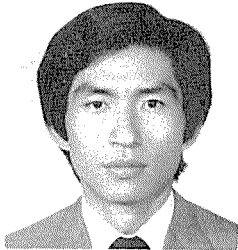


CAD/CAM 技術의 現狀



鄭 正 和

漢陽大 電子工學科 副教授/工博

현대의 인간
중심의 관리사회에
있어서는 세분화, 전문화에 의해
개인적으로 문제를 해결하면서 능력을
높이는 관리 원칙이 있다. 이것은 한
인간에게서 최대한의 능력을 발휘시켜
기업의 목적에 연결시키려는 의미가 된다.
따라서 인간의 장점인 창조력과 컴퓨터의
장점인 반복력을 결합시킴으로써
소기의 목적을 달성할 수
있게 되었다.

I. 서론

1953년 시작된 MIT의 Wirlwind Project에 의
한 디지털 계산기 개발의 일부로 Graphic Sy-
stem의 개발이 행하여졌으며 1956년에는 이 계
산기를 사용하여 NC Complier가 작성되었다.

이것이 CAD/CAM의 효시로 되어 오늘에 이
르게 되었으며 설계시간의 단축과 비용절감에
서부터 생산의 정확성과 능률화에 직접적 영향
을 가져왔다. 이것은 컴퓨터가 갖는 반복 계산
능력과 인간이 갖는 창조능력을 결합시킴으로
써 최대의 능률을 創出해 낼 수 있었기 때문이
었다.

이러한 배경으로 본고에서는 CAD/CAM이
공업생산에 있어 적용되는 부분을 찾아보고, C
AD/CAM의 필요성과 효과를 서술한다.

또한 CAD/CAM System을 구성하고 있는
Computer 및 그 주변기기들로 구성되는 Hard-
ware 및 Software에 관해 서술하고 System구
성방법을 비교 검토한다.

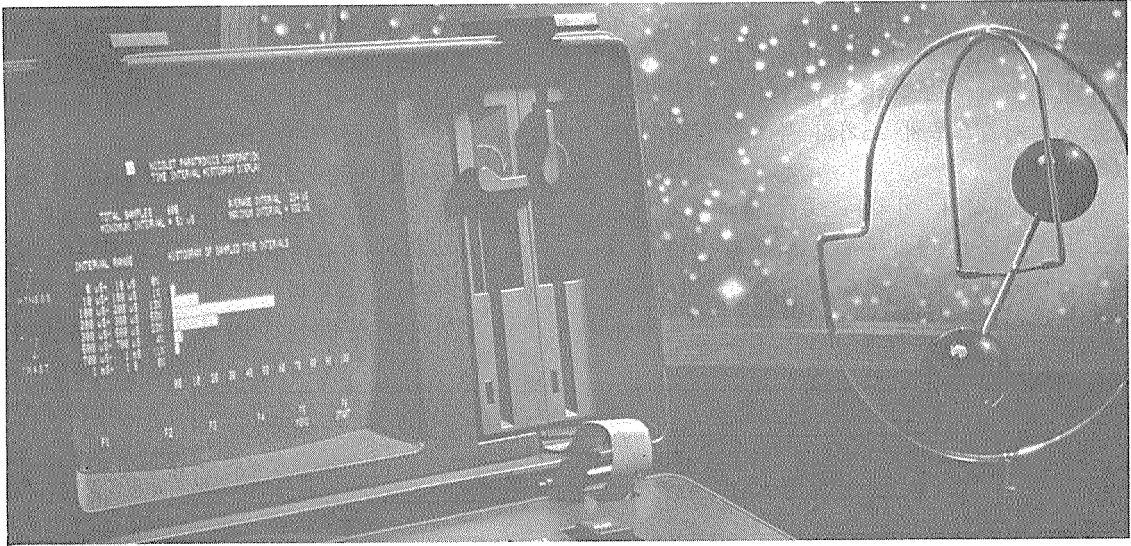
특히 내용에 관해서는 數値의 나열보다는 개
념에 관해 평이하고 쉽게 기술하도록 노력하였
다. 따라서 CAD/CAM을 도입하려 하는 기업
이나 개인에게 기본적인 지식을 줄 수 있으리
라 기대한다.

II. CAD/CAM의 배경과 효과

1. 적용 범위

CAD/CAM의 적용분야는 설계·제조 대상에
따라 각각 추가되기도 하고 생략될 수 있으나
일반적인 대상을 그림 1에 나타내었다. 여기서
는 기계계 및 전기(전자)계를 예로 들었다.

