

# CAD 기술의 현황과 동향

이 근 철

세일전산훈련원 원장

## ■ 머리말

20세기 후반의 산업기술은 인력을 절감하는 자동화로 발전해 왔다. 같은 시기에 과학계산을 목적으로 한 전자계산기가 출현하여 대량의 사무처리와 자동제어의 응용면을 확대해 나갔다.

한편 전자계산기는 사용 경험에서 개량을 거듭하여 점차 능력을 증대시켰으며 대용량화, 고속도화, 계산의 고도화 등이 진전되어 각종 입출력장치가 정비되기에 이르렀고 계산기를 공업 생산의 합리화에 응용하는 면이 현저히 강조되었다.

공업 생산의 과정은 설계, 실험해석, 부품개조, 조립공정 및 시험 등의 여러 가지 단계의 합성으로 성립되어 있는데, 계산기를 이용한 자동화는 여러 단계중 비교적 말단측(부품개조, 조립, 시험 등)이 우선적으로 실행되었다. 이것은 코스트 밸런스 면에서 당연한 추세이며 성력화와 제품관리의 향상에 큰 효과를 가져온 것이다.

생산공정의 초기 단계인 설계는 우수한 기술자의 창조력, 판단력 또는 결단력 등의 요소가

필요하며 계산기에 의한 자동화에는 적합하지 않은 작업이 많이 포함되어 있었다.

그러나 만일 계산기를 고급 기술자가 도구로서 구사하여, 고도의 판단을 요하는 부분은 설계자가 스스로 하고 세밀한 수치계산이나 모델 실험류는 설계자의 명령에 의하여 정확히 계산한다면 기술자의 일은 보다 고도화되어 효율이 좋은 설계가 가능하게 될 것이다.

CAD의 중요성과 의미는 이와 같은 점에 있으며 분업 협동작업에서 생긴 것은 다음 단계에서 계산기력으로 옮겨져 완전한 자동화로 향하게 된다.

## 1. CAD의 역사

설계나 생산분야에 컴퓨터를 이용하려는 생각은 이전부터 있었지만 설계라는 작업 자체가 인간의 사고와 창조를 중심으로 한 것이기 때문에 컴퓨터를 이 분야에 도입하는 것은 어려운 일이었다. 그러나 1950년대 후반에 개발된 NC 동작기계에 의해서 생산부분에의 도입의 길이 열렸으며 동시에 설계부분에의 도입이 시작된

것이다.

1960년대에 들어서 초기의 자동설계(Auto-matic Design)와 CAD(Computer Aided Design)가 점차 발표되었다. 이 중에서 특히 주목할 것은 IVAN Sutherland가 완성한 스케치패드(Sketchpad)인데 이 시스템은 인간과 컴퓨터가 라이트펜을 사용해서 CRT상에 대화식으로 도형처리를 하는 것으로서 특히 컴퓨터 그래픽(Computer Graphics) 분야에 큰 영향을 미치게 되었다.

그러나 그 당시의 컴퓨터는 기억용량이나 연산속도 면에서 상기와 같은 기술을 처리하는 힘이 부족하여 실용단계로는 요원한 상태였다. 그러던 중 1970년대에 전자산업의 현저한 발전에 따라 컴퓨터의 생산이 높아지는 한편 IC나 LSI의 등장으로 컴퓨터의 규모, 성능이 크게 향상되었고 하드적으로 충실함을 보였다.

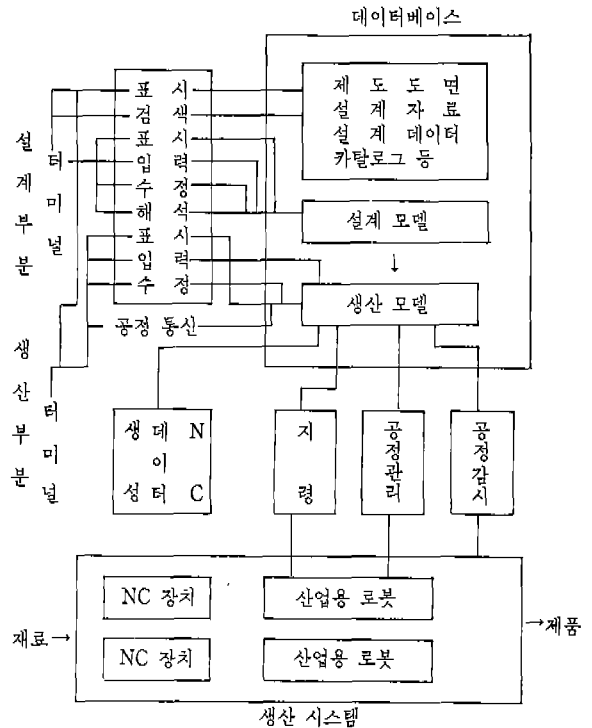
이 결과 일시적으로 정체되었던 CAD 시스템도 각종 하드웨어의 개발을 활성화하였고 실용적인 CAD 시스템의 시대로 도입하게 되었다. 또한 CAD와 CAM의 유기적인 결합을 이룬 시대였다고 말할 수 있다.

