

SIM-Factory

경 제 뉴스에 관심을 가진 사람이라면 증시상장사들이 매 분기마다 수익을 높이기 위하여 얼마나 많은 노력을 기울이고 있는지 알 수 있다. 최근 아시아를 비롯한 세계의 여러 지역에서 발생한 경제 침체로 인한 수익 감소 때문에 많은 기업들이 비용 절감을 위한 노력을 다시 기울이고 있으며 이를 위하여 인력 감축 외에 다른 방법들을 추구하고 있다.

제조업체의 경우 비용을 크게 줄일 수 있는 가능성이 많은 분야가 바로 컴퓨터를 이용한 생산 공정 시뮬레이션 분야이다. 실제로 대규모의 생산 공정을 실제로 구축하기 전에 이를 최적화하여 병목현상이 없는 생산 공정을 만들 수 있으며 설비와 인력을 비용면에서 효과적으로 분배할 수 있다.

Lucent 사의 경우, 최근에 특정 회로기판을 생산하는 제조 공정을 최적화하기 위한 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 8백만 달러 상당의 비용 절감이라는 커다란 효과를 보였다. 이 소프트웨어의 사용으로 생산성을 50% 까지 증가시키는 방안이 제시되어 3고대 생산에 따르는 비용을 절감시켰다.

이스라엘의 Herzeliya와 미국 미시간주 Novi에 소재하고 있는 Tecnomatix 사의 판매이사 Alain Dahan 씨에 따르면 기업들이 이익을 증대시키기 위한 가능한 모든 방법을 동원하고 있는 이 시기에 시뮬레이션 소프트웨어야말로 컴퓨터를 효과적으로 활용하기에 성숙된 분야라고 한다. Tecnomatix 사에서는 최신의 자동화된 기업들에서 벌써 갖추었어야 할 이러한 요소를 CAPE (Computer Aided Production Engineering)라고 부른다. Dahan 씨는 “제조업체들에서는 생산 공정을 자동화하기 위하여 수십억달러씩 사용하고 있습니다. 제품 설계의 자동화를 위하여 CAD를 사용하고 생산 공정의 자동화를 위하여 로봇과 기타 컴퓨터 제어 장비들을 구매하고 있습니다. 그러나 제품 생산에서 매우 중요한 단계라고 할 수 있는, 제품을 어떻게 생산할 것인가를 준비하는 공정설계 단계는 자동화되어 있지 않습니다. 바로 여기에 CAPE를 사용할 필

요가 있는 것입니다.” 라고 말한다.

◎ 디지털화의 장점

특별한 전용 소프트웨어를 사용하지 않고 생산 공정을 시뮬레이션하는 것은 비록 불가능하지는 않지만 이는 매우 어렵고 그 결과는 Lucent 사의 사례와 같은 큰 효과를 얻지 못할 수도 있다. 통계와 확률 이론에 대한 충분한 지식을 갖춘 사람이라면 간단한 spreadsheet를 이용하거나 직접 프로그램을 개발하여 여러가지 형태의 공장에서의 생산성을 해석해 볼 수 있다. 그러나 고도의 기술을 필요로 하는 여러 다른 분야와 마찬가지로 이 분야에서도 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하면 문제를 보다 다양한 관점에서 해석할 수 있다.

Lucent 사의 사례를 살펴보면 이 회사의 경우 AT & T 전환 네트워크의 기반으로 사용되는 전자 부품인 4ESS라는 스위치에 들어가는 프로세서의 수요물량을 만족시키는 것이 목표였다. 기계로 조립되기도 하고 일부는 손으로 조립되는 90여개의 부품으로 구성되는 제품의 생산을 일일이 손으로 시뮬레이션하기 위해서는 여러 개의 검사 공정, wave soldering 공정, 그리고 프로세서를 스위치 캐비닛에 넣고 조립하는 조립 순서 등을 모두 고려하여야 한다.

