

CAD의 소개 및 적용현황



이 건 우

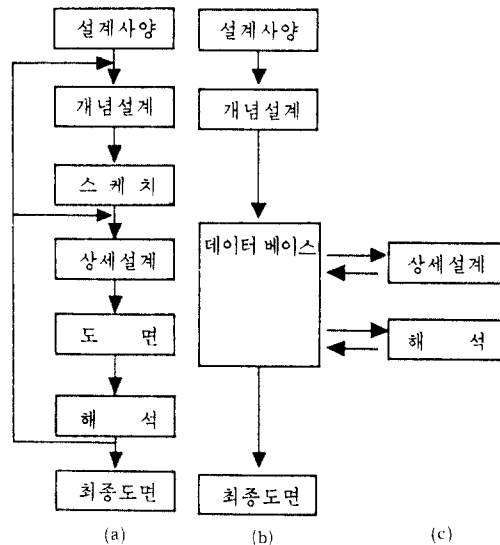
서울대학교 기계설계학과 교수

● 1955년생
● 기계설계에 있어서의
전산기이용 설계를 전공
하였으며, 형상모델링을
이용한 자동설계 시스템
의 개발에 관심이 있다.

1. 머리 말

최근 극심한 시장경쟁에서 제조업중에 중사하는 기업이 생존하기 위해서는 신제품의 적시 시장 공급이 필수적이라고 할 수 있다. 이를 위하여 생산성의 향상에 의한 납기 단축도 도모하여야 하겠지만 제품설계에 소요되는 시간과 설계의 시행착오에 의한 납기지연을 단축하는 것이 필수적인 과제로 등장하게 되었다. 이러한 배경으로 설계에 있어 컴퓨터를 이용하여 합리적인 설계를 기하고자 하는 것이 컴퓨터 이용설계 (computer aided design)라 할 수 있다. 그런데 컴퓨터를 이용한 설계 행위를 CAD라 정의하는 것은 너무 광의적인 정의이고 실제로 CAD란 용어가 탄생되기 전에도 설계과정의 각 단계에서 컴퓨터는 어느 정도 사용되었으므로 좀더 정의를 분명히 할 필요가 있다. 이를 위해 다음 그림 1에 보인 바와 같이 두가지의 설계과정을 고려한다. 즉 그림 1(a)는 일반적인 설계과정을 나타낸 것인데 설계과정의 각 단계의 결과가 스케치나 도면으로 완성되어 다음 단계로 연결되는 것이 그 특징이다. 즉 정보의 전달이 종이에 기록된 그림이나 문서에 의해 수행된다는 것이다. 이 과정에서도 각 단계에서 특히 해석단계에서는 컴퓨터를 사용하는 것이 보통이다. 이러한 방법의 단점은 각 단계에서 임의로 해당 도면을 수정할 경우

일관성 있는 정보의 유지가 어렵다는 점이다. 반면 그림 1(b)는 CAD에 의한 설계과정을 나타낸 것인데, 이 과정의 특징은 설계과정의 각 단계의 결과가 컴퓨터 내에 데이터베이스에 저장되고 각 단계의 연결도 이 데이터베이스를 통해 이루어진다는 점이다. 즉 그림 1(a)에서 사용된 종이에 의한 정보의 전달이 배제되었다. 이 경우 설계과정의 한 단계에서 그 결과



(a) 일반적인 설계과정
(b) CAD에 의한 설계과정
(c) 개인용 컴퓨터를 사용한 CAD 하드웨어 구성

그림 1 설계과정의 비교

가 수정되어도 그 수정내용이 데이터베이스에 그대로 반영되므로 설계 각 단계에서는 일관성 있는 자료를 사용하게 된다.

그림 1(b)와 같은 형태의 설계행위를 하기 위해서는 CAD시스템을 사용하여야 하는데 이때 CAD시스템은 각 설계단계의 결과인 도면이나 제품의 형상정보를 컴퓨터를 이용하여 완성하고 이를 데이터베이스에 저장시키는 기능을 하게 된다. 이러한 CAD시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 구성되는데 이는 2장에 설명하겠다. 또한 3장에서는 CAD도입의 초기단계부터 단계별 도입형태를 설명하고, 4장에서는 국내기업체에서 현재 시도하고 있는 CAD시스템의 적용 예 및 향후 추진계획을 소개하였다.

2. CAD시스템의 구성

CAD시스템은 그림 2에서 나타낸 바와 같이

컴퓨터 및 그래픽 장치와 그 주변기기로 구성된 하드웨어와 실제로 사용자로 하여금 대화식이나 도면으로 형상정보를 컴퓨터 내의 데이터베이스에 저장시켜 주는 기능을 하는 소프트웨어로 구성된다.

