

e-Manufacturing을 위한 가상현실 기술

Virtual Reality Technology for e-Manufacturing

융합 시대를 주도할 디지털콘텐츠 기술 특집

조동식 (D.S. Cho)

가상현실연구팀 연구원

손욱호 (W.H. Son)

가상현실연구팀 팀장

목 차

-
- I. 서론
 - II. 가상현실과 PLM
 - III. 가상현실과 CAD
 - IV. 가상현실과 CAE
 - V. 연구 개발 사례
 - VI. 결론

* 본 글의 연구는 ETRI/Fraunhofer IGD/(재)IGI 국제공동연구 지원으로 수행되었음.

e-Manufacturing을 위한 가상현실 기술은 급격하게 변화하고, 시장에서의 경쟁력 확보가 절실한 제조업에서 정보기술(IT)을 접목하여 제품의 시장 출시 기간 단축 및 개발 비용의 획기적인 절감을 실현하는 것이다. 본 글에서는 e-Manufacturing의 개요, 필요성, 가상현실 기술과의 연관관계, 구성요소를 소개하고, 각 구성요소인 PLM, CAD, CAE을 가상현실 기술과 관련하여 개요 및 기술동향을 제시하고자 한다. 또한, 이를 적용한 연구 사례로 한국전자통신연구원 디지털콘텐츠연구단에서 개발한 “선박 도장 훈련 시뮬레이션”과 “설계 검증용 상용 CAD 지원 렌더링 클러스터” 기술을 소개한다.

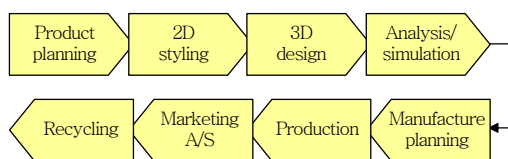
I. 서론

e-Manufacturing은 신제품 기획, 개발, 설계, 구매, 생산, 서비스 등에 인터넷, IT 기술을 기반으로 기술협업을 통해 가상 제조환경 및 무인공장화를 구현하는 차세대 제조전략이다. 이는 각종 정보기술(IT)을 활용하여 제조업무의 효율을 최대화하는 기업 내외부의 제조업 정보화를 달성, 네트워크로 이루어지는 기업간 협업생산(collaborative manufacturing) 체계화에서 원활한 제품 개발 및 생산을 이루는 새로운 생산 패러다임이다[1],[2].

제조업에서 제품생산을 위한 라이프사이클은 제품계획, 2D 스타일링, 3D 디자인, 분석/시뮬레이션, 제조계획, 생산, 마케팅 A/S, 재순환으로 구성된다(그림 1) 참조. 이러한 과정에서 제품기획, 디자이너, 엔지니어, 마케팅 담당자가 유기적으로 연결되어 e-Manufacturing 기술을 접목한 설계기간 단축, 설비개선, 자동화, 인간공학 실현, 프로세스 개선, 생산계획 일정 관리를 이룩한다면 기업의 경쟁력 지표인 생산성(productivity) 향상, 시장 출시 기간(delivery) 단축, 품질(quality) 향상, 비용(cost) 절감뿐만 아니라 디자인 및 서비스의 고객만족, 안전 및 건강의 직원 만족을 달성할 수 있다.

이러한 e-Manufacturing은 설계를 위한 3D 데이터를 재활용하고, 가상공간을 통해 사전에 시뮬레이션 해볼 수 있는 것과 연관되어 가상현실 기술과 밀접한 관련이 있으며 다음과 같은 형태로 접목할 수 있다.

- 제품 모형(mock-up)을 가상으로 제작하여 실물처럼 조작하면서 제품 디자인을 검증, 품평
- 제품의 가상 충돌실험, 풍동실험을 통하여 디자인 오류를 찾아내고 내구성 및 안정성 등을 검증



(그림 1) 제품의 라이프사이클

- 제품의 생산 과정을 가상공간에 구축하여 작업자의 안전과 숙련도를 향상시키고, 최적 작업 공정을 수행
- 3D 설계 데이터의 데이터교환 미들웨어 및 통합 데이터의 품질관리 지원

