

가상생산기술 적용을 위한 자동차 가상플랜트 구축 및 활용

노상도[†] · 이교일* · 손창영** · 한형상** · 박영진***
(2001년 3월 3일 접수, 2001년 7월 18일 심사완료)

Construction and Applications of the Virtual Automotive Plant for a Virtual Manufacturing

Sang Do Noh, Kyo Il Lee, Changyoung Sohn, Hyung Sang Hahn, Young-jin Park

Key Words: Virtual Manufacturing(가상생산), Virtual Automotive Plant(자동차 가상플랜트), 3-D CAD Model(3차원 캐드 모델), Simulation(시뮬레이션)

Abstract

Virtual manufacturing is a technology facilitating effective development and agile manufacturing of products via sophisticated computer models representing physical and logical schema and behavior of real manufacturing systems including manufacturing resources, environments, and products. For the successful application of this technology, a virtual plant as a well-designed and integrated environment is essential for sharing information and engineering collaboration among diverse engineering activities. The systematic approaches and effective methods for construction and application of a virtual plant are proposed in this paper, such as a 3-D CAD modeling, cell and line simulations, databases and some information technologies. Measuring and 3-D CAD modeling technologies of many equipments, facilities and structures of the building are developed, and effective information management system managing CAD models, related files and data is implemented in WWW environments. Finally, precise simulations of unit cell, lines and the whole plant are performed. For the beginning of implementing a Virtual Automotive Plant, the Virtual Plant for the Body Shop of a Korean automotive company is constructed and implemented. We could obtain the benefit of savings in time and cost in many manufacturing preparation activities in the new car development processes.

1. 서론

극도로 다양한 소비자의 요구와 기업간의 경쟁이 치열하게 펼쳐지는 글로벌한 시장환경은 다양한 제품을 신속하게 생산할 수 있는 새로운 생산

패러다임을 요구하고 있다. 미국 CASA/SME에서 발간된 "Next Generation Manufacturing"에서는, 향후 10년간 발전해 나아갈 생산시스템에서 적응력과 민감성을 갖춘 정보시스템을 보유하여 지식기반 관리를 수행하고, 시뮬레이션, 가상생산 등 체계적인 방법들을 활용하여 신속하게 제품, 공정들을 현실화하며, 효율과 유연성이 탁월한 신개념의 각종 장비, 공정들을 개발, 활용하고, 부품공급자까지 확대된 글로벌한 협동이 달성될 것으로 전망하였다.⁽¹⁾

가상생산(virtual manufacturing)은 생산시스템의 물리적, 논리적 구성요소들과 거동을 엄밀하게

† 책임저자, 회원, 서울대학교 기계항공공학부
E-mail : snunsd@dreamwiz.com

TEL : (02)877-6882 FAX : (02)888-4182

* 회원, 서울대학교 기계항공공학부

** 고등기술연구원 생산기술센터

*** 대우자동차 생산기술연구소 선행기술팀

모델링하여 통합된 컴퓨터 모델을 구성하고, 3차원 CAD, 시뮬레이션 등 다양한 새로운 컴퓨터 기술들을 활용하여 생산의 전과정에 걸쳐 각종 오류의 사전 검증과 효율적 의사결정을 수행함으로써 신속하고 효율적인 제품 개발 및 제조를 실현하고자하는 기술이다. 가상생산 기술을 적용하면 기존 또는 신규의 여러 가지 생산, 관리 계획이나 각종 정책, 기술 등을 미리 도입하여 가상적으로 다양한 생산활동들을 사전에 수행해 볼 수 있으므로, 신규 라인의 설계, 신제품 생산에 따른 공정계획 수립과 생산준비 및 생산 계획 수립 등 여러 부문에서 재계획과 의사결정에 소요되는 비용과 시간을 최소화할 수 있다.^(2,3)

가상플랜트(virtual plant)는 통상 플랜트 단위로 구분되는 하나의 공장의 제품, 설비, 공정 등을 가상생산의 관점에서 모델링하여 통합적으로 구성하는 컴퓨터 모델로서 공장에서 발생하는 일체의 제조행위들에 대하여 가상생산 기술을 적용하는데 기본이 되는 핵심 기반이 되며, 모델의 적용 범위, 상세 정도에 따라 작업, 셀, 라인으로 구분할 수 있는 공정(process)과 작업(operation), 그리고 이에 관련된 각종 정보를 통합적으로 포함하게 된다.^(4,5)