2.1 CAD하드웨어

그림 2에서 그래픽장치 중 디스플레이 장치(display device)란 문자를 포함한 그림이 나타나는 칼라모니터로 생각하면 되고, 디스플레이처리장치(display processing unit)란 칼라모니터에 그래픽을 그리도록 구동하기 위한 제어기(controller)로 생각하면 된다.⁽¹⁾ 또한 입력장치(input device)로서는 그림 3에서 보인 바와 같이 키보드, 마우스, 데이터테블렛과 꺾 등을 들 수 있고 출력장치(out-put only device)로서는 그림 4에서와 같이 플로터, 칼라 하드카피어 등을 들 수 있다.

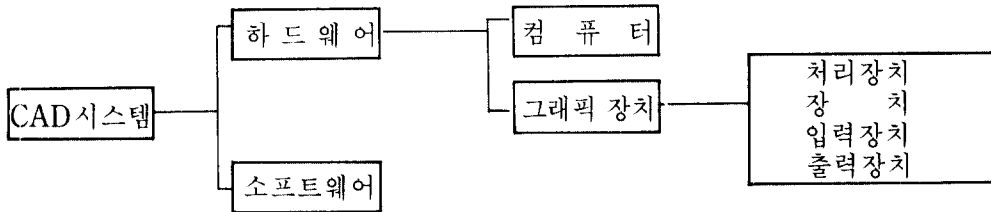


그림 2 CAD 시스템의 구성요소

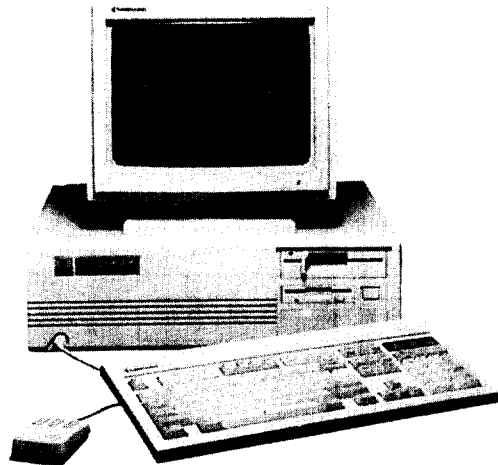


그림 3 입력장치

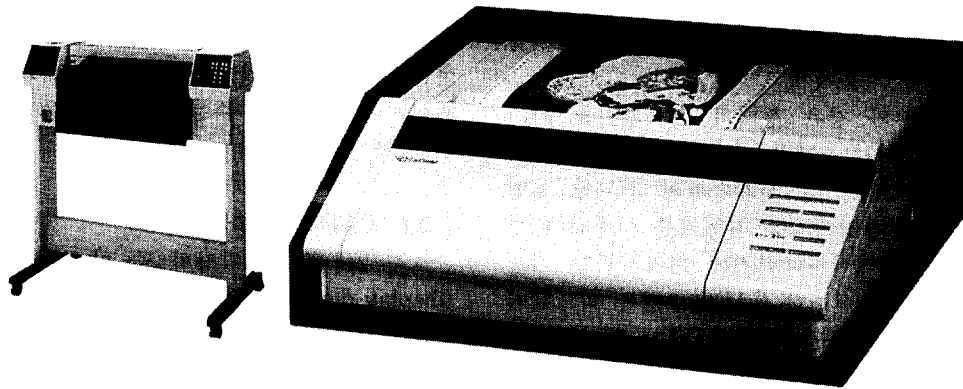
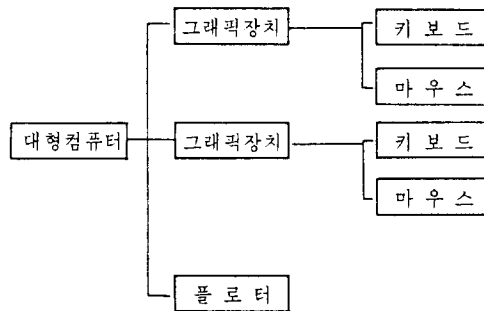
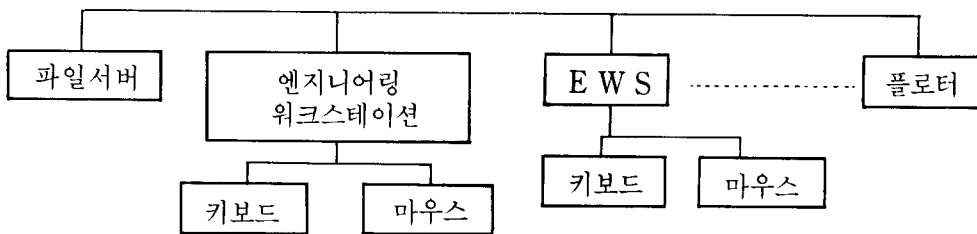