그중 전자계(반도체)에서 현재 컴퓨터를 이
용하고 있는 現狀에 관해 항목별로 간단히 언
급하기로 한다. 설계부문에 있어 시스템, 기능
설계에 있어서는 전체 시스템의 구조 및 기능을
정하는 것으로 Architecture 설계라는 개념이 사



CAD 시스템의 중추인 그래픽 디스플레이는 컬러 표현이 풍부하다.

용되고 있다. 여기에서는 Hardware에 담당시킬 기능과 Software에 담당시킬 기능을 나누는 역할을 한다.

Architecture 설계의 자동화에 관해서는 매우 어려워, 주로 Resistor 레벨에서 사람손에 의해 설계한 결과를 Simulation에 의해 확인하고 있는 정도이다.

논리설계에서는 Architecture 설계에 있어 정해진 Resistor 레벨의 각 기능 Block을 AND, OR, NOT 등의 기본 논리 Gate로 변환하는 것이다. 이 부문에서는 Resistor 레벨의 언어를 정의하여(DDL, HDL 등) Gate 레벨 회로도들 얻고 있으나 實用化에 대한 보고는 없으며, 논리 Simulation에 의해 논리기능의 확인을 하고 있다.

회로설계, Device설계, Process설계 등에 관해서는 역시 Simulation에 의해 확인하고 있는 정도이며, 그 상세한 내용에 관해서는참고문헌(1)에 제시되어 있으므로 여기서는 생략한다.

Lay-out 설계는 컴퓨터에 의한 자동화가 가장 성공되고 있는 분야이며 수만 Gate의 Gate Array LSI는 자동적으로 배치 배선을 하고 있다.

그 외에 기능 Block 설계가 자동화에 성공하고 있으며 검사 패턴 설계에서는 다른 부문에서 볼 수 있듯이 테스트 패턴 수를 구하는 것은 NP 완전문제이기 때문에 부분적으로밖에 적용되고

있지 못하다. 나머지 架/Pannel 설계, Mask 설계 등은 對話 System(Interactive system)을 사용하여 해결하고 있다.

지금까지 제품 설계에 있어 컴퓨터의 이용 상황을 간단히 언급하였으나, 자동화가 성공치 못한 커다란 이유는 첫째, 문제가 워낙 방대하기(크기, 물리적 조건 등)때문에 문제 해결을 위해서는 초고속의 컴퓨터도 몇년 이상의 시간이 소요되는 등의 비현실적인 것을 들 수 있으며, 둘째, 컴퓨터에 의해 설계한 결과가 가격과 성능에 있어 인간에 의한 것보다 뒤떨어져 있다는 데 있다.

한편 제조부문은 설계부문보다 자동화가 앞서 있다. 특히 제조에 필수적인 공작기계의 NC化에 따라 그 data 작성을 위해 APT(1955)라는 언어가 개발되었으며 그 개정판인 EXAPT(1966)가 발표되어 있어 자동화에 대한 역사는 깊다. 이들 언어는 NC 기계의 동작을 기술하는 언어로 최초는 인간이 도면을 보고 기계를 어떻게 움직이면 그 도면에서 그려진 제품을 실현하여 얻을까를 생각하면서 동작을 언어로 나타낸 것이다. 각 항목에 관한 現狀은 생략하기로 한다.

2. 배경과 효과

현대의 인간 중심의 관리사회에 있어서는 세분화, 전문화에 의해 개인적으로 문제를 해결하면서 능률을 높이는 관리원칙이 있다. 이것은

한 인간에게서 최대한의 능력을 발휘시켜 기업의 목적에 연결시키려는 의미가 된다. 따라서 인간의 장점인 창조력과 컴퓨터의 장점인 반복력을 결합시킴으로써 소기의 목적을 달성할 수 있게 되었다.

한편, 생산성의 가치는 종래 量에서 현재는 質로 바뀌었으며 이에 따라 짧은 시간 안에 정보를 얻어 그 정보를 유효·적절하게 전달하여 새로운 아이디어 제품이 요구되기에 이르렀다.

다시 말하여 종래에 11~20년이었던 것이 현재는 5년이라고 말할 정도로 제품의 Life Cycle이 짧아졌기 때문에 설계자는 점점 바빠지게 되었다.