그러므로, e-Manufacturing을 위한 가상현실 기술은 기존의 제조과정의 한계점을 극복한 디자인, 디지털 목업, 조립, 생산, 시뮬레이션을 수행하여 비용절감과 개발기간 단축을 위해 산업계에서 요구되고 있는 기술이다. II장, III장, IV장에서는 e-Manufacturing의 분류에 따라 생산 과정을 체계적으로 지원하는 PLM, 다양한 제품개발 및 제조업무를 지원하기 위한 통합된 디지털 모델을 작성하는 CAD, 구성된 모델을 기반으로 시뮬레이션과 엔지니어링을 수행하는 CAE로 구분하여 가상현실과 연관된 기술동향을 설명하고, V장에서는 국내에 대표적으로 구축된 연구사례를 제시하며, VI장에서는 결론에 대해 논하겠다.

II. 가상현실과 PLM

1. 개요

기존 제품 개발 단계에서 정보는 해당 부서에서 개별적으로 소유, 관리했기 때문에 정보의 통합적인 관리가 이루어지지 못했다. 그러므로, 분산되어 있는 제품 구성, 작업 흐름과 프로세스, 개발 작업, 분류 및 코딩 시스템, 문서 등 협업생산 체계 하에서 제품 개발 및 제조의 전 과정 정보를 통합하여 협업 환경을 지원하는 PLM 시스템의 도입이 생산 과정에서 필요하게 되었다. PLM 시스템은 분산되어 있는 다수의 제품, 공정, 제조설비, 공장에 대한 업무 프로세스 및 의사결정 모델, 다양한 정보의 표준화와 공유, 제품 개발 및 제조에 관련된 각종 정보의 디지털화, 각종 데이터 등을 통합 지원하는 것으로 e-Manufacturing에서는 제조 공정과 관련된 엔지니어링 정보뿐만 아니라 제품설계, 경영진, 고객, 공

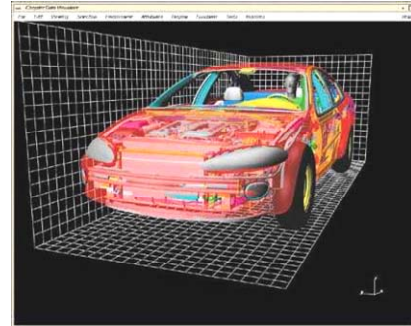
급자까지의 정보를 통합적으로 포함, 관리하는 것을 말한다.

가상현실 기술과 관련된 PLM은 제품데이터모델링 및 설계, 제품데이터 관리, 제품개발 프로세스를 관리하는 협업개발의 유기적인 결합으로, PPR 정보 생성에 관련되는 지능형 설계시스템(intelligent design system), PPR 정보를 제품 라이프사이클 동안 체계적으로 통합 관리하는 PDM, 디지털 가상생산 시스템(digital virtual manufacturing)의 세 가지로 나누어 볼 수 있다[1].

2. 기술 동향

PLM은 1980년대 중반 데이터 관리에 중점을 두었던 전자 문서 관리(electronic document management)로부터 시작되었으며 여기에 엔지니어링 데이터 관리 개념이 추가되어 1990년대에 PDM이 등장하게 되었다. 이러한 PDM은 문서관리, 프로세스 관리, 제품 구조와 구성 관리, 부품 분류, 프로젝트 관리 등을 수행하는 수단이 되었다. 1990년대 후반부터는 IT 기술이 도입되고, 가상현실 기술이 접목되어 실시간 동시 협업, 시각화가 이루어졌다.

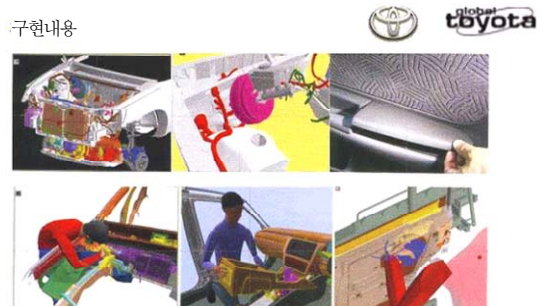
최근 PLM 시스템은 세계 유수의 자동차 회사에서 접목되어 생산성 향상에 기여하고 있으며 그 중 다임러크라이슬러는 디지털 가상생산과 PLM을 적용하기 위한 digital factory 프로젝트를 실시하고 있다. 신차 개발 과정에서 얻어진 3차원 설계 데이터를 이용하여 디지털 목업과 제품구조를 구성하고, 설계 데이터를 전체 공정을 대상으로 하는 공정계획에 이용하고 있다. 이 과정을 통해 실제 자동차 생산 공정에 가상생산 시뮬레이션을 진행하고, 생산 사이클타임과 지연 발생 등을 확인하며, 작업에 있어 인간공학적 요소를 고려하는 등 다양한 검토를 수행하고 있다. 또한, 수행된 결과는 공정을 최적으로 배치



