

자동차 조립공장을 위한 Web기반 협업 공정 및 자재 계획

허 준¹⁾ · 이 강 곁¹⁾ · 노 상 도²⁾ · 박 영 진³⁾

성균관대학교 대학원 산업공학과¹⁾ · 성균관대학교 시스템경영공학부²⁾ · GM Daewoo Auto&Technology³⁾

Web-based Collaborative Process and Material Planning for Automotive General Assembly

Jun Heo¹⁾ · Kang Kul Lee¹⁾ · Sang Do Noh²⁾ · Young-jin Park³⁾

¹⁾Department of Industrial Engineering, Sungkyunkwan University, Gyeonggi-do 440-746, Korea

²⁾School of Systems Management Engineering, Sungkyunkwan University, Gyeonggi-do 440-746, Korea

³⁾GM Daewoo Auto&Technology, 199-1 Cheongcheon-Dong, Bupyung-Gu, Incheon 403-714, Korea

(Received 25 March 2004 / Accepted 17 June 2004)

Abstract : To ensure competitiveness in the modern automotive market, process and material planning should be performed concurrently with new car developments. In automotive general assembly shops, thus, new business workflows 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 planning 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. In this research, a web-based system for concurrent and collaborative process and material planning for automotive general assembly via 3D digital mock-up S/W is developed. By using this system, savings in time and cost of process and material planning are possible, and the reliability of the planning result is improved.

Key words : Process planning(공정계획), Material planning(자재계획), Collaborative engineering(협업), Automotive general assembly(자동차 조립공장), Web(웹)

1. 서 론

1.1 연구배경

소비자 욕구의 다양화에 따른 극도의 제품 수명 주기 단축과 시장개방에 따른 기업간 경쟁 격화도 신속하고 경제적으로 제품을 생산하는 기술의 확보는 기업생존의 중요한 문제로 대두되고 있다. 특히 자동차 산업은 소비자의 기호 변화에 더하여 환경 보호, 안전도 향상과 연비 향상에 대한 사회적 요구

의 증가 등으로 모델의 수명주기 단축 추세가 가속화되어 이에 대응할 수 있는 국제 수준의 기술력 향상이 시급히 요구되고 있으며, 신차 개발 기간, 소요되는 비용과 시간을 획기적으로 줄이기 위해서는 동시협업(concurrent and collaborative engineering) 체계의 실현이 필수적인 것으로 인식되어, 활발한 연구와 투자를 진행하고 있다. 국내 자동차 회사들이 설계에서 양산에 이르는 시간과 비용을 단축하여 경쟁력을 강화하기 위해서는 선진국들처럼 각종 정보기술을 적극적으로 활용하는 것이 필요하다.^{1,2)} 즉, 설계, 생산준비와 제조에서 3차원 설계, 디지털

*To whom correspondence should be addressed.
sdnoh@skku.edu

목업(digital mock-up, DMU)과 디지털 가상생산(digital virtual manufacturing) 개념을 적용하여, 여러 가지 의사결정 수행과 그에 대한 사전 검토 및 검증, 최적화를 디지털 환경에서 사전에, 신뢰성 있게 수행하는 것이다. 디지털 가상생산의 적용을 위해서는 자동차의 주요 제조 공정을 대상으로 한 관련 데이터베이스, 디지털공장의 구축과 그 운영에 관한 핵심 기술들의 개발이 요구된다.^{3,4)}

자동차 조립(general assembly)은 최종적으로 조립작업 수행을 통하여 자동차를 완성시키는 공정으로 주로 작업자에 의해 수작업으로 진행되며, 신차 개발 시에는 수행되는 여러 업무들 중 가장 작업자, 경험 의존적인 시작차(prototype car) 검토 업무와 관련이 대단히 높은 부분이다. 최종 조립을 위한 공정 작성, 배치, 관련 자재의 배치 계획 수립 등에는 대단히 치밀한 작업이 요구되고, 대상 작업이 매우 방대하여 긴 시간과 많은 공수가 소요되고 있는 실정이다.⁵⁾

자동차 최종조립공장의 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 협업(engineering collaboration)이 주로 수작업과 파일교환, 다수의 전화 통화 및 회의들로 이루어지는 현행 작업 방식으로는 초기 작성 및 수정작업에 들어가는 시간과 노력이 매우 과다하고, 전체적인 최적화와 계획 결과에 대한 체계적이고 신뢰성 있는 관리가 어려운 상황이다.