이러한 가상플랜트의 효율적인 구축과 원활한 활용을 위해서는 관련 업무의 분석을 통한 적용 업무, 범위 및 목표의 설정과 효과 분석이 선행되어야 하며, 여러 자료들과 측정, 실험치들에 기반한 3차원 CAD, 시뮬레이션 모델링, 각종 CAD 모델과 관련 정보를 통합적으로 관리하기 위한 이기종 CAD 모델간의 인터페이스와 정보관리 시스템이 필요하다. 실제로 가상플랜트를 구성하는 작업은 크게 3차원 CAD 모델의 구성, 시뮬레이션 구현을 통한 운영모델의 구축으로 이루어지는데, 두 작업 모두 상당한 시간과 노력이 요구되는 힘든 작업이므로, 각종 형상, 치수의 효율적인 측정 및 이를 기반으로 한 CAD 모델링 작업 수행, 대상 플랜트에 적합한 표준 라이브러리의 구축 및 활용, 시뮬레이션까지를 포함할 수 있는 통합적인 모델링 환경의 구축과 작업된 모델의 재사용을 통하여 작업의 생산성을 높이는 연구가 필수적이다.^(6,7)

특히, 자동차 산업을 살펴보면, 제품개발에서 양산까지의 기간이 상당히 소요되고, 금형과 엔진의 가공 및 조립, 프레스, 차체, 도장과 조립

공정을 거치는 양산 과정이 매우 복잡하고 다양하여 이를 위하여 수립되는 각종 설계와 계획의 사전 검증과 최적화가 크게 요구되고 있다. 이에 따라 국내외의 자동차 회사들이 모두 신차 개발 시간의 단축과 비용 절감 및 양산 품질 향상을 통한 경쟁력 향상을 얻기 위하여 가상플랜트의 구축과 활용에 집중적인 연구와 투자를 전사적으로 진행하고 있다.^(8,9) Daimler Chrysler사의 경우, 금형 개발에서 3차원설계 도입과 활용으로 설계 기간을 약 35~40% 감소시키고, 신차 제조 라인의 설계와 검증기간이 6~8개월 소요되던 것을 4~8주로 감소시켰으며, 차체공장 등에서 필요한 각종 로봇 제어 코드를 OLP 방법을 이용함으로써 신차 생산 준비시간을 2~4개월 단축하고 라인당 약 2천만불에 달하는 비용을 절감할 수 있었다고 한다.⁽¹⁰⁾ Fig. 1은 Daimler Chrysler사에서 1998년에 구축한 가상플랜트의 모습이다.

본 논문에서는 자동차 생산준비 업무에 가상생산 기술을 적용하기 위하여 국내의 한 자동차 차체 공장을 대상으로 가상플랜트를 구축, 운영하고 적용한 실제 사례를 바탕으로, 이 과정에서 수행된 각종 연구들과 구체적인 구현 방법들을 제시함으로써 자동차 생산에서 가상생산 기술을 적용하기 위한 가상플랜트의 구축과 활용의 실제적인 방법을 제시하고자한다.

2. 가상플랜트 구축절차 및 적용

2.1 가상플랜트의 구축 절차 및 고려사항

본 논문에서 제안하는 가상플랜트의 구축절차와 단계별로 수행되는 각각의 상세 업무는 다음의 Fig. 2와 같다.