(그림 2) 크라이슬러의 가상 디지털 목업

하고, 이상의 과정에서 얻어지는 데이터를 생산 계획 등 여러 업무에서 중요한 데이터로 활용하고 있다(그림 2) 참조[1].

일본의 경우 도요타(Toyota) 자동차는 1996년부터 1999년까지 전세계 20여 곳에 200억 원 이상의 비용을 투입하여 가상현실센터를 구축하였다. 생산기술부에서 2D 도면을 가지고 프로토타입(prototype) 제작, 검증, 금형제작, 파일럿(pilot) 제작 등 여러 과정을 거치는 동안 설계오류 및 생산성 향상에 따른 설계 변경으로 인한 차량 개발비와 개발기간이 많이 소요된 것을 해결하기 위해 3D 모델링과 가상현실시스템을 도입하였다. 이 시스템을 이용하여 설계/생산기술/생산작업자가 한 자리에 모여 설계 데이터를 대형 스크린에 투영한 후 협업을 거친 결과 예상 문제점을 사전에 발견함으로써 생산으로 이어진 많은 비용절감과 개발기간을 단축하였고, 전체 6단계의 개발 프로세스를 3단계로 줄이는 것을 실현하였다(그림 3) 참조[3].



(그림 3) 도요타 자동차의 Collaboration System

● 용 어 해 설 ●

PDM: 제품 라이프사이클 전반에 나타나는 모든 업무와 정보를 제품 중심으로 통합 관리하여 전체적인 엔지니어링 효율을 향상하는 기법



(그림 4) DELMIA

현재 상용화된 PLM 소프트웨어에 따른 기술을 살펴보면 IBM-Dassault Systems사의 ENOVIA는 항공 및 자동차 분야에 접목하여 제품 데이터와 프로세스를 관리하고, DELMIA는 디지털 매뉴팩처링을 수행한다. 이 중 DELMIA는 프로세스 중심의 기본 요소를 제공하여 실시간 공유, 3D 작업 환경을 제공하는 협업 작업장을 제공할 뿐 아니라 PPR 모델을 정의하고, 정보를 축적, 재사용하는 지식을 반영한다(그림 4) 참조).

국내의 경우 PLM 시스템 기술 도입을 살펴보면 삼성전자, 현대자동차, 만도, 현대중공업, STX 조선 등에서 이용하고 있고, 특히, 삼성중공업에서는 생산 공정에 들어가기 전에 예상 공정 작업들을 가상 환경에서 시뮬레이션 하고, 발생하는 문제점을 검증하고, 주요 공정 등을 확인하여 시행착오를 없애는 과정을 적용하고 있다. 하지만, 국내의 경우 PLM 시스템 적용은 경영자의 의지부족, 고가의 소프트웨어 운용의 어려움, 인력부족, 정보부족, 직원들의 관심부족으로 다른 선진각국에 비해 현저히 낮은 단계에 있다.

Ⅲ. 가상현실과 CAD

1. 개요

CAD는 Computer Aided Design의 약자로서 컴퓨터를 이용하여 각종 디자인(설계)의 기획, 도면작성, 수정, 분석 등을 최적의 상태로 수행하며, 데이

터베이스의 구축으로 설계업무의 제반 사항을 신속, 정확하게 처리하여 주는 소프트웨어이다[1]. 1960년대 MIT 대학에서 도형처리를 취급하는 소프트웨어에서 출발하여 1960년대 말 Lockheed 항공사에서 항공기 제조용 CAD 프로그램 개발을 통해 실용화 및 발전이 되었고, 현재 Pro/E, CATIA, Unigraphics, AutoCAD, Solid Works 등 다수의 상용 제품들이 항공, 자동차, 기계 전 분야에서 활용되고 있다.