1.2 연구목적

본 논문에서는 자동차 조립을 위해 분산된 다수의 계획자가 3차원 디지털 환경에서 동시적으로 협업하여 공정 계획 및 자재배치를 수행할 수 있는 Web기반 시스템을 개발했다. 이를 위하여 조립 공정 및 자재계획의 현행 업무를 분석하고, Web 환경에서 데이터베이스와 DMU 소프트웨어를 통합, 이용하였다. 최적의 자재배치를 위해 필요한 자재 저장 용기선택에 있어서 VRML(virtual reality mode-

ling language)를 이용하였고, 자재가 저장된 용기의 최적의 자재 배치를 위하여 UGS PLM Solution사의 DMU 소프트웨어인 VisMockup을 이용하였다.

본 논문에서 개발한 Web을 이용한 협업 공정 및 자재배치 시스템을 통하여 분산되어 있는 다수의 계획자가 Web 브라우저(browser)를 이용하여 동시적으로 협업하여 공정 및 자재배치를 수행하는 것이 가능하며, 반복적이고, 재작업을 발생시키는 현행의 업무를 개선하고, 최적의 공정 및 자재계획을 수행하는 것이 가능할 것이다.

2. 조립공장 협업 공정 및 자재계획

2.1 자동차 조립공장의 특징

자동차 조립공장은 차체공장(body shop)에서 용접, 조립되어 만들어지고, 도장공장(paint shop)에서 도금, 도장 작업이 수행된 자동차 차체(body)에 엔진, 변속기, 오디오 등 각종 부품을 조립하며, 대부분의 작업은 작업자에 의해 수작업으로 두 차종 혼류생산의 경우, 300여개의 작업 스테이션이 10개 정도의 라인을 이루고 있으며, 약 300~400명 정도의 작업자가 2,000여개의 부품을 조립하는 공장이다.⁵⁾

자동차 조립공장의 특징은 다음과 같다.

- 1) 대부분의 작업이 작업자의 경험에 의존하는 수작업으로 구성되어 있다.
- 2) 조립 작업을 위한 공정 작성, 배치, 관련 자재의 배치 계획 수립 등에는 치밀한 작업 수행이 요구된다.
- 3) 대상 작업이 매우 방대하여 공정 및 자재계획 수립에 긴 시간과 많은 공수가 요구된다.
- 4) 공정 및 자재를 계획하고, 배치하고, 분석하는 작업은 매우 복잡하므로 전체적인 최적화와 관련 정보의 관리가 매우 어렵다.
- 5) 분산되어 있는 다수의 계획자들의 공정 및 자재 배치 계획에 대한 정보를 공유하고 의견을 교환하기가 매우 어렵다.

분산되어 있는 다수의 공정 및 자재 계획자들은 복잡한 업무흐름과 많은 엔지니어링 문제들에 당면하고 있으며, 이의 극복을 위해서는 공정 및 자재배치 계획에 있어서 협업을 달성하기 위한 개선된 업무 절차와 지원 시스템이 요구된다.⁶⁾

2.2 자동차 조립공장의 공정 및 자재 계획

자동차 조립공장의 공정계획 및 자재 계획 프로세스의 일반적인 수행 절차는 다음과 같다.

- 1) EPL(engineering part list) 작성
- 2) 공정흐름도와 ML(material list) 작성
- 3) 조립공정 작업 결정
- 4) 작업장, 작업위치, 작업자 할당을 통한 조립공정계획, T/D(time/distance) plan 완성
- 5) 자재 계획, M/A(material address) plan 수립
- 6) 생산성 및 생산량 검토

Fig. 1은 자동차 최종조립공장의 공정계획 및 자재배치 계획 업무 프로세스에 따른 정보의 흐름을 나타낸 것이다. EPL은 설계업무에서 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 거쳐 양산(mass production) 시점에서 확정된다. EPL 정보로부터 계획자는 공정흐름도(product process flow chart)와 필요한 ML을 작성한다. ML은 부품과 조립방법을 담고 있으며, EPL과 마찬가지로 proto-ML, pilot-ML과 최종 ML이 순

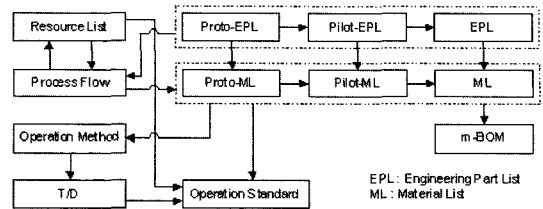


Fig. 1 Information flow for process and material planning in general assembly shop

서대로 작성, 사용된다. 각 조립공정의 조립 작업들은 ML에 기초하여 작성되며, 적절한 작업장, 작업위치와 작업자가 할당되게 된다. 이때 공정과 자재의 배치는 저장, 수송이 적절하게 이루어질 수 있도록 계획되어야 한다.^{5,7)}

가장 효과적인 협업 공정 및 자재계획 시스템을 만들기 위해서는, 현행 업무를 분석하고, 개발된 협업 시스템을 적용을 통하여 개선된 업무를 찾아내는 것이 중요하다. 본 논문에서는 업무 흐름을 모델링하고 분석하는데 있어서 IDEF0 방법을 이용하였고, 공정 및 자재 계획에 관련된 표준절차와 관련 문서들을 조사하였으며, 관련 전문가와 다수의 회의 및 미팅을 통해 현행 업무를 분석하였다.