Lucent 사의 엔지니어들은 처음에는 생산성 해석을 위하여 spreadsheet를 이용하려 했으나 이 경우에는 대다수의 공정들에 대하여 지나치게 단순화된 모델을 사용하여야만 했다. 예를 들면 정지시간이 20%인 삽입기의 경우, spreadsheet 모델에 20% 라는 숫자만 이용하면 이 장비가 8시간 작동하고 2시간 동안 정지되는 것인지 아니면 매시간 80% 동안 작동하고 나머지 20% 동안 정지되어 있는 것인지를 구별할 수 없다. 이러한 상이한 두가지 조건은 그 해석 결과에 커다란 영향을 미치게 된다.

반면 시뮬레이션 소프트웨어의 경우에는 셋업 시간, 정지시간 특성, drop out, 생산 시간 등의 모든 종류

의 생산 데이터를 모델에 반영할 수 있다. 또한 시뮬레이션 소프트웨어에서는 spreadsheet 모델에서는 고려할 수 없는 시간에 따른 물류의 변화까지 고려할 수 있도록 되어 있다. Lucent 사의 사례에서 살펴 볼 수 있는 spreadsheet 해석의 또 다른 단점으로는 실제상황에서는 작업 순서가 바뀔 수도 있으나 해석에서는 부품이 항상 스테이션 1에서 2로 그리고 스테이션 3으로 흐르는 것으로만 가정하는 것이다.

물론 Lucent 사의 경우 spreadsheet 해석 결과는 후에 그들이 사용한 시뮬레이션 소프트웨어의 결과와 달랐다. spreadsheet 해석의 결과로는 충분한 수량의 제품을 생산하기 위하여 3교대가 필요하다는 것이었으나 미국 Houston 소재 Lanner Group의 WITNESS 라는 시뮬레이션 소프트웨어의 해석 결과에 의하면 모델이 보다 더 정확하였고 3교대를 하지 않아도 생산 일정을 맞추기 위하여 생산성을 증가시킬 수 있다는 것이었다. 현재 생산 결과를 보면 2교대만으로 필요한 수량의 제품을 생산할 수 있다는 시뮬레이션 분석의 결과가 옳다는 것을 알 수 있다.

Lucent 사의 경우 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 얻을 수 있었던 가장 큰 효과는 생산 라인에서의 제품의 흐름 경로를 개선하는데 커다란 도움을 주었다는 것이다. 시뮬레이션 프로그램에서는 spreadsheet의 선형 모델보다 훨씬 복잡한 경로 방안의 효과를

평가할 수 있었다. Lucent 사의 공정 엔지니어들은 장비의 가용 여부에 따라 제품이 스테이션 1, 2, 3 중에서 순서에 관계없이 흘러갈 수 있다는 경험을 시뮬레이션에 이용하였다. 엔지니어들은 이 소프트웨어를 사용하여 여러가지 물류 경로를 검토하였으며 공장에 가장 적합한 경로 로직을 결정하여 이를 장비의 컨트롤러에 장착하고 수동 장비의 경우에는 공장 관리자에게 관리 지침으로 전달하였다.

◎ 탄탄한 시장

Engineering Automation Report에 따르면 CAPE 소프트웨어 시장은 현재는 그리 크지 않지만 성장의 추세에 있다고 한다. 이 report에서는 CAPE 소프트웨어의 1998년 시장 규모를 약 1억5천만달러로 예측하였는데 이러한 규모는 50억불 규모의 기계 설계자동화 분야의 시장에 비하면 작으나 향후 CAPE 분야의 성장 중요성을 강조하고 있다. 미국 내의 40만개의 제조업체들 중에서 5천개에 달하는 중업원 500명 이상의 대규모 공장들이 이러한 소프트웨어의 잠재적인 수요자들로 예측되고 있다.

CAPE에는 지난 몇 년간 시장을 형성해 온 로봇 프로그래밍 소프트웨어와 같은 특정 작업 혹은 특정 설비를 대상으로 하는 소프트웨어들도 포함된다. 실제로 많은 공장 규모의 시뮬레이션 소프트웨어 벤더들은 로봇 시뮬레이션 프로그램으로 시작하여 점차 공장 전체의 공정을 취급하는 시뮬레이션으로 범위를 넓혀가고 있다. 본 고에서는 훨씬 이전부터 컴퓨터를 활용해 온 화학 공장이나 정유공장과 같은 연속생산 공정의 시뮬레이션 프로그램들은 제외하여 단품을 생산하는 전체 생산 과정을 모델링하고 시뮬레이션하는 새로운 종류의 시뮬레이션 프로그램으로 범위를 한정하기로 한다.