제품 개발 및 제조 프로세스에서 이러한 CAD 시스템은 개념설계, 디자인, 상세설계, 시작개발, 생산설계, 제조, 사후관리 등의 전 과정에 걸쳐 이용되고, 제품 기획, 디자인 모델 확정, 목표원가, 목표수량, 목표성능 등을 달성하기 위한 활동을 수행하게 된다. 최근에는 가상현실 기술을 접목하여 조립과정에서 발생할 수 있는 설계상의 문제를 점검하고, 디자인을 검증할 수 있는 디지털 목업 제작 기술이 국내외적으로 산업계에서 활발히 적용되고 있다.

2. 기술 동향

CAD는 디지털 가상생산 시뮬레이션 프로그램의 등장으로 전자도면, 디지털 목업, 가상 공정 시뮬레이션 및 검증으로 발전하고 있다. 1970년대의 2차원 설계에서 시작된 CAD 시스템은 1980년대에 활발하게 적용되기 시작한 로봇 시뮬레이션에서 오프라인 프로그래밍으로 발전하였고, 2000년대부터 도면을 사용하여 3차원 설계를 통한 디지털 프로토타입을 구성하여 실물을 만들지 않고 시뮬레이션을 수행하여 원가절감, 품질 향상, 기간 단축을 실현하고, 제품 설계와 공정이 시행착오 없이 시장에 곧바로 출시될 정도로 성능이 향상되었다[1].

최근 CAD 중심의 디지털 시스템에 가상현실 기술을 접목한 시스템을 도입하여 자동차, 조선, 항공 분야 등을 중심으로 세계적으로 유명한 기업에서 활발히 운영하고 있으며 특히, 미국은 Big3(General Motors, Ford, Chrysler)를 중심으로 가상현실 기술을 자동차 설계 및 생산에 응용하고 있고, 독일은 컴퓨터 그래픽 및 가상현실 분야의 응용기술을 자동

차 산업에 적용하는 기술을 지속적으로 개발하여 BMW와 Benz 등에서 상용화하여 이용하고 있다. Benz의 경우 가상현실 센터를 설립하여 실물 크기의 디지털 프로토타입을 가시화한 후 엔지니어들이 설계를 평가할 수 있는 환경을 구축하여 가상 wind tunnel, 가상 인테리어 품평, 가상 운전 테스트 등에 응용하고 있다(그림 5) 참조).



(그림 5) 벤츠의 차량 설계 플랫폼(왼쪽) 및 디지털 프로토타입으로 구성된 엔진(오른쪽)

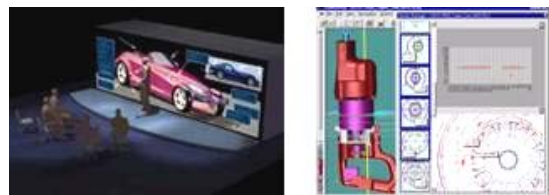
현재 상용화된 CAD 소프트웨어에 따른 기술을 살펴보면 자동차분야에서 범용적으로 사용하는 CATIA가 대표적이다. CATIA는 시작차 제작 전 또는 제작을 대신하여 조립과정에서 발생할 수 있는 설계상의 문제를 점검할 수 있는 것을 목적으로 하여 컴퓨터 모델로 표현된 각 부품들을 가상공간에서 조립하고 부품간의 간섭, 조립 시의 조립경로 등을 점검할 수 있다. 또한, Opticore사의 Opus는 자동차 제조 공정 중 디자인 과정에서 실제 시작품이 가질 모든 정보를 최적화된 프리젠테이션을 통해 다양한 디자인 컨셉을 보여주는 것으로 반사 효과, 환경 매핑, 범프 매핑 등의 기술을 이용하여 실사와 같은 고품질의 영상 제작이 가능하다(그림 6) 참조).

