

선체 외판 자동 생산 시스템의 시뮬레이션 기반 개발

손석제*, 신종계**

Simulation Based Design of an Automated Hull-piece Manufacturing System

by

S.J.Sohn* and J.G.Shin**

요 약

이 논문은 선체 외판 자동 생산 시스템의 효과적인 구축을 위하여 기존의 객체 지향 시스템 개발 이론을 개선한 ESBD(Evolutionary Simulation Based Design)을 제안한다. 목표 시스템인 AHMS(Automated Hull-piece Manufacturing System)는 가공 이전 평후판의 입고, 선처리, 절단, 1차 곡가공, 2차 곡가공 그리고 출고에 이르는 가상화된 자동화 공정의 분산 제어 시스템으로서 ESBD에 의해 개발된다. 실시간 원격 제품 모니터링(Product Monitoring)과 제품 정보 관리(Product Data Management)를 실현하기 위하여 분산 제어 및 물류 시뮬레이션을 통한 시스템 개발을 적용한다. 실험적으로 개발된 시스템은 새로운 공장의 배치 및 설계에 기본적인 가이드 라인을 제시하는 역할도 수행한다.

Abstract

This paper suggests a new object-oriented methodology, ESBD(Evolutionary Simulation Based Design), for the development of an automated manufacturing system in shipbuilding. The target system, AHMS(Automated Hull-piece Manufacturing System), is a virtualized and distributed system controlling the manufacturing processes of storing, surface-pretreatment, cutting, 1st and 2nd curvature generation of material plates. The control and product-flow simulation is applied for the real-time product monitoring and product data management(PDM). The prototype system of AHMS also outlines the layout of the new automated factory.

접수일자 : 1999년 3월 22일, 재접수일자 : 1999년 8월 2일

* 학생회원, 서울대학교 대학원

** 정회원, 서울대학교

1. 서론

본 연구의 목표 시스템인 AHMS(Automated Hull-piece Manufacturing System)는 기존의 작업장(Job-shop) 단위 배치 혹은 프로세스 배치 방식에 의한 자동화 요소들을 하나의 통합 시스템으로 제어, 관리하는 시스템이다. 본 연구는, 실제 대형 조선소가 선체 외관 제작을 외부의 자동화 공장을 가진 업체에 외주를 주거나 직접 자동화 공장을 설립할 경우를 가정할 때 그 자동화 공장이 어떠한 시스템을 가져야 할 것인가에 대한 대안으로서 AHMS를 제안한다. AHMS는 자재의 입고 및 등록 시스템, 절단 시스템, 1차, 2차 곡면 가공 시스템을 부분 시스템으로 하는 통합 시스템이다. 각 자동화된 작업장을 통합하는 데에는 첫째로, 각 부분 시스템, 즉, 절단, 곡가공 등의 자동화된 작업장들이 제품 정보를 쉽고 효율적으로 공유할 수 있어야 하고, 둘째로, 각 부분 시스템의 작업 효율이 향상될 수 있도록 가공 공정에 관한 정보의 공유와 분석 그리고 새로운 작업 명령이 실시간으로 이루어져야 한다. 예컨대, 절단 작업이 종료했을 경우, 절단된 부품들이 평판으로서 공정을 마치게 되는지, 혹은 계속하여 1차곡 가공을 거쳐야 할지가 순간적으로 조회, 판단되어 이송 크레인에 정보가 전달되어야 하고 (제품 정보의 공유) 이송 크레인과 1차곡 가공기, 각 작업장의 부품 적재장 등의 상황이 정확히 실시간으로 파악되어야 이송 크레인의 적절한 행동을 결정할 수 있을 것이다. (가공 공정 정보의 공유)

본 논문에서는 시스템의 제어 관점에서 시스템을 가상화하고 시스템의 효율을 최적화하기 위해 그에 필요한 제품 정보의 실험적 운용을 실시한다. 본 연구의 제품정보는 단순한 형태의 초기 모델로서 현재 단계의 AHMS가 물류 시뮬레이션을 수행하는 데에 필요한 최소한의 정보, 예컨대 제품의 규격, 예정 가공 공정 순서, 가공 시간 등을 담고 있다.

통합 제품 관리(TQM: Total Quality Management)적인 입장에서의 AHMS의 목표는 위에서 설명한 기본적인 제품 정보의 이용을 통한 제품

요구계획(MRP; Material Requirements Planning)의 예측과 운영에 있다. AHMS에 의한 물류 시뮬레이션은 시스템 운영자가 작업장내 부품 적재장의 단기간 물류량 조절 등의 활동을 하는데 도움을 줄 수 있다.