공장 시뮬레이션 프로그램들은 크게 범용 프로그램과 제조 공정 전용의 프로그램으로 나눌 수 있다. 범용 프로그램의 좋은 예로는 AT & T Istel에서 개발된 Lanner Group의 WITNESS를 들 수 있는데 Lanner Group의 Web 사이트인 www.lanner.com에 접속하여 보면 WITNESS의 범용성을 알 수 있다. 이 프로그램은 병원의 병상 배분 문제에서부터 공항의 수하물 취급 시스템, 그리고 은행의 직원 배치 문제까지 다양하게 활용되고 있다. WITNESS는 범용의 시뮬레이션 프로그램이지만 제조 시뮬레이션용 프로그램의 구입도

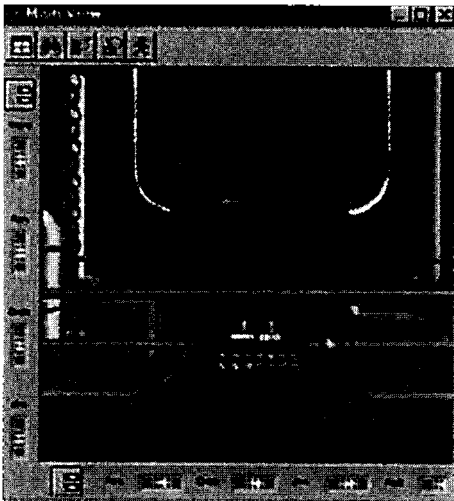


그림 1. Lucent 사는 Lanner Group. 사의 WITNESS 소프트웨어 (위 그림)를 사용하여 생산 과정을 시뮬레이션함으로써 커다란 이익을 보았다

가능하다.

생산 공정 전용의 시뮬레이션 프로그램으로는 Tecnomatix 사의 SIMPLE++,의 Deneb Robotics Inc. 사 (미국 미시간주 Auburn Hills 소재)의 QUEST, Auto-Simulations Inc. 사 (미국 유타주 Bountiful 소재)의 AutoMod, 그리고 Prosovia Inc.(미국 미시간주 Troy 소재)의 PS-Engine 등이 있다.

Tecnomatix 사는 로봇 프로그래밍 및 시뮬레이션 도구 공급업체로 시작한 회사의 좋은 예로서 이 회사는 1983년 BMW 사의 조립라인 로봇 시뮬레이션으로 시작하여 수년간 스폿 웰딩, 페인팅, 글루잉 등의 생산 공정에 대한 프로그램을 계속 개발하여 왔다. 지난해에 Tecnomatix 사는 AESOP 사 (Angewandte EDV-Systems fur Optimeirung GmbH, 독일 Stuttgart 소재)와 이 회사의 SIMPLE++ 시뮬레이션 소프트웨어를 사들였다. SIMPLE++는 생산 라인을 모델링하여 다양한 주문과 혼류 생산에 적합하게 최적화할 수 있도록 지원하여 준다. 이 소프트웨어를 이용하여 버퍼, 장비, 이송 시스템, 작업자들이 얼마나 효율적으로 활용되고 있는지를 차트와 그래프를 이용하여 파악할 수 있으며, 균형있는 생산 라인을 설계할 수 있다.

Tecnomatix 사는 이 SIMPLE++를 자사의 제품군에 포함시켜 "Digital Factory"라는 상품명으로 개발하여 공장 전체, 생산 라인, 생산 셀, 단일 공정 등 모두를 설계, 계획, 시뮬레이션 및 최적화하기 위한 정보 및 수단을 제공하고 있다. 전체 공장의 개괄적인 관점에서부터 단일 기계의 작업에 이르기까지 다양한 수준의 정보를 마우스의 클릭만으로 확인할 수 있다. 예를 들면 전체 공장의 시뮬레이션을 통하여 특정 스폿 웰딩 셀에서 병목현상이 발견되면 사용자는 해당 셀을 클릭하여 상세한 정보를 확인하여 문제를 해결하고 그 결과를 이용하여 다시 전체 공장의 시뮬레이션을 해 볼 수 있다.