또한, EDS의 VisConcept 기술은 몰입환경(im-



(그림 6) Opticore사의 Opus[4]

merse environments)을 이용한 가상 프로토타입으로 신뢰성있는 1:1 인터랙션을 제공하고, 물리적 프로토타입의 비용과 수량을 줄이는 데 있어 가상 프로토타입을 생성하는 솔루션이다. 자동차 스타일링 부서의 요구를 직접적인 목표로 하여 데이터와 설계 프로세스와 접목이 가능하며 제품 데이터의 다양한 형식과 상호작용이 가능한 기술이다. 또한, 같은 EDS 회사 제품인 VisMockup 기술은 2차원, 3차원 조회 기능과 설계분석 기능을 탑재한 digital prototyping을 실현한 것이다. 설계 과정 초기에 문제점을 발견하는 것은 개발비용 절감과 시장도입 기간 단축과 연결되므로 회사 전체가 설계 자료를 공유하고 활용범위를 넓힐 수 있도록 하기 위한 소프트웨어이다(그림 7) 참조).



(그림 7) VisConcept(왼쪽)과 VisMockup(오른쪽)

국내의 경우 현대자동차는 3채널 평면 멀티 스크린을 이용하여 자동차 디자인 품평에 적용하여 물리적 프로토타입을 제작하는 비용(<표 1> 참조)을 크게 줄였으며, LG CNS의 자회사 VENS에서는 200여 명의 자동차 설계 전문가가 모여 자동차 설계를 하고 이를 검증하기 위해 설계 데이터의 조립, 사용성 적용, 충돌 시뮬레이션, 자동차 모델의 내외관 품평, 주행 등을 가상 공간에서 적용하고 있다.

<표 1> 물리적 프로토타입 제작비용[3]

물리적 프로토타입	비용	Timeframe
Full-scale with fiberglass surfaces	200,000달러	6~10주
Full-scale train compartment	75,000~100,000달러	3~6개월
보잉 SST full-scale prototype	1억 5,000만 달러	1~2년
Full-scale wood submarine with interior	1억 달러	1~2년

IV. 가상현실과 CAE

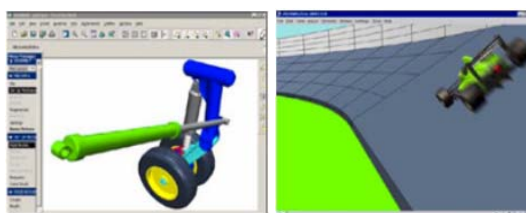
1. 개요

CAE는 Computer Aided Engineering의 약자로 컴퓨터를 이용하여 설계된 제품의 거동을 시뮬레이션하고 해석하는 기술로 정의된다(그림 8) 참조.

CAE는 각 부품 및 완성품의 형상, 물성 등 실제 시작품이 가지고 있는 모든 정보를 가지고 있어 설계된 제품의 사용조건을 시뮬레이션하며 요구조건, 성능, 수명을 평가하고, 제품의 조립에 문제가 없는지 평가함으로써 최적의 설계를 얻고자 하는 것에 목적을 두고 있다[1]. 이러한 CAE는 크게 기구학적 거동특성 분석 및 부품 간의 간섭 여부를 체크하는 기구 해석(kinematic analysis), 뉴턴의 운동 법칙

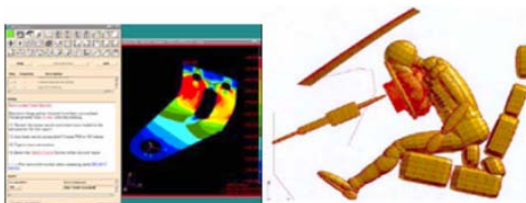


(그림 8) CAE의 예[5]



(a) 기구 해석

(b) 다물체 강체동역학 해석



(c) 유한요소 해석

(그림 9) CAE의 예

에 의한 움직이는 물체에 작용하는 힘과 모멘트 등을 분석하여 가상 주행테스트 등을 수행하는 다물체 강체동역학 해석(multi-rigid-body dynamics analysis), 구조, 유동, 열전달, 피로, 인체 등을 해석하는 유한요소 해석(finite element analysis), 진동, 음향 등의 해석을 수행하는 경계요소 해석(boundary element analysis) 등으로 구분된다(그림 9) 참조.

