

가상 제조 (Virtual Manufacturing)

Jean, V. Owen

(주) 본 기사는 서울대 기계설계학과 김종원교수가 Manufacturing Engineering 1997년도 10월호에서 발췌한 것임

가상현실(VR: Virtual Reality)은 이상하게 생긴 헤드 폰, 고글 또는 장갑을 이용하는 최상위의 오락물이나 공간 작업을 생각나게 한다. 그러나, 자동차 회사나 항공기 제조업체에서 VR은 안전모와 안전안경, 작업용 장갑을 선호하는 사람들에게 확산되고 있다.

오늘날 가상제조과정은 생산물의 설계에 기준이 되는 solid 모델을 만드는 것으로 시작된다. 초기의 비용 예측 기술은 생산물의 요소, 리드타임, 그리고 조립과 생산장비에 드는 비용을 분석한다. 조립을 위한 설계 기술은 바로 생산성 향상을 위하여 가상적인 제품 조립을 평가하고, 가상의 팀이 문제가 발생하면 그것을 해결한다.

이 기술이 생산자들을 가상환경의 복잡하고 위험한 일에 대한 훈련을 시킨다. 기술자들은 기계공구의 움직임과 NC, PLC 프로그램, 그리고 구조와 재질의 특성을 분석하고 설계와 시스템 성능을 점검하고 최적화할 수 있는 소프트웨어를 찾을 수 있다.

1993년 이래로 보잉사의 한 계열인 Wichita에 있는 경영자들은 다양한 다축 주문 제작 NC공구의 충돌탐지와 부분 확인을 위해 모의 실험을 응용하였다. CAM Simulation Technologies의 프로젝트 책임자인 Caryn DeVore는 우연히 공구의 이동을 열고 닫는 클램프 조작 순서를 바꾸었던 한 NC 프로그래머를 기억한다. 이 실수는 충돌을 일으킬 수 있었으며 공구를 심각하게 손상시킬 수도 있었다. 프로그래머의 모의 실험이 이 충돌을 예상하였기 때문에 공구가 공장 바닥과 충돌하기 전에 프로그램을 수정할 수 있었다.

"사람들은 바쁜 생활로 인해 한가지 단계를 더 거치기를 싫어합니다. 그러나 모의 실험의 결과, 공구의 충돌로 인한 사고로부터 그들 자신이나 동료를 구하게 되면 그들은 모의 실험을 신뢰하게 됩니다." 라고 DeVore가 말했다.

그리고 그것은 단지 프로그래머들에 국한되지 않는다. 함께 일하는 기술자팀, 훈련자들 그리고 공정 계획자들은 다음과 같이 가상(Virtual)의 가치를 알게 된다.

1. 실시간 가상설계

세계 도처에서의 제작으로 인해 가상 기술은 중요한 수단이 되고 있다. 포드 자동차 회사를 예를 들자면, Ford 2000 initiative는 한 지역의 설계부서의 팀이 다른 지역의 차량 생산 부서와 일하도록 지시한다. 차를 설계하는 사람들은 생산하는 기술자들로부터 수 천마일 떨어져 있는 곳에서 일을 한다. 개발하고 착수하는 과정에서 모든 부서는 CAD 데이터를 보고 수정하고 분석하여야 한다. 새로운 자동차를 생산하여야 하는 마감기한이 다가옴에 따라, 만약 하루정도 미루어 진다면 약 1만 달러의 비용이 추가 될 수 있다.

생산 착수팀에게 필요한 새로운 도구는 "가상 배치(virtual collocation)"라고 불린다. Ford사는 C-TAD System사와 일했는데, 이 회사는 'Look>>in' 이라고 불리는 CAD 회의 소프트웨어 개발자이다. 이 PC에 기초한 클라이언트 서버 응용소프트웨어는 모든 사람이 같은 CAD 부분 - NURBS 선구조, 표면 그리고 그림자가 생긴 이미지로 나타나는 고체를 볼 수 있게 한다.

"Passenger(승객)" - 양쪽 네트워크상의 수많은 전문가들은 문제 해결을 위해 회의용 전화와 프로젝션 스크린을 사용한다. 그리고 Pilot(조종사)은 이러한 과정을 조정한다. 전형적인 시나리오에 의하면 "조종사"는 유닉스 워크스테이션상에서 참가자들을 소집하고 'Look>>In'을 불러 회의한다. 승객들은 네트워크화된 사무실에서 PC로 회의한다. 조종사는 포드사의 데이터 수집기관에 접근하고 틸새의 간섭을 입증하기 위하여 3차원 측정을 완수한다. 그리고 문제점들을 스크린에 표시하여 승객에게 보여준다. 다음으로 조종사는 문제해결을 위해 설계자에게 지시한다. 설계자는 그 문제에 접근하여 해결책을 내놓는다. 해결책에 동의하면 조종사는 "Ok"와 함께 그 결론에 서명한다.

