

자동차 산업의 Digital Mock-Up (DMU) 기술 현황

1. DMU의 개요

자동차 산업은 신차 개발에서부터 양산 과정까지 소요되는 기간이 매우 길다. 이는 엔진, 변속기 등의 동력장치 개발과 차체외관 제작을 위한 금형제작과정이 매우 복잡하고 다양하기 때문이다. 따라서, 국내외 자동차 제조 기업들은 다양한 소비자의 기호에 빠르게 대응하고 무한경쟁 시대에서 앞서 나가기 위하여, 신차 개발공정을 사전 검증하여 오류를 최소화하는 노력을 경주하고 있다. 가상 생산(Virtual Manufacturing)은 생산라인의 모든 요소들을 컴퓨터 모델링하고 Digital Mock-Up(이하 DMU), 가상현실(Virtual Reality) 및 시뮬레이션 기법 등을 이용하여 자동차 전체 생산 공정에 발생할 수 있는 오류들을 사전에 예측하고 제거하여 신차 개발기간을 단축하고자 하는 기술이다.

가상생산 요소 중에서 DMU는 제품설계와 트라이아웃(Try-Out) 및 양산과정에서 수행되는 생산시스템 전체를 컴퓨터 모델로 구성하고, 시뮬레이션 기법을 활용하여 전체 생산 공정을 최적화하고자 하는 시도이다. 이와 같은 DMU 기술 활용의 가장 큰 장점은 이전까지는 실제 생산 라인에서 시행착오를 반복하여 수정해오던 과정을 가상의 디지털

공간에서 시뮬레이션 해 볼 수 있다는 것이다. 현재 DMU 기술은 자동차, 항공기, 복잡한 전자제품과 같이 부품의 개수가 많은 제품설계에 많이 사용되고 있다. 즉, 복잡한 제품을 3D CAD로 설계하고 설계 단계에서부터 조립성, 제조성을 검증하여 Physical Mock-Up 사용 빈도를 줄여서 비용을 절감하고 제품 개발 기간을 단축하는 목적으로 사용되고 있다. 하지만 가상생산 기술과 DMU 기술은 서로 융화되고 기술 경계가 모호해져서 어느 정도 오버랩(overlap) 되어 사용되고 있다.

본 절에서는 가상생산 기술의 핵심 요소기술인 DMU 개념을 재 정리하였다. 다음 절에서는 DMU 시스템의 구축 전제 기술, 상용 DMU 시스템 현황, 그리고 DMU 기술을 활용함으로써 얻게 되는 효과에 대하여 알아 볼 예정이다.

2. DMU 구축을 위한 전제 기술들

이미 대부분의 국내 자동차 회사는 DMU를 도입하여 현업에 활용을 하고 있지만, 아직까지는 부서 전체적으로 활용이 되지 않고 설계 부서 등에서만 소규모로 적용이 되고 있는 상황이다. 따라서, DMU의 성공적인 구축을 위해서는 연구 책임자급의 실천 의지에 더불어서 3차원 설계, PDM(Product Data Management) 기술, 그리고 전체 공정을 시뮬레이션 할 수 있는 가상 공장(Virtual Factory) 기술들이 먼저 선행되고, 최종적으로는 이와 같은 기술들이 통합되어 전 부서에 적극적으로 활용되어야 할 것이다.

2.1. 3차원 설계(3D CAD)

1990년대에 이르러 보잉사가 777기 제품전체를 3차원으로 성공적으로 모델링하고 부터 3D CAD의 사용 빈도가 급속히 증가하고 있다. 3차원으로 모델링된 제품은 설계, 시작, 양산에 이르기 까지 일관된 데이터를 제공해 주기 때문에 DMU 기술

