

보급형 CAD 시스템 개발에 관한 연구

○ 김 문 현 · 송 진 오
한국과학기술원 시스템공학센터

A Study on the Development of a Low Cost CAD System

MOON-HYUN KIM and JIN-O SONG

Systems Engineering Research Institute, Korea Advanced Institute of Science and Technology

Abstract

This paper deals with a micro computer based CAD(Computer Aided Design/Drafting) software developed by SERI/KAIST.

The objectives of this software(hereinafter, CADMATE) development are to develop a low-cost CAD/CAE system, which means the micro-computer based graphic handling software including its geometrical primitives, graphic editor, external interface and output(drawing) control routine.

I. 서 론

圖面을 디지털 컴퓨터(Digital Computer)를 이용하여 처리하는 기술인 電算補助設計(CAD, Computer Aided Design)는 컴퓨터가 본격적으로 이용되기 시작한 1960년대부터 연구, 개발되어 산업의 전분야에서 활용되어 생산성의 제고 및 기술향상에 기여하고 있다. 특히 도면을 컴퓨터의 영상처리 장치(Display)를 이용, 표현하는 효율적인 방법은 Bresenham¹⁾ 등에 의하여 연구, 개발되어 채택되고 있다. 최근 信頼度 및 處理速度, 記憶容量面에서 기술분야로부터의 요구를 충족시킬 수 있는 소형 컴퓨터(개인용 컴퓨터)가 보급됨에 따라 普及型 電算補助設計 시스템이 미국, 일본등 기술선진국에서 다수 시스템이 개발되어 보급이 급증하는 추세이다.²⁾ 이러한 보급형 전산보조

설계 시스템은 圖面處理를 위해 요구되는 幾何學的 基本機能을 포함하여 設計, 製圖의 電算化를 실현하고 있으며 關係 데이터 베이스(Relational Database)의 機能 擴充, 3次元 對象物의 處理, 각종 技術 應用 소프트웨어(Software)와의 연계성의 제고를 기하여 보다 편리한 設計用 道具(Tool)로서 設計業務의 効率化에 기여하고 있다. 기존의 대형의 시스템에 비교할 때 대량의 자료처리, 계산능력을 요구하지 않는 기술분야에서는 이러한 보급형의 시스템은 기능면에서 뒤떨어지지 않으며 價格對 性能比, 便利性面에서 오히려 우수하며 소형 컴퓨터의 發展과 併行하여 고려할 때 그 가능성에 대한 기대가 크다.

현재 국내의 중·소규모의 기업의 설계업무에 적합한 시스템들에 대한 요구가 급증하고 있는 시점이나²⁾ 대부분의 경우 외국의 시스템으로 충당되고 있으며 국내에서의 개발은 미비한 실정이다.

본 연구개발은 국내 실정에 적합한 廉價의 보급형 전산보조설계 시스템을 개발(CADMATE)하여 단순한 도입으로 인한 폐단을 막고, 중·소기업의 設計電算化에 기여하며 보다 기술적으로 고도화 시스템의 개발을 위한 技術基盤을 確立함을 목적으로 하고 있다.

II. 본 론

(1) 하드웨어(Hardware)의 構成

본 시스템의 개발에 사용된 컴퓨터는 中央處理裝置

(CPU), 主記憶裝置(Main Memory), 補助記憶裝置, 出力裝置, 人力裝置는 통상의 것과 동일하나 圖面의 入出力의 効率化를 위해서 畫像制御裝置(Graphic Controller), 座標入力裝置(Digitizer), 圖面出力裝置(Plotter)가 추가된 것으로 그 구성은 그림 1과 같으며 각종의 하드웨어의 개략적인 사양은 표 1에 의한다.