로봇 프로그래밍과 공장 수준의 시뮬레이션 프로그램을 제공하는 점에서는 Deneb Robotics 사는 Tecnomatix 사와 동일하다. Deneb 사의 Web 사이트 www.deneb.com에 접속하면 너무 엄격하여 당시의 많은 미국의 주물공장들이 문을 닫을 정도였던 1990년 Clean Air Act의 규제를 따르는 주물공장의 개발에 이 회사의 시뮬레이션 프로그램인 QUEST가 어떻게 사용되는지 알아 볼 수 있다. 정부-민간의 합동 프로그램인 CERP (Casting Emission Reduction Program)

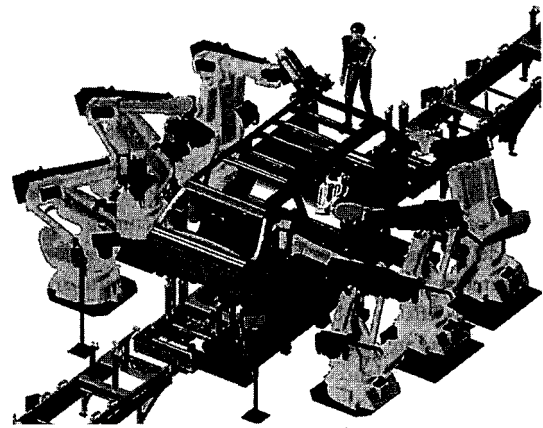
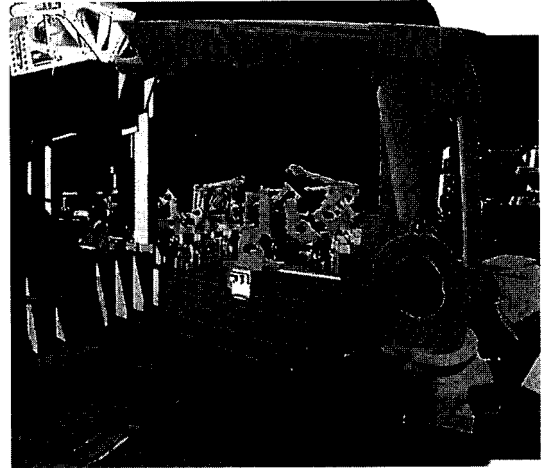


그림 2. Tecnomatix 사는 BMW 사의 조립라인의 로봇을 시뮬레이션하는 프로그램으로 시작하여 전체 공장, 생산 라인, 작업 셀 및 단위 공정을 설계하고 최적화하는 도구 뿐만 아니라 공장 시뮬레이션 프로그램인 SIMPLE++을 포함하는 Digital Factory 제품으로 확장하였다

팀에서는 허용치 이하의 공해물질만을 발생시키는 시범 주물공장의 사례설명에 QUEST를 이용하고 있다.

장비의 사양서, 공장의 배치 및 물류 계획 등을 이용하여 CERP의 엔지니어들은 주물공장을 QUEST의 CAD 시스템과 흡사한 도구들을 이용하여 모델링하였다. 공장 배치와 계획들은 계약자들이 제출한 디스크에서 QUEST로 import 되어 로의 로딩 및 장입 시간, 용융 금속의 주조 시간 및 overhead 크레인의 이송 시간 등을 정확하게 시뮬레이션할 수 있다. Flow chart를 사용하여 이러한 과정을 설명하는 기존의 방법과 비교하면 QUEST 시뮬레이션 프로그램의 애니

메이션 기능은 훨씬 효과적이라고 CERP의 담당자는 말한다.