또한 종래에는 종이와 연필, 설계 매뉴얼, 표준 공식집 등 전통적 설계도구에 의한 설계로서는 설계자의 개인적 페이스에 의존성이 크게 되고 시간과 비용이 걸리며 무엇보다 품질의 향상이 얻어지지 않았다. 나아가 새로운 수요와

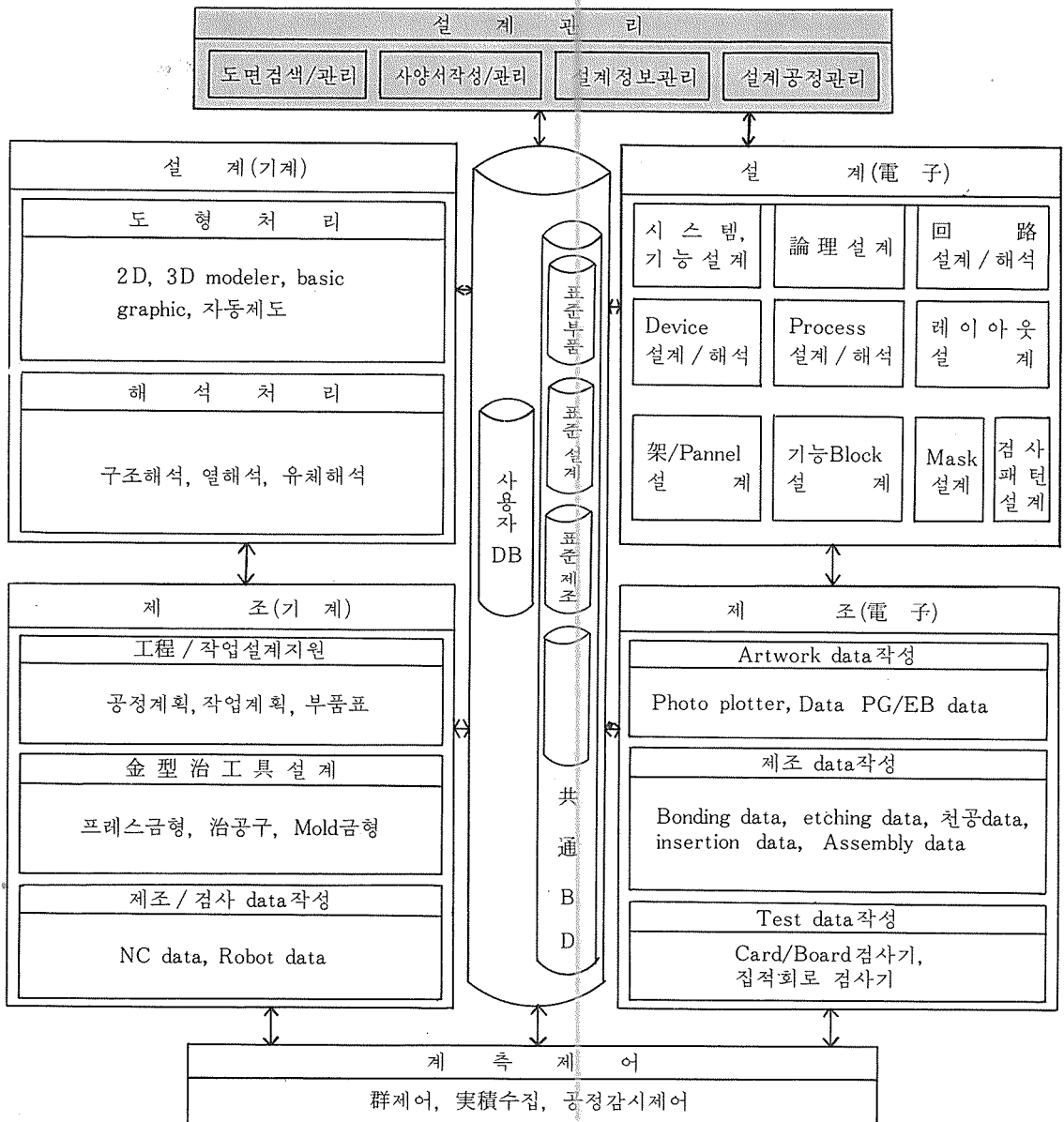
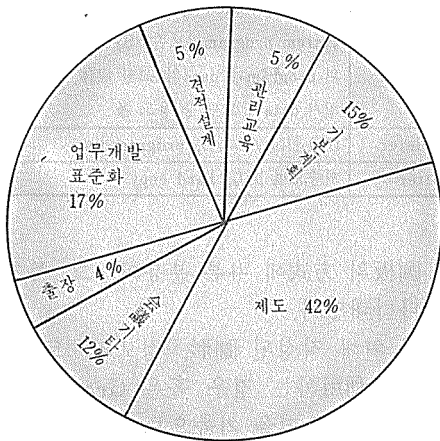