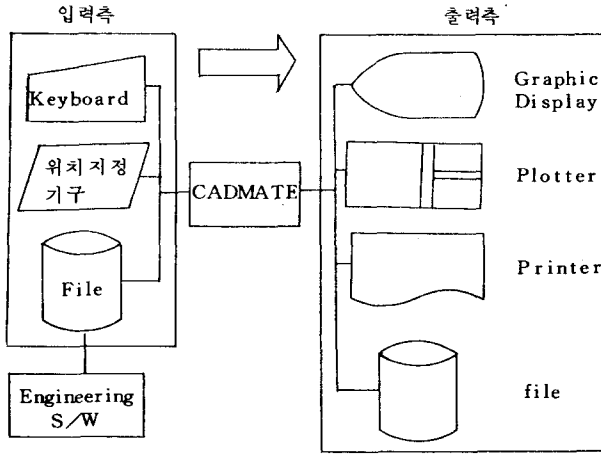


그림 1. CADMATE 시스템 구성도

표 1. Hardware 의 사양

구분	사 항	비 고
중앙처리장치	INTEL 8088(80286) INTEL 8087(80287)	Numeric Data Processor
수 기억 장치	576 KB	확장가능
보조기억 장치	H.D.D 20MB F.D.D 320KB	확장가능
화상출력장치	640*400 dots, 720*348 dots, 80*25 character	16 colors/dot Monochrome Alphanumeric Data 출력용
화상제어장치	Color 400 Hercules	Color 용 Monochrome 용
좌표입력장치	유효면적: 11*11" 유효숫자: 4digits	Mouse 로 대체가능
도면출력장치	AI 지(841mm*594mm) 16 ips(inch per second) 14 pen	
운영체제	MS-DOS, PC-DOS	Version 2.0이상 ⁵⁾

(2) 소프트웨어(Software)의 구성

가) 사용언어 및 구성

시스템을 실현하기 위하여 사용된 컴퓨터 언어는 포트란 77(FORTRAN77)^{6,7)} 과 어셈블리(ASSEMBLY)⁸⁾ 언어로서 프로그램의 대부분은 포트란으로 작성되어 있으며 畫像의 發生, 하드웨어의 直接制御등 포트란어로 처리할 수 없는 기능은 어셈블리어로 처리하되 이러한 기능은 포트란에서 서브루틴(SUBROUTINE)을 呼出하는 형태로 이용되고 있다. 각 기능별로 시스템을 모듈(Module)화하여 구분한다면 표 2와 같다.

표 2. CADMATE 의 기능별 구분

구분	기능	출력장치
Graphic Primitive Input Routine	도형요소의 발생 Keyboard, Digitizer, File로부터의 Data 입력처리	Graphic Display
Display Control Module	ZOOM, PAN, VIEW등 화면제어기능	
출력 Module	도면의 출력	Plotter, Printer
Graphic Editing Module	도면의 편집	Graphic Display
Dimension Routine	도면의 치수 처리	"
단면처리 Routine	도면의 단면처리	"
보조 Routine	보조자료의 출력	Monochrome Display

나) 시스템의 제어

시스템이 대화형이므로 그 제어의 흐름은 사용자의 명령에 따라 유동적으로 이전되어 일괄적으로 정의될 수 없는 階層(Shell)構造로 형성되어 있다. 이러한 制御水準의 階層構造를 도표로 개략적으로 표현하면 그림 2와 같다. 제어의 흐름을 고려하면 각水準(level)의 기능은 필요에 따라서 자신과 동일한 수준 혹은 하위수준(level 4)에서 명령어, 혹은 자료의 입력을 받아서 그 내용을 판별, 수준 3의 기능을 호출하게 되며, 수준 3의 기능들은 수준 0, 1, 2, 3의 기능들을 호출하여 명령을 수행한다. 수준 0은 최하위 기능으로서 다른 기능들을 호출하지

않는다. 예를 들어 사용자가 도면에 한 선분을 추가하는 경우 시스템은 명령어를 판별하여(수준 3) 기억시킨후(수준 2), 선기능을 호출한다.(수준 1)

선기능은 최종적으로 점(수준 0)을 사용하여 명령을 수행한다.