1980년대에 이르러 본격적인 저가격의 터키 시스템 도입경쟁까지 하게 되어 기업의 성패가 CAD 시스템의 도입에 걸려있다는 인상을 주었다. 그러나 수용에 미치지 못하는 소프트웨어의 공급이 문제가 되었으며 독자적인 프로그램의 개발 압력을 가중시키는 시대에 직면하였다.

## 2. CAD/CAM 시스템의 구성

CAD를 행하는 도구와 장치가 CAD 시스템이다. CAD 시스템을 구성하는 부품은 기본적으로 하드웨어와 소프트웨어로 이루어져 있다.

하드웨어는 컴퓨터와 주변장치로 나누어지며 컴퓨터는 자동차에 비유한다면 엔진에 상당한다. 즉 엔진의 배기량이 자동차의 성능지표인 것과 같이 사용되는 컴퓨터의 크기가 CAD 시



<그림 1> CAD/CAM 시스템의 개요

스템의 성능지표가 된다.

주변장치로는 입력장치, 표시장치, 출력장치, 외부기억장치로 나누어지며 외부기억장치는 도면정보 등의 데이터를 유지하기 위한 장치로서 플로피디스크, 하드디스크장치를 포함한 디스크 장치와 이들의 백업장치로서 자기테이프장치가 사용되고 있다.

CAD 시스템에서 취급하는 입력 데이터의 종류에는 ① 도형 데이터 ② 문자, 수치 데이터 ③ 작업지시 데이터의 3종류가 있으며, 입력장치로서는 디지털타이저, 키보드, 평선키보드 등 이외에 마우스, 트랙볼 및 라이트펜이 있다.

출력장치에는 저렴하며 정도가 높은 플로터, 전자복사기와 동일하게 도면을 정전기로서 작성하는 정전 플로터, 전자식과 광학식 하드카피 작성장치, 부품표나 결선표 등의 문자정보를 출

력하기 위한 프린터 및 CAM을 위한 데이터 작성장치가 있다.

한편 CAD/CAM 시스템을 지탱하는 계산기 시스템의 기본 소프트웨어는

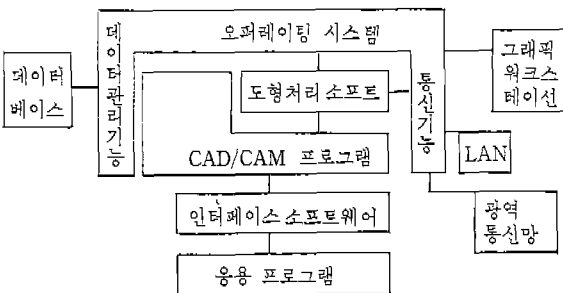
- (1) OS(Operating System)
- (2) 데이터 베이스 관리
- (3) 주변장치의 컨트롤 프로그램
- (4) 유틸리티
- (5) 통신 제어
- (6) 언어
- (7) 도형처리 라이브러리

등이 있다. 각 부분을 살펴보면

- (1) OS : OS는 계산기 시스템 소프트웨어의 핵심이며 계산기를 효율적으로 움직이기 위해 각종 프로그램을 제어하는 시스템 소프트웨어이다.

OS는 각 메이커의 계산기마다 다른 것이 일반적이었으나 마이크로프로세서의 발전에 의하여 엔지니어링 워크스테이션, PC 등에 UNIX와 같은 표준적인 OS가 사용되기 시작하였다.

- (2) 데이터 관리 : 자기디스크장치 등의 파일 시스템을 취급하는 기능이다. CAD/CAM의 데이터베이스나 실행시의 각종 파일을 작성, 관리하는데 파일 편성에 따른 액세스 방식도 이 중에 포함된다.