그림 1. CAD/CAM의 적용범위

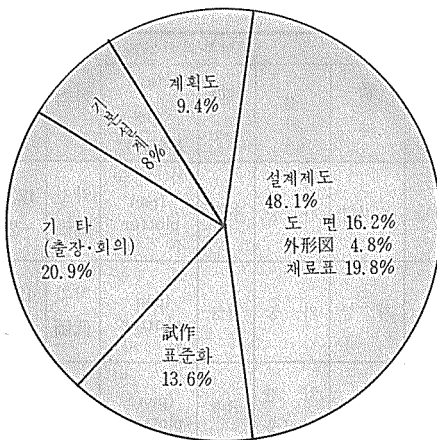
점차로 변화하는 수요에의 대응을 관리하는 데는 부적당하게 되었다.

이와 같이 설계자의 주변 환경은 크게 변했다. 구체적 예로서는 옛날에 사용했던 도면이 다시 사용될 수 있음에도 불구하고 관리의 어려움 때문에 再利用이 불가능하게 되는 등 비능률적 문제가 대두되게 되었다.

이러한 여러가지 문제로 인해 설계 개발부문의 省力化, 効率化, 合理化가 기업에 있어서는 중요과제로 되기에 이르렀다. 결국 복잡한 설계나 제조를 하기 위한 설계자료의 작성을 많이 보유하면서 제조시간의 단축을 실현하는 것이 성공의 열쇠로 되었다.



(a) 일반예



(b) Motor 설계업무예

그림 2. 설계의 업무분석예

한편 그림 2에 나타냈듯이 엔지니어링 및 연구개발 업무를 포함한 설계부문에 있어 설계업무 분석에 圖面化가 반 이상을 차지하고 있다. 따라서 生産活動의 根源인 도면을 작성하는 데 시간과 비용이 전체 설계 사이클중 많은 부분을 차지하고 있다.

이러한 모든 이유와 배경에서 그 해결 수단으로 주목되고 있는 것이 바로 CAD/CAM System인 것이다.

이와 같은 CAD/CAM System을 사용하였을 때 기대되는 효과를 그림 3에 나타내었다.

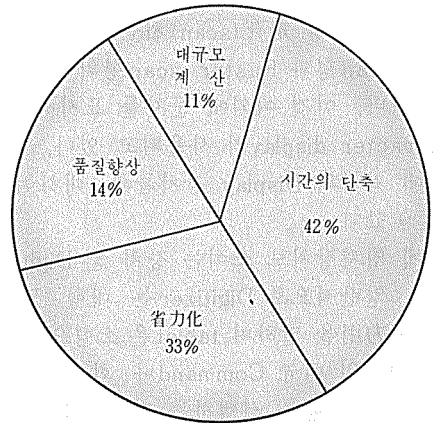


그림 3. CAD/CAM의 효과

Ⅲ. CAD/CAM System 構成

1. Hardware

전형적인 CAD/CAM System의 Hardware를 그림 4에 나타내었다. Workstation은 Interactive graphic system의 入出力 장치이며 Graphic display가 Intelligent terminal 기능을 갖는다. Hardware의 기능에 관해 표 1에 정리하여 놓았다. 일반적인 계산기 시스템과 거의 동일하나 그 사양·諸元(예를 들면 기억용량, 장치의 사이즈, 精度, 속도 등)은 CAD의 목적이나 레벨에 의해 특히 계산업무나 응용에 따라 다르다.

CAD System Hardware 중 核이라 할 수 있는 Display에는 管面に 기억장치의 역할을 갖는 Storage型과 管面の 표시도형이 가정용 TV와 같이 사람 눈의 殘像效果를 이용하는 Refresh 형이 있다.

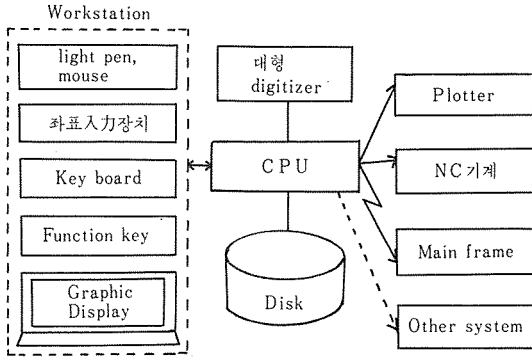


그림 4. 전형적인 CAD System Hardware

또 표시 도형을 走査(scan)하는 方法에 따라 Random scan형과 Raster scan형의 두 가지로 분류된다. 이것 이외에 문자를 표시하기 위해 Character display가 사용되고 있다.