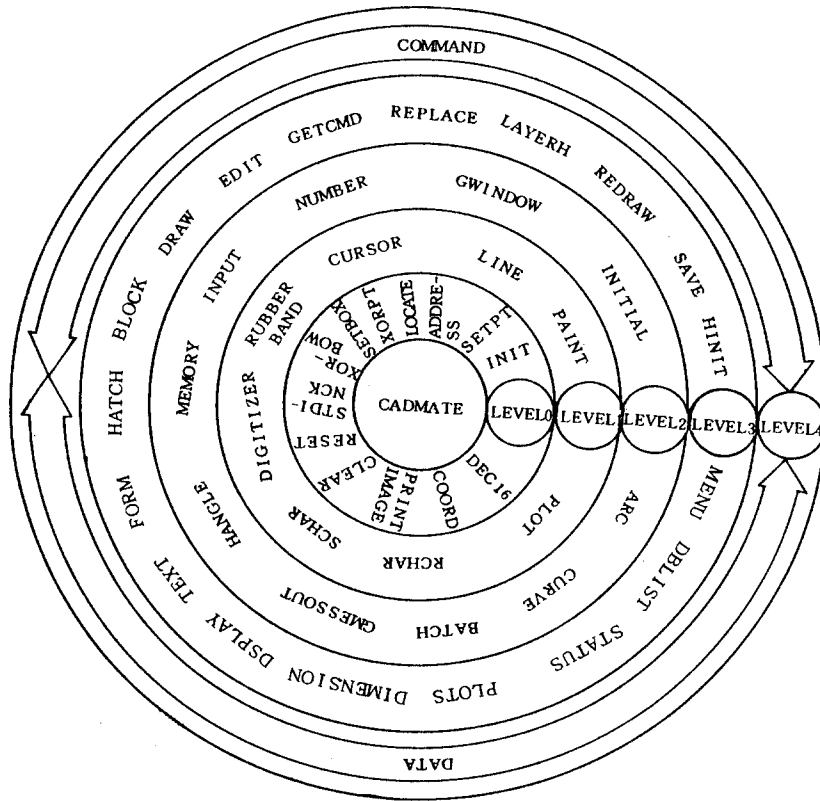


그림 2. CADMATE의 계층적 구조

다) 화상처리 원시기능(Graphic Primitives)

일반적으로 화상으로서 표현하고자 하는 모델(Model)이 복잡한 경우에도 최종적으로는 가장 기본적인 기하학적 요소된 점들(Points)의 배열로서 구현하게 된다. 선분의 표현을 위주로 하는 랜덤영상장치(Random Display System)의 경우에는 화상처리의 단위요소가 선분이 되나 본 시스템의 개발시 채택한 래스터 스캔(Raster-Scan)형의 영상장치에서는 점이 화상처리의 기본단위가 된다. 이 경우 선분등의 표현은 점발생기능을 반복적으로 호출하여 가능하게 되는데 이러한 선분(Line), 원(circle) 및 호(Arc), 자유곡선(Curve)등의 기하학적 요소와 문자(Character)등의 기능도 2차적인 의미에서의 화상처리 원시기능으로 취급할 수 있다. 화상처리 원

시기능의 기본적인 특성은 자신이 화상처리의 단위기능이라는 점으로 타기능의 수행을 요구하지 않으며 반복수행하는 경우가 많으므로 처리의 고속성이 가장 중요한 평가기준이 된다. 본 시스템의 점발생기능은 초당 약 8000개의 점을 16도의 색상으로 처리할 수 있다. 위에서 언급한 화상처리 원시기능의 종류 및 기능은 표 3에 의한다.

표 3. 화상처리 원시기능

명칭	기능	비고	
1차기능	SETPT	화면상의 주어진 좌표에 점을 발생한다.	Cursor, Rubber-band 발생에 이용
	XORPT	SETPT와 동일하나 화면상의 기존 색상값과 논리 XOR를 행한다.	

명칭	기능	비고	
1 차 기 능	SETBOX	주어진 사각형 내의 모든 점을 동일색상으로 처리한다.	화면의 광범위한 영역의 놓기 처리에 이용
	XORBOX	SETBOX와 동일하나 논리 XOR를 행한다.	Block cursor의 처리에 이용
	LOCATE	화면상의 주어진 좌표의 색상의 값을 읽는다.	화면의 Hard copy에 이용
2 차 기 능	선분	선분의 발생	Bresenham's ¹⁾ Algorithm
	원 및 호	원주를 단위길이당 일정한 수의 선분으로 절단하여 표현한다.	
	곡선	자유곡선을 표현한다.	Cubic Spline ³⁾
	문자 및 부호	15*21 Matrix로 표현	

구분	기능	비고
복사(Copy)	선택된 도면요소를 복제한다.	
선대칭(Mirror)	주어진 선에 대한 경면대칭상을 얻는다.	
회전(Rotate)	선택된 도면요소를 회전시킨다.	
선택지움(L-Edit)	선택된 선요소의 좌표를 변경한다.	
배율(Enlarge)	선택된 도면요소의 크기를 변경한다.	
반복(Repeat)	편집기능을 반복실행한다.	
변경(Change)	도면요소의 색상, 선형을 변경한다.	
연결(Link)	선택된 도면요소들의 좌표를 일치시킨다.	

라) 畫像編輯機能(Graphic Editing)

도면을 제작하기 위해서는 기존 내용을 修正, 削除, 挿入, 複寫, 移動하는 등의 편집기능이 필요하게 된다. 편집기능에 속하는 기능들의 내용은 표 4에 설명하였다. 편집기능의 처리는 기존의 화면상의 圖面要素와 관계되므로 사용자가 원하는 도면요소를 선택하도록 다음의 4가지 검색기능을 제공하고 있다.

- 최종입력된 도면요소의 선택 (Last Object)
- 도면요소의 직접선택 (Object)

한 점을 입력하면 프로그램은 전 화면 요소의 좌표를 검색하여 주어진 점과의 거리가 최소인 도면요소를 선택한다.
- 윈도우(Window)

사각형의 대각선상의 2점의 좌표를 입력받아 정의되는 사각형내에 포함하는 전 도면요소가 선택된다.
- 전체도면요소(All)

표 4. 화상편집기능

구분	기능	비고
삭제(Erase)	선택된 도면요소를 화면과 기억 장소에서 제거한다.	반복 명령
이동(Move)	선택된 도면요소를 주어진 이동 거리만큼 이동시킨다.	

