

디지털공장을 이용한 자동차 조립공장의 자재계획 및 정보관리

노상도*, 박영진**

Material Planning and Information Management for Automotive General Assembly using Digital Factory

Noh, S. D.* and Park, Y.-J.**

ABSTRACT

To ensure competitiveness in the modern automotive market, material arrangements and information managements should be performed concurrently with new car developments. In automotive general assembly shops, thus, new business workflow and supporting environments are inevitable to reduce the manufacturing preparation time in developing a new car in the manner of concurrent and collaborative engineering. Since complete material arrangements for a whole general assembly system is a huge and complex job, several planners should execute their planning jobs and share information. Therefore, each planner should provide others with his/her results with continuous on-line communication and cooperation. Digital automotive general assembly factory is useful the performing concurrent and collaborative engineering and is essential for material arrangements and information managements systems. In this research, we constructed a sophisticated digital factory of an automotive general assembly shop by measuring and modeling through the parametric 3-D CAD, and a web-based system for concurrent and collaborative material arrangements for automotive general assembly via 3D mock-up is developed. By the digital general assembly shop and developed web-based system, savings in time and cost of manufacturing preparation activities are possible, and the reliability of the planning result is greatly improved.

Key words : Digital Factory, Material Planning, General Assembly, Web, Digital Mock-up

1. 서 론

다양한 소비자의 요구가 급변하고 글로벌 기업간의 경쟁이 치열해짐에 따라 제조업의 시장 환경은 다양한 제품을 신속하게 생산할 수 있는 새로운 생산 기술의 발전을 요구하고 있다. 자동차 산업에서는 금형, 엔진, 변속기 등의 가공 및 조립, 프레스, 차체, 도장과 조립 공정을 거치는 제조 공정이 매우 복잡하고 다양해서 이 과정의 수립되는 각종 설계와 계획의 사전 검증과 최적화가 중요하며, 제조기업들은 신차 개발 기간 단축, 비용 절감, 품질 향상을 통한 경쟁력 확보를 위해서는 동시협업(concurrent and collaborative engineering)의 달성과 디지털 가상생산 시스템 구축이 필수적인 것으로 인식되고 있다^{1,2)}.

디지털 가상생산은 “생산시스템의 물리적, 논리적 구성요소들과 거동을 엄밀하게 모델링하여 통합된 디지털 모델을 구성하고, 3차원 CAD, 시뮬레이션 등 다양한 컴퓨터 기술들을 활용하여 생산의 전 과정에 걸쳐, 각종 오류의 사전 검증과 의사결정을 디지털 환경에서 수행함으로써 신속하고 효율적인 제품 개발 및 제조를 실현하려는 기술이다³⁾. 이를 적용하면 다양한 생산 및 관리 계획이나 각종 정책, 기술 등을 가상적으로 도입하여 그 효과를 사전에 검증해 볼 수 있으므로, 신규 라인의 설계, 생산준비와 생산계획 수립 등 여러 부분에서 재 계획과 의사결정에 소요되는 비용과 시간을 최소화할 수 있다⁴⁾. 디지털생산 개념의 적용을 위해서는 자동차의 주요 제조 공정을 대상으로 한 관련 데이터베이스, 디지털공장(digital factory)의 구축과 그 운영에 관한 핵심 기술들의 개발이 요구된다.

디지털공장은 생산행위가 일어나는 하나의 공장을 대상으로 제품(Product), 설비(resource), 공정(process)

*충신회원. 성균관대학교 시스템경영공학과
**GIM Daewoo Auto&Technology 생산기술연구소
- 논문투고일: 2004. 03. 25
- 심사완료일: 2004. 07. 14

등을 디지털생산의 관점에서 모델링하여 통합적으로 구성하는 컴퓨터 모델로서, 공장에서 발생하는 일체의 제조 활동에 디지털생산 기술을 적용하는데 기본이 되는 핵심 기반이 된다. 보통 모델의 적용 범위, 상세화 정도에 따라 작업, 셀, 라인으로 구분할 수 있는 공정과 각 공정에 속하는 세부 작업들, 그리고 이에 관련된 각종 정보를 통합적으로 보유한다⁵⁾. 디지털공장을 구성하는 작업은 크게 3차원 CAD 모델링, 시뮬레이션 모델링을 통한 운영모델의 구축 등으로 이루어지는데, 두 작업 모두 상당한 시간과 노력이 요구되는 힘든 작업이므로, CAD와 시뮬레이션의 통합 모델링 환경 구축과 작업된 모델들의 재사용을 통하여 작업의 생산성을 높이는 것이 필수적이며, 투입할 수 있는 시간과 자원에 한계가 있으므로 적용 범위, 목적에 따라 모델의 일부, 부분적인 상세도 조정이나 추상화를 진행하여야 한다. 또한 디지털공장 구축 후에는 구성된 CAD 모델과 시뮬레이션 모델에 대한 엄밀한 검증을 통하여 모델의 적합성을 보장하여야 하고 추후 변경사항이나 현장 맞춤 등을 적절히 반영하여 계속적으로 그 신뢰성을 유지하도록 해야 한다⁶⁾.