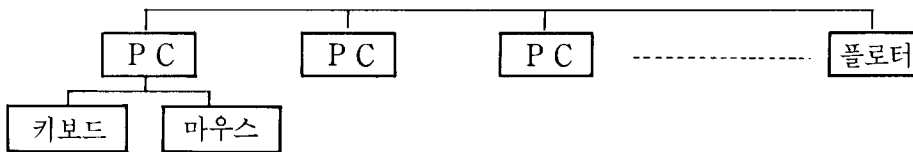
그림 4 출력장치



(a) 대형 컴퓨터를 사용한 CAD하드웨어 구성



(b) 엔지니어링 워크스테이션



(c) 개인용 컴퓨터를 사용한 CAD하드웨어 구성

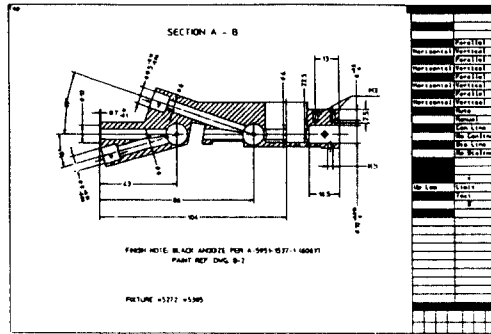
그림 5 CAD하드웨어 구성의 방법

또한 최근에는 컴퓨터의 기능과 그래픽기능을 같이 갖춘 그래픽 워크스테이션 또는 엔지니어링 워크스테이션과, 그 아래 수준의 개인용 컴퓨터가 등장하여 CAD시스템의 하드웨어로 많이 사용되는 실정이다. 따라서 CAD시스템을 구축하기 위한 하드웨어 구성에는 그림 5에서와 같이 크게 세 가지 방법이 있다.

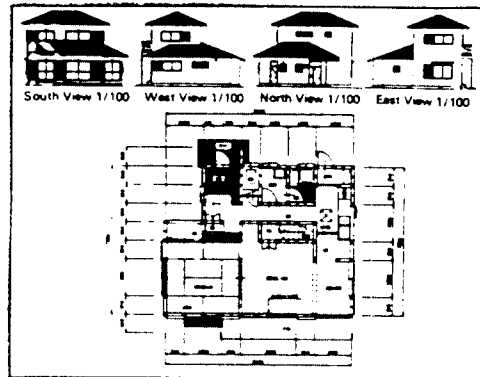
그림 5(a)에 나타난 대형 컴퓨터를 이용한 CAD시스템의 구성은 자동차회사 등과 같이 대형 회사에서 많이 사용되는 방법으로 광대한양의 데이터베이스를 다루는 작업에서는 이 구성방법이 요구된다. 그러나 이 방법에서는 여러 그래픽 장치들이 동시에 사용될 때 대형 컴퓨터의 계산 능력을 번갈아 이용해야 하므로 작업능률이 옆의 사용자가 무슨 작업을 수행하고 있는가에 따라 결정되는 단점이 있다. 또한 구입시 같은 기능의 소프트웨어라도 대형 컴퓨터급에 설치되는 소프트웨어는 더 비싸게 구입해야 하는 단점이 있다.

그림 5(b)에 나타난 엔지니어링 워크스테이션을 이용한 CAD시스템의 구성은 최근들어 가장 각광을 받고 있는 방법으로 국내 대부분의 중견 기업에서 사용되고 있다. 이 방법의 장점은 대형 컴퓨터를 사용하는 방법에 비해 각각의 워크스테이션이 계산 능력을 가지고 있으므로 작업능률이 다른 작업자의 작업에 의해 영향을 받지 않는 것이다. 또한 어느 한 회사의 CAD적용분야 확대에 따라 워크스테이션수를 점차 증가시켜 나가면 되므로 과도한 초기투자를 피할 수 있다는 점도 장점이다. 그러나 이 방법에서도 하드웨어의 유지보수료 및 동일 소프트웨어라도 워크스테이션 대수만큼의 소프트웨어 가격을 부담해야 된다는 사실이 국내 중소기업체 수준에서는 과도한 부담이 되는 실정이다.

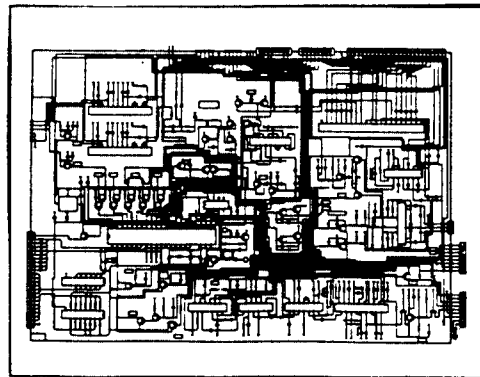
그림 5(c)에 나타난 개인용 컴퓨터를 이용한 CAD시스템의 구성은 워크스테이션을 이용한 방법에 비해서는 기능이 다소 떨어지나 가격의 유리함 때문에 국내 중소기업체에서 널리 사용되고 있다. 특히 CAD시스템을 이용해서 도면만



(a) 기계도면 작성 예



(b) 건축도면 작성 예



(c) 전기회로 작성 예

그림 6 컴퓨터 이용제도 시스템의 사용 예

작성하는 업무에는 별 지장없이 활용될 수 있다고 보여진다. 국내에서 이 방법이 환영을 받는 가장 큰 이유는 하드웨어에 대한 유지보수가 별로 필요하지 않고 소프트웨어의 무상확보

또는 저가 구입이 가능하기 때문이라 생각된다.

