

e-Manufacturing이 제조업을 살린다?

• 한 순 흥 | KAIST 기계공학과, 교수 / e-mail : shhan@kaist.ac.kr

이 글에서는 e-manufacturing의 적용 사례를 들어 e-manufacturing의 개념을 설명하고, 용어의 유래와 e-manufacturing의 추진방법, 추진상의 문제점 등을 소개한다.

K자동차 소하리 공장의 생산 라인에는 컨베이어벨트를 타고 자동차들이 줄줄이 조립되고 있다. 하지만 이 자동차들을 자세히 살펴보면 차종들이 다양하다. 옵티마 뒤로는 스펙트라가 뒤따르고, 한 대 건너서는 리오도 보인다. 같은 옵티마라 할지라도 색깔만 다른 것이 아니고, 미국으로 수출되는 차, 중동으로 수출되는 차, 베트남으로 수출되는 차가 서로 다르다. 혼류(混流)생산이라고 부르는 이 생산방식은 자동차마다 고유번호를 바코드에 기록하고, 조립에 사용될 부품들이 부품을 생산하는 협력업체에서 자동차별로 다르게 구분되어, 팔레트(palette)라는 플라스틱 상자에 담겨서 배달된다. 중동으로 수출될 옵티마는 에어컨 용량과 엔진 배기량이 국내 판매용보다 크다. 이 부품을 다른 차와 혼동되지 않도록 구분하여 담아, 그 차가 생산라인을 통과할 때에 맞추어 조립자의 손에 쥐어지도록 배달하고, 조립자는 줄지어 매달려 오는

자동차에 해당되는 부품들을 제 위치에 부착하려면, 수많은 정보들이 중앙 컴퓨터에서 협력업체의 컴퓨터까지 바코드로 구분되어 올바르게 처리되어야 한다.

불꽃을 날리면서 단체로 춤을 추고 있는 스팟(spot) 용접 로봇들은, 서로 부딪지 않으면서 한 대 한 대 넘어오는 차체의 용접점들의 3차원 위치를 정확히 알고 있어야 한다. 3m가 넘는 커다란 로봇 10대가 동시에, 전체 길이가 고작 3m 정도의 자동차 차체에 들러 붙어 작업을 하는 모습은 장관이다. 하지만 이 힘센 놈들이 차체와 부딪치면 연약한 차체는 금세 맥주캔처럼 쭈그러진다. 좁은 공간에서 덩치 큰 로봇 10대가 춤을 추려면 로봇끼리도 서로 부딪히는 일이 생길 것이

고, 그러면 조립라인은 오랫동안 정지하고 말 것이다. 이들을 어떻게 프로그램 하였기에 저렇게 불꽃춤을 함께 추는 것일까?

레이크힐 골프장에서 골프를 치던 D자동차 생산담당 임원은 우즈베키스탄의 현지 공장에 전화를 걸어, 생산로봇에게 마티즈의 생산량을 2배로 올리라고 명령을 내린다. 이때 신형 마티즈의 도면이 부친 본사의 컴퓨터에 들어 있으니, 인터넷으로 접속하여 다운로드 받아서, 차체의 조립방