자동차 조립공장의 자재배치를 위해서는 신규 차종 투입에 따라 수반되는 다수의 작업들(단위작업/공정의 결정 및 배치, 자재 리스트의 작성, 자재의 보관 및 운반 수단 결정, 공정별 자재 배치 등)의 다수 작업자들에 의한 동시적 수행이 필요하며, 이러한 다수 작업자들의 협업이 주로 수작업과 파일교환, 다수의 전화통화 및 회의들로 이루어지는 현행 작업 방식으로는 초기 작성 및 수정작업에 들어가는 시간과 노력이 매우 과다하고, 최적화 및 결과에 대한 체계적이고 신뢰성 있는 관리가 어려운 상황이다⁷⁾.

본 논문에서는 국내의 한 자동차 회사 조립공장(general assembly shop)을 대상으로 제품개발과 생산 준비 과정에서 수행되는 다양한 업무에서 디지털생산 기술을 적용하기 위한 디지털 조립공장 구축과, 구축된 디지털 공장을 이용하여 분산된 다수의 계획자가 Web과 3차원 DMU(digital mock-up) 환경에서 동시에 협력하여 자재배치(material planning)를 수행할 수 있는 협업시스템의 설계, 구축과 활용 사례를 소개하고자 한다.

2. 자동차 디지털 조립공장

2.1 조립공장 생산준비 업무 분석

조립공장에서는 차체공장(body shop)에서 용접, 조립되어 만들어지고, 도장공장(paint shop)에서 도료, 도

장 작업이 수행된 자동차 차체(body)에 엔진, 변속기, 오디오 등 각종 부품을 조립하며, 대부분의 작업은 작업자에 의한 수작업으로 이루어진다. 일반적으로 두 차종 혼류생산의 경우, 300여개의 작업 스테이션이 10개 정도의 라인을 이루고 있으며, 약 300~400명 정도의 작업자가 2,000여개의 부품을 조립한다⁸⁾.

본 논문에서는 국내의 한 자동차 회사를 대상으로 특히 신차 개발 시 조립 작업을 위해서 수행되는 생산 준비 업무들에 대한 분석 작업을 수행하였다. 이것은 조립공장에 디지털생산 기술을 도입하기 위하여 디지털공장의 운영 목적 결정과 활용 극대화를 위한 것으로, 총 73개의 생산준비 업무가 도출되었으며, 이중 24개의 업무가 디지털공장 구축, 적용하는 것이 가능한 것으로 분석되었다. Table 1은 조립공장 생산준비를 위한 디지털생산 기술 적용분야를 정리한 것이며, 본 논문에서는 ‘공성/자재 배치와 흐름의 검토/확인’, 그리고 ‘공성별 자재목록 작성/검토’ 분야에 디지털공장을 적용한 사례를 다룬다.

2.2 디지털 조립공장의 목적

Table 1과 같은 다양한 목적으로 활용될 수 있고, 수시로 변화하는 환경에 맞출 수 있는 디지털 공장의 신속하고 효율적인 구축을 위해서 본 논문에서는 조립공장의 여러 설비, 제조 환경에 대해 파라메트릭(parametric) 모델링을 수행 하였으며, 모델링과 모델

Table 1. Manufacturing preparation activities for digital general assembly shops

업무	적용분야 및 효과
package concept 확인	가상엔지니어링
engine room package 확인	가상엔지니어링, 공정 검증/평가
module concept 확인	가상엔지니어링, 공정 검증/평가
typical section drawing/proto.	플랜트 설계/운영,
drawing/proto. car 검토	가상엔지니어링
운반 설비 내용 범위 검토	플랜트 설계/운영
exterior/interior model 검토	가상엔지니어링
주요 공정/설비 검토	플랜트 설계/운영, 공정 검증/평가
주요부 조립 공차 검토/확인	가상엔지니어링
물류 문제점 검토/협의	공장 시뮬레이션/플랜트 설계/운영
special tool 설계/검토	공정 검증/평가
치공구 설계/검토	공정 검증/평가
production drawing 검토	공정 검증/평가
공정, 자재배치와 흐름의 검토/확인	공장시뮬레이션, 제품/설비/공정 시각화
공성별 자재목록 작성/검토	제품/설비/공정 시각화

의 가시화 및 공유를 위해서 대상 회사에서 사용하고 있는 공장 모델링 전용 CAD 소프트웨어와 DMU 소프트웨어를 사용하였다.