조선 분야에 있어서 제품 정보와 관련한 기존의 국내 관련 연구로는, 형상 제품 모델[1], 용접 정보 모델[2], 구조 설계 모델[3] 등의 연구가 이루어진 바 있다. AHMS는 이와 같은 제품 정보 자체의 구조적인 관점이라기 보다는 기본적인 제품 모델을 구축하고 이 정보들을 가상화된 통합 시스템의 안정적인 운용과 효율 향상을 위해 이용하고자 하였다.

AHMS의 구현을 위해 중앙 제어 시스템, 각 작업장의 분산 제어 시스템, 원격 모니터링 시스템 등의 분산 객체들을 연결시키는 신뢰성있는 네트워크 프레임워크로서 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)를 이용하게 되는데, 이러한 개방형 시스템은 원격 가상화 공간에서의 제품 모니터링 시스템(PM: Product Monitoring)등을 개념화하는데 충분한 기반이 된다. 이러한 제품 모니터링 활동은 작업 노력을 현저히 줄이고 생산 공정 상태를 더욱 신뢰성있게 추적하는데 도움을 줄 수 있다[6].

본 연구에서 이용한 객체 지향 시스템 개발 이론은 기본적으로 CE(Concurrent engineering)에 그 바탕을 두고 있으며 조선 분야에서도 이 이론을 이용하여 많은 연구가 이루어진 바 있다[2][4]. 이 이론과 더불어 SBD(Simulation Based Design) 이론은 실제로 구축될 논리적, 물리적 시스템과 분석 및 설계 모델과의 부정합 위험성을 감소시키는 역할을 할 수 있다. 조선분야에서도 단체형(Stand-alone) 시뮬레이터에 의한 물류 시뮬레이션이 수행된 바 있다[5].

이와 같은 배경에서, 이 논문에서는 작업장(Job-shop) 단위 방식의 생산 제어 시스템 프레임워크의 합리적인 구축을 위해 기존의 객체 지향 방법론과 시뮬레이션 기반 개발 방법론을 개선 ESBDE(Evolutionary Simulation Based Design)를 도입하여 선체 외관 생산 자동화 시스템의 실험적

개발을 제시하고자 한다.

2. 시스템 개발을 위한 방법론

2.1 객체 지향 시스템 개발 이론

객체 지향 시스템 개발에 관한 지금까지의 대표적인 이론으로는, OOA/OOD, OOAD, OMT[7] 등이 있으며, 그들의 응용 이론으로서 Fusion, OCTOPUS[8] 등의 방법론들이 있다. 각각의 방법론들은 다수의 구별되는 활동들을 포함하고 있으나 개발 흐름의 주류는 유사한 형태를 갖는다.

요구단계(Requirement phase)에서는 시스템의 개괄적인 분석과 인식이 이루어진다. 즉, 시스템 개발의 관계자 모두가 시스템을 직관적이고 쉽게 파악할 수 있게 하기 위하여 여러 가지 활동을 하게 되는데, 그들 활동 중에서 대표적인 것으로, LIA (Linguistic Information Analysis), MA (Matrix Analysis), Object Schema, Event List, Scenario, Event-State-Action Chart, Generalization / Specification Chart 등이 있다.

분석단계는 요구단계에서 인식된 시스템 요소들이 객체적으로 어떠한 정적인 상호 관계(Relation, Association)를 맺으며 그들의 책임성(Responsibility)은 어떠한 내부적, 외부적 구조를 가지고 실현되는가 하는 것에 관한 분석 활동이다. 객체 지향 시스템 개발 기법의 대표적인 이론 중 하나인 OMT(Object Modeling Technology)의 3관점 분석에서는 객체간의 정적인 관계 구조를 표현하는 객체 모델 분석(Object model)과 객체 내부에 가지고 있는 기능들에 관한 제 조건들이 상세히 분석되는 기능 모델 분석(Functional model), 그리고 각 객체의 외부 객체 혹은 환경 요소들과의 상호 반응을 분석하는 동적 모델 분석(Dynamic model)을 통하여 시스템 분석이 이루어진다.

설계단계는 분석단계에서 분석된 객체들을 보다 구체화하는 작업이다. 분석단계가 '시스템이 무엇을 할 것인가'에 관한 것이라면 설계단계는 '그것들을 시스템이 어떻게 할 것인가'에 관한 내용이다. 자동 생산 시스템의 경우라면, 이 단계에서 제

어 프로그램의 세부적인 구축 등이 시작되며 시스템을 구성하는 기계 시스템의 상세 설계를 비롯한 공장 배치 등이 이루어진다.

이후의 실행단계는 시스템의 실제 구축과 시험 운행 등의 마지막 작업을 말하며 이 활동의 대부분은 사실상 이전의 각 단계에서 결정되어진 것들이다. 이 단계에서의 시스템 변경은 많은 제약을 갖게 된다.