Fig. 2는 현재의 공정 및 자재 계획 업무를 IDEF0를 이용하여 간략하게 나타낸 모델이다. 분산되어

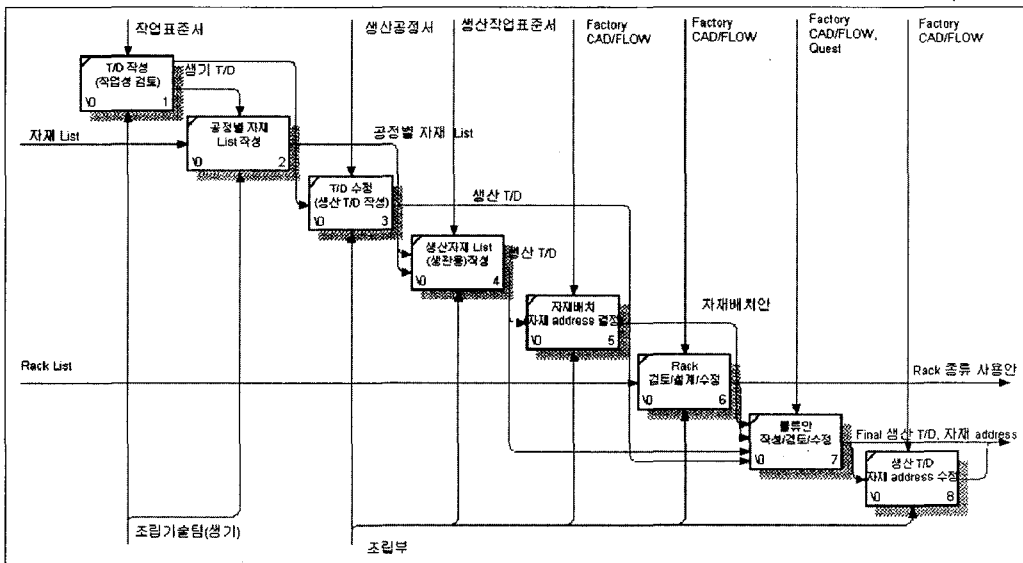


Fig. 2 Existing business workflow of part allocation activity

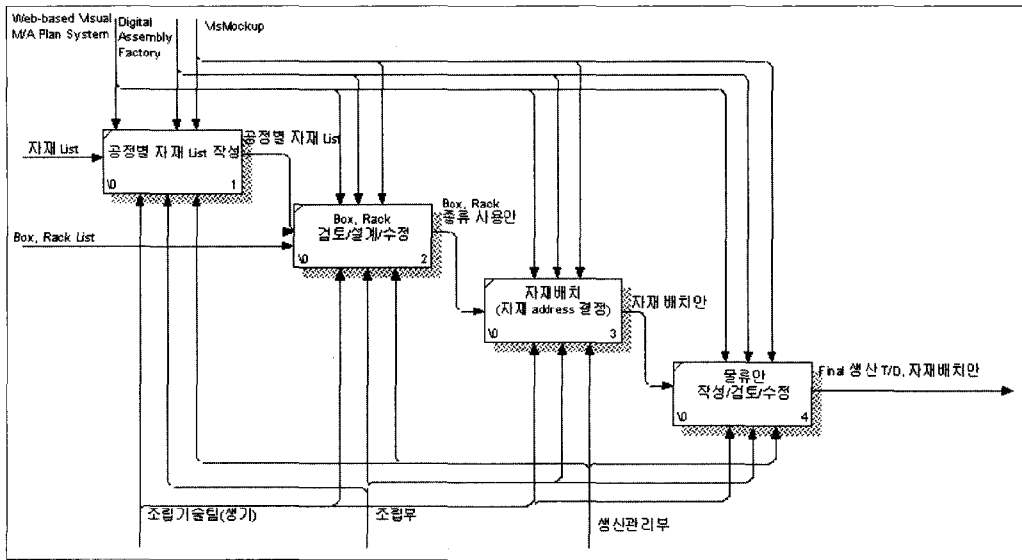


Fig. 3 New business workflow of part allocation activity

있는 다수의 공정계획자들은 협업 환경의 부재로 인하여 신뢰할 수 없는 의사결정을 수행하고 있으며, 또한 공정 및 자재배치 업무와 관련하여 많은 반복적인 작업 및 재작업을 발생시키고 있다. 이러한 문제점들은 협업 시스템을 통하여 개선될 수 있다.