본 논문에서 구성된 디지털 조립공장의 목표는 다음과 같으며, 특히, 본 논문에서는 구축된 디지털 조립공장을 기반으로 3차원 DMU상에서 자계계획을 수행하는 환경을 구축하는 부분, '공정, 자재 계획 및 분석'을 다룬다.

- 설비 간섭 확인 : 신차 개발, 신규 차종 투입 시 기존 공장의 설비 및 구조물과 새롭게 설계되는 차체와의 간섭 등의 문제점 검토.
- 작업성 확인 및 검토 : 새로 적용될 차체, 부품과 설비와의 적합성과 작업성, 작업사 동선의 분석과 평가.
- 생산흐름 및 물류 분석 : 시뮬레이션을 통한 설비, 자재 배치와 물류 정책의 평가 및 최적화.
- 공장 배치 계획 및 작업자 교육 : 공장의 건축, 설비 등의 가시화를 통한 다수 작업자들의 협업 수행, 작업사의 이해 증진과 교육.
- 공정, 자재 계획 및 분석 : 공정, 자재 계획의 수행과 배치 결과에 대한 분석 등이 동시에 진행되는 협업 환경 구축.

2.3 디지털 조립공장의 구축

2.3.1 형상과 치수의 측정

디지털공장의 3차원 CAD 모델링에는 조립공장의 각종 설비들뿐만 아니라 건축구조물 및 안전 펜스 등 시설들에 대한 엄밀하고 신뢰성 있는 측정 작업이 필수적으로 요구된다. 대부분의 설비와 구성에 대해 도면이 없거나, 있더라도 빈번한 현장맞춤 등으로 실제와 차이가 많이 나기 때문이다. 측정은 주로 레이저 거리 측정기(laser distance-meter)를 이용하여 수행되었으며, 측정 오차를 줄이기 위해 각 구간에 대해 반복측정하고, 주 기둥(main column), 벽면, 그리고 공장 바닥 면 등 건축부분을 기준으로 사용하였다. 측정 결과는 도면과의 대조와 검증 작업을 통해 신뢰성을 확보하였으며, 완성된 모델 상에서의 측정거리와 실제 측정치를 비교, 검증하여 여러 번의 재 측정을 반복 수행하였다.

2.3.2 설비의 파라메트릭 모델링

본 논문에서는 설비 모델의 신속하고 효율적인 구성과 용이한 유지보수를 위하여 파라메트릭 모델링(parametric modeling) 기법을 적용하였다. 조립공장의 여러 설비들에 대하여 주요 치수를 결정, 라이브러리

를 구축하고, 측정된 치수를 바탕으로 모델링을 수행하였다. 대상 회사에서 사용하는 공장 모델링 전용 3차원 CAD소프트웨어(UGS PLM Solution사의 FactoryCAD)에서 제공하는 모델링 기능을 주로 사용하였다. 사용 소프트웨어에서 제공하는 라이브러리들은 외국 자동차 회사를 기준으로 작성된 것으로, 대체로 활용이 가능하였으나, 이를 사용하여 적절하게 표현할 수 없거나 제공되지 않는 설비들에 대해서는 별도 프로그램을 개발하여 외부 모델(VRML)을 생성, 대상 회사에서 사용하고 있는 3차원 DMU 소프트웨어(UGS PLM Solution사의 VisMockup)에서 사용가능한 파일로 변환, 통합하는 방법을 사용하였다. 몇 가지 경우의 모델링 과정은 다음과 같다.

1) 기둥(column)

기둥을 생성하기 위해서 필요한 파라미터로는 폭(width), 깊이(depth), 그리고 높이(height)를 정의, 사용하였다.

2) 사다리(ladder)

사다리에 대해서는 우선 바닥부터 시작 되는 지점, 그리고 높이에 대한 파라미터가 필요하다. 또한, 사다리의 폭, 레일(side rail)의 크기, 폭, 깊이 등을 지정한다. 사다리의 가로대(rung)은 원통형태로 직경과 간격을 파라미터로 정의, 사용하였다. 그 외에는 안전을 위한 안전망(cage)을 지정할 수 있도록 구성하였다. Fig. 1은 사다리를 위한 파라미터들과 그 결과 형상을 그림으로 보여준다.