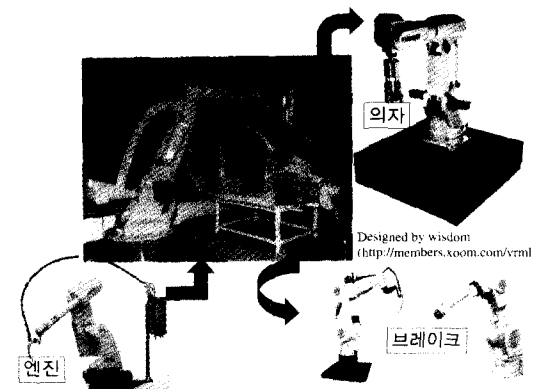


그림 1 원격협력생산

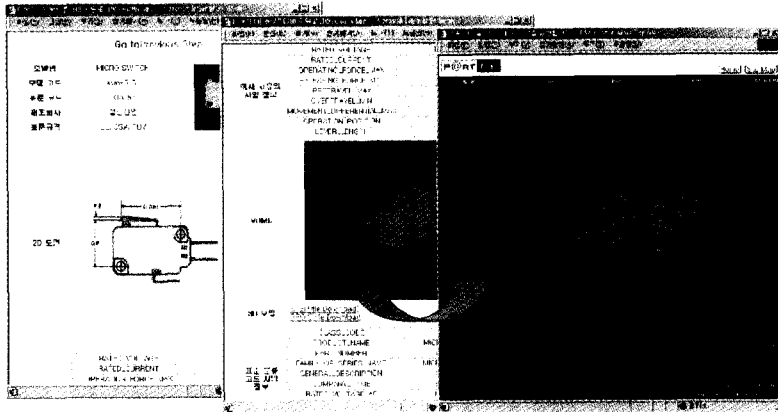


그림 2 전자 카탈로그

식을 개선하여 생산비용을 절감 하라고 알려주고, 그는 골프 스윙 을 계속한다. 그림 1은 공장별로 흩어져 있는 로봇들이 서로 협력 하여 생산하는 모습을 그린 것이다. 각기 다른 나라에서 제작한 로봇들이, 서로 떨어진 작업장에서, 서로 다른 업무를 수행하며, 한 대의 마티즈를 완성해 나아가 려면, 정확한 제품정보와 충분한 작업정보가 제 시간에 제공되어야 한다.

S전자의 엔지니어는 핸드폰을 설계하는데, 인터넷에서 전자 카탈로그를 검색하여 필요한 부품을 선정하고, 그 설계도면을 다운로드 받아 영상을 편집하듯이 설계를 편집하는데 활용함으로써 기존의 설계기간과 투입인력을 절반으로 단축하였다. Web3D 기술을 활용하여 인터넷 상에서 부품제조업체가 생산하는 부품의 3차원 형상과 규격의 최신 정보를 그림 2와 같은 카탈로그에서 구함으로써 업데이트가 어려운 종이 카탈로그를 사용할 때 발생하는 오류나 설계지연을 제거할

수 있다. 과거에는 종이 카탈로그 를 보면서 부품들의 모델링도 완 제품 설계자가 수행하였지만, 그림 3에서 보이는 것처럼 인터넷 에서 다운로드 받은 부품의 CAD 파일을 조립하듯이 편집하여 짧은 시간 내에 설계를 완성할 수 있다.

D자동차의 부품협력업체에서 GM의 출자회사로 변신한 델파이코리아는 아직도 D자동차가 주요 고객이지만, GM이 일본에서 인수한 스즈키나 이스즈 자동차에 부품을 납품한다. H공조는 포드자동차의 출자회사인 비스테온이 새로운 주인이지만, 여전히 H자동차가 주요 고객이며, 앞으로는 포드가 소유한 마즈다에 에어컨을 공급하게 될 것이다. 이들이 국제적인 부품공급 활동을 하기 위해서는 어떤 준비를 해야 할 것인가?

미국의 반도체 업계에서는 EMS(electronic manufacturing service)라는 제조전문업체가, 한 차원 발전된 모습의 주문자 상표 부착 생산(OEM : original equipment manufacturer) 방식을 활용하여 성공적인 모델을 제시하고 있다. 이곳의 생산라인에서는 전 세계에서 주문 받은 제품을 생산한다. 제조하는 제품의 다양한 종류와 주문량의 변화를 대응하기 위해서는 유연한 생산방식과 시설이 필요하다. 일본의 소니도 이에 자극을 받아 생산라인을 분리하여 별도의 독립법인으로 출범시키고 있다. 제조기술만큼은 세계에서 최고라고 자부하고 있는 일본에서는, 미국이 새로운 제조방식을 도입하여 제조전문기업으로 경쟁력을 확보하고 있고, 한편으로는 저임금을 무기삼아 무서운 기세로 쫓아오는 중국의 추격을 따돌리려고 변신의 노력을 하고 있다. 이러한 일본의 노력은, 일본과 중국 사이에서 샌드위치 신세가 되고 있는 한국의 전통산업들에게 그대로 적용된다. 일반적으로 제조업 경쟁력의 3대 요소로 가격, 품질, 납기(time to market)를 꼽는다. 근래에 국