<그림 2> CAD/CAM 시스템의 소프트웨어 구성

- (3) 통신 제어 : 데이터통신 회선에 의한 컴퓨터 기능으로 CAD/CAM 시스템에 의한 컴퓨터 네트워크를 구축하거나 컴퓨터나 그래픽 워크스테이션의 대화처리를 하기 위한 기본 기능이다.

- (4) 언어 : 시판되고 있는 CAD/CAM 시스템은 성능 등을 고려하여 기계어나 C언어로 만들어진 것도 있으나 일반적으로는 FORTRAN이 사용되고 있다.

퍼스널컴퓨터나 엔지니어링 워크스테이션 등에서는 PASCAL이나 BASIC도 사용되고 있으며 앞으로는 AI가 CAD/CAM 시스템에 도입될 것으로 생각되어 LISP나 PROLOG 등의 AI용 언어도 계산기 시스템 언어로 필요하게 될 것이다.

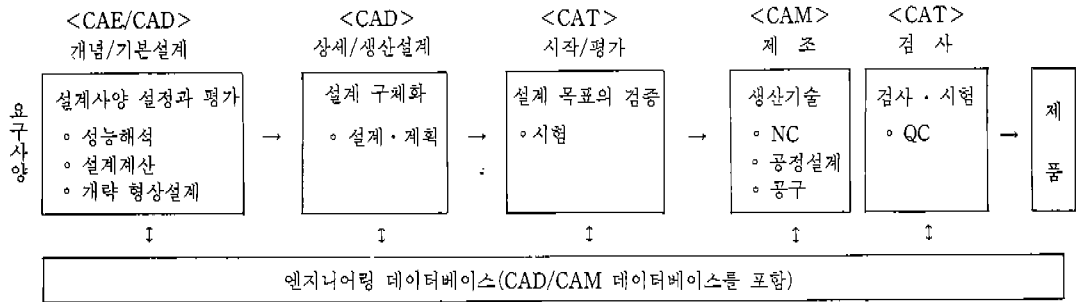
- (5) 도형처리 라이브러리 : 그래픽장치(워크스테이션, 플로터 등)와 CAD/CAM을 포함한 도형처리 응용 프로그램 사이에 개재하는 라이브러리 소프트웨어이다.

이 소프트웨어는 장치에 의존하는 부분이 크기 때문에 당초에는 각 장치마다 존재하였으나 장치를 바꾸면 소프트웨어를 전부 다시 써야 했으며 소프트웨어의 이식성이 문제가 되었다.

1977년 미국의 ACM/SIGGRAPH가 도형처리의 2차원, 3차원 처리기능의 표준화안건으로 CORE(Computer Oriented Reporting Efficiency)를 제안하였다. 그후 CORE 라이브러리를 사용한 CAD/CAM 시스템도 만들게 되었다.

ISO에서도 1977년 이후 표준화 작업을 하여 GKS(Graphical Kernel System)를 제안하여 1984년 8월 2차원 기능을 국제표준규격으로 제정하였다.

GKS, CORE 모두 도형처리 프로그램의 인터페이스를 규정한 것이며 그밖의 장치와의 인터페이스 표준화 CGI(가상 디바이



<그림 3 > 설계에서 제조까지의 업무 흐름

스 인터페이스)와 CGM(가상 디바이스 미터 파일)를 검토하고 있다.

### 3. CAD의 응용

기술부문의 생산성 향상의 도구로 등장해 온 CAD/CAM 시스템은 현재 다방면에서 사용되고 있다.

고도 성장기로부터 안정 성장기로 옮겨 오면서 제품의 경합 상황과 기술진전의 고속화속에서 신제품 개발의 단축화, 고부가가치화, 신뢰성 향상 및 저렴한 가격의 요구가 강해지고 있다. 즉 지적 생산성의 향상이 기술부문의 과제로 되어 있으며 이와 같은 상황에서 CAD/CAM 시스템은 효율화의 유력한 수단으로 사용되고 있다.

현재 사용되고 있는 CAD/CAM 시스템의 적용분야를 우선순위로 표시하면 기계설계, 배치설계, 프린트기판설계, 전기회로설계, 금형설계, 배관설계, 건축설계, IC·LSI 설계 및 토목설계로 되어 있다.

설계에서 제조까지의 업무 흐름은 그림 3과 같이 패턴화되어 있고 각 분야에서 이들 업무에 대응하여 CAD/CAM 시스템이 적용되고 있다.