3) 컨베이어(conveyor)

컨베이어는 여러 가지 종류가 있으나, 기본적으로 주요 치수를 표현하는 폭, 깊이와 높이가 필요하며, 중

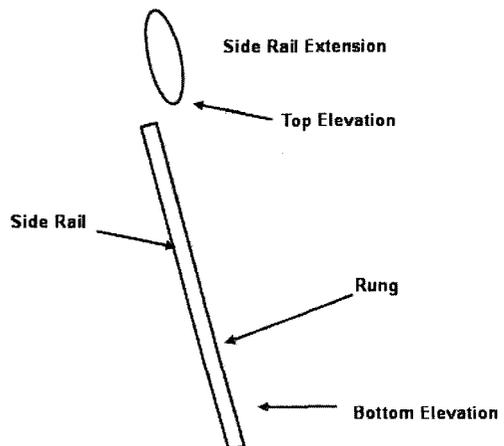


Fig. 1. Modeling parameters of a ladder.

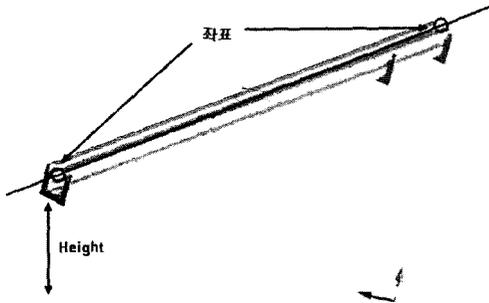


Fig. 2. Modeling parameters of a conveyor.

류에 따라 즉, 오버헤드(overhead) 또는 플로어(floor), 용도에 따라, 롤러(roller)의 유무 등에 따라 각각 다른 파라미터들을 정의, 사용하였다. 예를 들어 조립공장에서 많이 사용되는 오버헤드 컨베이어의 경우, 컨베이어의 시작점, 끝점, 그리고 컨베이어의 설치 높이, 방향 등의 파라미터가 추가로 요구된다. 롤러가 적용된 컨베이어의 경우에는 롤러의 간격을 지정하는 파라미터가 추가로 필요하다. Fig. 2는 컨베이어의 파라메트릭 모델링 과정을 나타낸 것이다.

4) 매자닌(mezzanine)

매자닌은 공장에서 흔히 볼 수 있는 형태의 구조물이며, 4개의 L, H. 또는 사각 빔 위에 지붕이 덮혀있는 형태를 가지고 있다. 또한, 계단이다 사다리가 연결이 되어 작업자들이 올라갈 수 있도록 되어있다. 매자닌을 모델링하기 위해서는 매자닌이 설치되는 기준 높이가 필요하며, Fig. 3과 같이 매자닌의 두께(thickness), 매자닌에 존재하는 레일(rail)의 높이, 그리고 사다리와 계단의 위치 및 형상에 관계된 정보들과 파라미터들의 측정, 입력이 필요하다.

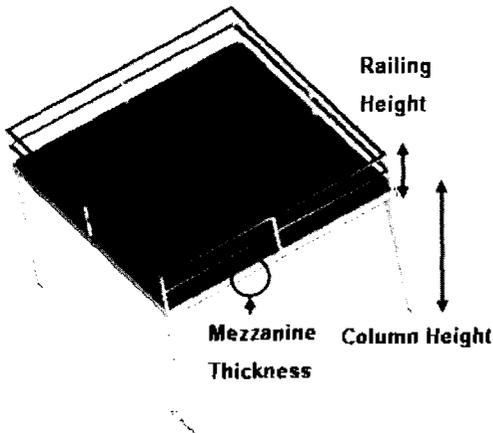


Fig. 3. Modeling procedures of a mezzanine.

5) 랙(Rack)

조립공장에서 조립할 대부분의 부품은 박스에 담겨서 랙에 위치하여 저장, 운반되며, 작업자들에 의해 사용된다. 랙에는 스틸랙(steel rack), 운반대차, 슬라이딩 랙(sliding rack) 등이 있으며, 대상 회사에서 사용하는 공장 모델링 소프트웨어에서 모델링 기능이 제공되지 않아, 별도 프로그램을 개발하여 외부 모델(VRML)을 생성, DMU 소프트웨어에서 사용가능한 파일로 변환하는 방법을 통하여 모델링을 수행하였다. VRML 보덴은 입력된 파라미터를 바탕으로 indexed face set을 이용하여 면들을 자동 생성하는 방법으로 작성하고, 작성된 VRML 모델은 소프트웨어 제작사에서 제공하는 변환 프로그램을 사용하여 자동으로 변환된다. Fig. 4는 슬라이딩 랙에 대해 정의된 형상 파라미터 정의를, Fig. 5는 모델링 결과를 보여준다.