2.2 CAD소프트웨어

앞에서 설명했던 바와 같이 CAD소프트웨어란 사용자로 하여금 대화식으로 도면이나 형상정보를 컴퓨터 내의 데이터베이스에 저장시켜주는 기능을 하는 소프트웨어로서 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 즉 기계도면이나 전기회로와 같은 이차원 형상을 생성시켜 저장할 수 있도록 해주는 컴퓨터 이용 제도 시스템(computer aided drafting system)과 삼차원입체의 형상을 생성시켜 저장할 수 있도록 해주는 형상모델링 시스템(geometric modeling system)의 두 가지이다. 그림 6과 그림 7에 이들 소프트웨어를 사용하여 도면이나 입체의 형상을 생성시킨 결과를 보였다.

이들 소프트웨어는 거의 대부분 미국에서 개발 내지는 상용화된 것으로 국내에 보급되어 있는 상품명들의 예를 표 1에 나타내었다.⁽²⁾

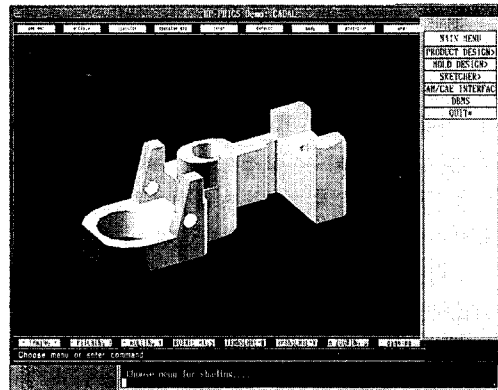


그림 7 형상모델링 시스템의 사용예

앞에 열거된 CAD 소프트웨어 외에 설계가 된 상태에서 실험에 의하지 않고 제품의 신뢰성이라든가 성형가능성 등을 확인하기 위한 시뮬레이션 소프트웨어를 크게 CAE(computer aided engineering) 소프트웨어라하고 대표적 인 상품명들을 표 2에 열거하겠다.

표 1 국내에 보급되어 있는 CAD소프트웨어의 예

| | | | |
|---------------|---------|-----------------------------------|---|
| 전산기 이용 제도 시스템 | PC용 | 기계도면 | AutoCAD, VersaCAD, CADKEY Aries, Micro CADAM, ANVIL-1000 |
| | | 전자회로 | PADS, P-CAD |
| | 워크스테이션용 | 기계도면 | CADAM, BROVO-Draft |
| | | 전자회로 | CADNETICS, E-CAD |
| 형상모델링 시스템 | PC용 | AutoSolid | |
| | 워크스테이션용 | CAEDS (GEOMOD), ANVIL-5000, CATIA | |

표 2 CAE 소프트웨어의 예

| | | |
|---------|---|--------------------|
| | 기계부분 | 전자부분 |
| PC용 | SAP386 | Or CAD, E-CAD/gate |
| 워크스테이션용 | C-MOLD, MOLDFLOW, NASTRAN ANSYS, PATRAN, ADAMS, DADS | ELDO/FIDELDO |

이밖에 건축용 CAD 소프트웨어도 점차 보급이 확대되고 있는 실정이다. 또한 설계가 완료된 부품에 대해 수치제어 공작기계에 의해 자동으로 가공되도록 수치제어 공작기계 구동 프로그램을 사용자의 최소한의 입력으로 형성시키는 소프트웨어들도 존재하는데 이들 소프트웨어를 CAM(computer aided manufacturing) 소프트웨어라 한다.

3. 단계별 CAD시스템의 도입형태

CAD시스템이 국내 기업체에 도입된 형태는 단계별로 아래와 같이 구분될 수 있다.

3.1 제1단계

이 단계는 국내에 CAD시스템이 도입된 초기단계로서 주로 턴키(turn-key) CAD시스템에 의존하는 형태이다. 턴키 CAD시스템이란 공급업자가 어떤 특수업종에 맞는 하드웨어와 소프트웨어를 동시에 공급하는 CAD시스템으로서 초기의 조선업종에는 모두 이 형태의 CAD시스템이 공급되었다. 특히 선박 설계시 배관관계 설계를 위해 Computer-Vision사의 시스템이 많이 도입되었다. 또한 의류산업에서 사용되는 Apparel CAD시스템은 현재도 이러한 턴키방식으로 공급되고 있다. 이러한 턴키방식은 도입절차가 단순하고 특수한 용도의 소프트웨어를 공급받을 수 있는 반면, 하드웨어의 호환성 결여로 시스템 확장시 원래 도입된 기종으로 국한되는 단점이 있다.