Fig. 1 The virtual plant of daimler chrysler

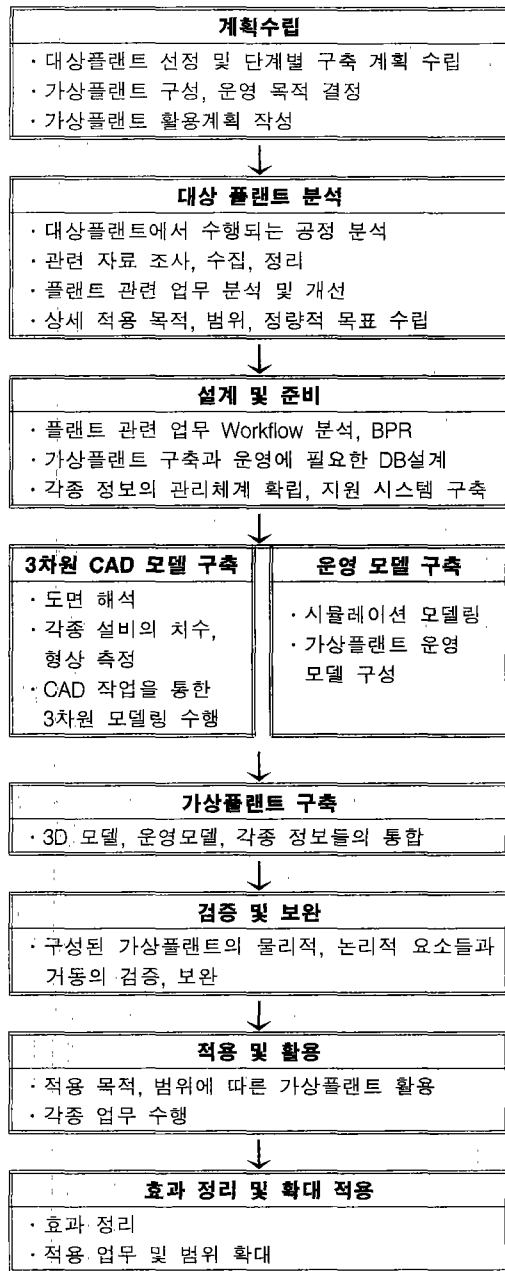


Fig. 2 Implementation procedure of a virtual plant

가상플랜트의 구축에는 상당한 시간, 비용과 자원이 요구되므로 초기에 상세한 활용계획과 정량적인 목표를 수립하고, 구축, 적용 후에는 그 결과를 정리, 분석하여 그 의의를 입증하고 적용 분야를 확대하는 단계적인 접근 전략이 필요하며, 이를 위하여는 시스템 공학적인 접근과

Workflow 업무 분석, BPR(business process re-engineering)의 수행이 필요하다.⁽¹³⁾

가능한 높은 가상플랜트의 신뢰성이 확보되어야 올바른 결과가 여러 분야에 폭넓은 확대 적용이 가능하겠으나, 투입할 수 있는 시간과 자원에 한계가 있으므로 적용 범위, 목적에 따라 모델의 일부, 부분적인 상세도 조정이나 추상화를 진행하여야 한다. 또한, 가상플랜트 구축 후에는 구성된 CAD 모델과 시뮬레이션 모델에 대한 엄밀한 검증을 통하여 모델의 적합성을 보장하여야 하고 추후 변경사항이나 현장 맞춤 등을 적절히 반영하여 그 신뢰성을 유지하도록 하여야 한다.

2.2 가상플랜트의 적용분야 및 효과

가상플랜트는 생산 전 분야에 걸쳐 적용되는 통합된 환경으로, 가상플랜트를 구축, 활용하게 되면, 제품개발 부문에서는 새로운 아이디어의 개발과 관리과정에서 생산가능성을 바로 검증할 수 있게 되고, 제품설계 부문에서는 가상시제품(virtual prototype)의 제작을 통한 제품 시각화, 성능 분석, 가상시험, 그리고 생산 용이성 및 효율 평가가 가능하게 된다. 제품제조 부문에서는 제조설비의 사양 결정, 공정 및 설비배치(layout) 최적화, 최적화된 공정계획 및 생산계획의 효율적인 작성, 그리고 생산성 향상 및 비용 절감이 가능하다. 또한 정보공유 및 관리 측면에서는 제품설계와 제조과정의 통합을 통한 협조적 엔지니어링(collaborative engineering)의 실현과 제품, 공정 및 생산시스템에 대한 정보 기반(information infrastructure)을 구축함으로써, 제품의 전 라이프 사이클(life cycle)에 걸친 업무의 정립과 관리, 그리고 엔지니어들 사이의 용이한 의사소통과 협의의 달성이 가능해진다.^(2,3,11)

특히, 자동차 공장을 대상으로 생산부문의 여러 분야별로 가상플랜트를 적용할 수 있는 문제들을 구체적으로 정리하면 Table 1과 같다.

2.3 제품/설비/공정 정보 관리시스템

가상플랜트의 원활한 구축과 운영을 위해서는 플랜트에서 생산하는 제품들과 제조에 사용되는 각종 설비와 자원들, 생산순서와 방법들을 나타내는 공정, 작업에 대한 각종 정보들을 통합하여 체계적으로 관리하여야 한다. 이때 특히 설비와 자원들에 대해서 다루어야 하는 정보는 설비의 사

Table 1 Application Areas of Virtual Manufacturing in Automotive Industry

응용분야	내용
가상 엔지니어링	<ul style="list-style-type: none"> CAD 시스템과 연계, 건축물/설비/기계와 각종 부속물의 통합적 모델링, 검증 환경 구성 제품/부품 모델, DMU을 통한 설계 해석 및 평가 환경 제공
플랜트 설계 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> 건축/시설/장비 모델링, 정보 관리 공정계획/일정계획, 운영 시뮬레이션을 통한 최적화 공장 레이아웃 결정 장비, 시설 보수 지원, 작업자 교육, 설명서
공정 검증 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> 가공 시뮬레이션 통한 NC 프로그램 작성, 검증 및 최적화 각종 치공구 설계, 검증 수행 로봇 시뮬레이션, OLP 통한 프로그램 작성 및 검증 조립 시뮬레이션; 제품 시각화, 부품, 치공구들간의 간섭 확인 및 조립 작업 최적화 인간 모델 고려 통한 작업자 작업성 평가, 안전도 검증
공장 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> 자재흐름분석, 병목현상식별, 대체수단 평가 등
검사/품질관리	<ul style="list-style-type: none"> 측정장비 OLP, 허용한계 분석 품질 예측, 불량 요인 도출 및 대안 검토
제품/설비/공정시각화	<ul style="list-style-type: none"> 제품/설비/공정의 시각화에 따른 작업자의 이해 증진 작업 오류 방지와 개선안 도출