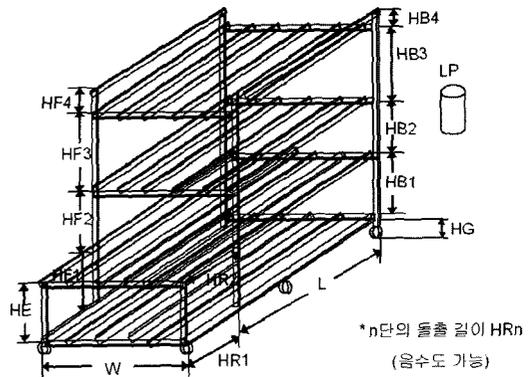


Fig. 4. Modeling parameters of a sliding rack.

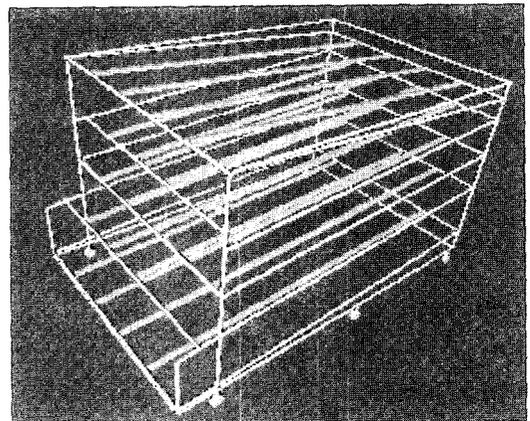


Fig. 5. A sliding rack by the parametric modeling program.

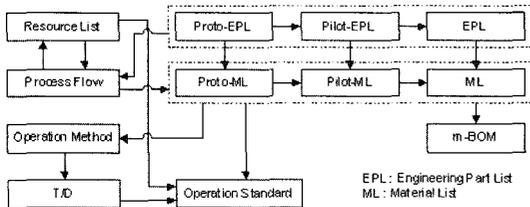


Fig. 6. Business process flow for process and material planning in general assembly shop.

3. 자동차 조립 공정 및 자재 계획

Fig. 6은 자동차 조립공장의 공정계획과 자재배치 계획과 관련된 업무 프로세스를 나타낸 것이다. EPL(engineering part list)은 실제업무에서 작성된 E-BOM(engineering bill of materials)에서 만들어진 목록으로 조립작업에 관련된 모든 부품이 포함된다. EPL은 proto-EPL, pilot-EPL과 최종 EPL로 분류할 수 있는데, proto-EPL은 시작단계에서 만들어지며, pilot-EPL은 시생산(pilot production) 단계에서, 최종 EPL은 모든 생산준비를 거치 양산(mass production) 시점에서 확정된다. EPL 정보로부터 계획자는 공정흐름도(product process flow chart)와 필요한 ML(material list)을 작성한다. ML은 부품과 조립방법을 담고 있으며, EPL과 마찬가지로 proto-ML, pilot-ML과 최종 ML이 순서대로 작성, 사용된다. 각 조립공정의 조립 작업들은 ML에 기초하여 작성되며, 적절한 작업장, 작업위치와 작업자가 할당되게 된다^[8]. 이때 공정과 자재의 배치는 저장, 수송이 식장하게 수행될 수 있도록 이루어져야 한다.

이러한 공정과 자재 계획 업무들은 설계가 종료된 후부터 작성이 시작되는 것이 아니며, 설계, 생산준비, 시험생산의 과정에서 단계별로 작성되어 완성되게 된다. 방대한 작업량으로 다수의 공정계획자들이 참여하여 공동으로 작업을 진행하므로 동시협업의 필요성은 매우 크다^[2,9]. 즉, 다수 작업자가 공동으로 공정을 작성하고 자재를 배치하면서 실시간으로 최신의 데이터와 수립된 계획을 공유하고, 이를 바탕으로 원활한 협동을 이루는 것이다. 이러한 협동은 하나의 부서만이 아니라 설계, 생산 등의 여러 부서들을 모두 대상으로 한다. 동시적 협업의 달성은 계획에 소요되는 시간과 자원을 절약할 수 있을 뿐만 아니라, 오류 없는 정확한 공정계획을 수립할 수 있고, 공정계획의 산출 시점을 단축시킴으로써 궁극적으로 신차 개발 시간과 비용의 단축에 이바지하게 된다.