3.2 제2단계

이 단계에서는 도면 작성의 CAD화를 시도하는 단계로, CAD시스템 도입의 성공여부가 CAD시스템에 의해 완성된 도면의 비율로 판단되는 특징이 있다. 따라서 관리자는 제도관이 얼마나 빨리 없어지는가에 가장 관심을 두는 단계라고 할 수 있다. 이 단계에서는 도면의 표준화, BOM(부품 리스트)의 자동생성 등의 부가효과를 기대할 수 있다. 그러나 현재

많은 국내기업에서 아직도 제도사에 의한 수작업과 CAD시스템에 의한 도면작성이 병행되고 있으므로 실제 기대만큼의 성과는 못 얻어내고 있는 실정이다. 다만 일부 선두업체에서는 도면을 데이터베이스에 저장하고 필요한 도면은 임의의 편리한 방법으로 찾아낼 수 있는 도면관리 시스템 소프트웨어를 개발하여 설계업무에 적용하여 큰 효과를 보고있다. 왜냐하면 이미 설계된 제품에서 약간의 수정을 가하는 것이 설계 업무의 상당부분을 차지하기 때문이다.

3.3 제3단계

이 단계는 제품의 도면이 전산기 이용 제도시스템에 의해 완성된 후, 다시 형상 모델링시스템을 이용하여 제품을 삼차원 입체로 모델링한 후 필요한 강도해석, 성형성 해석 등을 수행할 수 있는 정도의 도입 단계이다. 즉 CAD 소프트웨어는 물론 CAE 소프트웨어도 도입되어야 가능한 단계이므로 소프트웨어에 대한 투자가 급증하는 단계이다. 국내 대기업에서는 이미 이 단계에 진입되어 있는 상태이다.

여기서 한 가지 이상스럽게 생각될 수 있는 부분은, 제품의 도면을 이미 완성하고 다시 형상 모델링시스템에 의해 삼차원 입체를 모델링하는 중복작업을 거친다는 점이다. 이는 대부분의 설계자가 이차원 도면상에서 설계하는데 익숙해져 있고, 현재 사용되고 있는 형상 모델링시스템이 개념설계 단계부터 사용하기에는 그 기능이 여러 가지로 불편하기 때문이다.

3.4 제4단계

이 단계는 각 업종에서 각자 고유 업무에 맞는 전용 소프트웨어를 개발해서 사용할 수 있는 정도의 단계이다. 예를 들어 금형공장에서는 금형설계전용 CAD 소프트웨어, 자동차 회사에서는 자동차 스타일링(styling) 전용 CAD 소프트웨어, TV브라운관 공장에서는 브라운관 설계전용 CAD 소프트웨어 등을 개발해서 쓰는 단계이다. 사실 외국의 많은 제조업체에

서는 범용 CAD 소프트웨어가 공급되기 전부터 CAD 소프트웨어를 자체적으로 개발하여 사용하였기 때문에 제4단계부터 시작하였다고도 볼 수 있다. 반면 국내에서는 CAD시스템 사용에 있어 가장 선두업체들이 이 단계에 진입하고 있다.

4. 적용사례

본 4장에서는 국내업체의 CAD시스템 도입 정도 및 활용수준을 나타내기 위해 몇몇 업체에서의 CAD시스템 활용사례 또는 개발 방향을 소개하고자 한다.

4.1 중견기업체 A의 CAD활용사례

중견기업체A는 주로 복사기, 팩시밀리 등 사무자동화기기 생산업체로서 연간 매출액 규모가 1,000억 원 정도인 회사이다. 이 회사에는 CAD시스템을 구축하기 위해 Micro-VAX 미니컴퓨터, 세 단계에 걸친 투자에 의해 20대 정도의 워크스테이션, 그리고 소프트웨어로는 Bravo-3의 제도(drafting) 모듈이 설치되어 있다.

1988년 초에 첫 투자분 시스템이 설치되고 처음에는 주로 단순한 도면 작성에 주력하였으며, 1989년에는 한글을 처리하는 기능을 Bravo-3 기능에 추가시키는데 성공하였으며, 1990년에는 Bravo-3를 개조하여 계층적 layout을 작성할 수 있도록 하여 BOM이 자동으로 생성되도록 하였다. 최근에는 ORACLE로 불리는 데이터 관리 소프트웨어를 Micro-VAX에 설치하여 도면관리 시스템과 이를 이용한 엔지니어링 데이터베이스를 구축하고자 한다. 이러한 도면관리 시스템이 구축되면 설계자는 과거에 설계된 유사한 제품의 필요한 도면을 간단한 입력으로 신속히 찾아내어 이용할 수 있는 장점이 생긴다.