◎ 배치와 시뮬레이션

단공정 시뮬레이션에서는 “만일 생산 라인을 이러한 구성으로 운전하면 생산량은 얼마가 될까?”라는 질문과 같은 시간과 관련된 해답을 얻을 수 있다. 그러나 제조 설비를 설계할 때에는 이러한 시간적인 관점 이외에도 공간적인 관점에서 고려할 사항들이 많다. 즉 모든 장비가 적절히 배치되는지, 제품이 생산라인에서 운반될 때 장비들과 충돌하지 않는지, 장비의 유지 보수를 위한 공간은 충분히 확보되어 있는지 등을 고려하여야 한다.

이러한 관점에서 공장배치 프로그램에서는 단공정 시뮬레이션만을 취급하는 소프트웨어에 비하여 그래픽 기능이 더욱 강조된다. 복잡한 장비의 경우 단공정 시뮬레이션 프로그램에서는 단순한 네모상자로 표현되어도 무방하지만 공장 배치 시뮬레이션 프로그램에서는 실제 모습과 유사하게 표현될 필요가 있다. 로딩 장비에 측면에 부착되는 장비의 경우 단공정 시뮬레이션 프로그램에서는 로딩 장비에 몇 개의 부품이 들어가는지, 얼마나 신속하게 장비에 부품을 공급하여 주는지가 관심사이지만 공장 배치 시뮬레이션 프로그램에서는 장비들 사이에 Forklift가 지나다닐 수 있는지 확인하기 위하여 장비의 정확한 크기와 로딩 장비의 위치 등의 정보가 필요하다.

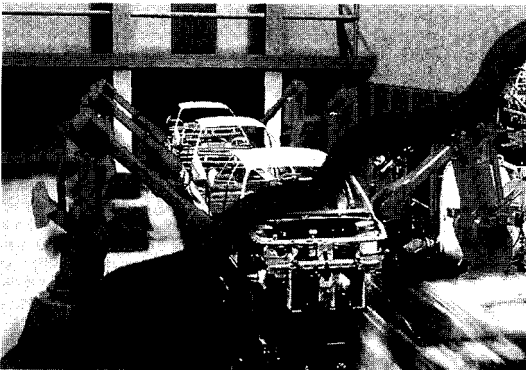


그림 3. Prosolvia 사의 PlantDesign 소프트웨어(PS-Engine)로 엔지니어들은 실시간 공장 배치, 시뮬레이션 및 분석을 할 수 있으며 위의 그림과 같이 실제 공장 라인의 모습과 흡사한 3차원 표현을 볼 수 있다

공장 배치 프로그램은 사용자가 간섭이나 혹은 접근성 등을 파악하기 위하여 object 들을 공간상에 표현한다는 점에서는 CAD 소프트웨어들과 유사하나, 기구학이나 속도 등의 동작 시뮬레이션이 요구된다는 점에서는 CAD 소프트웨어들과 상이하다. 2차원과 3차원 version이 있다는 점에서도 CAD와 유사하지만 Engineering Animation Inc. 사 (EAI 사, 미국 아이오와주 Ames 소재)의 공장제품 부사장 Dave Sly 씨에 의하면 “아직도 95% 이상의 공장 배치 작업은 2차원상에서 이루어지고 있다”고 한다.

EAI 사는 이러한 경향을 변화시키고자 하고 있다. EAI 사라고 하면 대개의 사람들은 고도의 시각화 프로그램을 생각하게 되지만 이 회사는 약 1년전에 Cimtechnologies Inc. 사를 사들여 공장 시뮬레이션 소프트웨어 벤더가 되었다. 이 회사에서는 현재 2차원에서 보다도 훨씬 용이하게 3차원에서 전체 공장을 모델링할 수 있는 FactoryCAD라는 제품을 포함하는 “VisFactory”라는 제조업 시뮬레이션 도구를 제공하고 있다. 시뮬레이션 프로그램의 사용자인 Deere & Co. 사의 수석 엔지니어인 Bruce Davis씨에 따르면 이러한 개념은 공장 시뮬레이션 분야를 혁신시킬 잠재력이 있다고 한다.