표 2에 각각의 Display 장치들에 대하여 비교하여 놓았다.

다음에 입력장치로 쓰이는 장치 중 Digitizer가 있다. 일반적으로 Digitizer는 대형 도면의 좌표 入出力用을 말하며 tablet은 소형으로 Graphic display의 메뉴 Command나 화면의 카슬을 이동하여 도형을 선택하는 것 등에 사용된다. Digitizer는 可動部의 구조에 의해 Stylus-pen부착형, Free cursor 부착형, X-Y cursor형의 3가지로 大別되며 그 특징과 용도를 표 3에 나타내었다.

표 2 각종 Display의 비교

종 류	성 능						적 용					외부기기연결		가격	size
	해 상 도	표 시 속 도	flicker	color 化	明 度	線 質	부 편 수 정	Solid model	動 画	색 칠 하 기	light pen	Hard copy 와의直結			
그 래 픽 디 스 플 레 이	Storage 형	high 4096 × 4096	slow	Not at all	불가 (2색)	어둡	중음	어려움	부적당	부적당	가 능	不可	가 능 (pen plotter 不可)	약간 高價	12" ~25"
	Raster scan 形	middle 1024 × 1024	fast	Not	多색	밝음	약간 나쁨	가 능	가 능	가 능	가 능	가 능	가 능 (pen plotter 不可)	약간 低價	12" ~26"
	Random scam	High 4096 × 4096	most fast	약2000선 /sec 이상에서 켜	4 색	밝음	매우 중음	가 능	부적당	가 능	약 간 어려움	가 능	不可 (pen plotter 가 능)	高價	19 ~26"
Character display	Low 512 × 512	slow	약간있음	흑백 (多색 가능)	밝음	나쁨	-	-	-	-	-	-	低價	12"	

표 1 CAD System Hardware와 그 기능

Computer	入力, 도형처리, 계산, data 관리, 出力의 Software의 실행을 제어. 분산처리에 있어서는 복수개의 CPU가 사용되어 대형, 중형, 소형의 모든 Computer가 각각 CAD에 利用됨. 16bit, 32bit가 主.
Tablet	좌표의 入力, command의 入力
Digitizer	rough sketch圖의 入力
Graphic Display	도형의 표시.
Character Display	command의 의미, text 등을 표시, Graphic display가 代役하는 경우도 있음.
Key board	수치入力, text 入力, command 入力.
磁氣 Disk	Program 및 DB의 기억용 보조기억장치. 도면, symbol master의 용량에 따라 기억용량이 다르다. 표준40~300MB, 소형 5~20MB
磁氣 tape Floppy disk	Disk장치의 back up, master data의 보관, system program의보존, System과 system의 program과 data의 교환 媒体, Working用 일시 data의 보관 등 용도 多
line printer	作表, list/보고서, program list.
Plotter	최종도면 出力, hard copy

한편 圖板의 방식에 따른 분류와 그 특징을 표 4에 나타내었다.

CAD에 의해 작성된 圖形, 정보의 도면화, 作表化하여 利用하는 경우 혹은 Graphic display 상의 표시 도형을 기록으로 종이에 出力시키고 싶을 때 출력기기인 Plotter, Printer 등이

사용된다.

출력기기의 종류를 표 5에 나타내었다. 일반적으로 Graphic display의 표시화면의 Raster 入力 신호를 읽어내어 作圖하는 소형 Plotter를 Hard copy라 부르고 도형 정보를 磁氣的으로 기록하는 媒体인 MT, FD, Disk 등을 Soft copy라 부르고 있다.

특히 Plotter에 대하여 그 종류와 비교를 표 6에 나타내었다.

2. Software

CAD System을 구성하고 있는 Software 体系를 그림 5에 나타내었다.

Basic Software는 2가지 기본 기능을 갖추고 있다. 첫째는 Engineering을 위한 기본설계,

표 3 각종 digitizer (tablet)의 특징과 용도

종 류	精 度	조 작 성	형 상	cost	용 도	圖板의 구조
Stylus pen 부착 tablet	low (±0.35)mm	良	소형, 탁상형 { 102×106A 6 310×422A 3	low	Menu 入力	표4에 나타냄
Cursor 부착 tablet (또는 digitizer)	Middle (±0.25)mm	良	소형, 탁상형 중형, 자립형 { 422×662A 2 310×422A 3	middle	Menu 入力 도면 入力	
XY cursor 부착 digitizer	high (±0.15)mm	약간 良	대형, 자립형 { 844×1280A 0 928×640A 1	high	wenu 入力 도면 入力	cursor의 이동 거리를 전기적 pulse로 변환