한 그룹이 문제점들을 분리하고 해결책을 이끌어 내고 설계 변화를 스크린상에 빠른 속도로 나타낼 수 있으므로, 포드사는 그 시스템을 이용하여 거의 한 번에 60만 달러를 절약할 수 있으며 그러한 방식으로 북미의 14개의 조립공장에 확장시킬 수 있다.

2. 가상제조를 통한 훈련

미국 미시간주 디어본의 Ford's Vulcan Forge사의 작업자들은 매우 바쁘다. 그들은 소음과 열기속에서 매일 6000 - 7300개의 코넥팅 로드들을 만들어야 한다. 처음 공정은 코넥팅 로드 크기로 잘려진 5'(1.5m)철봉을 붉게 달구는 것이다. 뜨거운 철봉을 다루기 위해 집계를 사용해서 해머 작업자는 ram을 철봉에 눌러 코넥팅 로드 형상을 만든다. 그리고 그 봉을 일렬로 늘어선 5개의 금형으로 이동하여 5번 정확히 가격한다. ram이 내려와 금형의 바닥을 칠 때 철봉은 몇 인치를 튕다. 다음에 작업자는 봉을 뒤집고 한번 이상 때려 세부를 완성하고 최종 형상을 이루기 위해 마지막 금형에서 조금 선회시킨다. 그리고 완성된 봉을 컨베이어 벨트에 놓는다.

"공장의 환경은 긴장이 감돕니다. 그리고 4000-lb(1.8t) 해머는 위험하고 두렵습니다. 철봉은 5내지 6초 내에 이러한 5개의 금형을 이동하고 무거운 해머는 쉽게 튕 수 있어 작업자가 크게 부상을 입을 수 있고 그러한 위험 때문에 장비에 대한 훈련은 어렵습니다." 라고생산기술부의 기술자인인 Jeff Grimes는 말한다.

Vulcan은 가상 훈련 시스템의 좋은 본보기로 생각되었다. Division Inc.(San Mateo, CA)은 Ford Powertrain에서 훌륭한 모의 실험을 보여주었다. 그리고 Vulcan Forge의 공장장은 그것을 시범 프로그램에 시도하기로 동의했다.

Grimes과 일하면서 Division의 기술자들은 dVISE software로 단조 해머의 가상 모델을 만들어냈다. 바탕 기계가 10년 전에 제작되어 기계설계를 위한 CAD data가 없었으므로 Grimes은 도안,편집하지 않은 비디오 필름, 그리고 원본 조작 지침서를 제공했다. Division은 작업중인 해머 기계의 scale photographs와 비디오 필름을 더했다. 한달 후 Division은 해머의 물리적 특성을 거의 있는 그대로 묘사한 실물 크기의 모델을 만들었다. 카펫으로 덮인 작업의자로 단조 해머를 표현했고 빗자루로 철봉을 나타냈다. 훈련자들은 2개의 스크린과 헤드폰이 있는 고글을 착용하였다. 손등의 센서는 철봉의 위치를 추적하였다.

처음으로 시스템을 시험하기 위한 해머 작업자인 Grimes는 말했다. "마치 10파운드의 철을 가진 것처럼 빗자루를 집어 들고 흔들었다. 너무 가벼워서 그는 빗자루를 벽에 부딪혔고 다시 시도해야 했다. 비록 그래픽이

대단했지만 충분하지는 못했다. 모의 실험으로 나타낼 수 없는 물리적 세계가 있다."고 Grimes는 말한다.

철봉과 거의 같은 무게의 철조각이 빗자루를 대신했다. 집계를 대신하여 유리막대를 사용했다. 철봉이 일련의 금형을 이동할 때의 변화하는 형상을 대신하여 다른 깊이의 홈을 가진 플라스틱 쟁반면을 사용했다. 피훈련자가 금형을 놓치거나 부적절하게 가격할 때 스크린상의 봉은 검게 변하고 당신의 손이 잘못된 위치에 있다고 음성이 나온다.

Grimes는 기존의 방법과 가상훈련을 비교하기 위해 3명의 피훈련자를 시험했다. 한명은 2일동안 가동이 중단된 라인의 해머로 작업했고 나머지 2명은 모의 실험기로 작업했다. Grimes은 세 명을 실제 작업 해머에 배치하고 완성품과 남은 조각을 측정했다. 모의 실험기로 훈련된 작업자들은 실제로 훈련된 사람들에 비해 10% 더 높은 성과를 보여주었다. 모의 실험기에 인간공학적인 면을 더하여 Grimes는 다시 시험했다. 이번에는 20% 높게 나타났다.

3. 생산라인의 가상 디버깅

Roeslein & Associates (St. Louis) 은 음료 용기 제작자를 위한 모듈 생산 라인을 만들었다. 전세게로 선적된 그 모듈은 표준 sea container 크기인 7*6(2.1m*1.8m)폭과 39.5'(12m)길이의 철제 유닛에 파이프, 관로,전기 동력, 제어 시스템을 통합하고 있다.