AutoCAD 상에서 돌아가는 FactoryCAD에는 캐비닛, 컨베이어, 크레인, 팬스, 메짜닌, 랙, 레일 등 일반 공장에서 흔히 볼 수 있는 거의 모든 장비들의 파라메트릭 모델들의 라이브러리가 있으며, Sly 씨에 의하면 공장을 모델링하기에 필요한 요소들의 80% 정도는 갖추어져 있다고 한다. 그리고 공장 자체 개발의 장비가 있는 경우에는 CAD 모델로 FactoryCAD 프로그램에 import 할 수도 있으며 이 경우에는 특정한 장비만을 표현하는 것이므로 파라메트릭 모델이 아니어도 문체가 되지 않는다. 또한 EAI 사의 엔지니어들은 고객의 요구에 따라 특별한 object를 개발할 것이다.

FactoryCAD의 object는 실제로 AutoCAD primitive이며 파라메터로 정의되므로 수정이 용이하다. 예를 들면 공장 내부에 컨베이어를 배치하기 위해서는 컨베이어 object를 선택하여 원하는 위치에 가져다 놓고 길이를 수정할 필요가 있으면 한쪽면을 끌어당겨 놓으면 길이가 길어짐에 따라 필요한 물체가 더 생성되게 된다. 기존의 CAD와는 달리 FactoryCAD로 공장을 모델링할 때에는 도면작성이 필요없게 되며 Deere &

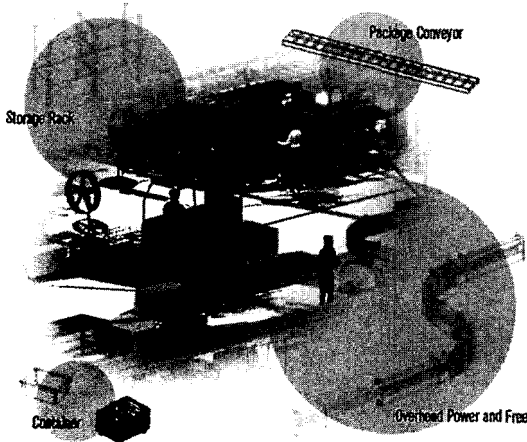


그림 4. EAI 사의 FactoryCAD를 이용하면 컨베이어, 랙 등과 같은 미리 정의된 'smart' object를 단순히 연결하기만 하면 digital 공장을 만들 수 있다. 'smart' object의 크기는 필요에 따라 자동으로 변화된다

Co. 사의 Davis 씨에 따르면 실제 CAD primitive를 사용하는 또 다른 커다란 장점은 Digital Factory 모델의 크기를 줄일 수 있다는 것이다. "그처럼 커다란 모델을 생성할 필요가 없다면 시뮬레이션을 더욱 신속하게 행할 수 있으며 따라서 보다 큰 시뮬레이션도 시도할 수 있습니다." 라고 Davis 씨는 말한다.

FactoryCAD에서는 primitive가 2차원 및 3차원의

속성을 가지고 있으므로 모델을 2차원 및 3차원으로 볼 수 있다. 높이, 폭, 깊이 등의 정보 이외에도 FactoryCAD의 smart object에는 단공정 시뮬레이션에 필요한 속도, 방향, 정지시간 등의 정보가 연계되어 있다. FactoryCAD에서는 WITNESS 혹은 AutoMod와 같은 단공정 시뮬레이션 프로그램에서 사용할 수 있는 .sdx (simulation data exchange) format의 file을 생성할 수 있다.

다수의 시뮬레이션 소프트웨어의 벤더들이 디트로이트 부근에 위치하고 있는 사실로 짐작할 수 있듯이 공장 시뮬레이션 소프트웨어의 주 고객은 아직까지는 주로 자동차 제조업체들이지만 반도체 제조업체 및 전자제품 제조업체들도 최근 이 기술에 관심을 보이고 있다. 궁극적으로는 공장 시뮬레이션 소프트웨어들도 CAD 소프트웨어들과 마찬가지로 제조업체들이 반드시 사용하는 소프트웨어가 될 것으로 전망된다.

《 Computer Graphics World, February 1999 》

본 기사는 KIST CAD/CAM 연구센터의 하성도 책임연구원이 "Computer Graphics World"에서 발췌하였으며 출판사인 Pennwell Publishing Company의 연락처는 다음과 같다.

- Fax : +1-918-831-9497
- E-mail : dru@pennwell.com