4.2 재벌기업 종합연구소 B의 활용 사례

종합연구소 B는 계열기업의 CAD 및 CAE

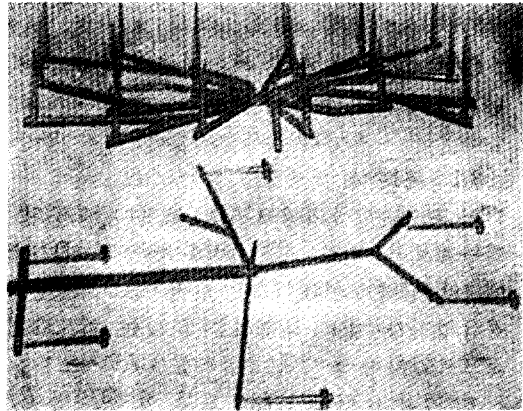
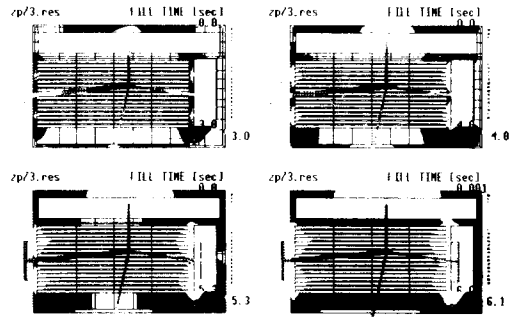


그림 8 에어컨 그릴의 CAE 적용

의 효율적 활용을 위해 CAE센터를 가지고 있으며, 각 계열기업의 관련업무의 용역업무도 수행한다. 이 센터에는 형상 모델링시스템으로서 GEOMOD와 사출성형 해석을 위한 MOLD-FLOW란 소프트웨어를 가지고 있어 사출제품의 성형성을 해석해 주고 좀더 효율적인 금형설계를 제시해 주기도 한다. 그림 8은 에어컨 그릴의 사출금형을 설계한 예이고 이러한 설계개선을 통해 게이팅시스템(gating system)에 소요되는 수지의 양을 현저히 줄일 수 있었다.⁽³⁾ 여기서 게이팅시스템이란 금형 내에 플라스틱 수지가 흘러가는 통로로서 나중에 이 통로 내에서 굳은 플라스틱은 잘라버려야 되는 부분이 된다.

4.3 가전업체 C의 CAD개발 사례

가전업체C는 현재까지는 상용소프트웨어를

사용하여 사출금형을 설계하여 왔으나, 이들 상용소프트웨어들이 이미 설계된 금형의 평가 및 작은 변경에는 우수하나 초기설계에는 부족한 면이 있어 많은 불편함을 겪어왔다. 따라서 그림 9와 같은 과정을 가능하게 하는 플라스틱 사출성형 전용 CAD시스템을 산학협동으로 구축할 계획이다.

그림 9의 플라스틱제품의 모델링 단계를 위해 플라스틱제품과 같이 얇은 두께를 갖는 물체를 기존 형상 모델링시스템을 사용하여 모델링하는 것이 불편한 점이 많으므로, 두께가 없는 박판(sheet)을 모델링한 다음 두께정보를 입력하면 자동으로 삼차원 입체(solid)가 되는 소프트웨어를 개발 중이다. 그 한 예로 그림 10에 박판의 형상과 이로부터 변화된 입체를 보였다.⁽⁴⁾