각 분야에서의 CAD/CAM 시스템의 적용업

무를 보면 다음과 같다.

- 전기: 외형도, 패널도, 접속도, 시퀀스도, 기기 배치도, 조립도, 판금가공도, NC가공도, 배선지시도, 부품표, 구조해석(응력, 열), 전자계 해석 등
- 전기 및 전자: 배선도, 프린트기판설계, 회로도, 논리회로도, 배치도, 판금전개도, NC가공도, 구성도, 블록도, 야금공구설계, 부품표, 회로 시뮬레이션 등
- 수송기기: 계획도, 디자인도, 레이아웃도, 구조도, 부품도, 선도, 동작도, 배선도, 조립도, 간섭체크도, 어셈블리도, 야금공구도, 금형도, NC가공도, 판금 전개도, 부품표, 구조해석(응력, 열), 운동해석 등
- 플랜: 공정도, 배관도, 배치도, 기기도, 장치배치도, 구조해석 등
- 건축: 의장도, 日影圖, 구조도, 설계도, 배관도, 배선도, 철근·철골도, 기초도, 구조해석, 부품표, 견적, 적산 등

#### 3·1 전자회로설계

전자회로설계는 인간이 설계한 회로를 컴퓨터가 해석하는 형식으로 행해진다.

현재 사용되고 있는 컴퓨터에 의한 전자회로

의 해석규모는 트랜지스터로서 1000개 정도이며 LSI에서는 수만개 이상의 트랜지스터를 포함하고 있으나 LSI 전체를 몇 개의 부분으로 나누어 회로를 해석한다.

개개의 회로해석에서의 신호는 아날로그량으로 취급하며 LSI 전체의 해석은 논리 시뮬레이션으로 해석된다.

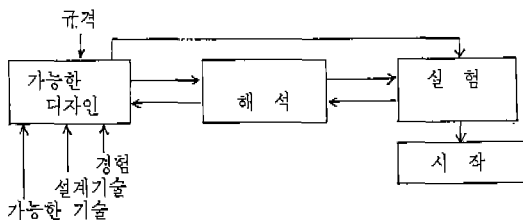
구체적으로 전자회로설계에 있어서 회로정수의 결정과 동시에 회로의 전체 특성이 어떤 지정된 오차범위 안에 들어갈 수 있게 하는 각 부품의 허용공차를 계산하지 않으면 안된다.

예를 들면 어떠한 회로의 전체적 특성이 최악의 경우  $\pm 1\%$  이내이어야 할 경우 여기에 포함되는 모든 회로정수를 무조건  $\pm 0.1\%$  이내의 공차를 갖도록 한다는 것은 경제적으로나 실제적으로나 명백한 회로설계라고 할 수 없다.

왜냐하면 전체 특성을  $\pm 1\%$ 로 하기 위해서 어떤 정수는  $\pm 0.01\%$  이내의 공차를 제한해 주어야 되는 것도 있겠지만 다른 정수는  $\pm 1\%$  정도로 크게 잡아주어도 상관없을 때가 실제로 있을 수 있기 때문이다.

어떤 정수는  $\pm 0.01\%$ 의 공차내에 유지하는 것이 별로 어렵지 않은 것도 있는 반면에  $\pm 0.1\%$ 의 공차를 유지하기에도 경제적으로 큰 문제가 따르는 것도 있다.

일반적으로 전자회로를 설계하는 데는 그림 4와 같은 순서를 따른다. 어떤 전자기기의 설계 계획이 수립되면 우선 몇 개의 섹션으로 나



<그림 4> 표준설계 절차

뉘어지고 또 필요에 따라서는 각 섹션은 다시 세부회로로 분할 담당하여 설계를 한다. 이 경우 한 기술자는 하나의 회로 또는 수 개의 회로 설계를 받을 수 있다.

이렇게 분할해서 설계한 회로들을 종합하여 조립하였을 때 전자기기가 전체적으로 요구하는 성능을 갖게 하기 위해서는 각 섹션이나 각 회로설계에는 미리 어떤 규격이 지정되어야 한다.

설계자는 해석적 방법을 사용하거나 실험적 방법을 사용하여 먼저 회로정수를 정하는데 이때 그 회로에 주어진 규격을 만족시킬 수 있게 하여야 한다.