2. 기술 동향

CAE 기술은 1960년대와 1970년대 각각 선형, 비선형 해석 시뮬레이션으로 시작하였고, 1980년대에는 자동차 및 항공산업에서 활발히 도입되었지만, CAD 데이터를 이용한 시스템 및 부품의 설계, 해석 과정에 국한되어 응용되었다. 그 후 가상현실 환경 하에서 DMU를 이용한 CAE 개념으로 소재특성, 기구학적 특성, 조립방법 및 공차, 요구규격 등 각종 정보가 구축되어 있는 PDM 시스템을 기반으로 발전하였다. DMU는 설계, 해석, 시험, 가공, 생산, 조립 단계의 모든 개발 과정을 초기의 제품개발단계에서 병렬적으로 시뮬레이션 하기 위해 활용되어 제품 개발 기간의 단축과 생산비용 절감, 제품 품질 향상에 기여하게 된다[6]. CAE 기술과 가상현실 기술의 접목은 산업계에서는 실물을 제작하지 않고도 그 물체의 효용을 체험할 수 있어 실물을 만드는 과정을 생략할 수 있고, 사용자가 가상공간에서 가상의 물체들과 상호작용 할 수 있어 인체공학적인 설계에 도움을 준다.

최근 몰입형 디스플레이를 이용한 가상화와 사용자 상호작용에 관련된 가상현실 기술, 가상 물체 모델링 기술, CAE 및 실험치의 인터페이스 기술이 병행되어 발전함에 따라 가상 강도시험, 가상 내구시험, 가상 진동소음시험, 가상 충돌 및 안전시험, 가

● 용어해설 ●

DMU: 제품의 전체 형상모델과 기타 관련 정보를 통합하여 종합적인 검토를 수행하는 것으로 설계 참여자들이 이를 이용하여 각 부품의 형상과 조립 상태를 이해하고 해석 및 조립성 분석을 위한 정보를 확보함



(그림 10) 자동차 충돌 가상실험 장면

상 성능 및 배기시험 등 가상시험환경에서 개발 제품의 품질 최적화와 개발 기간 최소화의 목표를 실현하고 있다(그림 10) 참조).

미국의 포드 자동차는 충격에 강한 차를 생산하기 위해 기존 시작품을 이용할 경우 일 년 이상의 시간이 소요되는 다양한 충격실험을 가상 환경에서 일주일 20회 이상을 수행하였고, 크라이슬러는 종이 없는 엔진이라고 불리는 6기통 DOHC 엔진을 개발하였으며, 5500여 개의 구성된 부품을 1500개 간섭, 끼워 맞춤을 실현하여 설계 문제를 조기에 발견하였다. 또한, GM은 자동차 판매장에 가상 공간을 구축하여 고객이 언제든지 원하는 차량의 외관과 내부뿐만 아니라 내부조작시험과 주행시험을 해볼 수 있도록 하여 마케팅 전략에 활용하고 있다[6].

V. 연구 개발 사례

앞에서 정리된 기술 동향에 따라서, 본 장에서 현재 한국전자통신연구원 디지털콘텐츠연구단에서 수행한 “선박 도장 훈련 시뮬레이션”과 “설계 검증용 상용 CAD 지원 렌더링 클러스터” 기술을 소개한다.

1. 선박 도장 훈련 시뮬레이션

선박 도장 훈련 시뮬레이션 기술은 e-Manufacturing의 PLM/CAD/CAE 등 모든 범주에 속하는 기술과 가상현실 기술을 연결하여 산업계의 요구사항에 따라 응용 구축한 것으로, 도장 작업을 컴퓨터가 만들어낸 가상의 공간에서 실제와 유사하게 체험할 수 있도록 하여, 도장 기술자 배출을 위한 훈련과

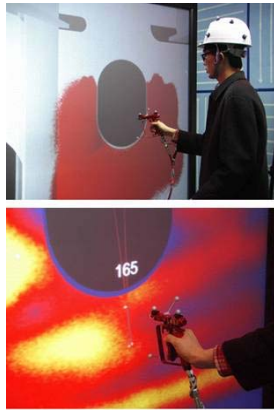
정에 적용 시 교육 효과를 극대화시킬 수 있는 기술이다[7].

도장 작업은 선박의 부식을 막고 내구성을 높이는 등 선박의 품질을 결정하는 중요한 과정으로 선주의 요구를 맞추는 품질관리의 중점 대상이 되고 있다. 하지만, 도장 작업 중에 발생하는 유해가스 등의 열악한 작업 환경으로 인해 이직률이 높아 지속적인 인력 수급이 절실한 직종으로 알려져 있다. 또한, 실제 페인트를 이용한 기존 실습 환경의 경우, 작업 시 발생하는 유해가스로 인해 장시간 실습하고 지도하는 데 어려움이 있었으며, 실제 구조물을 관리하기 위한 공간 확보 및 운반 등의 추가적인 노력이 필요했고, 실습 전후로 페인트 제거 및 건조를 위한 시간적 비용이 많이 소요되었다.