마) 畫像制御機能(Display control)

설계자가 작업중인 도면을 관찰하기 위해 도면의 표시상태를 제어하는 경우에 사용하는 기능으로서 실제의 도면과 화면크기의 상이로 인해 전 도면을 충분한 해상도로 표시할 수 없으므로 사용자는 각 경우의 목적에 맞도록 도면표시 상태를 제어할 수 있다. 본 기능은 2次元 座標變換을 적용한다.⁴⁾

○ 줌(ZOOM) 기능

카메라(Camera)의 줌 렌즈(Zoom lens)에 비유할 수 있는 기능으로 관찰하는 對象物의 外觀 크기를 확대/축소한다. 즉 대상물을 확대하면 도면을 세밀하게 관찰할 수 있고 반대로 축소하면 보다 광범위한 영역을 볼 수 있다.

○ 팬(PAN) 기능

절보기 배율을 변경하지 않고 화면에서 벗어난 도면부분을 볼 수 있도록 한다. 즉 圖面移動의 효과가 발생한다.

바) 기타기능

표5. 기타기능

구분	설명	비고
외부연계기능	다른 프로그램의 출력을 처리한다.	파일 (File)
치수표시기능	도면의 치수와 치수선을 반자동으로 작도한다.	
단면표시기능	사용자가 정한 단면형태를 자동적으로 작도한다.	
출력기능	도면을 제도기 (Plotter) 혹은 인쇄기 (Printer) 를 이용하여 출력한다.	
좌표표시기능	현재 커서 (Cursor) 의 좌표를 표시한다.	
커서 (Cursor) 및 리버밴드 (Rubber band)	시각적인 입력을 보조한다.	
좌표제한기능	위치지정기구를 이용하는 경우 좌표의 精度를 제한시킨다.	
상태기능	도면의 주요정보를 출력한다.	
리스트 (List) 기능	도면요소의 상세정보를 출력한다.	
도움기능	명령어 사용법등의 정보를 출력한다.	

III. 결 론

보급형 전산보조설계 및 엔지니어링 시스템 개발용 목표로 하여 1차년도에서는 2次元 對話型 圖面處理 시스템 (CADMATE) 가 개발되었다. 이러한 시스템에서 가장 중요한 점은 사용자에게 도면작업을 위해 최대한 편리한 기능의 제공에 있으므로 이러한 기준에서 결코 완전한 시스템은 존재하지 않으며 본 시스템은 基本機能만이 완성되어 있으므로 위의 목적에 맞도록 계속 補完, 修正되고 있다. 본 시스템의 개발에 있어 가장 주안점을 둔 것은 이러한 使用上의 便利性 및 機能의 充實함을 低價格의 시스템으로 具現하고자 한 것이다. 본 시스템의 처리능력은 표6. 에 의한다.

표6. 처리능력

구분	내용	비고
숫자精度	$-1.175 \times 10^{-38} < \{ \text{숫자} \} < 3.40 \times 10^{38}$	유효숫자 7
도면요소의수	8,000 점을 주기억장치에 저장함 보조기억장치를 이용하면 프로그램 상의 제한은 없음	
화면처리속도	8,000 점/초	16색상

앞으로의 개발방향은 다음과 같다.

- 3차원 기능
- 도면요소의 자료관리기능
- 사용가능한 하드웨어 (특히 주변기기) 의 확대
- 연계가능한 기술응용 프로그램의 확대
- 처리속도의 향상

참 고 문 헌

1. Bresenham, J.E., Algorithm for Computer Control of a Digital Plotter IBM System Journal, Vol 14, pp.15 ~ 30, 1965.
2. 한국과학기술원, 기계의 CAD/CAM 및 Mechatronics 화 기술개발, 1986.
3. David F. Rogers and J.Alan Adams, Mathematical Elements for Computer Graphics, Mc Graw-Hill book company, 1976.
4. James D.Foley and Andries Van Dam, Fundamentals of Interactive Computer Graphics, Mc Graw-Hill book company, 1984.
5. International Business Machines Corporation, IBM Disk Operating System Reference Manual, 1984.
6. Microsoft Corporation, Microsoft FORTRAN Compiler, 1985.
7. Microsoft Corporation, Microsoft FORTRAN Reference Manual, 1985.
8. Microsoft Corporation, Microsoft Macro Assembler Manual, 1985.

* 본 연구는 과학기술처에서 시행한 특정연구 개발사업의 연구 결과이다.