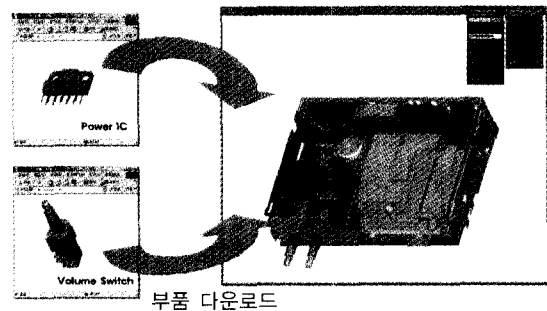


그림 3 편집설계

제적인 경쟁이 심화되면서, 품질은 세계 수준을 유지하면서, 새로운 수요 변화에 한 발 먼저 대응하여 시장을 선점하기 위해서, 제품의 개발기간을 단축하는 것이 제일 중요한 경쟁력 요소로 평가되고 있다. 핸드폰의 경제수명이 6개월 정도로 단축되고, 신형 자동차를 개발하는 기간이 과거의 30개월에서 현재는 15개월로 단축되었고, GM과 Toyota 같은 선진 자동차 업체들은 이를 12개월로 더욱 단축하기 위하여, 사이버 엔지니어링 기술을 전면적으로 도입하고 있다. 실물모델 대신에 사이버 모델을 활용하는 경우에는 시작품이 만들어지기 전에 설계검토를 충분히 하여, 후공정에서 발생하던 많은 숫자의 설계변경을 제품개발의 초기단계로 이동시켜, 제품의 개발비용을 절감하게 된다. 여기에는 직접 비용 외에도, 시장에 새로운 기능을 가진 신규 모델을 먼저 소개하여, 시장 점유율을 높여서 경쟁력을 확보하는 효과가 더 중요하다.

e-매뉴팩처링이라는 용어는 어디서 온 것일까?

e-라는 접두어가 유행처럼 여러가지 단어에 붙여지고 있다. e-비즈니스, 전자상거래(electronic commerce)라는 단어들이 그 유행을 이끌어 왔지만, 무엇보다도 e-메일이 가장 많은 영향을 준 단어이다. e-메일 주소를 갖고 있지 못한 사람은 정보화 사회에 적응하지 못하는 사람으로 놀림을 받는다는 모습으로 광고 문안이 작

성되고 있다.

제조업의 정보화는 자동화의 다음 세대라고 할 수 있다. 자동화의 대명사는 로봇이다. 수치제어(NC)에 의해 사람을 대신해서 힘들고 어려운 일들을 24시간 쉬지 않고 해치워버리는 로봇들은, 제조업의 생산성을 엄청나게 올려놓고 있다. 이제는 개개의 로봇들이 서로 연동되어 협력하는 조직적인 생산 시스템을 구축하기 위해 인터넷이 활용되고 있다. 지방공장이나 해외공장 뿐만이 아니라 협력업체의 공장에서도 움직이는 로봇들이, 서로 정보를 주고받으며 생산량을 조정하고 제품의 배합이나 구성을 변경해 나가기 위해서는, 초고속 통신망과 그들이 작업정보를 유통하기 위해 필요한 공통의 언어가 필요하다.

제조업체 내부의 통합을 위해서는 ERP(enterprise resource planning)나 PDM(product data management)이라는 소프트웨어들이 사용되고, 부품협력업체와 세트메이커를 연결하는 고리로는 SCM(supply chain management)이라는 새로운 용어가 사용된다. 생산설비의 과잉은 제조업을 공급자 중심에서 소비자 중심으로 옮겨 놓고 있다. 인터넷을 활용하여 고객의 요구를 분석하는 e-마케팅 툴로 CRM(customer relationship management)이라는 소프트웨어들이 활용된다. 이렇게 정보기술은 제조업체 내부의 통합뿐만이 아니라 공급사슬을 통해 외부와 연결되어 확장된 기업(extended enterprise)이라는 개념을 실현시키고 있다.