양, 위치, 특성 등 각종 데이터, CAD 파일, 그리고 기타 관련 파일들 등 다양하며, 이러한 정보들은 제품설계 부서, 공정설계 부서, 설비업체, 협력/외주업체 등 다양한 장소에서 분산되어 있는 여러 엔지니어들에 의하여 입력, 조회, 수정될 수 있어야 한다. 이를 위해서는 업무분석, 각종 문서들에 대한 표준 수립, 자료 입출력 절차 확립과 이를 기반으로 한 유연한 구조의 통합 데이터베이스 설계가 선행되어야 하며, CAD 등 각종 파일의 인터페이스방법에 대한 면밀한 검토와 사용하기 편리하고 신뢰성이 있는 제품/설비/공정 정보관리 체계의 구축이 필수적이다.^(6,12)

2.4 플랜트 3D 모델 구축방법

가상플랜트를 구성하기 위해서는 매우 다양한 3차원 CAD 모델들이 필요한데, 본 논문에서는 이들을 그 종류에 따라 아래와 같이 세부적으로 분류하였다.

- (1) 생산제품(부품, 제품 등)
- (2) 건축부(건축물의 기초, 기둥, 상·하부 구조물 등)
- (3) 시설부(파이프, 덕트, 배관 등)
- (4) 설비류(platform, fence, ramp, mezzanine 등)
- (5) 장비류(가공기, 물류장비, 로봇 등)
- (6) 기타 부속물류(pallet, rack, 건, 공구 등)

전술된 다양한 종류의 모델링 대상들은 모델링 작업의 준비도에 따라 다음과 같이 나누어지며, 본 논문에서는 각각의 경우에 대한 적합한 모델링 방법을 연구하였다.

- (1) 도면이 없는 경우
- (2) 도면은 있으나 등록되지 않은 설계변경이나 잦은 현장맞춤으로 실제와 다른 경우
- (3) 도면으로 신뢰성 있는 모델링 작업 수행이 가능한 경우
- (4) 도면과 함께 CAD 모델이 준비되어 있는 경우
- (5) 3차원 CAD 모델링 작업이 이미 진행되어 있는 경우

실제 많은 설비들이 도면이 없거나 도면이 있더라도 실제와 다른 경우에 속하므로, 모델링 작업은 단순한 CAD 모델링 작업뿐만 아니라 형상, 치수의 측정과 이에 기반한 모델링 과정이 필수적으로 요구된다. 또한 가상플랜트를 활용하여 의미있는 결과를 얻기 위하여는 종류에 따라 차이는 있으나 대체로 3D 솔리드(solid) 모델이 필요하며, 작성된 모델들이 단일 환경에서 통합되어야하므로, 하나의 단일한 CAD 모델러를 사용하거나 최소한 모델 데이터의 호환에 대한 철저한 대비를 하여야하며, 구성된 가상플랜트가 시뮬레이션을 통하여 운영모델로 구성되어야하므로, CAD 작업에서 사용한 모델러와 호환되는 3차원 모델 기반의 시뮬레이션 엔진을 선정하는 것이 바람직하다.⁽¹²⁾

3. 자동차 차체 가상플랜트

3.1 차체 가상플랜트의 목적

본 논문에서는 국내의 한 자동차 회사를 대상으로 프레스 작업을 통하여 만들어진 패널들을 주로 로봇을 이용하여 자동화된 용접작업으로 조

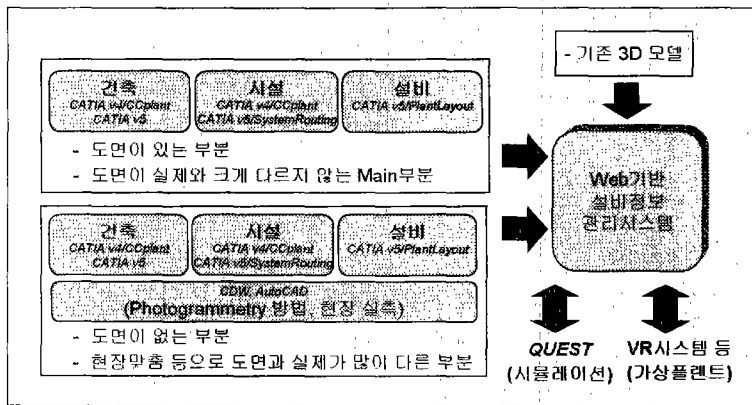


Fig. 3 Modeling strategy and method for the virtual body plant

립, BIW(body in white)를 구성하는 차체공장 (body shop)을 대상으로 가상플랜트를 구축하였다. 본 논문에서 구성, 운영된 가상 차체플랜트의 목표는 다음과 같다.