Fig. 3은 Web을 이용한 협업 공정 및 자재 계획 시스템을 이용한 개선된 공정 및 자재 계획 업무를 IDEF0를 이용하여 나타낸 모델이다. 공정 및 자재 계획 업무에 관련된 분산된 다수의 계획자가 협업 공정 및 자재 계획 시스템을 이용하여 공정 및 자재 계획에 관련된 정보를 공유하고, 의사 결정에 모두 참여하게 되어 신뢰할 수 있는 의사결정이 가능하게 되며, 많은 의사결정이 초기 단계에서 이루어지므로, 현행 업무에서 발생했던 반복적인 작업을 피할 수 있고, 신뢰성있는 계획 수립이 가능하게 된다.

2.3 협업의 필요성

공정 및 자재 계획 업무들은 설계가 종료된 후부터 작성이 시작되는 것이 아니며, 설계, 생산준비, 시험생산의 과정에서 단계별로 작성되어 완성되게 된다. 자동차 조립공장에서의 공정 및 자재 계획 업무는 여러 부서의 많은 공정계획자들이 참여하는 방대하고 복잡한 업무이다. 분산되어 있는 다수의 계획자들의 의견을 공유하고, 의사결정에 참여 하

여 효과적으로 동시적 협업을 달성할 수 있는 통합적인 환경이 필요하다. 그러나 분산되어 있는 다수의 계획자들 간에는 공정 및 자재계획에 관련된 정보를 공유하지 않고, 부서간의 독립성 때문에 반복작업이 증가하게 된다. 이것은 신차개발 생산준비 기간에 있어서 많은 공학적 변화를 가져오고, 많은 비용과 시간의 소요를 초래하게 된다.^{3,5)}

효과적으로 동시협업을 달성할 수 있는 공정 및 자재 계획 시스템은 이러한 문제를 해결할 수 있을 것이다. 즉, 분산되어 있는 다수의 공정 계획자들이 공정 및 자재 계획 초기단계에서부터 의사결정에 참여하는 것을 가능하게 한다. 이러한 협업은 하나의 부서만이 아니라 설계, 생산 등의 여러 부서들의 공정 계획자들이 공동으로 공정을 작성하고 자재를 배치하면서 실시간으로 최신의 데이터와 수립된 계획을 공유함으로써, 동시에 계획에 소요되는 시간과 자원을 절약할 수 있을 뿐만 아니라, 오류 없는 정확한 공정 계획을 수립 할 수 있고, 자재배치 계획의 산출 시간을 단축시킴으로써 궁극적으로 신차 개발 시간 단축과 비용 절감을 할 수 있다.^{8,9)}

2.4 협업을 위한 정보 관리

조립공정계획과 자재배치의 협업을 달성하기 위해서는 분산되어 있는 다수의 작업자가 다음과 같

은 정보를 공유하고 관리를 해야 한다.

- 1) 부품을 조립하기 위한 조립순서 및 조립작업
- 2) 부품을 담기 위한 자재의 수용방법 및 위치
- 3) 시간, 부품/장비/자재 등의 각종 정보

이러한 정보를 관리, 공유하고 공동 작업을 수행할 수 있는 정보관리 시스템이 분산되어 있는 다수의 공정계획자에게 필수적이다. 이를 위해서는 데이터베이스와 web기술을 활용한 협업시스템의 구축이 필요하다.⁹⁾

2.5 조립 디지털 엔지니어링의 효과

자동차 조립공정은 자동차를 만드는 과정 중에 가장 휴리스틱(heuristic)한 부분인 시각 검토에 의존성이 높은 부분으로, 디지털 엔지니어링을 적극적으로 활용하여 큰 효과를 볼 수 있다. 일반적인 적용 효과를 정리해보면 다음과 같다.⁵⁾

- 1) 정보를 시각적으로(visual) 알기 쉽도록 한다.
- 2) 정보를 실시간(real-time)으로 공유할 수 있다.
- 3) 각종 know-how를 데이터베이스로 구축할 수 있다.
- 4) 개발기간의 단축, 설계변경의 감축, 개발비의 슬림화에 획기적인 성과를 거둘 수 있다.
- 5) 생산대수, 생산능률, 생산라인 조립 품질 등을 매우 단기간에 높은 수준을 달성할 수 있다.

3. 협업 공정 및 자재 계획 시스템의 구조

3.1 Web을 이용한 협업 공정 및 자재 계획 시스템의 구조

분산되어 있는 다수의 공정계획자들은 공정 및 자재 계획을 하기 위한 의사결정을 하기 위하여 실시간으로 공정 및 자재 계획 정보에 접속하는 것을 필요로 하고 있다.

본 논문에서는 단위작업 및 요소작업 결정, 작업 할당, 라인밸런싱 결과확인 등을 web상에서 다수 부서, 작업자들이 협력하여 수행할 수 있는 Web-based Visual T/D plan 관리 시스템을 개발, 적용하였으며, 자재의 배치, 저장 용기(box, rack 등)의 결정, 물류계획 수립 및 검토를 Web상에서 다수 부서, 작업자들이 협력하여 수행할 수 있는 Web-based Visual M/A plan 관리 시스템을 구축하였다.