조립공정계획과 자재배치에서 협업을 달성하기 위해서는 다수 작업자가 조립순서, 조립작업, 자재의 사용방법 및 위치, 그리고 시간, 무품/상미/자재 등의 각종 정보들을 종합적으로 관리, 공유하고 공동 작업을 수행할 수 있는 정보관리 시스템이 필수적이며, 데이터베이스와 web 기술을 활용한 협업시스템의 구축이 필요하다^[8].

4. Web기반 자재 계획 시스템

4.1 Visual M/A Plan Management System

본 논문에서는 구축된 디지털 조립공장을 기반으로, 자재 목록과 공장/작업 station 배치 정보를 기반으로 자재의 배치, 저장 용기(box, rack 등)의 결정, 물류계획 수립 및 검토를 Web과 DMU상에서 다수 부서, 작업자들이 협력하여 수행할 수 있는 Web-based Visual M/A(material address) plan management system을 구축하여 적용하였다. M/A plan이란 조립 라인에 대해 자재의 종류와 위치, 저장 방법, 물류 방안 등과 관련 정보를 담고 있는 자재계획을 말한다.

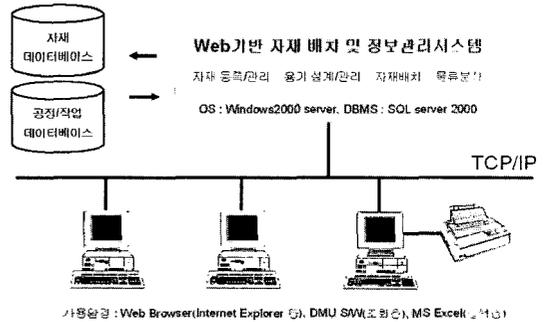


Fig. 7. The Web-based visual M/A plan management System.

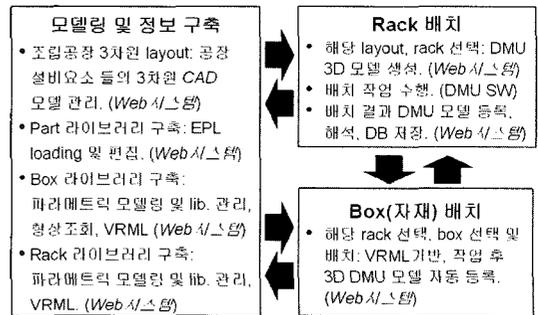


Fig. 8. Functions and business flows of implemented collaborative system.

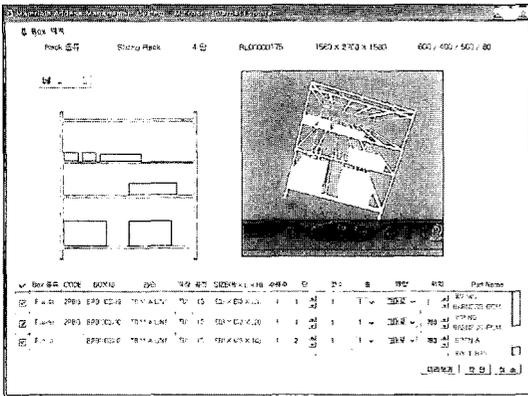


Fig. 12. Allocating boxes to the rack.

종류에는 종이, 플라스틱 등이 있으며, 랙에는 스틸 랙, 대차, 슬라이딩랙이 있다.

기존 공장에서 사용하고 있는 박스, 랙 등에 대해서는 라이브러리가 제공되어, 선택할 수 있으며, 새로운 박스나 랙이 필요한 경우는 web상에서 바로 파라메트릭 모델링을 수행한다. Fig. 10은 해당 자재의 보관을 위하여 자재계획자가 적절한 박스를 파라메트릭하게 결정하는 화면이다. Fig. 11은 박스들이 담겨질 랙에 대한 파라메트릭 모델링을 수행하는 화면이고, Fig. 12는 하나의 랙에서 박스들의 저장위치 결정을 web상에서 수행하는 화면이다. Web상에서 파라메트릭 모델링을 통하여 만들어지는 모든 CAD 모델들은 별도로 개발된 프로그램을 통하여 외부 모델(VRML)이 생성, 후후 레이아웃과 통합하여 DMU 소프트웨어에서 사용가능한 파일로 변환된다.