다음에는 회로정수의 오차, 정격변동, 전력소모 등에 의한 영향을 조사하여야 한다. 그리고 결정된 정수의 허용공차에 의해서 회로의 성능을 실험하여야 하는데 이것은 이론적인 방법을 사용할 수도 있다.

경우에 따라서는 양자 모두 거치는 경우도 있으며 만일 시험된 결과가 요구하는 범위에 들어가지 않을 때에는 설계자는 설계한 값중 어느 것을 선택하여 수정하여야 한다.

이와 같은 과정은 만족스런 결과가 얻어질 때까지 몇 번이고 되풀이 해야 되나 이와 같은 계산을 몇 번이고 반복하는 것은 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 지루한 일이다.

프로그램 기억식 컴퓨터는 적당한 컴파일러 언어를 사용하면 매우 간단한 프로그램 방식으로 반복 계산을 실시할 수 있으므로 그림 4의 설계과정 전부 또는 일부를 컴퓨터에 맡길 수 있는 것이다.

CAD에 있어서 컴퓨터에게 설계를 맡길 수 있는 것은 다음과 같다.

- (1) 회로정수의 계산
- (2) 회로정수의 허용공차 계산
- (3) 주어진 정수에 의한 회로특성 계산(DC 및 AC)

- (4) 주어진 신호에 대한 회로응답 해석
- (5) 회로정수의 변동에 대한 감도계산
- (6) 최악조건 회로특성 해석
- (7) 회로의 과도응답 해석
- (8) 신호변동에 대한 회로응답 해석
- (9) 최적 회로정수의 자동적 발견
- (10) 능동소자의 모델화

이들을 대별하면 설계자가 컴퓨터와 함께 교환 루프의 일부에 들어가서 컴퓨터의 도움을 받아 인간이 회로정수를 수정하고 컴퓨터는 그때 그때의 회로해석만을 실시해 주면 최종결정도 인간이 하는 방법과 정수의 결정과 해석을 모두 컴퓨터에게 맡기고 중간과정에는 인간이 전혀 관여하지 않는 방법이 있는데 전자의 경우에는 컴퓨터는 하나의 회로 Simulator로 사용하는 것이고 후자는 컴퓨터가 최적화를 하는 것이다.

회로해석 프로그램은 완전한 자동설계방법은 아니지만 회로설계에 있어서 매우 중요한 역할을 한다.

이 프로그램을 잘 이용하면 실제로 모의실험 방법으로는 만족한 해답을 얻을 수 없는 경우에 대해서는 회로특성 해석을 할 수 있을 뿐만 아니라 Cut-and-Try 방법처럼 많은 부품을 소비하지 않고 고가의 측정기구가 없어도 되므로 경제적인 면도 생각할 수 있다.

또한 회로부품이 파괴되었을 때 영향까지도 해석할 수 있는 이점이 있다. 그렇다고 해서 해석 프로그램이 회로실험의 필요성을 전적으로 배제하게 되는 것은 아니지만 여하튼 실험시간을 상당히 단축시켜 주는 것만은 사실이다.

전자회로의 CAD 연구는 크게 다음 세 가지로 대별할 수 있다.

- (가) 회로 해석 프로그램의 개발
- (나) 최적치 프로그램의 개발
- (다) 최적 모델의 개발

이중에서 (다)의 것은 능동회로의 해석이나 설계에 있어서 그 정확도를 좌우하는 것으로서 능

동소자를 여하히 수동모델로 표시하느냐 하는 것이 문제이다.

### 3·2 전자회로의 CAD 특징

전자회로에 관한 기초이론은 일반적으로 상당히 체계화된 해석 및 설계방법이 준비되어 있다. 즉 회로망 이론, 필터설계 이론, 과도현상 이론, 전송회로 이론 등 주로 회로망의 수학적인 취급, 각종 능동소자의 여러 특성의 등가회로 모델표현 등이 확립되어 있으며 설계사양이 이들 이론과 용이하게 대응할 수 있는 형태로 기술되는 수가 많으므로 CAD에는 극히 적합한 분야이다.

또한 부품을 배치하고 배선하는 일반적인 실장기술 또는 집적회로화 등의 제조기술면에서도 부품 상호의 접속관계(결합관계)가 전압, 전류에 의하여 일관성을 가진 형태로 표현할 수 있으므로 수식적 취급이 용이하다.