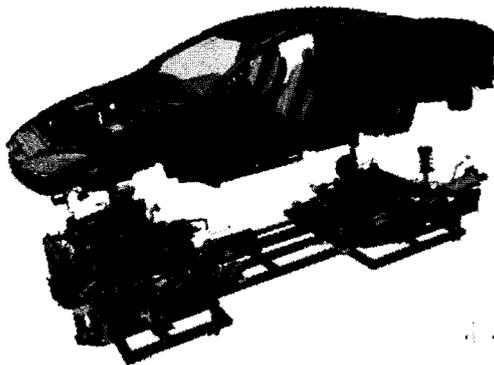


그림 1. 자동차 회사의 Digital Mock-Up 예

의 가장 기본조건이 된다. 국내 대부분의 자동차 회사는 이미 3D CAD를 통해 자동차를 설계하고 있거나 적극적으로 3D CAD를 모든 부서에 도입하고 있는 상황이다. 그러나 실제적으로, 생산 관련 부서 등과 같이 여전히 2D 도면에 의존하고 있는 부서도 있고 또한 3D CAD를 도입한 부서간에도 사용하는 상용 CAD 시스템이 상이하거나 구현된 모델링 방식이 틀리기도 하고 또 부서마다 제품 데이터의 이력(revision) 관리가 지켜지지 않아서 가상제조 기술을 구축하는데 어려움을 겪고 있다. 따라서, 이와 같은 문제점을 보완하고, 일관된 3D CAD가 해당 자동차 업체의 전 부서에 동시에 사용되도록 하면, 스타일리스트, 설계자, 생산기술자 등이 모여 일관된 3차원 모델을 보면서 설계/조립/제조 기술에 대한 모든 논의가 가능한 DMU Master 프로세스가 가능해 진다.

2.2. PDM(Product Data Management) 시스템과의 연동

PDM은 제품의 개념 정의에서부터 설계, 개발, 제조, 출하 그리고 고객 서비스에 이르기까지, 제품의 전 라이프 싸이클에 걸쳐 발생하는 형상정보, BOM(Bill of Materials: 부품표), 이력정보 등 각종 데이터와 정보의 흐름을 효율적으로 제어하고 관리하여 주는 시스템 및 서비스를 통합하여 말한다. PDM 시스템의 주된 기능은 제품 데이터를 필요로 하는 사람에게 적시에 정보를 제공하여 최종적으로는 제품 개발시간을 단축하는 것이다. 이러한 기능을 위해서 PDM은 데이터 저장소에 마스터 데이터를 저장하여, 언제 그것이 사용되고, 언제 변경되었는가 하는 이력사항을 유지해야 한다. 즉, 마스터 데이터의 복사본을 여러 부서의 사용자들에게 이용할 수 있도록 하고 새로이 갱신된 데이터는 다시 데이터 저장소에 feedback 되도록 해야 한다. 따라서 사용자가 실제로 데이터를 수정하고 편집하는 것은 복사된 데이터이고 변경사항에 대하여 승인을 받게 되면 원래의 데이터와 함께 데이터 저장소에 저장되는 것이다.

그렇다면 DMU와 PDM은 서로 어떤 관계일까. PDM은 DMU 정보 중에서 3차원 형상정보, 제품 configuration 관리, 그리고 워크 플로어(workflow)를 관리할 수 있다. 따라서, 3차원 형상정보가 PDM

으로 통합 관리되고 설계변경 및 사양정보가 최신 정보로 업데이트되어 다시 DMU에 적용되어야 한다. 그러므로 DMU 시스템을 완벽하게 구축하기 위해서는 제품의 Master 정보를 관리해 주는 PDM과의 완벽한 연동이 이루어져야 한다.

2.3. 가상공장(Virtual Factory)

자동차 산업의 가상공장은 부품설계, 제조, 조립, 유통 등과 같은 모든 자동차 생산공정을 전자식으로 시뮬레이션 할 수 있는 디지털 공장 시스템을 의미한다. 이와 같은 가상공장은 설계, 제조, 조립 과정에서 발생하는 수정/변경 내용을 다른 공정으로 즉석으로 반영되게 하는 동시공학(Concurrent Engineering) 원리에 바탕을 두고 있다. 이와 같은 가상공장은 크게 두 가지 흐름을 이루면서 구축되고 있다. 첫 번째는 가상공장 자체를 모델링하는 기술로서, 공장건물 모델링과 각각의 공장 내부의 작업공간 최적 분할에 관한 연구가 수행된다. 다른 하나는 생산라인의 NC 기계 또는 로봇 등과 같은 작업셀의 배치 및 검증 소프트웨어를 이용한 로봇 용접경로의 충돌여부 또는 NC 가공케이스의 간섭여부 등을 테스트하는 기술이다.