이러한 문제점 및 어려움을 극복하기 위해, 가상현실 기술을 접목하여 도장 교육생이 3차원 입체 영상으로 표현된 가상의 구조물에 실제의 페인트 스프레이 도구를 이용하여 도장 실습을 직접 경험하면 단 기간 내에 다양한 실습을 가능하게 한다. 또한, 실습 후 페인트 두께를 측석에서 측정하고 컴퓨터 데이터베이스에 보관할 수 있어 교육 실습 관리에도 큰 도움이 되고 경제, 시간, 환경 등 다양한 측면에서 교육의 질 및 생산성 향상을 기대할 수 있다.

선박 도장 훈련 시뮬레이션 시스템은 멀티프로젝션 방식인 평면형 타일드(tiled) 디스플레이[8] 폭 150cm, 높이 200cm의 후면투사 방식의 스크린을 사용하며, 스크린을 상하로 2영역으로 나누어 각 영역에 2대(입체영상 구현)의 프로젝터를 사용하여 영상을 가시화 하였다. 영상 가시화 방법은 고해상도로 표현하기 위해 타일드 디스플레이와 PC 클러스터 기술을 사용하였으며, 실시간 3차원 그래픽스 렌더링 클러스터 구축에 편리한 기능을 제공하는 OpenSG[9] 가시화 라이브러리를 기반으로 개발되었다.

실제 작업 현장과 동일한 가상환경을 가시화하는 것에 더해, 사용자 인터페이스를 실제 작업 시 사용하는 도구와 최대한 유사하게 구성하기 위해 실제 선박 도장 작업 현장에서 사용하는 스프레이 건을

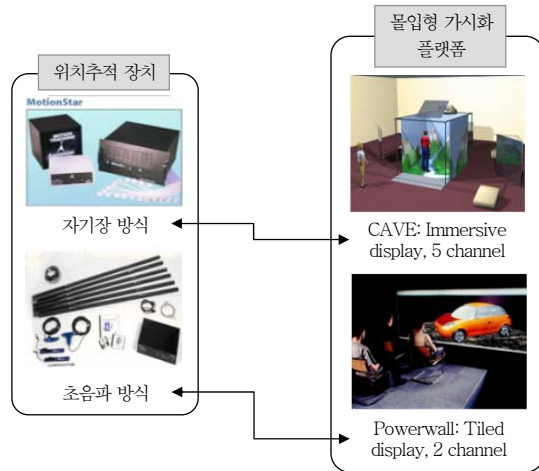


(그림 11) 선박 도장 훈련 시뮬레이션 실습 장면(위)과 페인트 두께 측정(아래)

바탕으로 사용자 인터페이스를 설계 및 구현하였고, 컴퓨터의 입력장치로 사용하기 위해 스프레이 건의 레버에 버튼을 부착하여 실제 작업과 동일한 방법으로 스프레이의 분사를 조절하도록 하였다. 또한, 3차원 위치 추적 장치를 이용하여 스프레이 건의 3차원 공간상의 위치와 자세를 추적함으로써 실제 작업 시와 동일한 방식으로 스프레이 건 인터페이스를 다룰 수 있도록 하였다. 추가적으로, 페인트 분사 시 발생하는 반발력과 소음을 재현하기 위하여 스프레이 건에 컴프레서를 연결하여 압축 공기를 분사하도록 함으로써 현장 작업과 유사한 반발력과 소리를 제시하였다(그림 11) 참조).