이같은 이유에서 전자회로의 CAD는 고도의 발전을 하고 있으며 설계의 초기단계에서 회로 부품의 선택 및 회로부품 정수의 결정, 부품 접속문제, 동특성의 시뮬레이션, 집적회로의 제조과정 및 시험과정 등의 제조단계에 이르기까지 모두 CAD를 도입하는 것이 용이하다. 특히 집적회로에서는 마스크 패턴의 형성까지 CAD가 도입되고 있다.

한편 컴퓨터에 의한 전자회로의 기본해석 프로그램을 보면 보통 직류해석, 교류해석 및 과대해석의 프로그램이 준비되어 있다.

먼저 지정된 입력형식에 따라 회로의 접속관계, 회로소자 값, 전원전압 등의 데이터를 입력한다.

가령 모든 절점번호, 각 절점간의 가지에 상당하는 부분의 소자 종류별(R, L, C, 다이오드, 트랜지스터, 전원 등)로 이들의 수치를 순서에 따라 입력한다. 다른 입력방법으로는 회로를 전달함수의 형태로 기입하는 형식도 있다.

직류해석 프로그램은 트랜지스터나 다이오드의 비선형성을 고려하여 넣은 정상 전압전류를 구하는 것으로 능동소자 중의 바이어스 전류를 결정하기 위하여 필요하다.

연산의 내용은 저항(비선형을 포함) 회로망과 직류전원(제어전원을 포함)을 포함하는 회로는 키르히호프방식의 해법으로, 비선형 저항의 취급에는 다이오드의 전압, 전류특성을 지수함수로 표시하거나 절선특성으로 근사시키는 두 가지 방식이 있다.

바이어스 저항 등 적당한 개수의 소자 패러미터를 어떤 범위내에서 변화시켜, 트랜지스터 동작점을 원하는 값으로 하는 수치를 결정하는 것도 직류해석 프로그램으로 실행할 수 있다. 즉 수치해석을 반복하고 그 결과를 어떤 판단과정에 피드백하여 최적값을 얻는다는 설계의 프로세스에 응용하게 된다.

반도체 소자를 사용한 전자회로로서는 주위 온도나 전원전압의 변동에 대한 동작점의 변화에도 주의해야 하며 소자특성의 온도의존성을 입력해 두면 반복연산에 의하여 소자감도를 구할 수 있다.

또한 실용회로에서는 제조시 소자상수의 설계값에서 불균일이 발생하며 소자값의 통계적인 변동폭을 지정하고 변동에 관계있는 것을 고려하면 제품의 양품률 추정에는 유용한 해석 프로그램이다.

한편 교류해석 프로그램은 아날로그 신호를 취급하는 전자회로에서 소진폭 사인파 신호에 대한 회로응답의 주파수 특성을 구하는데 매우 중요하며 이 경우에 연산내용은 복소변수를 사용한 키르히호프 방정식이 해석의 기본이 된다.

주파수를 변화시킬 뿐만 아니라 미리 지정한 몇 개의 소자 패러미터를 변화시켜 이득 대역폭의 극대화나 원하는 주파수 특성에의 적합화를 기하는 설계 프로그램으로 발전되고 있다.

끝으로 과도해석 프로그램은 펄스 및 디지털

전자회로에서 소정의 펄스신호에 대한 과도응답의 시간파형을 구하는 프로그램으로서 여러 가지가 개발되어 실용화되고 있다.

주요 연산내용은 상태변수법에 의한 것으로서 계산기 프로그래밍에 필요한 해석이론을 기본으로 하고 있다.

그래프 이론의 응용에 의하여 부여된 회로의 소자전류 및 전압중 회로를 완전히 기술할 수 있는 최소수의 것을 선정하여 상태변수를 결정하는 프로그램, 상태방정식을 적분하는 프로그램이 주요 연산내용이다.

논리소자의 임계값 설계, PCM 전송에서의 스트레인 해석 등 응용면이 넓다.

이외에 단지 수치계산뿐만 아니라 함수명을 그대로 취급하여 전달함수, 극이나 영의 배치, 근계적 등에 응용하는 해석방법도 있으며 논리수학적 표현에 의한 시스템의 구성에 관한 해석방법도 응용되고 있다.

이상과 같이 전자회로 CAD의 현상을 대략 설명하였는데 앞으로 발전이 기대되는 과제는 다음과 같으며 논리설계는 지면관계상 생략한다.