따라서, 가상공장에서의 시뮬레이션 결과를 실제 생산라인에 적용함으로써 사전에 trial-and-error를 제거하여 신차의 출시기간을 크게 단축할 수 있게 되므로 가상공장 구축은 DMU의 또 다른 핵심 기술이 된다.

3. 상용 DMU 시스템

3.1. eM-Assembler™

eMPower는 Technomatix(www.technomatix.com)사의 제품군으로 제조분야의 프로세스 개발과 커뮤니케이션을 위해 웹기반 기술을 도입한 e-Manufacturing 솔루션이다. eMPower 제품군 중에서 eM-Assembler는 설계 오류를 시제품 제작 이전에 발견할 수 있고 설계 단계에서 생산 공정의 제약 조건들을 미리 예측할 수 있다. 또한 제품의 조립/분해 과정을 시각화해 시뮬레이션할 수 있으며 DMU와 설계환경에 대한 정보를 전달할 수 있다고 한다. 본 제품은 초기에 공정설계와 생산을 연동할 수 있게 지원해 주며, 전 설계 공정에서 실시간 커

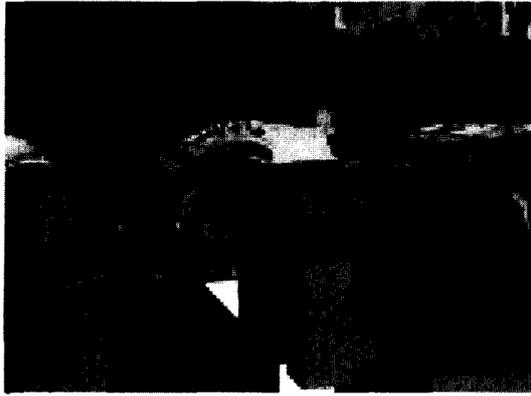


그림 2. Technomatix의 eM-Assembler™ 솔루션

뮤니케이션을 제공한다. 특히, DFA(Design for Assembly)와 DFM(Design for Manufacturing)을 지원하므로 시작품의 제작 횟수와 설계 변경 횟수를 감소시킬 수 있다. 현재 DMU 시장에서 선두 주자는 eM-Assembler이며 다음 절에서 소개할 다쏘시스템 제품이 이를 추격하는 양상을 보이고 있다.

eM-Assembler의 특성은 다음과 같다.

- 제품 조립/분해 과정의 동적 시뮬레이션
- 정적/동적 충돌 감지 및 충돌방지 경로 생성
- 3차원 입체형상을 통한 설계 검토
- 조립단계에서 가용한 공간 분석 및 지정
- 부품의 흐름과 메커니즘 움직임 설계
- 작업자와 로봇을 포함한 시뮬레이션

3.2. ENOVIA V5 DMU Navigator™

ENOVIA V5 DMU Navigator (www.enovia.com)는 다쏘시스템의 제품으로 CATIA V5의 DMU Navigator만을 독립적으로 사용할 수 있도록 만들어진 제품군이다. 즉 설계 이외의 부서나 OEM 협력업체에서 3차원 Digital Data를 확인하고 Digital Mockup을 ENOVIA DMU Navigator로 구현할 수 있다. 보통 승용차 한 대 즉 Full Car의 Model Data Size는 4~4.5 G 정도로 알려져 있는데 이와 같은 Full Car data를 NT Workstation에서 띄워 여러 가지 작업을 수행할 수 있다. 즉, 대용량의 디지털 MockUp을 공동으로 설계하는 환경에서 거리 계산, 간섭 검사, 실시간 단면도 생성 기능을 제공한다. 이를 통해 전체 MockUp을 이루는 부품