생산 라인도 고객의 수요변화에 능동적으로 대응하고, 협력업체의 능력과 반응에 유연하게 대처해야 한다. 이들 새로운 기술들은 제조 라인을 독립된 작업장으로 남겨두지 않고, 제품의 라이프사이클의 일부를 담당하는 참여자로 인식하게 만든다.

2000년 12월에서 2001년 4월 사이에 KIST를 중심으로 국내에 e-Mufacturing 연구회가 결성되어, 기술현황과 개발방안에 대한 국내 전문가들의 의견을 도출하였다. 참여한 전문가로는 현대자동차 팽정국, LG생기원 이상봉, HP코리아 김병두, CIES 이기훈, 서울대 박진우, KAIST 한순홍, 고려대 채수원, 생산기술연구원 이영수, 그리고 KIST의 노형민, 박세형, 박면웅, 하성도이다. 한편 CAD&Graphics라는 월간 전문지의 100호 기념 좌담회가 '제조업계의 경쟁력 강화를 위한 e-엔지니어링 발전 방안'이라는 제목으로 개최되어 그 내용이 2002년 3월호에 게재되었다. 좌담회 참석자는 대우자동차 반영무, 대우전자 채송, 현대자동차 채석재, 삼성전자 김세현, 한국항공 조형식, 중소기업진흥공단 김원종, 한국 IBM 나병찬이다.

e-매뉴팩처링은 어떻게 추진할 것인가?

e-매뉴팩처링은 전통적인 제조업의 기술에 정보기술(IT)을 접목하여 시간단축과 생산성을 확대하는 것으로서 제조업 정보화

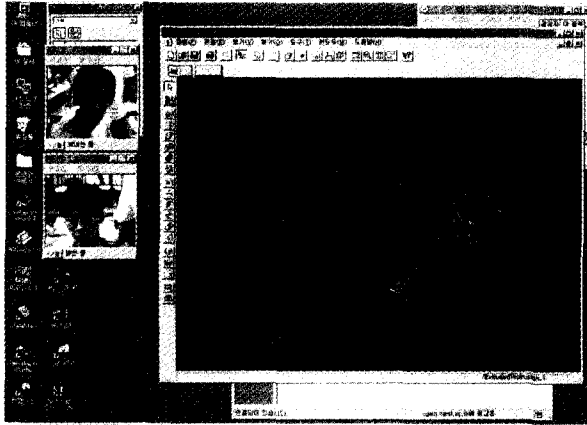


그림 4 원격 협력 설계

나 주력산업 정보화가 같은 길목에 있다. e-매뉴팩처링을 본격적으로 추진하기 위해서는 정보기술을 잘 활용하는 것이 필요하다. 이중에 가장 중요한 것은 인터넷의 활용과 가상현실(VR : virtual reality) 기술의 활용이라고 판단된다.

인터넷의 활용은 NIIP(national industrial information infrastructure protocols, <http://www.niip.org/>)를 좋은 모델로 삼을 수 있다. NIIP는 미국정부가 1994년부터 2000년 사이에 추진했던 프로젝트로 우리나라의 초고속통신망 응용 프로젝트의 모델이 되었던 프로그램이다. 가상기업(VE : virtual enterprise)이라는 개념이 처음으로 도입되었던 프로젝트로, 앞에서 소개되었던 EMS(electronic manufacturing service), 원격협력 생산, 편집설계, 그림 4에서 보이는 원격협력 설계를 통해 제조업의 경쟁력을 확보하기 위해서는, 초고속통신망을 통해 제품의 표준

화된 정보들이 원활하게 유통되는 것이 필요하다.