2.2 ESB(D Evolutionary Simulation Based Design)

위에서 언급된 기존의 객체 지향 방법론을 본 연구의 목표 시스템에 적용하는 과정에서 목표 시스템의 성격상 문제가 되는 점으로는, 첫째, 시스템의 개발자는 시스템의 대규모적, 기계-인간-컴퓨터의 복합적 성격으로 인해, '언제' 그리고 '무엇'을 시뮬레이션해야 할지 확신할 수 없다는 것이다. 기존 방법론은 소프트웨어에 관한 것으로서 별다른 시뮬레이션의 필요가 크지 않았기 때문에 이러한 문제가 발생한다. 둘째, 세부적인 시스템 내의 데이터 유동이나 최적화는 기존의 시뮬레이션 기반 이론으로는 어려움이 있다. 즉, 기존의 작업장 제어 시스템(SFCS; Shop Floor Control System)의 개발에서는 시뮬레이션을 위해 새로운 시뮬레이션 모델을 별도로 설계해야 하기 때문에 본래의 설계 시스템과 이 시뮬레이션 모델과는 부정합을 일으킬 가능성이 필연적으로 존재한다.

본 논문은 이러한 장애요인을 극복하기 위해 ESB(D)라는 부분적으로 변형된 객체 지향 방법론을 이용한다. ESB(D)의 특징은 첫째로, Fig. 1 우측과 같이 시뮬레이션 단계가 추가로 설정되었으며, 둘째로, 시뮬레이션은 Table 1과 같은 시뮬레이션 단계에 의해 수행된다는 점이다. '진화적(Evolutionary)'이란 용어는 Table 1의 시뮬레이션 단계를 거치는 AHMS가 이전 단계의 특징에 또다른 특징들을 첨가해 가며 목표 시스템으로 발전함을 나타내기 위해 삽입하였다. 예컨대, 시뮬레이션 단계 2와 단계 3의 차이는 물류 시뮬레이션 상의 가상 제품 모델 이용 여부에 있다. 즉, 단계 2에서

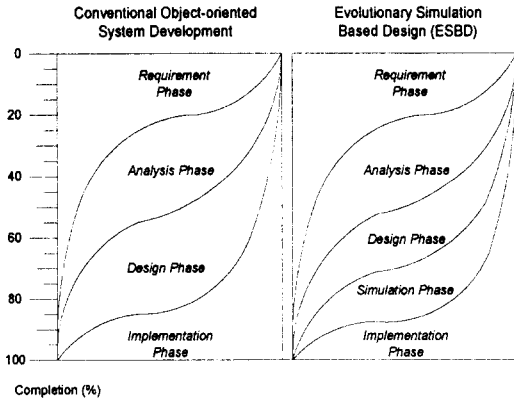


Fig. 1 Evolutionary simulation based design (ESBD)

Table 1 Simulation level

<p>LEVEL 1 - Procedure (Product-flow) Simulation Stand-alone Simulator, Evaluation of System Efficiency, No continuity of simulator to target system.</p>
<p>LEVEL 2 - Distributed Simulation Procedure simulation, Distributed simulator, Real-time event driven featured, Primitive type of target system.</p>
<p>LEVEL 3 - Product Model Simulation Pseudo product model simulation, Protocol-improved simulator, System & data consistency checking, Advanced type of developing system.</p>
<p>LEVEL 4 - Hardware-wrapped Simulation Actual system-data (product model) simulation, Hardware-wrapped simulator, System & hardware consistency checking, Real testing system.</p>

AHMS의 제어 알고리즘이 분산 시뮬레이션에서 검증되었다면 단계 3에서는 가상 제품 모델의 적용에서도 AHMS가 문제를 일으키지 않는지를 검증할 수 있다.

이러한 체계적인 과정을 통해 AHMS는 기본적으로 시뮬레이션의 기능을 가지며 발전하여 최종적으로는 단계 4에서 제어 프로그램 내의 가상화된 시뮬레이션 모듈이 실제 자동화 기계 제어 모듈로 대체되는 형태를 갖는다. 시스템의 개발과 시뮬레이션이 동시에 이루어지므로 별도의 시뮬레이션 모델이 불필요하다. 시뮬레이터에서 직접 목표시스템으로의 연속성을 갖는 점은 위에서 언급된 기존 방법론의 구조적인 취약점을 원천적으로 해결하는 방법이 될 수 있다. 그러나 ESBD에 의한 접근은, 개발된 시뮬레이터가 목표 시스템에는 사실상 불필요한 시뮬레이션 분석 모듈 등을 갖추어야 하므로 부가적인 공수가 투입되어야 하고, 분석 모듈의 신뢰성에 보다 많은 신중을 기해야 하는 문제도 가지고 있다.