표 4 digitizer (tablet)의 검출방식과 특성

방 식	분 해 능	精 度	속 도	특 징	cost
電磁誘導型	0.05~0.1mm	High	200점/초	잡음에 강함	high
靜電結合型	0.1	middle	20		middle
磁歪지연선型	0.1	middle	100	구조가 간단	low
초음파型	0.3	low	200	3차원 가능	low
壓電型	0.3~0.5	low	-	접촉형, 잡음에 강함	low
光電型	0.5	low	10000	초고속형	middle

상세설계를 행하는 것으로부터 시작하여 각각의 부품을 규정하고 창조하여 Sub-assembly로 조립한 후 그것을 제품화할 때까지의 설계 Process에 범용적으로 이용되는 Graphic에 관한 처리기능을 갖고 있다. 두번째는 이 설계의 과정에서 만든 각종 Data나 Graphic과 non-Graphic과를 관련시킨 Data를 통일하여 보존하여

표 5 出力機器의 종류

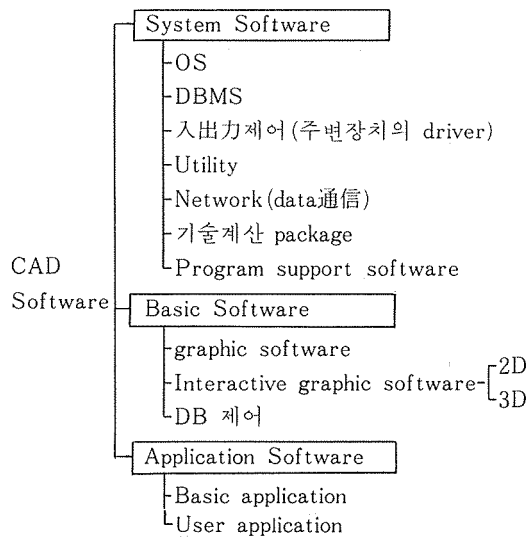
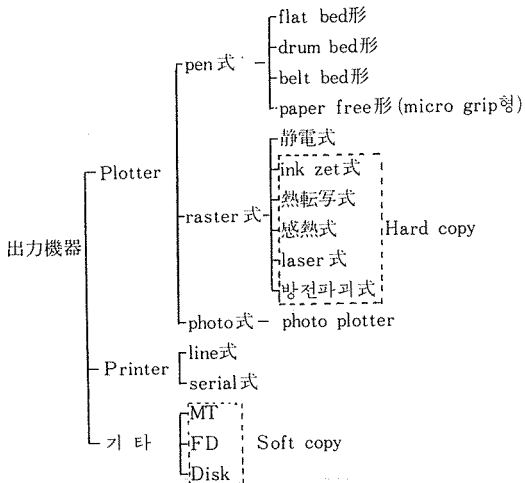


그림 5 CAD Software의 体系

두고 반복하여 사용할 수 있도록 하는 DB 관리 기능을 갖는다.

한편 Application Software 중 Basic Application Software에서는 기본적으로 공통된 업무, 예를 들어 DB 중의 data를 이용하여 부품

의 집계, 기계설계에서의 板金전개 등의 Application 기능을 갖는다.

User Application Software에서는 전자·기계·건축·전기·배관·항공 등의 엔지니어링에 있어 User 특유의 기능이나 설계 규칙을 프

표 6 Plotter의 종류와 특징비교

방식	종류	구조	精度	속도	色數	紙質	画質	cost	용도
Pen式	flat bed	大~초大	高	中	4	보통종이	良	高	高精度도면, 일반도면
	drum	中~大	中·高	高	4	"	中~良	中~高	"
	belt	中~大	中	高	4	"	中	中	"
	paper free	小~中	中	中	4~8	"	中	低	檢圖, 도표
Raster式	靜電式	中~大	中	高	多	특수종이	中	高	일반도면
	ink zet式	小~中	中	中	多	보통종이	中	低	도표
	熱轉寫式	小	低	高	8	"	低	低	"
	感熱式	小	低	高	1	특수종이	低	低	"
laser式	小	中	高	1	보통종이	中	高	"	
photo式	photo plotter	大	超高	低	1	film	最良	最高	pint板 art work