서버로는 MS Windows 2000 server를 사용하고, 데이터베이스관리시스템으로는 MS사의 SQL Server 2000을 사용하였으며, 프로그램은 PHP언어를 사용하였다. Fig. 4는 본 논문에서 개발된 협업 시스템의 구성 및 사용 환경을 보여주며, 그 특징은 다음과 같다.

- Web환경에서 단위작업 및 요소작업 정의, 자재들과 그 저장방법을 정의하고, 라인 상에 배치하는 작업 수행에 관련된 각종 정보들을 원활하게 관리하는 정보관리시스템.
- 수작업으로 이루어지던 단위작업 및 요소작업 결정, 작업 배치, 자재/저장 방법 결정 및 자재 배치를 web상에서 수행할 수 있는 업무전산화시스템으로써 라인밸런싱의 결과들을 시각화하여 검증하면서 의사결정 수행, 자재, 저장용기, 배치 상황 등을 3차원 DMU상에서 조회하여 검증하면서 의사결정 수행.
- 공정 및 자재 계획 수립 과정에서 발생할 수 있는 오류의 감소에 따른 작업 공수 절감 및 작성효율 향상 가능.
- 설계(부품), 공정계획 등과의 데이터베이스와 정보시스템이 통합되어 단일 환경에서 구축됨으로써, 조립공장 디지털 엔지니어링의 기반 구축.

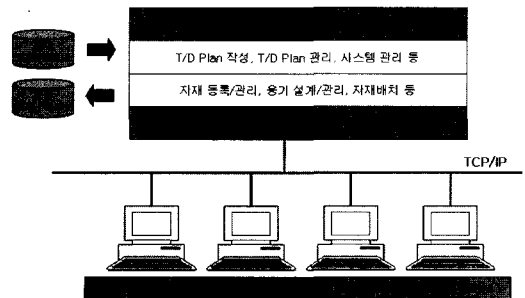


Fig. 4 The Web-based process and material plan system

3.2 Web기반 협업 공정계획

3.2.1 단위작업 및 요소작업 입력

공정계획을 위한 작업의 시작은 단위작업 및 요소작업을 Web상에서 시스템에 입력하는 것이다. Fig. 5는 Web상에서 단위작업 및 요소작업을 입력하고 편집하는 것을 보여주는 화면이다.

Model	Group / Fric.	Work Details	Option	Work Position	FTF	MT	Men
J200	C01 (1)	Attaching spliced pack	ALL(100%)	RH	15.28	17.55	1
J200	C01 (1)	Attaching air bag in assistant driver's seat	ALL(100%)	RH	20.10	23.12	1
J200	C01 (1)	Attaching air bag warning label	ALL(100%)	LH	7.40	8.51	1
J200	C01 (1)	Attaching air bag wire (DAB)	ALL(100%)	LH	22.78	26.17	1
J200	C01 (1)	Attaching air bag wire (PAB)	ALL(100%)	LH	5.60	6.44	1
J200	C01 (1)	Attaching air conditioner control switch	ALL(100%)	LH	7.38	8.49	1
J200	C01 (1)	Attaching air conditioner control switch	ALL(100%)	RH	16.80	19.32	1
J200	C01 (1)	Attaching air conditioner control switch bolt	ALL(100%)	RH	11.40	13.11	1

Fig. 5 Determining unit works

3.2.2 공정계획 결정 및 관리

단위작업이 입력되면, 작업장에 배치된 단위작업에 대한 라인밸런싱의 결과를 확인해야 한다. Fig. 6은 작업장에 배치된 단위작업에 대한 라인밸런싱의 결과를 파란색, 노란색, 적색의 막대그래프 형태로 보여주는 화면이다.

파란색 막대그래프는 작업장에 배치된 단위작업에 대한 라인밸런싱의 결과가 적당함을 보여준다. 노란색 막대그래프는 최소 사이클 시간보다 배치된 단위 작업 시간이 작음을 보여줌으로써 더 많은 단위작업이 작업장에 배치 될 수 있음을 보여준다. 적색 막대그래프는 작업장에 너무 많은 단위 작업이 배치되어 작업장에 배치된 일부 단위 작업을 다른 작업장으로 이동해야 함을 보여줌으로써, 실시간으로 공정계획에 대한 올바르게 신뢰할 만한 의사결정을 할 수 있도록 해 준다.