이러한 PLC 제어된 유닛을 디버깅하는 것은 매우 중요하다 Project 기술자인 Steve Martin은 말한다. 대다수의 유닛은 여유 부품을 구하기 어려운 제 3세계 지역에 보내져 녹지조성지로 공급된다.

각각의 고객들의 생산 라인 배치, 전기부 hardware, 규정된 software는 다르다. Roeslein은 S-STechnologies (Waterloo,Ontario) 에서 개발된 모의 실험 software를 다루는 PICS(생산관리 정보 시스템)을 사용해 모든 라인 제어 계획을 모의 실험하기로 결정했다. 이것이 의미하는 것은 라인 제어 시스템에서 모든 PLC와 센서, 제어 부를 모의 실험하는 것, 각각의 생산 기계의 PLC와 그것과의 라인 제어와의 상호작용의 기능을 시험하는 것, 그리고 장비의 각 부분에 대한 가동, 대기, 결함 상태를 모의 실험하는 것, 그리고 작업자의 인터페이스를 디버깅하는 것이었다라고 Martin이 말했다.

Martin은 모의 실험이 위험을 감소시키고 시간을 절약해준다고 말한다. "우리는 라인중의 하나가 시작되기 전이나 시작되는 동안 프로그램의 디버깅에 보통 2 - 3주가 걸린다. PICS 모의 실험은 3 - 4일 걸린다. 이제 우리는 St. Louis의 사무실에서 우리 일의 85%를 한다.

그곳에서 우리는 공장에서보다 더 효율적으로 시스템을 모의 실험할 수 있고 일을 처리할 수 있다."고 Martin은 말한다.

4. 변화의 비용

변화하는데는 비용이 들기 마련이다. 그리고 회사가 치러야 할 가장 큰비용은 기술력으로 인해서가 아니다. 회사가 강력한 워크스테이션, 정교한 네트워크, 그리고 고도로 전문화된 상호작용 소프트웨어를 위해 1대당 \$100,000까지 투자하기를 기대할 수도 있지만 업무과정이 또한 변해야 하고 고용자는 새로운 기술을 개발해야 한다고 Steve Vogel은 말한다.

Cegelac AEG System and Automation (Canonburg, PA) 사의 부사장인 Vogel은 기술을 사는 것은 투자에 있어 가장 조그마하고 쉬운 부분이라고 말한다. 회사가 새로운 제품을 설계하고 조립하는 모든 방식을 바꿀 때 예

전의 방식은 자리를 내어준다. 다기능 제품 도입 팀들이 예전의 부서를 대신해야 한다. 회사가 주위를 둘러볼 때 대다수는 현재 고용인들이 필요로 하는 기술과 자질을 가지지 못했고 그들을 내적으로 발달시키는 것이 매우 오랜 시간이 걸린다는 것을 알게 된다. 그들은 새로운 고용인으로 이런 간격을 채울 필요가 있다.

"한번 워크스테이션과 네트워크가 값이 치러지고 고용인들이 훈련되었지만 그것이 끝은 아니다. 훈련은 결코 끝은 없다. 소프트웨어 회사는 새판을 내놓는다. 점점 더 강력한 하드웨어가 시장에 나오고 새로운 도구와 더 나은 가격대 성능의 물건이 계속 나타나고 있다." 고 Vogel은 말한다. 그러나 그 대가는 크다. 시스템을 구축하기 전에 최적화하는 것은 새로운 상품을 소개하는데 걸리는 시간을 단축하고 그 제품의 가격을 40-60% 줄일 것이다.

☘ ICASE 기술동향 기사 모집 안내 ☘

1. 국내의 저널 또는 학술지에 게재된 우수한 기사나 기술동향 논문 중에서 제어, 자동화 및 시스템학과 관련된 기사를 모집합니다.
2. 각 회원사의 신제품 소개 및 연구소 소개 등을 참조하시어 학회가 명실상부한 선, 학, 연의 정보 교환의 장이 될 수 있도록 기사를 보내 주시기 바랍니다.
3. 본 학회의 회원 중에서 직장변동 사항과 회원들 신상 및 학술활동과 관련된 사항을 학회지에 게재할 수 있도록 기사를 보내주시기 바랍니다.

※ 참고: 위의 모든 기사는 반드시 한글로 작성하여 학회지 편집이사 김종원 교수 (Tel. 880-7138, Fax. 883-1513, E-mail. mejwkim@asri.snu.ac.kr) 에게 보내주시면 편집하여 게재토록 하겠습니다.

♥ 기타의 자세한 사항은 위의 편집이사에게 문의하시거나 본 학회 사무국(Tel. 508-5801, Fax. 555-4746, E-mail. icase@chollian.dacom.co.kr) 으로 연락하여 주시면 친절히 답해 드리도록 하겠습니다.