3. 개방형 시스템의 시뮬레이션 기반 설계

3.1 시스템 성격 인식 및 객체 공학적 접근 (요구단계 및 분석단계)

선체 외판은 수 백 개의 후판으로 이루어져 있으며 그 중 40~70%는 곡가공된 부품이다. 이들 곡판들은 절단, 1차 곡가공(프레스 가공), 2차 곡가

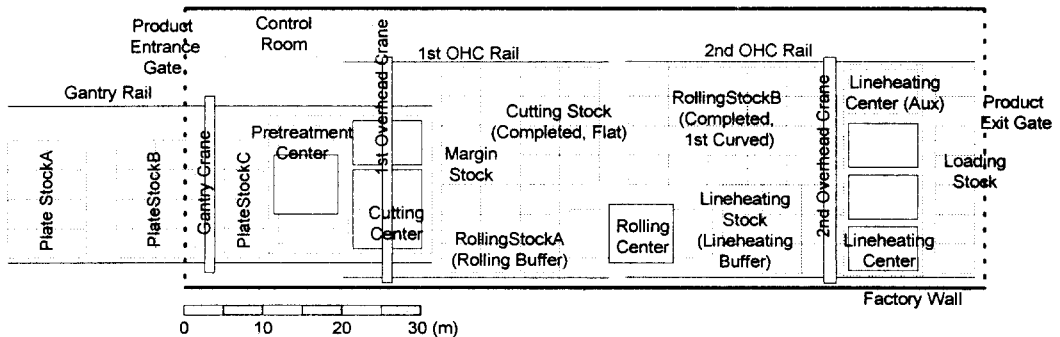


Fig. 2 A draft of layout of AHMS

공(선상가열 가공) 등에 의해 이루어지며 각각의 작업은 분할된 작업장 단위에서 수행된다. 자동화된 작업장들은 크게 하드웨어와 소프트웨어 그리고 작업자로 구성된다. 이 논문의 목표 시스템 AHMS (Automated Hull-piece Manufacturing System)는 이러한 생산 활동의 제어와 모니터링이 동시에 가능하도록 설계된다.

Fig. 2에서 보이는 바와 같이, AHMS는 하역 및 등록 작업장(Unloading and Register shop), 절단 작업장(Cutting shop), 1차 곡가공 작업장(Rolling shop), 2차 곡가공 작업장(Lineheating shop) 그리고 완제품 적하 작업장>Loading shop) 등의 작업장(Job-shop)으로 이루어진다. 이 배치도는 본 연구의 결과로서 얻어진 개략적인 것이며, Fig. 3과 함께 AHMS가 예정한 생산 설비와 공정 흐름을 나타내었다.

Fig. 3은 AHMS가 상정한 가공 공정에 관한 대략적인 객체 흐름도(Object flow chart)이다. 가공 이전의 평후판은 하역 작업을 거쳐, 하역 및 등록 제어 시스템에 등록되고 평판 적재장(PlateStock)에 적하된다. 각 평후판들은 선별적으로 표면처리 등의 선처리 과정을 거쳐 절단작업으로 투입되고 예정된 설계 형상 정보에 따라 자동으로 절단되며 사각 평후판의 제품 정보로부터 새로이 절단된 부품 평후판 정보로 분리, 생성된다. 제품정보에 따라 절단된 평판은 그대로 완제품 적재되거나 또 다시 1차곡 가공에 투입된다. 이때 공정상 적체 현상이 일어날 것을 대비하여 버퍼 적재장을 예정하여야 하며 이는 가공품의 적절한 대기열, 즉

WIP(Work In Process)를 확보하기 위해 필요하다. 이 WIP는 최소화된 상태로 유지될 경우에 이전 공정으로부터의 불규칙한 작업 물량 공급을 완충시키는 역할과 이후 공정의 효율을 안정적으로 향상시키는 역할을 할 수 있다. 1차곡 가공에 대한 WIP는 Fig. 2에서의 1차곡 적재장 A(RollingStockA)에 적재된다. 2차곡 가공에 대해서는 선상가열 적재장(LineheatingStock)이 그 역할을 담당한다.

3.2 제어 구조 (분석단계 및 설계단계)

시스템 구조의 표준화와 분산화는 새로운 생산 시스템의 집적화에 있어서 새로운 경향이 되고 있다. 효과적인 제어 시스템의 데이터 구조, 데이터 베이스, 그리고 네트워크 프레임으로는, 제품의 전수명 주기에 있어서의 제품 정보 관리(PDM), 실시간 자료처리를 지원하는 객체형 혹은 관계형 데이터 베이스 기술(ORDB), 그리고 TCP/IP의 LAN과 Internet/Intranet의 WAN 응용 기술 등으로 대표될 수 있다. 이러한 최근의 구조를 '개방형(Open)'이라는 용어가 잘 설명해 주고 있다.