표 7 2D/2.5D/3D의 기본기능의 개요

	기능	요소
2D	(1) data구조 (x, y의 계층구조)	도형요소 (element, item, primitive 등) 부품 (symbol) (cell, entity, component 등) subassembly (group, member 등) 도면, 도형·비도형정보의 취급 (layer, class 등)
	(2) data의 連想性	좌표, 형상, 보조기능, 성질, pointer
	(3) 도형요소의 완비	점, 직선, 4각형, 원, 원호, 타원, spline
	(4) 도형생성과 기하학계산에 의한 생성	
	(5) 편집기능	확대, 축소, 이동, 회전, copy, window 등
	(6) library micro-command	
2.5D	(1) 2D 기능	同上
	(2) 3차원 도형처리	3면도표시, 2D/3D合成, 투시, 투영, 선택 mesh 생성, 곡면合成, 숨은선처리
3D	(1) 3차원 형상정의	점과 선 - wire frame model 면 - surface model 체 - solid model
	(2) multi viewport	6面+projection
	(3) 도형구축용의 보조평면	
	(4) view port간의 連想性	
	(5) 각종 좌표계	viewport, working
	(6) 3D 좌표 변환기능	4x4 matrix, 투시
	(7) 편집기능	working view, 2D/3D 편집 data, 회전, 이동 mirror chipping 등
	(8) 각종 평면상의 도형생성	
	(9) 단면, 숨은선, 面 offset 등	

로그래이며 Basic Software와 조합되어 별개로 만들어져 있다.

2D Software는 2차원 Data 구조를 기본으로 하여 만들어져 있고 3D Software는 3차원 Data 구조로 되어 있어 물체의 立体, 투시도 등을 표현할 수 있다. 3D Software는 2D Software에 특유한 기능을 부가한 것이다. 그 기능의 개요를 표 7에 나타냈다. 2.5D Software란 Data 구조는 (x, y, z)의 3차원을 갖고 3D의 형상생성 기능은 2차원 Data의 z-sweep나 회전 sweep이 있는 정도이며 3차원 Data가 있으면 3면도, 투시 투영 등의 3차원 표시처리가 가능한 2D+3차원 처리기능을 갖는 Software이다.

3. 시스템 구성

여기서는 Workstation을 主体로 하여 그 이용형태 즉 접속형태에 따른 분류를 하여 그 특징을 논하기로 한다.

분류는 다음과 같이 4가지로 할 수 있으며, 전형적인 접속모양을 표 8에 나타내었다.

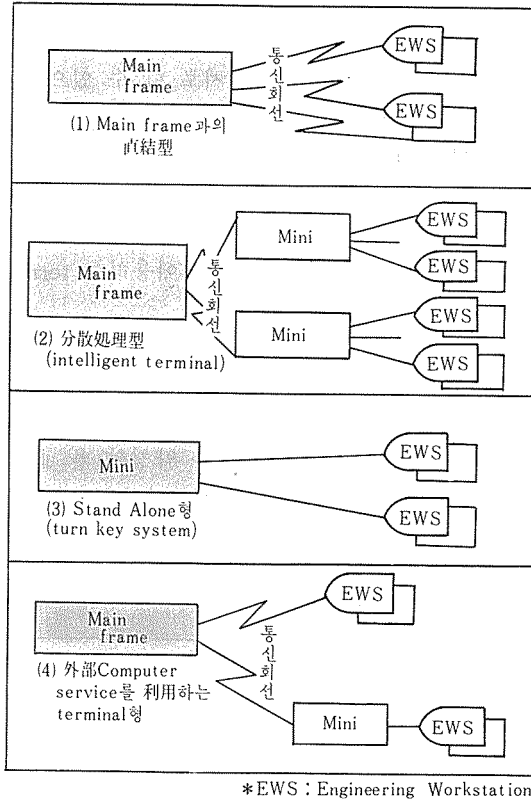
- (1) Main frame과의 直結型
- (2) 분산 처리형 (Intelligent terminal형)
- (3) Stand alone형 (Turn Key System)
- (4) 外部의 컴퓨터 service를 이용하는 terminal형

우선 (1)의 형태는 CAD 초기 시대부터 운용하고 있는 User에 많으며 대형 컴퓨터를 호스트 컴퓨터로 하고 여기에 워크스테이션 (EWS, Engineering Workstation이라 약칭함)을 直結하든지 혹은 TSS방식으로 통신회선을 사용하