또한 그림 11(a)와 (b) 각각에는 완성된 코어판과 캐비티 판을 보였으며 그림 12에는 완성된 사출금형을 보였다.⁽⁵⁾

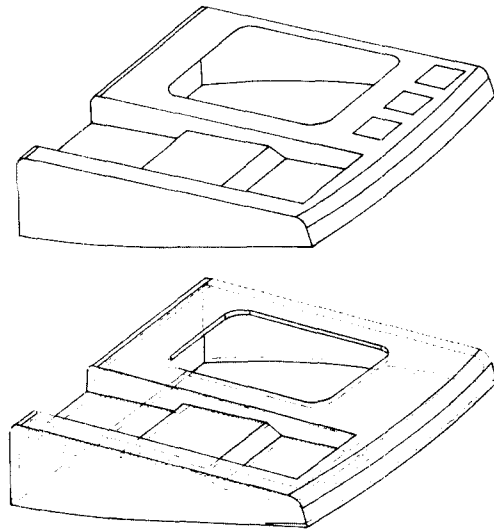


그림 10 박판과 변환된 입체

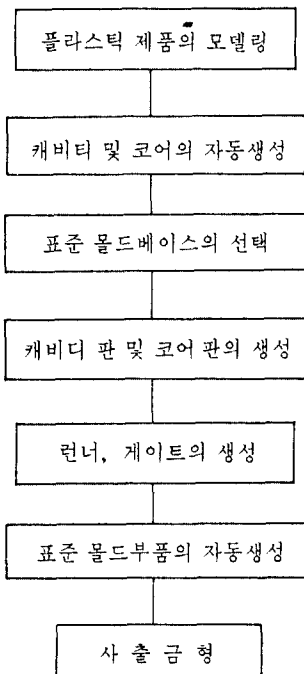


그림 9 플라스틱 사출금형 전용 CAD 시스템

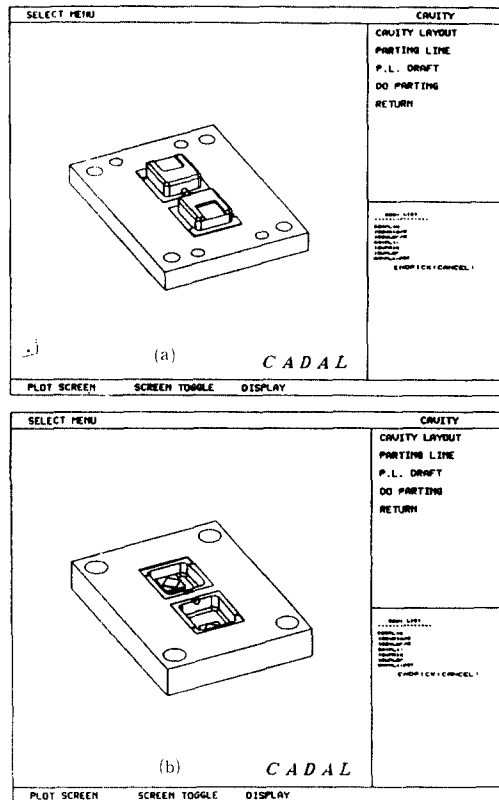


그림 11 (a) 완성된 코어판
(b) 완성된 캐비티 판

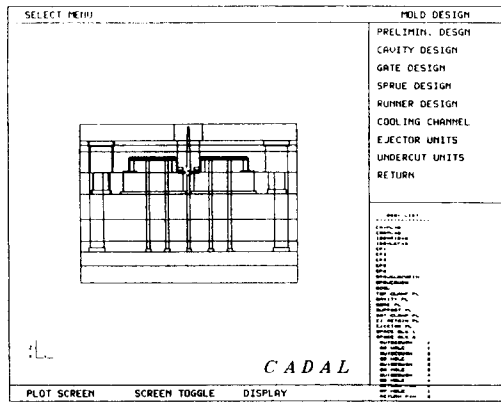


그림 12 완성된 사출 금형

4.4 자동차업체 D를 위한 CAD개발사례

자동차업체D는 승용차 생산업체로서 차체의 스타일링을 위해 현재까지는 불란서 Dassault사의 CATIA와 일본 마즈다 자동차의 GNC소프트웨어를 사용해 왔다. 그런데 이들 시스템들을 사용하기 위해서는 그림 13에 표시된 바와 같이 기본 데이터로 자동차 진흙모형(Clay model)을 삼차원 측정기로 측정할 수많은 점들의 데이터가 필요하다. 이러한 방식의 문제점은 우선 자동차의 진흙모형이 항상 존재해야 한다는 사실과, 삼차원 공간상에서 진흙 모형의 수많은 점을 얻는 것이 상당히 많은 노력과 시간을 요구한다는 것이다. 따라서 자동차업체D는 그림 14와 같은 과정을 거쳐 자동차 외형을 스타일링하는 시스템 개발을 산학공동으로 추진하였다.⁽⁶⁾ 즉 삼차원 진흙모형을 삼차원 측정기로 측정하는 대신 디자이너가 그린 이차원 테이프드로잉(tape drawing)을 이차원에서 측정한 후, 이들 이차원 곡선으로부터 삼차원 곡선을 유추하고 이로부터 자동차의 삼차원 곡면이 형성되게 하는 것이다. 자동차의 삼차원 곡면이 결정되면 이로부터 차체 외관을 가공하기 위한 금형의 설계 및 제작이 자동화되는 장점을 기대할 수 있다. 여기서 테이프드로잉이란 디자이너가 자동차의 앞, 뒤, 옆, 위에서 본 형상을 1:1로 그린 다음, 멀리서도