4.4 자재배치를 위한 3차원 디지털 레이아웃

자재 리스트가 입력되고, 각 자재에 대한 저장방법과 용기가 web상에서 결정, 입력되면, 3차원 디지털 환경에서 rack을 레이아웃 상의 특정한 자점에 위치시키는 작업이 DMU 소프트웨어를 이용하여 디지털 조립공장에서 수행된다. 작업자는 DMU 소프트웨어 상에서 현장에서 수행하는 것과 같이 여유 공간이나 작업 편이 등을 고려하여 박스 또는 랙을 디지털 조립공장에 배치하며, 배치 작업이 완료되면 그 결과가 자동으로 해석되어 데이터베이스에 입력된다. 데이터베이스에 입력되는 정보는 각 자재, 박스, 랙에 대한 위치와 자세에 대한 정보(3차원 좌표와 orientation각도들)이다.

Fig. 13은 박스, 랙 등 자재에 대한 모델이 추가되기 전의 디지털 조립공장에 대한 3차원 DMU 화면이

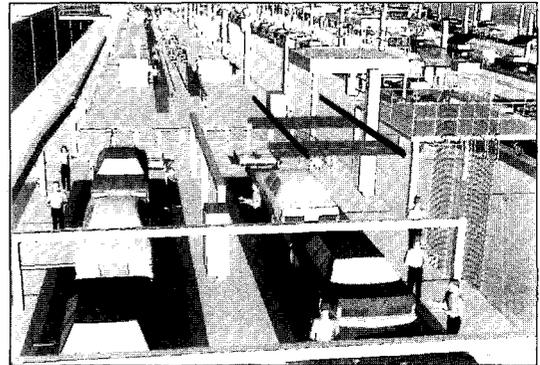


Fig. 13. Layout DMU before material planning.

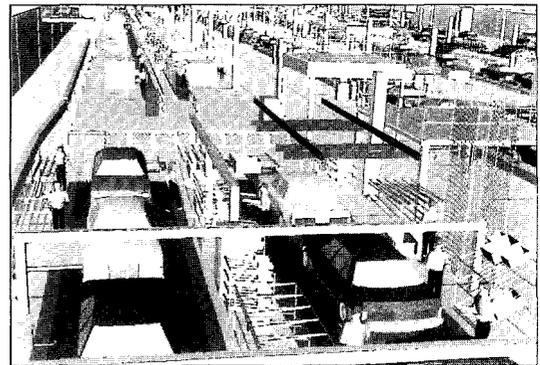


Fig. 14. Results of material planning in DMU.

고, Fig. 14는 Web상에서 결정된 계획에 따라 자재들이 모두 배치된 디지털 조립공장을 보여주는 화면이다.

4.5 적용효과

본 논문에서 개발된 협업 자재계획 및 정보관리 시스템의 적용 효과를 정리하면 다음과 같다.

- 신차 개발 및 투입에 따른 조립 자재 계획의 작성, 즉, 자재의 결정과 리스트의 작성, 자재 저장방법의 정의와 박스의 결정, 박스의 랙 할당 및 위치 결정, 레이아웃상의 랙 위치 및 자재 결정 등의 모든 작업들이 개발된 Web-based Visual M/A Plan Management System과 3차원 DMU를 통하여 이루어져서 수작업 시에 비하여 초기 작성 및 수정작업에 들어가는 물리적인 공수를 대폭 절감하고, 작성된 결과를 효율적으로 관리할 수 있게 되어 큰 업무 개선 효과를 얻을 수 있다.
- 자재 배치에 관련된 각종 정보들을 통합하여 원활하게 관리할 수 있는 디지털 조립공장과 자재계획, 정보관리시스템을 구축하고, 수작업으로 이루어

어지던 업무들을 전산화함으로써 여러 가지 작업들을 협업적으로 진행, 계획과정에서 발생할 수 있는 여러 가지 오류를 줄임으로써 투입 공수를 절감하고 작성효율을 크게 향상시킬 수 있다.

- 조립작업의 대상이 되는 자재와 그 취급에 대한 데이터베이스와 정보시스템이 구성되어 공장 시뮬레이션, 작업자의 동선 및 자세 분석, 물류 분석 등 조립공장의 디지털 엔지니어링의 기반이 구축되었다.

5. 결 론

본 논문에서는 자동차 조립공장을 대상으로 신차 개발 시 수행되는 생산준비 업무들에 디지털생산기술을 적용하기 위하여 핵심 기반이 되는 디지털 조립공장을 구축, 자재계획과 정보관리에 활용한 사례를 소개하였다.

