 작성하는 기능, 시뮬레이션을 통해 실행계획의 실행 가능성을 확인할 수 있는 기능을 포함한다.

시스템 구성 특징은 애플리케이션 가상화를 기반으로 운영 되도록 구현하였는데 애플리케이션 가상화를 활용하면 애플리케이션을 OS에 구애받지 않고 활용할 수 있다. 따라서 시스템의 호환성이 높아지고 시스템의 개발 및 유지/보수가 용이하다. 또한 설계 및 생산 데이터의 외부 유출이 문제화 되고 있는 상황에서 모바일 기기를 활용한 시스템의 보안 취약성 문제를 보완할 수 있다. 가상화 시스템을 활용하면 시스템 데이터의 접근 경로가 가상화 서버로 한정되고 PC나 모바일 기기에서는 가상화 서버에서 실행되는 애플리케이션의 화면만을 전송 받고 실제 데이터가 모바일 기기로 전송되지 않기 때문에 모바일 기기를 통한 설계/생산 데이터의 외부 유출을 차단할 수 있다.

시스템 적용을 다른 조선소 공정에 비해 정보의 신뢰성이 높은 패널라인에 대해 실행계획 시스템을 적용해 보았다. 현장 관리자가 의사결정을 하기 전에 수립한 실행계획을 시스템을 통해 가상 공장에서 생산 가능성을 확인할 수 있다. 이를 통해 과거 실행계획 수립에 큰 영향을 미쳤던 몇몇 경험있는 관리자의 의존성을 낮출 수 있을 것으로 보인다. 또 주관적 요소가 많았던 실행계획 수립 프로세스를 객관적인 의사결정이 가능할 수 있도록 지원할 수 있을 것으로 보인다. 시뮬레이션을 수행할 시나리오 정보는 다른 공정에서도 사용할 수 있는 계획, 자원, 실적으로 구성되어 있기 때문에 커스토마이징을 통해 타 공정에 적용할 수 있을 것으로 보인다.

## 후 기

본 연구는 지식경제부 글로벌전문기술개발사업 Smart Work 기반 조선생산실행시스템 개발과제(10039739) 지원으로 수행된 연구결과 중 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Kim, H. S., Lee, D. H., Bang, K. W., Cheon, H. K., and Kwak, I. S., "Establishing Execution Schedule System in Shipbuilding Industry," Proceedings of the Korean Institute of Industrial Engineers, Fall (2010).
- Lee, J. M., Cho, S. W., Choi, Y. R., and Shin, J. G., "A Development of Planning Evaluation Framework for Large Scale Shipyard," Proceedings of the Korean Institute of Industrial Engineers, Fall, (2006).
- Lee, S.J. Choi, H.R. and Lee, H.C., "Platform development of adaptive productuin planning to improve efficiency in manufacturing system", Journal of the Korea Industrial Information System Society, 16(2), 73-83, (2011).
- Lee, S.H. Lee, B.Y. Kim, D.H. Kwon, B.J. Jong, M.Y. Ryu, S.H. and Um, S.S., 2004. "A Manufacturing Execution System for LNG Tank Fabrication shop in Shipbuilding". Proceedings of the Korean Operations and Management Science Society Conference, Mokpo, Republic of Korea, 450-453 May (2004).
- 백명기 이동건 송영주 신종계, 시뮬레이션을 이용한 선박블록 조립공정의 실행계획지원 방안 연구, 대한조선학회 춘계학술대회, (2009).



백 명 기

- 1986년생
- 2009년 서울대학교 조선해양공학과 학사
- 현 재 : 서울대학교 조선해양공학과 박사과정
- 관심분야 : PLM, DM
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*-\*\*\*\*
- E - mail : pmg0616@snu.ac.kr



신 종 계

- 1955년생
- 1988년 매사추세츠공과대학교 해양공학 박사
- 현 재 : 서울대학교 교수
- 관심분야 : DM, 생산관리, 시스템 엔지니어링
- 연 락 처 : 02-882-3563
- E - mail : jgshin@snu.ac.kr



류 철 호

- 1973년생
- 2002년 서울대학교 조선해양공학과 박사
- 현 재 : 인하공업전문대학 부교수
- 관심분야 : DM, DES, 생산관리, PLM
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*-\*\*\*\*
- E - mail : cheolho\_ryu@inhatc.ac.kr