본 연구에서 개발된 시뮬레이터는 목표시스템 AHMS(Automated Hull-piece Manufacturing System)의 원형시스템(Prototype)으로서 현재로서는 가공 정보 등의 세부 데이터를 제외한 일부의 물류 및 제어 시뮬레이션을 수행한다. 본 연구에서의 AHMS의 특징은 단체형(Stand-alone)의 범용 시뮬레이터와는 달리, 실제 작업장이 공간적으로 떨어져 있는 것처럼 제어 컴퓨터의 공간적 분리를 예정한 분산 시스템으로서, 네트워크 상에서 실시간의 생산 모니터링을 실험적으로 구현한다는 데 있다.

Fig. 4는 OMT 기법의 분석단계에서 보여지는 AHMS의 객체 스키마 중 하역 및 등록 작업장과 절단 작업장에 관한 것이다. 이 활동은 분석단계에서 가장 상위의 분석 계층에 해당하며 절단단계와 작업자와 같은 물리적 요소를 포함하고 있다. Fig. 5은 전체 제어 및 모니터링 시스템의 단순화된 객체 스키마이다. 이 다이어그램은 각 분산 제

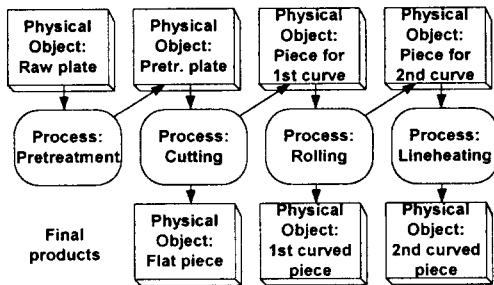


Fig. 3 Object flow diagram

어 시스템(DCS)들의 상호 관계와 원격 모니터링 시스템(RMS), 가상 모니터링 시스템(VMS)등의 개념을 보이고 있다. AHMS는 상위의 시뮬레이션 단계로의 발전을 위해 실시간 데이터 베이스를 통한 제품 정보와 시스템 상태 정보의 갱신과 조회를 가능하게 하는 비계층적 구조(Heterarchical Architecture)를 갖는 시스템이어야 한다. 이는 목표 시스템이 궁극적으로 분산 구조이어야 하기 때문이다. 본 연구에서 이용된 비계층적 네트워킹 프레임은 Boland/Visigenic Inc.의 Visibroker™에 의한 CORBA 구조이다.

Fig. 5에서 보이는 중앙 제어 시스템(CCS; Central Control System)도 다른 각 작업장 제어 시스템(DCS; Distributed Control System)과 마찬가지로 분산 객체로서, CORBA ORB(Object Request Broker)로 연결된 데이터 서버를 중심으로 시스템 전체의 상태 정보를 공유하고 있다. 이러한 상태 데이터를 포함한 모든 공유 정보를 분배하는 데이터 서버는 중앙 제어 시스템과 같은 컴퓨터에 위치하고 있으며 새로운 클라이언트, 예컨대 Fig. 5에서의 원격 모니터링 시스템(RMS; Remote Monitoring System) 등에 연결될 경우 시스템의 상태 정보를 실시간으로 전달할 수 있는 기능을 갖는다.

3.3 시스템 가상화 (시뮬레이션단계 및 설계단계)

시스템의 소프트웨어적인 측면에서 본 연구에서 이용된 JAVA에 의한 멀티스레드 구조는 실시간 시스템에서 자주 등장하는 동기화(Synchronization) 문제에 효과적인 대안을 주고 있다. 즉, 시스템 데이터 관리에 있어서의 동기적 관리 그리고 활동적인 시스템 요소 관리에는 비동기적 관리가 요구되는 등의 문제이다. 견고한 멀티스레드 구조의 어플리케이션은 이러한 동기화 문제 뿐 아니라 가상화된 시뮬레이션 단계 이후의 실행 단계에서 하드웨어 랩퍼(Hardware Wrapper) 즉, 실제 기계 요소와의 인터페이스 소프트웨어를 설계해 넣을 수 있는 공간을 제공하는 부분이다. 예를 들어, 평판을 운반하는 갠트리 크레인의 경우 IDLE, PICKUP, MOVE, LAYDOWN, HOLD, READY등의 상태 변수를 이용한 기능 모듈에 해당 인터페이스 소프트웨어를 인식하는 구조를 예상할 수 있다. 이러한 갠트리 크레인의 동작은 주위 관련 객체들, 즉 적재장 상황, 절단 작업장 상황, 평후판 선처리 기계의 상태에 상응하여 결정된다. 예컨대, 적재장에 절단될 판과 선처리될 평후판이 있고 절단 작업장이 작업중이며 선처리 기계가 대기중이라면 갠트리 크레인은 논리 테이블에 의해 적재장에서 선처리되어야 할 평후판을 선택, 선처리 기계에 자동으로 운반한 뒤 새로운 상황을 다시 판단하는 과정을 반복하게 된다. 이러한 가상화된 AHMS의 물류 시뮬레이션을 통해 일반적인 생산