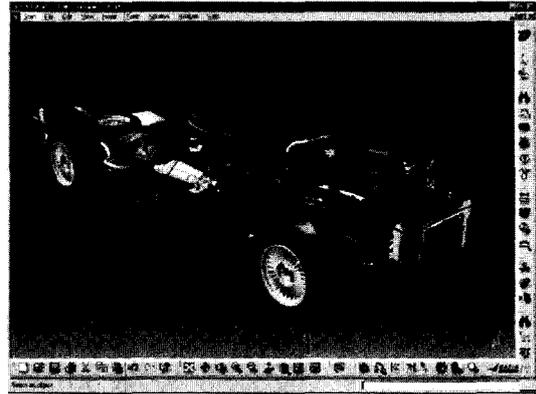


그림 3. 다쏘시스템의 ENOVIA V5 DMU™

들 간의 충돌 여부, 간격, 접촉 정보 등을 파악할 수 있으며 각각의 부품 간섭에 대한 분석이 가능하다고 한다. 한편 이러한 분석 작업을 조립 및 기구학 시뮬레이션과 병행하여 수행할 경우 실제 부품의 조립단계 또는 유지보수 단계에서 발생할 수 있는 부품간의 동적 충돌도 확인해 볼 수 있다. 또한 ENOVIA DMU는 설계 및 제조 공정의 의사결정 과정에 참여하고 있는 모든 작업자들이 협업 환경에서 DMU에 대한 그래픽 시뮬레이션과 내비게이션을 수행할 수 있는 기능을 제공하며 ProE, I-DEAS, UG 등 이중의 CAD 데이터 포맷도 지원한다. ENOVIA DMU는 현재 자동차 업계에서 널리 사용되고 있는 CATIA V5와 동일한 아키텍처를 가지고 있어서 리소스 접근에 장점이 될 수도 있다.

3.3. VisProducts의 VisMockup

EAI(Engineering Animation Inc.; www.eai.com)사의 VisMockup™은 회사의 사용자들이 2차원, 3차원으로 제품 정보를 접근하고 분석할 수 있는 실시간 Digital Prototyping 소프트웨어이다. 설계 과정 중 초기에 문제점을 발견하고, 또 회사 전체가 설계 자료를 공유하고 활용범위를 넓힐 수 있는 기능이 탑재되어 있어서 기업 규모의 제품 형상화 및 DMU 솔루션을 자동차, 항공, 일반 제조업체에 제공한다. VisMockup의 특성은 다음과 같다.

- 대용량 어셈블리 모델의 실시간 조회
- 간섭 및 충돌 체크

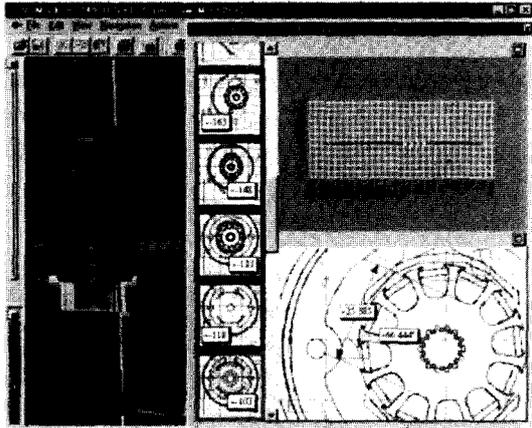


그림 4. EAI 사의 VisMockup™

- Multi Cross Section 및 Measurement 기능
- 재질 및 렌더링 기능
- 내비게이션 및 부품 동작 기능
- 다양한 CAD 프로그램과의 호환

3.4. DIVISION

DIVISION™ 계열의 제품군은 PTC(Parametric Technology Co.: www.ptc.com)에서 개발한 실시간 제품 visualization tool 이다. DIVISION 계열의 제품군은 사용자가 visual한 제품들과 상호 작용을 할 수 있는 환경을 제공하는데, Reality, ProductView, MockUp, Graphic Server 등으로 구성되어 있다. 정확하고 광범위한 데이터 전달을 위하여 이종의 유명 CAD 포맷이나 PDM 시스템들과 연동할 수



그림 5. PTC 사의 DIVISION™

있으며 다양한 visualization을 위하여 API도 제공한다. 따라서, DIVISION 제품군은 실시간 멀티사이트에서의 재검토, 제품형상 분석, 기능성 시뮬레이션, 제품과 인간과의 역학관계 분석 기능을 제공하고 있다.