Group	Model	# of Workers	Standard Time (S)	Load Ratio	Load Ratio(%)
C01	J200	14	538.77	64.1%	64.1%
	TOTAL	14	538.77	64.1%	64.1%
C02	J200	17	584.76	57.3%	57.3%
	TOTAL	17	584.76	57.3%	57.3%
TOTAL	J200	31	1123.53	60.4%	60.4%
	TOTAL	31	1123.53	60.4%	60.4%

Fig. 6 Assigning unit works and results of line balancing

3.2.3 재계획된 공정계획에 대한 평가

공정계획자는 라인밸런싱의 결과에 따라 단위작업을 다른 작업장으로 재배치할 수 있고, 하나의 단위작업을 2,3개의 단위작업으로 분리할 수 있으며,

작업장에 더 많은 단위작업을 할당할 수 있다. 이러한 재배치 과정에서 공정계획자들 간에 갈등이 발생할 수 있으나, 협업 공정계획 시스템에 의하여 공정계획자는 발생한 문제를 다른 공정계획자와 협의하여 문제를 해결할 수 있다.

3.3 Web기반 협업 자재 계획

3.3.1 자재정보의 입력 및 관리

자재배치를 위한 작업의 시작은 자재리스트를 시스템에 입력하는 것으로, 생산관리시스템의 자재목록 파일을 web상에서 upload하는 것으로 자동 입력된다. 자동입력과정에서 조립되지 않는 단순 부품 등을 삭제하며, 기존의 여러 M/A plan들을 참조하여, 동일 부품에 대해서는 기존의 관련 정보를 복사하여 저장한다. Fig. 7은 자동 입력 기능이 수행되고 있는 화면이다.

T	C	N	차종	Line	작업	공정	위치	Part No	Part Name
		N	V210	PRETRIM LINE	T07	01	LH	1223254	SOLVALVE-ON/OFF.OBD II
		C	V222	PRETRIM LINE	T07	06	RH	1221193	ECM-ENGINE-MR-140
		N	V230	TRIM A LINE	T01	02	RH	1221283	SENSOR-MAP-GEN II
		N	V230	PRETRIM LINE	T03	08	RH	3212241	CLAMP A
		N	V230	PRETRIM LINE	T03	01	LH	9137684	3P AIR-DEFLECTOR-DEFLECTOR
		N	V232	TRIM A LINE	T01	08	LH	9141263	RELAY A-DR1
		N	V230	TRIM A LINE	T01	07	LH	9136754	SAC-ET-BLUE-15MPFLD

Fig. 7 Parts managements for assemblies

Fig. 7의 화면은 기존에 대상 회사에서 사용하고 있는 공정별 자재 리스트의 형태를 그대로 가지고 있어 언제든지 엑셀(excel) 파일 등으로 출력이 가능하며, 박스, 박스의 랙 배치, 랙의 레이아웃 배치 등 각 자재에 대한 작업의 진행상황을 한눈에 알 수 있도록 아이콘을 이용하여 표시된다.

3.3.2 자재 저장방법의 결정 및 관리

자재가 입력되면 각각의 자재들에 대해 적절한 저장방법과 저장 용기 등을 결정해야 한다. 즉, 자재를 어떻게 저장, 운반할 것인지를 먼저 계획하고, 필요한 경우 자재를 담을 수 있는 적절한 박스와 그 박스들이 저장될 수 있는 적절한 랙을 결정하는 것이

다. 박스의 종류에는 종이, 플라스틱 등이 있으며, 랙에는 스틸랙(steel rack), 운반대차, 슬라이딩 랙(sliding rack) 등이 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. 8은 해당 자재의 보관을 위한 적절한 박스를 파라메트릭하게 결

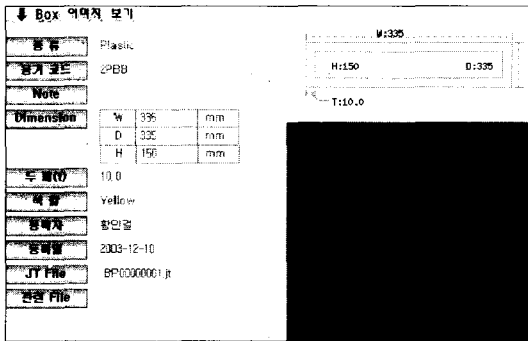


Fig. 8 Define a box for the part

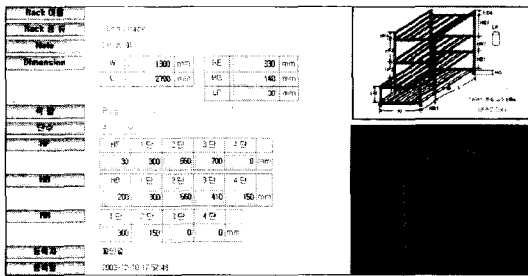


Fig. 9 Define a rack for the box which has the part

정하는 화면이다.