- 신차 개발시 새로운 설계, 설계 변경에 따라 차체공장에서 발생할 수 있는 기존 설비들의 각종 문제점, 변경사항 사전 검토
- 새로 작성된 설비와 용접 공정의 사전 검증 및 개선. 특히, Jig, 설비 등의 간섭 확인을 통한 공정과 설비들의 검증
- 여러 차종 혼류 생산에 따른 물류 운영 정책 검토와 저장 면적의 타당성 사전 검증 및 최적화
- 로봇 off-line 프로그래밍 수행을 통한 로봇 프로그램 시간 단축 및 비용 절감
- 공장의 건축, 설비 등의 가시화를 통한 작업자의 이해 증진
- 플랜트, 생산에 관련된 각종 정보 통합 관리 및 지식베이스(knowledge base) 구축
- PLC, 하드웨어, 데이터베이스 인터페이스 구축을 통한 제어와 모니터링 시스템의 구성

3.2 차체 가상플랜트의 구성

3.2.1 3차원 CAD 모델의 구성

전술된 바와 같이 가상플랜트의 구축은 모델의 종류와 준비상태에 따라 사안별로 그 방법을 달리하여 진행하여야 하며, 작성된 모델이 CAD 모델으로써 뿐만 아니라 시뮬레이션, 가상현실(virtual reality) 시스템 등 다른 응용분야에 통합적으로

이용될 수 있도록 하여야 한다.

본 논문에서 제안, 사용한 3차원 CAD 모델링 방법은 Fig. 3과 같다. 대상 자동차 회사에서 표준으로 사용하고 있는 프랑스 Dassault System사의 상용 CAD 시스템인 CATIA를 기본으로 사용하고, 건축 구조부, 시설부, 설비별로 CATIA에서 제공하는 여러 가지 제품들을 사용함으로써 단일한 환경에서 다양한 종류의 대상들에 대한 모델링 작업 수행과 활용이 가능하도록 하였다. 또한 시뮬레이션 엔진으로는 Dassault System사의 자회사인 Delmia사의 IGRIP, QUEST를 사용함으로써 가급적 모델의 호환, 변환 문제없이 CAD 모델링 작업에서 시뮬레이션 모델의 구성과 가상플랜트의 운영이 통합적으로 수행되도록 하였다.

도면이 없거나 실제와 많이 다른 부분의 모델링 작업은 작업자에 의한 실측 방법과 함께 사진 촬영을 통하여 주요 치수와 형상을 얻는 근거리 사진측량(close range photogrammetry) 방법을 적용하였고 이를 위하여 Sony사의 디지털 카메라와 독일 RolleiMetric사의 CDW 소프트웨어를 사용하였다. Fig. 4는 대상 차체 공장의 설비를 사진으로 촬영, 소프트웨어적으로 처리하여 모델링 작업을 진행하는 사진측량 방법의 수행장면이며, Fig. 5, Fig. 6은 셀과 라인으로 구분되는 구현된 가상플랜트의 3차원 모델이다. 구성된 3-D CAD 모델만을 가지고도 설비 배치와 설치시의 간섭발생 등의 문제들을 사전에 확인하는 것이 가능하였으며, 운영모델 구축을 통하여 다양한 조건들과 정책하에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제점들에 대한 신뢰성 있는 검토가 가능하였다.