4. DMU의 효과

이미 미국의 GM, Ford, 다임러 크라이슬러는 90년대 중반부터 DMU 구축을 시작하여 현재는 폭 넓게 생산라인에 적용하는 기술 안정화 단계에 도달한 것으로 추정된다. 이들은 DMU를 통하여 설계/생산 불량을 조기 발견하여 개발 기간을 단축하고 품질을 향상시켜서 자동차 개발 비용을 크게 줄인 결과를 잇달아 발표하고 있다. 또한 독일과 스웨덴을 위시한 유럽의 자동차 회사들도 나름대로의 DMU 활용성과를 내놓고 있는데, 스웨덴의 볼보 자동차의 경우 DMU 시스템 도입 초기에 수백만 Krone의 비용 절감 효과를 가져 왔다고 발표한 바 있다.

자동차를 양산하기 전에 시작차를 대략 100대 정도 만든다고 한다. 보통 시작차 한 대 만드는 비용이 1억원 이상 소요되는데, DMU 시스템을 통하여 설계/생산 오류를 줄이면 시작차 대 수를 크게 줄일 수 있게 되어 결과적으로 상당한 비용절감 효과를 얻을 수 있다. 이는 금전적인 효과뿐만 아니라 신차 개발 기간의 단축을 의미하므로 그 파급 효과가 아주 크다고 할 수 있다. 이와 같은 효과 때문에 국내의 자동차 회사들도 DMU 관련 시스템들을 비롯한 모든 제품 개발 시스템들을 유기적으로 통합하여, 통합된 Digital 자동차 개발 시스템 개발에 박차를 가하고 있는 것이다.

5. 맺은말

본 글에서는 가상생산 기술의 핵심 기반 기술인 DMU 기술의 요소 기술을 재정리 하였으며 현재 활용되고 있는 상용 DMU 시스템에 관하여 간략히 알아보았다. DMU는 자동차 또는 항공기와 같이 부품의 개수가 많은 제품에서 제품 및 설비를 3차원 모델링하고 컴퓨터로 장/탈착 시뮬레이션을 통해 발생될 오류를 미리 알아내고 제거하는 기술

이다. DMU 활용의 전제 조건인 3D CAD를 위해서는 전체 제품과 제품을 구성하는 모든 부품을 3D로 구현해야 한다. 또한, 3D로 작성된 제품 정보를 기준으로 설계 BOM을 작성하고, 실제 생산을 위한 생산 BOM도 작성해야 하는데, 이들 설계 BOM과 생산 BOM은 모두 PDM과 연동되어야만 한다. 따라서 DMU는 지금까지는 주로 설계 부서에 사용되어 왔지만 현재 동적 생산 시뮬레이션 기능들이 추가되고 있으므로 앞으로는 생산 부서에도 DMU 사용이 점차 확대될 것으로 판단된다. 또한, 자동차 전체 공정을 동적으로 시뮬레이션 할 수 있는 가상공장 기술도 DMU 기술의 중요한 축으로 작용할 것이다.

이와 같이, 다양한 그래픽 기술과 융화되고 있는 현재의 DMU 기술은 앞으로도 활용이 더욱 늘어날 것이며, 가까운 미래에 가상제조(Virtual Manufacturing or Digital Manufacturing) 시스템으로 확장/통합될 것으로 판단된다. 그러므로, DMU 기술은 날로 치열해져 가는 자동차 산업에서 신차 개발기간을 단축시키는 주요한 축으로 작용할 것이다.

본 기사는 세종대학교 전용태 편집위원이 테크노매틱스, 다쏘시스템, EAI, PTC 회사의 자료에서 발췌하거나 혹은 다른 곳에서 정보를 수집/편집하여 게재하였습니다.