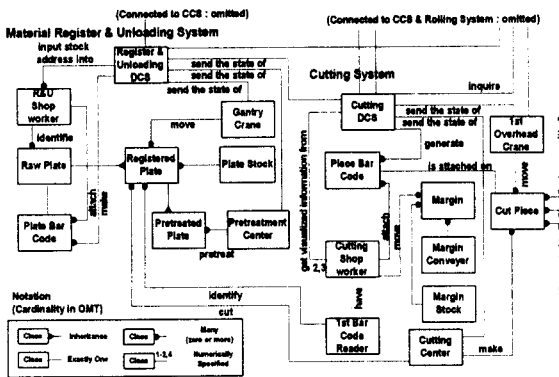


Fig. 4 Object schema of 'Unloading & Register Shop'

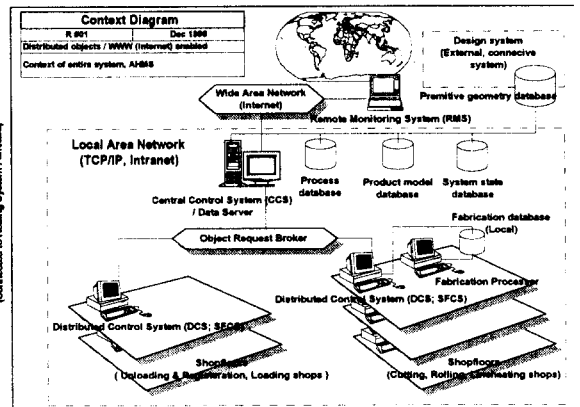


Fig. 5 Context diagram of AHMS

시스템의 평가 기준 즉, 생산량(throughput), 공장 용량(plant capacity), MLT(Manufacture Leading Time), 기계 효율(Efficiency), WIP (Work In Process)등의 산출과 분석이 가능하다.

Fig. 6은 중앙 제어 시스템이 하역 및 등록 시스템의 물류 시뮬레이션 상황을 원격 모니터링하고 있는 모습을 보여주고 있다. 하역 및 등록 시스템이 제어하는 대상은 갠트리 크레인, 선처리 기계, 평후판 등록 작업자, 그리고 다수의 평후판의 제품 정보 등이다. 예컨대, 갠트리 크레인의 경우 크기, 위치, 작업중인 작업물, 순 작업시간, 공정별 작업 시간 등의 관한 정보가 실시간으로 나타나게 된다. 또한, 제품 정보 검색 기능을 통해

각 공정에 위치하는 가공품들의 정보를 조회해 볼 수 있다. Fig. 6에서 오른쪽 밑의 작은 창은 Piece (절단 후 작업물) 번호 5000번 작업물의 제품 정보를 나타내고 있다. 이 작업물은 1차 및 2차곡가공이 모두 필요하며, Plate(절단 전 작업물) 번호 0번으로부터 절단된 것임을 알 수 있다. 현재 Piece 5000번은 2차곡가공 공정 상에 있음을 역시 확인할 수 있다.

3.4 물류 시뮬레이션에 의한 AHMS의 응용 (시뮬레이션단계)