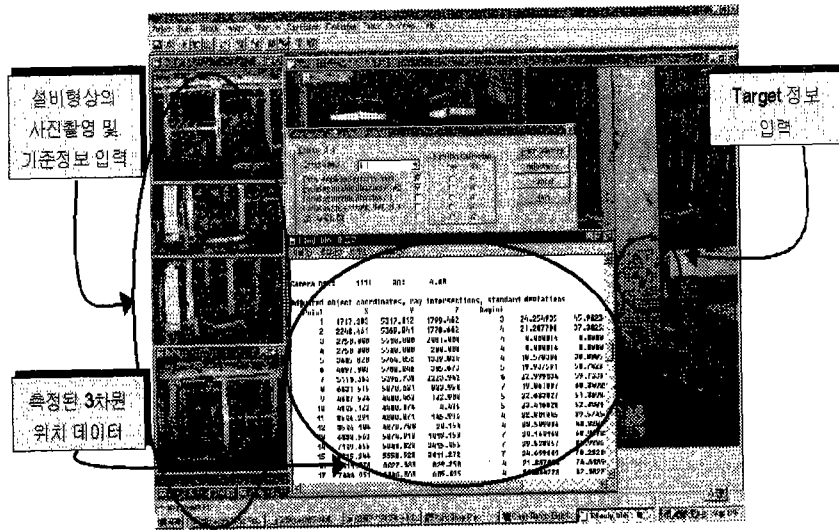


Fig. 4 Measuring by photogrammetry Method

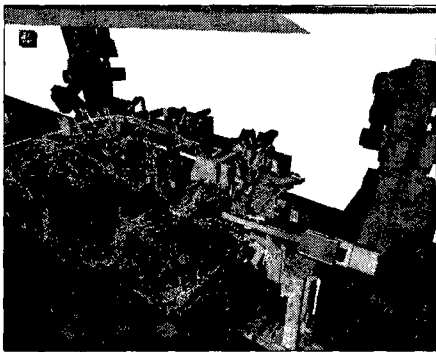


Fig. 5 The virtual body plant - Cell

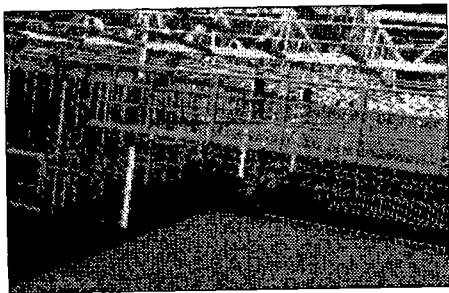


Fig. 6 The virtual body plant - line

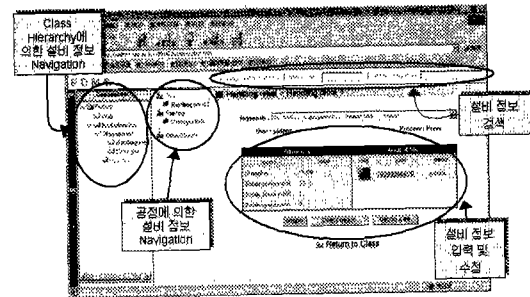


Fig. 7 The web-based EDMS

위하여 Web 환경에서 CAD 모델에 관련된 각종 정보를 다룰 수 있는 Web기반 설비정보관리시스템(Web-based equipment data management system)을 개발, 사용하였다. Fig. 7은 개발된 설비정보관리 시스템의 실행화면이다.

또한 다양한 설비정보의 원활한 관리를 위하여 객체지향(object-oriented) 방법론을 적용, 모델링 대상을 총 67개의 객체 클래스(object class)로 분류, 정의하였으며 이를 기반으로 데이터베이스를 설계, 구축하였다. 개발된 Web기반 설비정보관리 시스템에서는 사용자가 각자의 브라우저(browser) 상에서 각종 데이터들을 객체구조(class hierarchy)와 관련 공정 관점에서 직관적으로 바로 검색하고, 각종 데이터의 등록, 수정, 삭제 등을 수행할 수 있다. Fig. 8은 본 논문에서 구성된 차체공장의 설비 클래스 계층도이다.