파라메트릭 모델링 방법을 적용하여 조립공장의 각종 설비, 구조물의 치수 및 형상을 측정, 3차원 CAD 모델을 구성하는 방법과 고려사항들을 설명하였으며, 3차원 CAD 소프트웨어를 이용하여 이를 적용한 사례를 제시하였다. 개발된 디지털 조립공장을 여러 엔지니어링 문제들의 해결에 적극 활용함으로써 디지털생산 기술을 적용, 신차 개발 시 제품개발과 생산준비에 소요되는 시간과 비용을 크게 절감할 수 있을 것으로 기대되며, 본 논문에서는 이를 자재 계획 수립을 위한 협업 수행에 활용하였다.

즉, 자동차 조립공장의 자재정보 관리와 계획 수립 과정에서 협업을 달성하기 위한 Web기반 시스템을 설계, 구축하였으며, Web환경에서 분산된 다수의 작업자가 협력하여 자재, 저장방법 및 용기, 자재 위치 등을 결정, 배치하도록 하였다. 또한, 자재계획의 결과를 3차원 DMU 소프트웨어 상에서 디지털공장을 조회하여 확인, 다양한 의사결정과 분석, 검증을 수행할 수 있는 통합 환경인 Web-based Visual M/A Plan Management System을 구축, 적용하였다. 특히, 공장 레이아웃, 자재의 용기와 위치 등을 3차원 DMU에서 디지털조립공장을 조회, 시각화하여 확인하면서 계획을 수립할 수 있으므로 우수한 자재계획의 작성이 가능할 것으로 생각되며, 분산되어 있는 다수의 작업자가 동시에 협력하여 이를 작성하므로 소요되는 공수

와 시간이 크게 절감될 것으로 기대된다.

본 논문에서 개발된 협업시스템을 이용하여 신차 개발 시 최종 조립 공정작업에 소요되는 시간과 비용을 크게 절감할 수 있을 것으로 기대되며, 자동차 조립공장의 제품, 설비, 공정을 디지털화하여 관련된 정보를 통합표현하고, 엄밀한 디지털 공장을 구축, 관리하게 됨으로써 가상기술 적용과 실현의 중요한 기반이 마련되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2003-000-10729-0)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Jordan, J. and Michel, "Next Generation Manufacturing(NGM)," CASA/SME Blue Book, 1999.
2. Howard C. Crabb, *The Virtual Engineer*, ASME Press, 1998.
3. Lcc, K. I. and Noh, S. D., "Virtual manufacturing system - a test-bed of engineering activities," *Annals of the CIRP*, Vol. 46, No. 1, pp. 347-350, 1997.
4. Iwata, K., Onosato, M., Teranoto, K. and Osaki, S., "Virtual manufacturing systems as advanced information infrastructure for integrating manufacturing resources and activities," *Annals of the CIRP*, Vol. 46, No. 1, pp. 335-338, 1997.
5. Iwata, K., Onosato, M., Teranoto, K. and Osaki, S., "A modeling and simulation architecture for virtual manufacturing systems," *Annals of the CIRP*, Vol. 44, No. 1, pp. 379-383, 1995.
6. 노상도, 홍성원, 김덕영, 손창영, 한형상, "자동차 가상생산기술 적용(II)-차체 공장 가상플랜트 구축 및 운영," *IE Interface*, Vol. 14, No. 2, pp. 127-133, 2001.
7. 노상도, 김덕영, 박영진, "자동차 가상생산 기술 적용(III)-가상도장공장 구축 및 운영," *IE Interface*, 제15권, 제4호, pp. 356-363, 2002년 12월.
8. 노상도, 공상훈, 이교원, 박영진, "자동차 조립 공정 계획을 위한 Web기반 협업 시스템," *IE Interface*, Vol. 16, No. 3, pp. 275-381, 2003.
9. 노상도, 이창호, 한형상, "자동차 가상생산기술 적용 (I)-생산준비 업무 분석 및 적용 전략 수립," *IE Interface*, Vol. 14, No. 2, pp. 120-126, 2001.



노 상 도

한국과학기술원 기계공학과 학사
서울대학교 기계설계학과 석사
서울대학교 기계설계학과 박사
고등기술연구원 생산기술센터 선임연구원
현대 성균관대학교 시스템경영공학부 조
교수
관심분야: 생산시스템, e-Manufacturing,
디지털 가상생산, CAD/CAPP/
CAM, PLM



박 영 진

한양대학교 기계설계학과 학사
한양대학교 기계설계학과 석사
한양대학교 기계설계학과 박사
현대 GM Daewoo Auto & Technology
생산기술연구소 책임연구원
관심분야: 생산시스템, 가상생산, PLM