선체 외판 자동 생산 시스템 등과 같이 복잡하

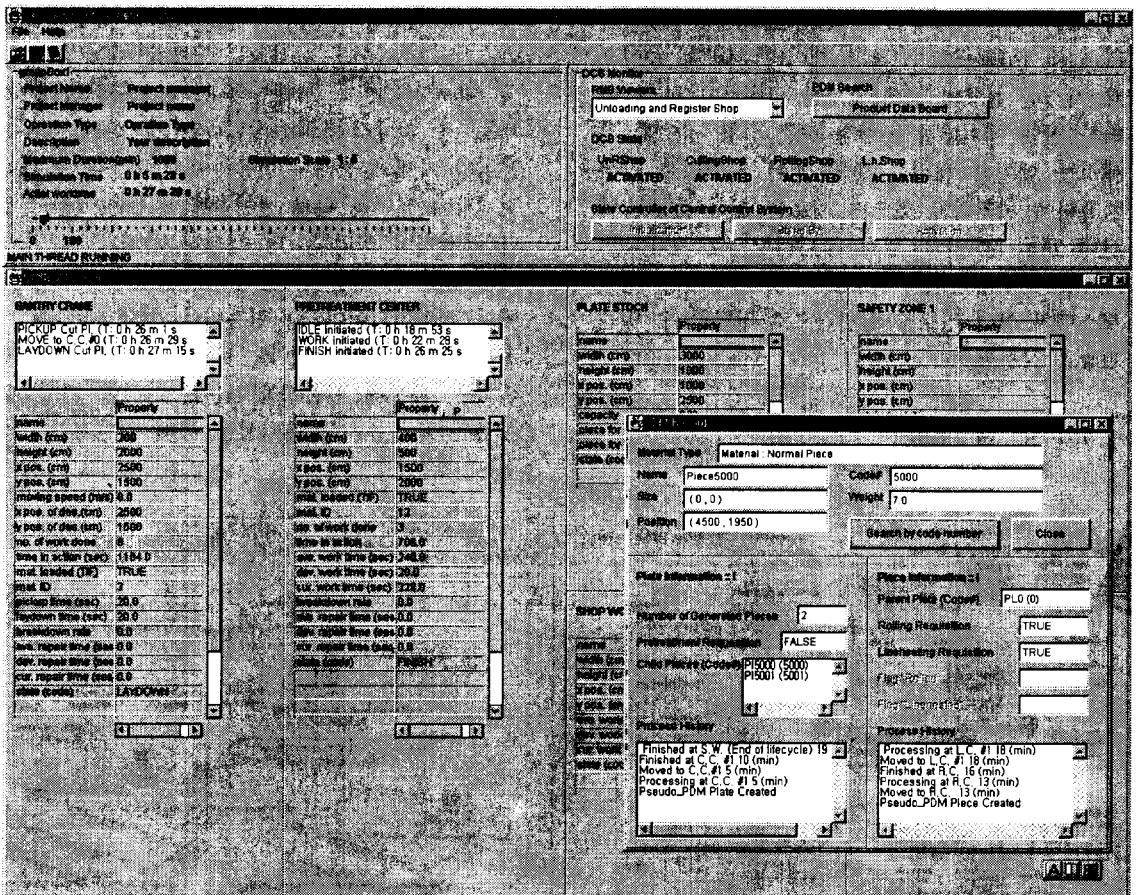


Fig. 6 Remote monitoring of 'Unloading and Register DCS' on 'Central Control System'

고 이전에 존재하지 않았던 시스템을 설계하려는 초안자는 다음의 사항에 대해 의문을 갖게 될 것을 예상할 수 있다. 즉, '목표 생산량을 원활히 생산하기 위해 얼마나 많은 기계 등을 갖추어야 할 것인가', '상대적으로 어디에 그들이 위치할 때 적절한 기능을 할 것인가', '상정된 초기조건 등에 대해 시스템이 어떻게 반응하며 효율이 어떻게 될 것인가' 등에 관한 사항이 그것이다.

물류 시뮬레이션에서는 가변 변수의 투입 값에 변동을 주며 그에 따른 시스템 거동의 변화를 살펴보게 되므로 가변 변수의 설정과 투입량의 적절한 선택이 가장 중요하게 고려되어야 한다. 예를 들면, 자동 절단 기계가 몇 대가 설치되어야 할 것인가의 문제는 그 설치 수량의 변동에 따라 설정된 목표 생산량과 생산 시스템 내의 물류량에 매우 큰 영향을 줄 것이기 때문에 시뮬레이션 모델 내의 가변요소로 설정되어 분석되어야 한다. 시뮬레이션의 결과는 자동생산 시스템의 대략적인 물리적 배치를 설계하는 데에도 도움을 줄 수 있다. Fig. 2은 이러한 시뮬레이션 분석을 통해 제시된 도면이다. 시뮬레이션 분석의 한 예로서, Fig. 7은 AHMS에 의해 분석된, 1차곡 가공 작업에 대한 대기열 그래프이다. 3.1절에서 기술된 바와 같이, 다수의 작업장을 갖는 생산 시스템에서의 WIP는 해당 작업에 대한 작업물의 불규칙한 배송의 경우에도 완충적으로 효율을 안정시키는 버퍼 역할을 해 줄 수 있다. Fig. 7의 아래 꺾은 선 그래프는 RollingStockA에 위치하는 1차곡 가공 WIP의 개수를 나타내는데, 투입 작업물의 양과 각 작업물이 어떠한 작업을 필요로 하는가에 따라 민감하게 반응한다. Fig. 7의 경우에는 시뮬레이션 시간 600초까지는 1차 곡가공으로의 작업물 공급이 부족하다가 이후에는 작업물의 공급이 늘어나면서 WIP의 증가가 보이고 있다. 즉, 위의 두가지 양상의 중간 수준을 고려한다면 작업물의 공급을 일정 수준의 WIP를 기준하여 스케줄링 할 수 있다. 작업물 배송스케줄링뿐 아니라 RollingStockA의 적절한 최대 수용가능량(Capacity)의 설계에도 시뮬레이션의 결과가 이용될 수 있다. Fig. 2의 RollingStockA의 면적, 즉 최대 수용가능량은 이

와 같은 결과를 이용한 것이다.