중국의 인건비와의 국내 인건비의 차이만큼을, 생산성의 차이로 메우기 위하여 기술 개발을 꾸준히 해야 한다. 아랍에서 주

문을 받았다고 아랍어를 구사하는 로봇들로 생산설비를 모두 교체하고 생산을 할 수는 없는 것이고, 그 다음에 칠레에서 주문이 오더라도 즉시 대응할 수 있는 생산 시스템을 갖춰야 한다. 주문량이나 주문 품목에 변화가 있더라도 품질을 유지하면서 주문기간 내에 생산을 완료할 수 있는 생산 시스템은, 제품과 작업정보의 정비와 정보의 재활용을 기반으로 한다. 또한, 중국과 가격경쟁에서 이기려면 1인 당 생산량을 몇 배

로 유지해야 하고, 그것은 자동화 설비를 통해 가능해진다. 생산공정을 자동화 하기 위해서는 표준 제품정보의 활용이 필요하다. 사람은 청사진 도면만을 가지고도 생산이 가능하지만, 로봇은 명칭하기 때문에 훨씬 많은 정보를 제공해야 하며, 로봇들이 이해할 수 있는 표준정보 언어를 사용하여 작업지시를 내려야 한다.

H자동차 남양연구소는 수십억 원의 자체 연구개발비를 투자하여, 2000년도에 영상품평회장(그림 5 참조)을 도입하였고, 2001년 말에는 CAVE(computer aided virtual environment)라는 시설을 도입하여, 사이버 엔지니어링을 통해 자동차의 개발기간을 대폭 단축하려는 노력을 기울이고 있다. 영상품평회장은 자동차의 외관을 결정하는 스타일 디자인의 결과를 디스플레이하고 선택하는 데 사용되고 있다. CAVE는 사방이 3m인 방으로 6면체의 모든 면에 빔프로젝터를 투사하여, 가상의 공간을 재현하고 그 안에서 몰입감을

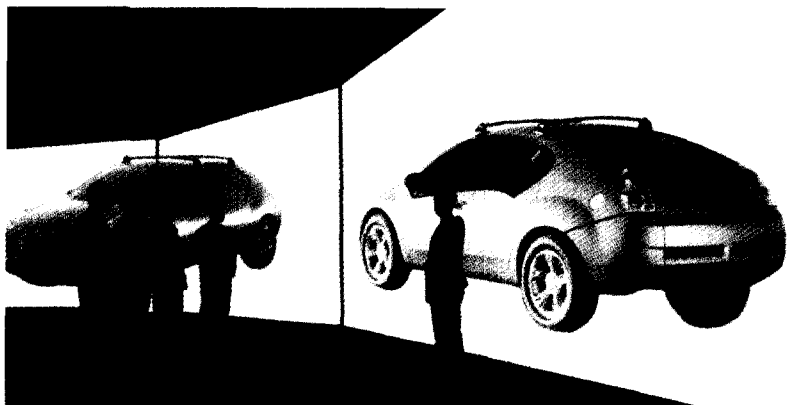


그림 5 H자동차 남양연구소 영상품평회

향상시키는 시설이다. H자동차에서는 인테리어 디자인의 인간공학적 확인을 위해 이 시설을 사용하고, 또한 충돌시험이나 공기역학적인 유동의 흐름을 재현하는 풍동 시뮬레이션에 이 시설을 사용하고 있다.

실물 테스트가 요구될 때 소프트웨어는 실물 테스트 모델을 생략하고 디지털 모델을 만들기도 한다. 이러한 방식은 결국 종래에 앞선 공정이나 부분 시스템의 테스트가 먼저 끝날 때까지 기다려야 했던 시간 지연을 방지할 수 있는 이점이 있다. 그림 6에 보이는 디지털 복업을 이용하여 수행되는 다양한 시뮬레이션의 예측 능력은, 하부 시스템이나 부품 공급자들이 제품 테스트를 할 때 봉착하는 문제점들을 미리 확인하는데 도움을 준다. 설계, 모델, 제조 등의 각 단계마다 소프트웨어 시스템은, 다수의 그룹이 동시에 작업할 수 있게 함으로써 개발 주기를 단축시켜 주고, 부품에 대한 신뢰성을 제고하며, 동시에 사용자와의 인터페이스를 향상시킨다. 실제로 소프트웨어에 의해 보다 좋은 품질의 항공기를 제작함으로써 고객과 승무원 모두가 만족하는 항공기를 저렴한 원가로 제작할 수 있다.