표 9 CAD/CAM System 구성형태의 특징

	장 점	단 점
Main frame 直結형	<ul style="list-style-type: none"> • 대형기술計算과 結合可 • 多數의 EWS 접속가능, DB의 共用化 가능 • 응답성이 좋음 • Software 축적이 많음 	<ul style="list-style-type: none"> • Host에 의존한 Interface • CAD 이외의 업무와 CPU time 競合 • Host에 對한 부하가 과중 • 사용이 불편하고 전용 operater 필요 • 초기투자 高
分散處理형	<ul style="list-style-type: none"> • 표준 interface 이용可 • Application에 따른 graphic terminal의 선택可 • 기술계산, data 관리와의 결합 • network에 의해 terminal 당 cost가 低 • 초기투자가 低 • program개발 不要 • DB의 共用化 可 	<ul style="list-style-type: none"> • 최선속도에 응답시간이 의존 • graphic 이외의 단말 이용이 불편 • Through put가 나빠질 가능성 • Application 내용이 maker측에서 알 수 없는 경우가 많음 • User에 친근감을 주기 어려움 • 고장진단이 어려움
Stand alone형	<ul style="list-style-type: none"> • 低 cost • 즉시 사용자 • 조작성이 우수 • CPU size 의 유연성 • Software support가 좋음 • Software가 module化 되어 있음 • 경험을 별로 필요로 하지 않음 • DB의 共有可 	<ul style="list-style-type: none"> • Application의 한정 • 각종 기술계산에 있어 power 부족 • station 수의 한정 • CAD maker 간의 공통성 부족 • Network化에 많은 CPU 필요 • 대량 data 처리에 Host 필요 • 응답이 늦음
外部 computer의 service를 받는 terminal형	<ul style="list-style-type: none"> • 外部 computer 회사의 software利用으로 이용의 다양성 • 低 cost • 새로운 software를 짧은시간안에 利用 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 自社에 맞지않는 software가 제공되지 않는 경우 사용 불가 • 통신회선을 사용함으로써 응답시간이 문제가 되며 remote batch처리가 主体 • User는 自社の 형편에 알맞는 system으로 확장 불가

표 8. CAD/CAM system의 접속형태



여 연결하여 사용한다. CAD의 소프트웨어 및 엔지니어링 DB는, 대형 컴퓨터가 갖고 있는 기능을 충분히 활용할 수 있다는 데 장점이 있다.

따라서 건축·토목에 있어 影圖의 작성, 소음 해석, 전자의 Process, Device simulation 등 대규모 계산이 소요되는 Application에 유리한 방식이다. 그러나 Software를 自社 독자적으로 개발하는 경우가 많으므로 System 개발에 비용이 많이 들며 호스트에 부하가 많이 걸려 처리 효율이 저하하는 단점이 있다.

또 (2)(3)(4)의 장점과 단점을 (1)을 포함하여 표 9에 정리하여 놓았으며 자세한 설명을 대신 하기로 한다.

IV. 결론

CAD/CAM 기술에 관해 개관하였다. CAD System의 중추인 Graphic display는 color 표현이 풍부하며, 화면의 색칠이 유리하다는 이유 등으로 Raster scan 방식의 display가 널리 사용될 전망이다.

또한 최근에는 Hardware의 저가격화, 고성능화에 따른 低價格 CAD/CAM의 實現이 가능하게 되었다. 이것은 중소기업의 규모에서도 도입할 수 있는 수준으로 저하되어 널리 사용될 것으로 전망되며 이것이 퍼스널 컴퓨터를 이용한 CAD System이다. 이 퍼스널 컴퓨터 CAD (이하 PC CAD라 약칭)는 제도작업에만 중점을 두고 CAM 부분의 NC Program, FEM support를 제외시켜 제공하고 있다. 그 대표적인 예가 IBM PC의 Micro CADAM을 들 수 있다.

한편 Software 부문에서도 Solid model을 계속 발전시켜, 아직도 해결하지 못한 숨은 선 제거 등의 연구가 진행될 전망이다. 시스템의 분산처리는 비록 CAD System에 국한된 것은 아니나 일반 컴퓨터 산업의 발전과 함께 확산될 전망이다.

금번 지면의 제약상 PC CAD에 관해 취급을 못하였으나 기회가 있으면 論해 보는 것도 유익한 테마라 생각한다.

参考文献

- (1) 鄭正和, CAD/CAM 技術의 現狀과 動向, 한국정보과학회지, Vol. 2, No. 3, p. 18 (1984. 9.)
- (2) Newman, W. M., R. F. Sproul: Principles of Interactive Computer Graphics, Mc-Graw Hill, (1979)
- (3) 木村: CAD/CAM 시스템構築のための基礎技術, Vol. 24, No. 1, p. 17(1983. 1)