AHMS의 시뮬레이션 기능에 의한 시스템의 자세한 효율 평가 및 비용 분석 등의 연구는 본 논문과 연계하여 이루어지고 있다.

5. 결론 및 전망

본 연구에서 설계된 원형 시스템, AHMS (Automated Hull-piece Manufacturing System)은 선체 외판 자동 생산 시스템의 제어 및 모니터링을 위한 것으로 기본적으로 객체 지향 시스템 개발 이론에 의해 구성되었다. 세부적으로, 객체 지향 시스템 개발 이론의 일반적인 흐름을 정리하여 그 위에 새로이 시뮬레이션 기반 설계(SBD; Simulation Based Design) 개념을 도입한 ESBDE(Evolutionary SBD)를 적용하여 AHMS를 모델링하였다. 이를 위한 분산 객체 프레임이 적합하고 신뢰성있게 구축되었으며 생산 모니터링 시스템이 시스템의 초기 설치 및 운영에 이용되었다. 즉, 시스템 요소들의 가상화와 시뮬레이션에 의한 분석 결과가 주요한 구성 요소에 대한 기본적인 가이드 라인을 제공하였다.

본 연구에서 설계된 AHMS (Automated Hull-piece Manufacturing System)는 아직 개념 증명적 시스템(proof-of-concept system)이다. 계

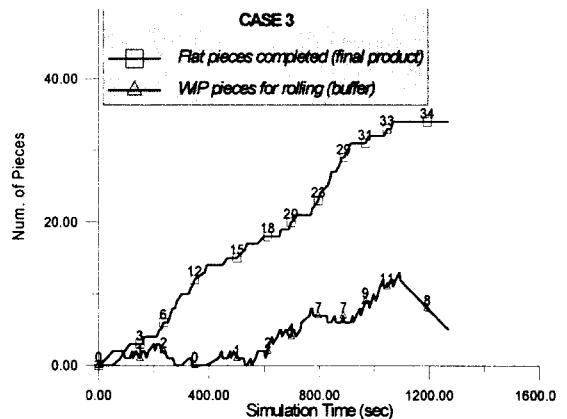


Fig. 7 Simulation result of 'CuttingStock' and 'RollingStockA'

속적인 진보와 실제 생산라인의 설치를 위해 개발자는 더욱 풍부한 PDM, 인공지능 등을 이용한 정밀한 투입 대기열 제어, 실제 기계와의 인터페이스 설계 등을 수행해야 할 것이다. 이와 더불어, 위에서 개념화하였던 원격 생산 모니터링 시스템(RMS; Remote Monitoring System)을 인터넷 위에서 응용하기 위한 노력 등이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 윤덕영, 조학중, 서홍원의, 조선 CIM을 위한 제품모델의 간명한 표현법, 대한조선학회 논문집 제31권제1호, 1994.
- [2] 엄동석, 박주용, 강병운, 선박 설계/생산지원 용접정보 시스템의 모델링에 관한 연구, 대한조선학회 논문집 제34권제1호, 1997.
- [3] 윤덕영, 서홍원의, 조선 CIM 구축을 위한 구조 설계 및 모델링 방법에 관한 연구, 대한조선학회 논문집 제33권1호, 1996.
- [4] Bennett, J.G. and Lamb, T., Concurrent Engineering: Application and Implementation for U.S. Shipbuilding, Journal of Ship Production, Vol. 12, No. 2, pp 107-125, 1996.
- [5] Alfeld, L. E., Pillod, C. S. and Wilkins, J. R., The Virtual Shipyard: A Simulation Model of Shipbuilding Process, Journal of Ship Production, Vol. 14, No. 1, pp 33-40., 1998.
- [6] Koch, T., Linking Design and Production by Production Monitoring, ICCAS '97, Vol. 2, October 13-17, Yokohama, Japan, pp 273-284., 1997.
- [7] Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy F., and Lorenzen, W., Object-oriented Modeling and Design, Prentice Hall Inc., 1992.
- [8] Awad, M., Kuusala, J., and Ziegler, J., Object-oriented Technology for Real-time Systems, Prentice Hall Inc., 1996.