Fig. 9는 박스들이 담겨질 랙에 대한 파라메트릭 모델링을 수행하는 화면이고, Fig. 10은 하나의 랙에서 박스들의 저장위치 결정을 web상에서 수행하는 화면이다. web상에서 파라메트릭 모델링을 통하여 만들어지는 모든 CAD 모델들은 별도로 개발된 프로그램을 통하여 외부 모델(VRML)이 생성되고, 추후 디지털 공장과 통합하여 DMU 소프트웨어에서 사용가능한 파일(JT)로 변환된다.

3.3.3 DB와 DMU S/W를 이용한 자재배치

자재 리스트가 입력되고, 각 자재에 대한 저장방법과 용기가 web상에서 결정, 입력되면, 3차원 디지털 환경에서 랙(rack)을 디지털 공장의 특정한 지점에 위치시키는 작업이 DMU 소프트웨어 상에서 수행된다. 작업자는 DMU상에서 현장에서 수행하는 것과 같이 여유 공간이나 간섭, 작업 편의 등을 고려하여 박스 또는 랙을 배치하며, 배치 작업이 완료되면, 그 결과가 자동으로 해석되어 데이터베이스에

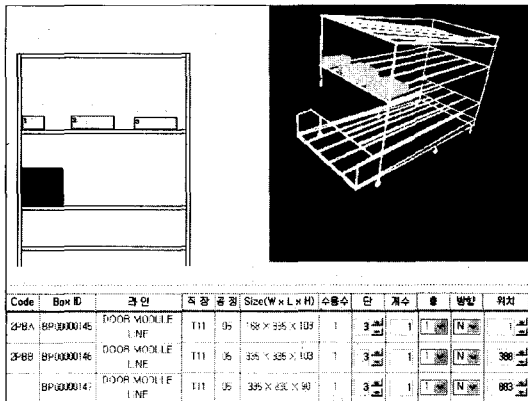


Fig. 10 Allocating boxes to the rack

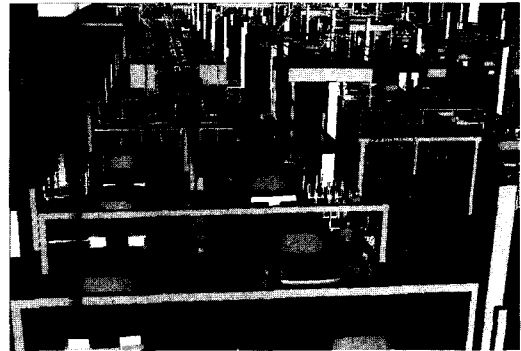


Fig. 11 3D layout before material arrangements

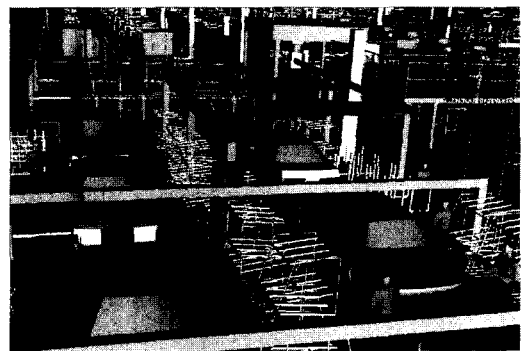


Fig. 12 Results of material arrangements in 3-D DMU

입력된다. 데이터베이스에 입력되는 정보는 각 자재, 박스, 랙에 대한 위치와 자세에 대한 정보이다.

Fig. 11은 박스, 랙 등 자재에 대한 모델이 추가되기 전의 라인에 대한 3차원 DMU 화면이고, Fig. 12는 web상에서 결정된 계획에 따라 자재들이 배치된 후의 결과를 보여주는 화면이다.

3.4 협업 공정 및 자재 계획 적용 결과

3.4.1 협업 공정 계획 적용 효과

본 논문에서 개발된 협업 공정계획 및 정보관리 시스템의 효과를 정리해보면 다음과 같다.

- 공정별 부하 등을 시각화하여 보면서 작업을 할당하고 이동할 수 있으므로 최적의 공정계획 작성이 가능하다.
- 분산되어 있는 다수의 공정계획자가 동시에 다양한 조립공정 계획 작업을 수행할 수 있다.
- 신차 개발 및 투입에 따른 공정 계획의 작성, 즉 단위작업 및 요소작업의 작성, 작업장의 단위작업 결정, 결정에 따른 라인밸런싱의 결과 확인 등의 모든 작업들이 개발된 Web-based Visual T/D Plan Management system을 통하여 이루어져서 수작업 시에 비하여 초기 공정 작성 및 수정 작업에 들어가는 물리적인 공수를 대폭 절감하고, 작성된 결과를 효율적으로 관리할 수 있게 되어 큰 업무 개선 효과를 얻을 수 있다.
- 공정 계획에 관련된 각종 정보들을 통합하여 원활하게 관리 할 수 있는 정보관리시스템을 구축하고, 수작업으로 이루어지던 업무들을 전산화함으로써 여러 가지 작업들을 협업적으로 진행, 계획 과정에 발생할 수 있는 여러 가지 오류들을 크게 줄일 수 있다.