2. 설계 검증용 상용 CAD 지원 렌더링 클러스터

설계 검증용 상용 CAD 지원 렌더링 클러스터는 자동차 산업현장에서 설계를 위해 보편적으로 사용하는 있는 CAD 툴인 CATIA 데이터 모델을 데이터 변환 없이 읽은 후, 채널 분리를 통해 대형 가상현실 디스플레이에 입체영상을 가시화하고, 데이터 모델을 조작하기 위해 3차원 입력 장치와 같은 사용자 인터페이스를 연동하는 시스템이다. 이 시스템은 기존의 2D CAD 환경에서 설계 데이터의 조립성 및 기능성 검증이 어려운 상황을 극복하기 위해 CAD 데이터 모델의 실제 크기와 일치되게 몰입형 디스플레이



(그림 12) 설계 검증용 상용 CAD 지원 렌더링 클러스터 시스템 구조도

레이에 가시화 하였다. 또한, 설계자에게 사용의 편리성을 제공하기 위해 CATIA의 확장형태로 개발하여 기존 CAD 환경과 일치되도록 하였다.

CATIA 모델 데이터를 가시화하기 위해 여러 대의 프로젝터를 이용한 5채널의 멀티 프로젝션 방식의 몰입형 디스플레이인 CAVE에 영상을 투영하고, 영상 표현은 각 채널 당 할당되어 있는 PC 렌더링 클러스터에 의해 운용하였다. 또한, 사용자의 위치 추적을 위한 위치추적장치 연동과 사용자 조작을 위한 3D 마우스 형태의 인터페이스 연동도 함께 지원하였다(그림 12) 참조).

설계 디자이너를 위해 설계검증용 상용 CAD 지원 렌더링 클러스터 기술은 다음과 같은 기능을 수행할 수 있도록 개발하였다.

- 가상환경과 렌더링 클러스터 연동을 통한 상용 CAD 모델 가시화
 - 상용 CAD 모델 데이터의 멀티채널 가시화
 - 3D 입체감 지원
 - Hip point 기준 위치 보정
 - 계층 구조화된 데이터 모델 트리 가시화 기능
 - 데이터 모델 show/hide 기능
 - 데이터 모델 단면보기 기능
- 상용 CAD와 가상현실 장치와의 연동을 통한 사용자 상호작용 지원

- 사용자 위치 추적: Head tracking 지원
- 사용자 입력 장치 지원

VI. 결론

본 글에서는 제품 제조 공정에서 제조 업무의 효율성을 극대화하는 정보 기술인 e-Manufacturing을 소개하고, 제품 설계, 생산, 해석 과정에서 가상 제작과 시뮬레이션을 수행하는 PLM, CAD, CAE와 연관된 가상현실 기술의 동향을 제시하였다. 기업 생산 현장에 본 기술의 적용사례를 살펴본 결과 제품 출시 기간 및 개발/제조 비용을 획기적으로 절감하고, 네트워크 협업을 통한 공동 작업 환경의 편의성, 신속한 프로토타입 제작 등으로 활용범위가 넓어져 가고 있다. 향후, 본 기술은 게임, 가상 체험관 등의 디지털 콘텐츠 산업과 융합으로 가상현실 기술의 파급효과뿐 아니라, 신개념의 디지털 콘텐츠, 휴먼 인터페이스 등의 제품이 창출되어 고수익 사업의 시너지효과를 극대화 할 것으로 전망한다.

약어 정리

CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing

CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
DMU	Digital Mock-Up
PDM	Product Data Management
PLM	Product Lifecycle Management
PPR	Product, Process, Resource

참고 문헌

- [1] 노상도, 신종계, 지해성, 임현준, "CAD 디지털 가상생산과 PLM," 시그마프레스, 2006.
- [2] 신종계, "e-Manufacturing을 위한 제품 개발 및 제조 엔지니어링," 한국 CAD/CAM 학회 2007년도 학술발표회, 2007.
- [3] 류용효, "제조업분야 가상현실의 이해와 동향," CAD & Graphics, 2002. 9.
- [4] <http://www.opticore.com>
- [5] <http://www.msc.co.kr>
- [6] 허승진, "Virtual Engineering 응용 자동차 기술 동향," G7 차세대 자동차 기술 개발 사업 기획과제, 신차 개발기간 단축을 위한 자동차 개발 기술 기반 구축 최종보고서, 1998.
- [7] 이건, 양용연, 황선유, 신선형, 손옥호, "몰입형 가상 훈련 시스템," 한국 감성과학회 추계 학술대회, 2006, p.37.
- [8] M. Hereld, I. Judson, and R. Stevens, "Introduction to Building Projection-based Tiled Display Systems," *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.20, No.4, 2000, pp.22-28.
- [9] <http://www.opensg.org>