3.2.2 설비 정보 관리

본 논문에서는 CAD 모델링 작업과정에서 기존에 작업한 모델의 효율적인 검색과 작성된 모델의 재사용을 통한 모델링 작업 생산성의 향상을

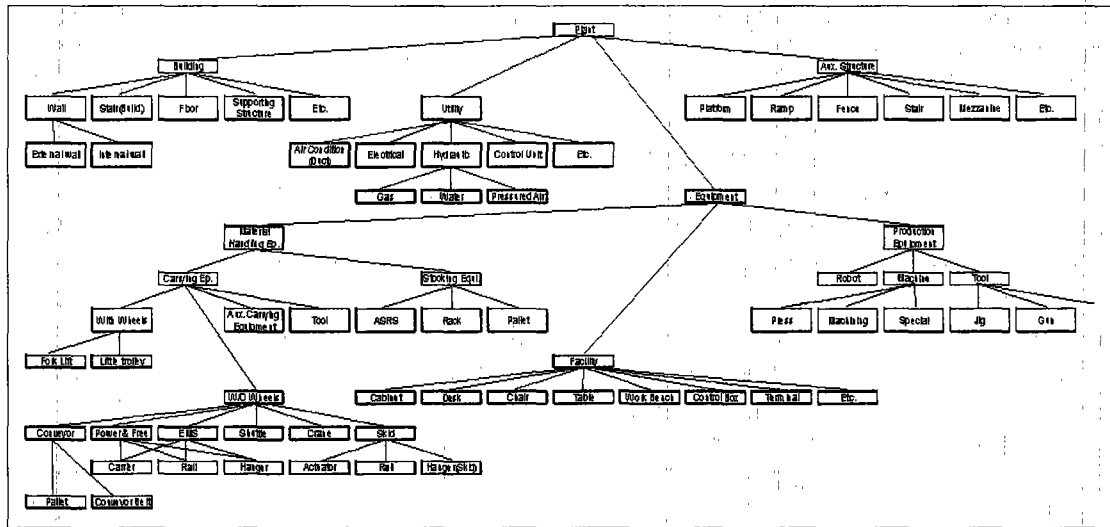


Fig. 8 The class hierarchy for the virtual body plant

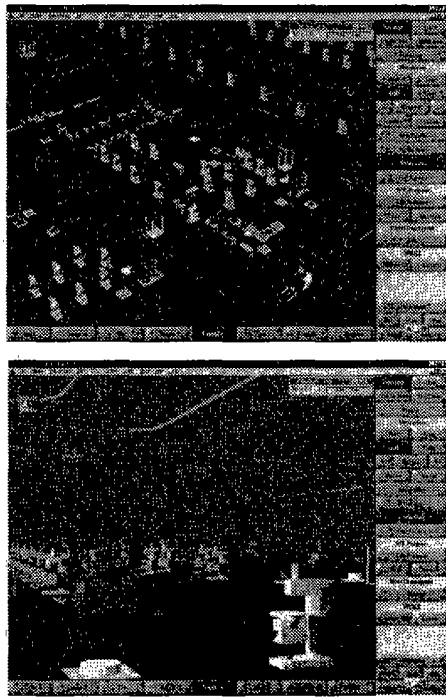


Fig. 9 The virtual body plant - operation

3.3 차체 가상플랜트 운영 모델

구성된 3차원 CAD 모델들을 이용하여 시뮬레이션을 통한 가상플랜트 운영모델을 구성하였다. 본 논문에서는 가상플랜트의 운영 목적을 크게 제품, 설비간섭 확인, 공정검토, off-line 프로그래

밍 등을 수행하는 셀 단계(cell level)과 전체 라인의 운영 효율, 대차 대수 검토, 물류 분석 등을 수행하는 라인 단계(line level)로 나누었으며, 셀 단계는 IGRIP 소프트웨어, 라인 단계는 QUEST 소프트웨어를 이용하여 구축하였다. 구성된 셀, 라인 시뮬레이션 모델은 단일한 환경에서 연계되어 운영됨으로써 통합된 가상플랜트 운영모델을 구성한다. Fig. 9는 구성된 가상플랜트 운영모델의 실행 모습이다.

3.4 차체 가상플랜트 구축 및 운영 결과

3.4.1 차체 가상플랜트 결과 및 효과

본 논문에서 구축, 운영된 차체 가상플랜트의 결과 및 효과는 다음과 같다.

(1) CAD 모델의 적합성

구성된 3D CAD 모델의 경우, 검증작업 결과 도면을 기반으로 모델링된 건축 구조물의 경우는 ± 5~24mm, 사진측량 방법으로 모델링된 설비들의 경우는 ± 0.3~10mm 정도의 오차를 가지고 있었으며, 덕트의 개구부의 위치와 일부 치구들은 현장 맞춤으로 실제와 상당한 차이를 보였다. 그러나, 본 논문에서 구성된 가상플랜트의 CAD 모델들만을 가지고도 부품-설비, 설비-설비간의 간섭확인과 공장의 DMU 활용이 가능하였다.

(2) 운영 모델의 적합성

총 13개의 작업셀과 부품 운송을 위한 EMS라

인들로 이루어지는 공정운영은 운영 로직(logic)과 싸이클타임 등이 실제와 일치하였으나, 물류운영의 경우는 운영정책과 저장면적이 실제와 차이가 있었다. 이 부분은 시뮬레이션 모델의 구성 오류라기보다는 주로 작업자로 이루어지는 작업을 정확히 표현하지 못한 데에 주로 기인한 것으로 생각된다. 그러나 여러 가지 물류 방안들에 대한 대안비교와 저장면적 등의 추이분석에 구성된 가상플랜트 운영모델을 활용할 수 있었다.

(3) 작업셀 구성과 Off-line 프로그래밍 수행

주로 로봇으로 이루어지는 작업에 대한 신뢰성 있는 작업셀 구성이 가능하였으며, 이를 기반으로 대상 차체공장에서 운영되는 모든 로봇들에 대한 Off-line 프로그래밍 수행이 가능하였다. 이를 통하여 로봇 프로그래밍 생산준비에 소요되는 상당한 비용과 준비 기간 단축이 가능하였다.

(4) 가시화

차체플랜트내의 각종 건축 구조와 설비들의 실감나는 가시화로 신차종 생산을 위한 건축, 배관, 설비와 그 배치안 등의 초기 설계와 사전 검증 용이하였다.

3.4.2 보완 사항 및 추후 연구과제

구성된 가상플랜트의 보완사항들과 추후 연구과제들은 다음과 같다.