3.4.2 협업 자재 계획의 적용 효과

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

- 신차 개발 및 투입에 따른 조립 자재 계획의 작성, 즉, 자재의 결정과 리스트의 작성, 자재 저장 방법의 정의와 박스의 결정, 박스의 랙 할당 및 위치 결정, 레이아웃상의 랙 위치 및 자세 결정 등의 모든 작업들이 개발된 Web-based Visual M/A Plan Management System을 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 정보관리시스템을 구축하고, 수작업으로 이루어지던 업무들을 전산화함으로써 여러 가지 작업들을 협업적으로 진행, 계획 과정에서 발생할 수 있는 여러 가지 오류를 줄임으로써 투입 시수(M/H) 절감 및 자재배치 작성효율을 크게 향상시킬 수 있다.
- 조립작업의 대상이 되는 자재와 그 취급에 대한 데이터베이스와 정보시스템이 구성되어 공정 시뮬레이션, 작업자의 동선 및 자세 분석, 물류 분석 등 최종조립공장의 디지털 엔지니어링의 기반이 구축되었다.

4. 결론

본 논문은 자동차 최종조립공장의 공정 및 자재 정보 관리와 계획 수립과정에서 협업을 달성하기 위한 Web기반 시스템의 설계와 구축에 관한 것으로, Web환경에서 분산된 다수의 작업자가 협업하여 공정작성, 자재, 저장방법 및 용기, 자재 위치 등을 결정, 배치하고, 그 결과를 3차원 모델로 DMU상에서 수시로 조회하여 확인, 의사결정을 수행할 수 있는 통합 환경인 Web-based Visual T/D Plan Management System과 Web-based Visual M/A Plan Management System을 개발, 적용하였다. 특히, 공정 계획에 대한 결과를 시각화하여 볼 수 있고, 공장 레이아웃, 자재의 용기와 위치 등을 3차원 디지털 모델로 시각화하여 확인하면서 계획을 수립할 수 있으므로 우수한 공정 및 자재계획의 작성이 가능할 것으로 생각되며, 분산되어 있는 다수의 작업자가 동시에 협업하여 이를 작성하므로 소요되는 공수와 시간이 크게 절감될 것으로 기대된다.

본 논문에서 개발된 협업시스템을 이용하여 신차 개발 시 최종 조립 공정 및 자재 계획 작성에서 효율적인 협업을 달성할 수 있을 뿐만 아니라, 자동차 조립공장의 공정을 디지털화하여 엄밀하게 관리하게 됨으로써 디지털 가상생산기술 적용을 위한 중요한

기반이 마련되었다.

후 기

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

References

- 1) M. J. Kang, "The Technical State of Automotive Production System," Journal of KSAE, Vol.19, No.1, pp.12-21, 1997.
- 2) H. C. Crabb, The Virtual Engineer, ASME Press, 1998.
- 3) K. I. Lee, S. D. Noh, "Virtual Manufacturing System - A Test-bed of Engineering Activities," Annals of the CIRP, Vol.46, No.1, pp.347-350, 1997.
- 4) K. Iwata, M. Onosato, K. Teramoto, S. Osaki, "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) S. D. Noh, Y. J. Park, S. H. Kong, K. I. Lee, "Web-based Collaborative Process Planning System for the Automotive General Assembly Shop," IE Interfaces, Vol.16, No.3, pp.375-381, 2003.
- 6) S. D. Noh, C. H. Lee and H. S. Hahn, "Virtual Manufacturing for an Automotive Company(I) - Workflow Analysis and Strategic Planning of Manufacturing Preparation Activities Construction and Operation of a Virtual Body Shop," IE Interfaces, Vol.14, No.2, pp.120-126, 2001.
- 7) I. S. Lee, H. S. Ko, S. H. Kong, S. D. Noh, Y. G. Han, G. B. Kim, K. I. Lee, "Web-based Process Planning System of Automotive Assembly Shops for Concurrent and Collaborative Engineering," Annals of DAAAM for 2002 & Proceedings of the 13th International DAAAM Symposium, Vienna, Austria, October, pp.23-25, 2002.
- 8) S. D. Noh, Y. J. Park, "Manufacturing Preparations in the New Car Development for an Automotive Body Shop by Digital Manufacturing Technologies," Journal of KSAE, Vol.11, No.6, 2003.
- 9) K. Iwata, M. Onosato, K. Teramoto, S. Osaki, "A Modeling and Simulation Architecture for Virtual Manufacturing Systems," Annals of the CIRP, Vol.44, No.1, pp.379-383, 1995.