첫째, 전자 디바이스의 발전에 따를 정밀한 수학적모델화 실용이 가능한 새로운 디바이스를 설계하여 제조하기 위해서는 CAD가 불가피한데 제조과정까지 포함한 보다 정밀한 모델화와의 의한 해석과 설계로서 제조 코스트를 절감하는 것이 중요하다.

둘째, 계산기의 대용량화에 따른 편리한 산법, 데이터처리의 소프트웨어, 회로방정식에서 현재 100 정도의 절점방정식이 한계인데 이것을 1자리 이상으로 할 필요가 있다.

셋째, 인간-기계 인터페이스의 개량에도 불구하고 디스플레이 방식의 부정합과 시각정보의 보강 등을 연구해야 한다.

넷째, 전자회로 이론구성의 전개와 추상적인 회로를 반복적 해석으로 행하는 것으로부터 직

접 이론구성을 기본으로 하여 설계하는 방향으로 발전시켜야 한다.

다섯째, 대규모 직접회로의 수용증가로서 CAD의 중요성이 크게 증대하고 있으며 아울러 IC 기술과 함께 IC 기술의 지향도 일치되고 있다. 실제로 주문형 반도체 LSI의 코스트를 어떻게 절감할 수 있는냐는 CAD의 장래발전에도 연결되어 있다.

### 3·3 금형설계

금형은 자동차 부품으로부터 가전제품, 문구, 완구에 이르는 다량 생산제품의 형상을 만드는 틀이다.

예를 들면 자동차의 차체, 세탁기의 플라스틱 몸체, 필통 등을 들 수 있다.

금형에는 판을 프레스하여 제품형상을 만드는 프레스금형과 플라스틱 등을 열로 녹인 후 압력을 가하여 성형하는 몰드금형이 있다.

### 3·4 기계설계

이 분야에 있어 CAD 시스템 이용률은 비교적 낮아 아직 20~30% 정도 범위에 머물고 있다.

부품레벨과 부품을 조합하여 응용기계를 만들기 위한 틀 시스템 레벨의 2가지로 생각할 수 있다.

부품레벨에서는 2차원 제도용 CAD가 주류를 이루고 있으며 이와 같이 하여 만들어진 그림으로 NC 테이프를 작성하는 CAM, 절단용, 구조용, 프레스용 등 응용별로 개발되어 있다.

CAD 시스템에 의한 설계부터 직접 수치제어 기계를 동작시켜 부품을 깎아내는 DNC(Direct NC) 시스템의 개발은 아직 연구단계로 이용률도 미미한 단계이다.

두번째 토탈 레벨에서의 CAD는 취급하는 데이터량이 매우 많으므로 일부 예를 제외하고는 호스트베이스 CAD 시스템이 사용되고 있다.

또한 이 레벨에서는 3차원 시스템의 이용률도 매우 곤란하여 거의 2D 제도 시스템에 의하여 처리되고 있다.

### 3·5 건축설계

이 분야에서는 CAD 또는 CAM 시스템 이용은 고층건물의 설계를 위한 이용으로 매우 긴 역사를 갖고 있다.

그럼에도 불구하고 산업 전체에 차지하는 CAD 시스템의 위치는 매우 빈약하여 그 이용률은 약 10% 정도이다.

중요한 이유로는 대형건물의 건설을 맡고 있는 건축회사의 기술상 노하우가 포함되어 만들어지고 있기 때문이다.

이와 같은 시스템은 대형계산기를 중심으로 거대한 프로그램 패키지로 개발된 것으로서 일 반성있는 시판용 패키지로 공급하기에는 상당한 투자가 필요하다.

본래 직선과 평면을 주제로 한 건축용 CAD 시스템에서는 형상 모델링으로 개발하기 쉬운 분야에 속하나 역학적 계산과 미관 등의 예술적 설계의 양립이란 점에서 매우 곤란한 문제를 야기하고 있다.

## 4. 맺음말

현재까지 CAD의 역사는 먼저 CAD의 도입이 있었고 설계의 표준화와 문제해결을 위한 알고리즘의 개발 및 제조기술의 진보에 의해서 CAD로부터 DA(Design Automation)로 설계가 점차 옮겨졌다고 말할 수 있다.

컴퓨터가 할 수 있는 작업은 가능한 한 컴퓨터에게 맡기고 근원적으로 인간만이 할 수 있는 것은 인간이 한다는 것이 CAD의 목표일 것이다.

그리고 작업설계에 있어서 인간은 무엇을 해야 하고 인간만이 할 수 있는 것이 무엇인가를 연구해야 할 것이다.