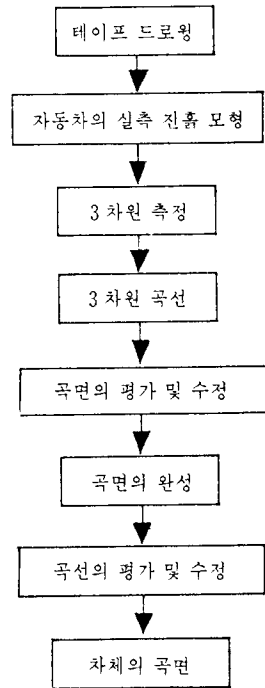


그림 13 기존의 방법

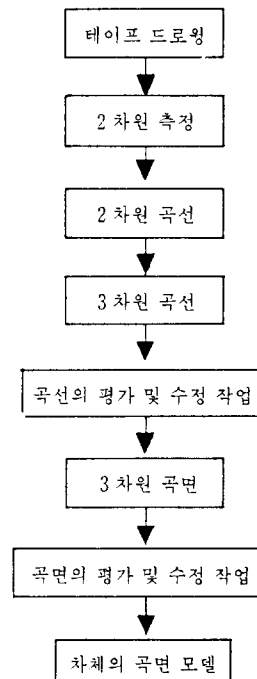


그림 14 새로운 개념의 스타일링 CAD 시스템

볼 수 있도록 선들은 굵은 테이프로 붙인 그림을 말한다.

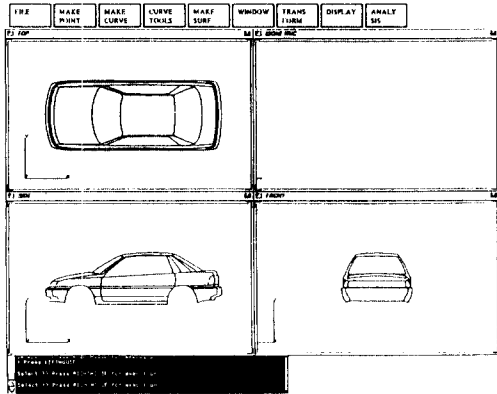


그림 15 입력된 테이프드로잉 및 완성된 2차원 곡선

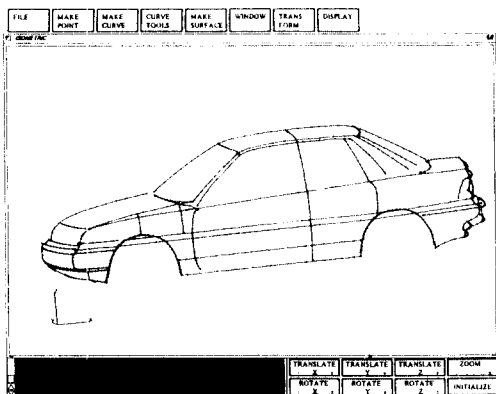


그림 16 3차원 곡선의 생성

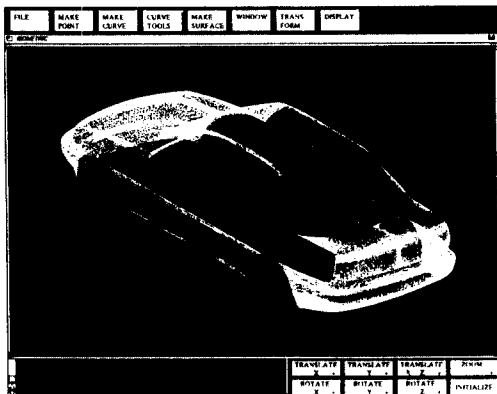


그림 17 3차원 곡면의 생성

위의 설명한 과정을 거쳐 자동차 외형을 스타일링하는 과정을 다음 그림 15부터 17까지 나타내었다.

5. 맺음말

컴퓨터 이용 설계(CAD)란 어떤 것인가에 대한 정의와 CAD시스템을 구축하기 위한 필요요소를 설명함으로써 향후 CAD시스템을 도입하고자 하는 업체에게 다소나마 도움이 되고자 하였다. 또한 국내에 CAD시스템이 도입된 역사 속에서 단계별 형태를 보임으로써, 현재 CAD시스템을 사용하고 있는 업체의 경우 자신이 어느 단계에 위치하는지 파악할 수 있도록 하였다.

마지막으로 국내 대표되는 몇몇 기업의 적용 사례 및 향후 추진방향을 소개함으로써 국내 전체기업의 CAD시스템 활용수준을 측정하는데 도움이 되고자 하였다.

참고문헌

- (1) Bruce R. Dewey, 1988, "Computer Graphics for Engineers," Harper and Row Publishers.
- (2) 월간 CAD/CAM, 1990, "CAD/CAM Show참가업체 및 주요 전시제품 소개".
- (3) 최철주, 이호관, 1991, "사출성형산업의 CAE응용," 대한기계학회지, 제31권, 제 1 호.
- (4) 권병욱, 1991, "플라스틱 제품의 모델링과 사출금형 설계를 위한 코어와 캐비티 판의 자동생성에 관한 연구," 서울대학교 석사학위 논문
- (5) Lee, S.H. and Lee, K.W., 1988, "An Integrated CAD System for Mold Design in Injection Molding Processes," 1988, ASME Winter Annual Meeting.
- (6) 민승재, 1991, "3차원 측정데이터를 이용한 자동차차체의 모델링 시스템 개발," 서울대학교 석사학위 논문. 