- 설비 3-D CAD 모델의 경우 일반적으로 간섭 확인 등에 요구되는 오차범위인 1mm 정도를 만족하여야 하며, 간섭확인 등을 위해서는 이 부분에 도면의 오류 수정, 현장맞춤 이력의 파악 및 반영 등이 필요하다.
- 상당한 시간과 노력이 요구되는 CAD 모델링 작업 생산성 향상을 위해서는 단순한 CAD 모델의 재사용뿐만 아니라 고유한 공장의 주요 설비들을 라이브러리화하여 지식기반으로 모델링 작업을 수행할 있도록 하는 지원체계 구축이 요구된다.

4. 결 론

본 논문에서는 자동차 공장을 대상으로 생산준비 업무에 가상생산기술을 적용하기 위하여 기반이 되는 가상플랜트를 구축하는 체계적인 방법, 고려사항과 효과 등을 제시하였고, 국내의 한 자동차 회사를 대상으로 차체공장 가상플랜트를 구

축한 사례와 관련 연구 내용들을 소개하였다.

각종 설비, 구조물의 치수 및 형상을 측정, 모델링하고, 건축, 시설, 설비 등 다양한 3차원 CAD 모델링 작업을 가상플랜트 구축 관점에서 체계적으로 수행하는 방법을 정립하였고, 각종 정보를 체계적으로 관리하고 재사용할 수 있도록 공정, 설비, 부품에 관련한 각종 정보들을 Web환경에서 관리하는 Web기반 설비정보관리시스템을 구축하였다. 또한 구성된 가상플랜트의 CAD 모델들을 가급적 추가 변경작업 없이 이용하여 시뮬레이션을 수행, 가상플랜트 운영에 사용할 수 있도록 통합된 환경과 정책으로 가상플랜트를 구성하였다.

개발된 차체 가상플랜트를 여러 엔지니어링 문제들의 해결에 적극 활용하고, 주요 생산 공정인 프레스, 도장, 조립 플랜트에도 본 연구결과를 바탕으로 가상플랜트를 구축하고 활용함으로써 자동차 산업에 가상생산 기술을 적극 적용할 예정이다.

후 기

본 논문은 과학기술부 국가지정연구실 사업(과제명: 분산 생산시스템의 인터넷기반 신속 구축 및 최적 운영기술 개발)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- (1) Jordan, Jim and Michel, Fred, 1999, *Next Generation Manufacturing(NGM)*, CASA/SME Blue Book.
- (2) Lee Kyo Il and Noh, Sang Do, 1997, "Virtual Manufacturing System - a Test-bed of Engineering Activities," *Annals of the CIRP*, Vol. 46, No. 1, pp. 347~350.
- (3) Iwata, K., Onosato, M., Teramoto, K. and Osaki, S., 1997, "Virtual Manufacturing Systems as Advanced Information Infrastructure for Integrating Manufacturing Resources and Activities," *Annals of the CIRP*, Vol. 46, No. 1, pp. 335~338.
- (4) Iwata, K., Onosato, M., Teramoto, K. and Osaki, S., 1995, "A modeling and Simulation

- Architecture for Virtual Manufacturing Systems," *Annals of the CIRP*, Vol. 44, No. 1, pp. 379~383.
- (5) Kimura, Fumihiko, 1993, "Product and Process Modeling as a Kernel for Virtual Manufacturing Environment," *Annals of the CIRP*, Vol. 42, No. 1, pp. 147~150.
- (6) 노상도, 손창영, 이창호, 홍성원, 김덕영, 2000, "자동차 차체공장 가상플랜트 구축 및 활용," 고등기술연구원 연구보고서.
- (7) 노상도, 홍성원, 김덕영, 손창영, 한형상, 박영진, 신현식, 정경훈, 2000, "가상생산기술 적용을 위한 자동차 가상플랜트 구축에 관한 연구," 2000년 대한기계학회 추계학술대회 논문집, pp. 718~723.
- (8) Ellison, D. J., Clark, K. B., Fujimoto, T. and Hyun, Y. S., 1996, "Product Development Performance in the Auto Industry : 1990s Update," Harvard Business School, Working Paper.
- (9) 일본 자동차기술회, 1998, "자동차 생산기술의 예측조사 - 2025년의 자동차생산기술 자동차제조에서의 꿈을 추구하며."
- (10) Delmia, 2001, *Case Studies - Daimler Chrysler*, <http://www.delmia.com>.
- (11) Sangdo Noh, 1999, "Networked Virtual Manufacturing System for Collaborative Engineering," Ph. D. Thesis of Seoul National University.
- (12) 김덕영, 홍성원, 노상도, 한형상, 2000, "자동차 차체공장 가상플랜트 구축 및 운영," 2000년 대한산업공학회 추계학술대회 논문집.
- (13) 이창호, 손창영, 노상도, 한형상, 2000, "가상생산기술 적용을 위한 신차 개발 업무 모델링 및 분석," 2000년 대한산업공학회 추계학술대회 논문집.