e-매뉴팩처링 추진상의 걸림돌

국내에서 e-매뉴팩처링을 추진하는 데 있어 걸림돌이 되는 몇 가지 문제점들이 있다. 우리나라는 세계에서 고속통신망이 가장 많이 보급된 나라라고 한다. 총

1,500만 가정 중에 올해 안에 1,000만 가정이 ADSL 가입자가 된다고 한다. 하지만 안산공단은 수도권에 위치한 우리나라에서 대표적인 공단의 하나이다. 이곳에 자리잡은 H볼트는 연간 매출액이 500억 원에 이

르는 중견기업이다. 필자가 이 회사를 방문하여 새로 개발된 기술을 보여주기 위하여 대전에 위치한 KAIST 캠퍼스를 인터넷으로 접속하였으나, ADSL이 설치되어 있는 필자의 집 아파트보다 통신속도가 많이 늦어, 결국은 시연회를 진행하지 못하였다. 광케이블로 구축된 초고속통신망은 아파트와 PC방으로 연결되어, 온라인 게임과 화상채팅 그리고 포르노 동영상을 전달하는데 사용되고 있지만, 정작 안산공단에 위치한 전통 제조산업체의 국제경쟁력을 높이는데 기여하고 있지는 못하고 있다.

부품의 표준화 문제는 부품소재산업의 육성책과 함께 오래 전부터 중요한 사안으로 추진된 정부의 주요 정책의 하나이다. 대기업 중심으로 경제발전을 이루어 온 한국은 부품소재를 제조하는 중소기업이 균형있게 발전하지 못한 것이 지적되고 있다. 하지만 이 부품소재 육성방안이 부품의

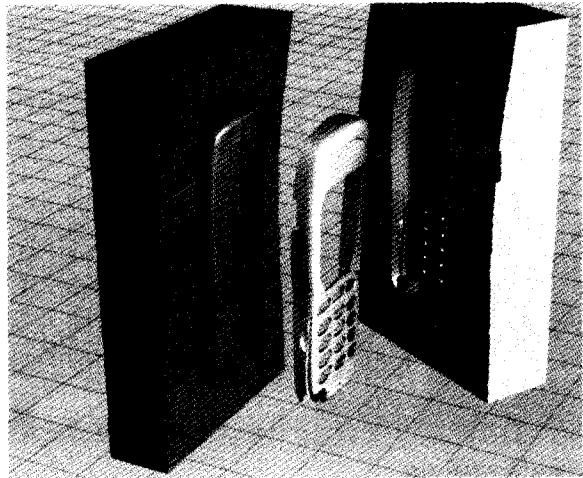


그림 6 디지털 복업

표준화에 너무 집중되어 있어, 제조업 정보화를 위해 필요한 부품 정보 표준화는 상대적으로 무시되어 e-매뉴팩처링을 추진하는데 걸림돌이 되고 있다. 대기업들의 정보화는 자체 능력으로 추진되고 있으나, 부품을 제조하는 협력업체들의 정보화 수준은 열악하다. 정보화 장비의 문제보다는 정보화를 위한 인력을 확보하는 것이 훨씬 어려운 것으로 보인다. 대기업의 정보화 수준이 국제수준으로 올라 가더라도 협력업체의 정보화가 같이 따라 주지 못하면, 대기업의 정보 시설은 그 효과를 얻을 수가 없다. 전자 카탈로그를 중심으로 부품의 정보가 데이터베이스로 정리되고 분류체계로 정리되어 활발히 유통되는 것이, 부품산업과 그 위에 쌓아 올려지는 자동차나 전자제품과 같은 조립형 제조업이 경쟁력을 갖는 원동력이 된다.