

CAD/CAM기술의 현황과 전망



박 삼 진 (CAD/CAM실장)

- '77. 서울대학교 공과대학 기계설계학과 졸업
- '79. 서울대학교 대학원 기계설계학과 졸업(석사)
- '84. 미국 Case Western Reserve 대학 기계공학과 (박사)
- '84-현재 한국기계연구소 선임연구원

관심분야

- 기계부품의 CAD, NC 소프트웨어

1. 서 론

CAD/CAM은 컴퓨터를 이용한 설계 및 제조 (computer aided design/ computer aided manufacturing)라는 뜻으로 쓰이지만 구체적으로 그 범위가 정의되어 있지는 않다. 좁은 의미로는 간단한 설계·제조용 계산, 제도, 수치제어(NC) 공작기계 운영을 위한 파트프로그램 작성(NC 프로그래밍) 정도를, 넓은 의미로는 수주에서부터 납품에 이르기까지의 모든 관련 행위에의 컴퓨터 이용을 뜻하기도 한다. 흔히 CAD/CAM 시스템이라고 불리우는 상업화된 시스템은 CAD/CAM이라는 용어가 담고 있는 포괄적 의미에서 보면 비교적 좁은 의미에서의 CAD/CAM이라 할 수 있다. 그것은 비교적 실용화하기 쉬우면서도 다양한 사용자에게 공통적으로 적용될 수 있는 부분만을 담은 CAD/CAM의 일부라고 볼 수 있다. CAD/CAM 시스템이 제공하는 일반적 기능 외에도 사용자의 환경에 적합한 CAD/CAM 기술의 개발 및 응용 분야는 무궁무진하다고 할 수 있다.

오늘날의 CAD/CAM 시스템은 1960년대 초반에 개발되었는데 이 시기에는 CAD/CAM 시스템이 단순한 기술의 발전 또는 특수한 용도에의 효과적 대응 정도로 인식되었지만, 요즈음에는 산업체의 생산성 향상에 매우 중요한 도구로 활용되고 있으며, 미래의 생산성 향상에 필수적인 밑거름이 될 것으로 평가되고 있다.

1970년대에 본격적으로 활용되기 시작한 CAD/CAM 시스템은 1980년대에 들어와 국내에 보급

되기 시작하였으며 특히 80년대 중반부터 현재까지 그 활용이 급증하고 있으며, CAD/CAM 시스템이 제공하지 않는 부분에 있어서의 컴퓨터 활용도 관심이 고조되고 있다. 그러나 CAD/CAM 시스템이 모두 외국에서 개발된 것이며 설계 및 제조 분야에서의 컴퓨터 이용의 연륜이 짧고 전문인력이 부족하여 CAD/CAM 시스템의 활용효과 및 기술 개발은 아직 초보적인 단계라고 볼 수 있다.

이에 따라 CAD/CAM 기술의 지속적인 연구 개발의 필요성이 절실하여 CAD/CAM 기술의 특징과 중요성, 국내외의 기술 동향 및 기술 개발 전략을 살펴보고자 한다.

2. CAD/CAM 기술의 특징과 중요성

2.1. 역사적 배경

CAD/CAM 기술의 개발과 응용은 두가지 방향에서 동시에 이루어져 점진적으로 발전해왔으며 또한 발전하고 있다. 한쪽 방향은 설계·생산 과정의 각각의 세분화된 과정을 전산화하는 것이며, 또 하나의 방향은 이 각각의 도구들을 연결하며 한데 묶어 나가는 방향이라 할 수 있다.

CAD/CAM 기술의 여러가지 분야를 나누어 보면 크게 세가지 분야로 나눌 수 있는데, 설계·제도, 계획·일정관리, 직접 제조 행위(예: 가공, 운반 등)로 나눌 수 있다. 이 세 분야는 그림1과 같이 각각 단계별로 발전하여 근래에는 공장에서의 여러활동에 컴퓨터 응용이 증가하고 있으며 이들의 연계와 통합을 목표로 발전되고 있는데 흔히 CIM(computer integrated manufacturing)이라고 불리운다[1].

CAE(computer aided engineering)이라는 용어는 현재의 턴키 방식의 CAD/CAM 시스템과 구분하려는 목적으로 1980년대에 들어와 많이 쓰이게 되었으나, 실제로는 현재의 CAD/CAM 기술 중에서 가장 오랜 역사를 지니고 있다. 컴퓨터는 원래 매우 복잡한 해석적 문제를 풀기위하여 과학자 및 공학자들에 의하여 개발·사용 되었다. 1960년대 중반에 미국의 항공우주국(NASA)에서 NAS-TRAN이라는 유한요소해석 프로그램을 개발하였으며 이는 구조해석, 열전달, 음향해석, 전자기장 해석등에 활용되었으며 CAE의 모체라고도 할 수 있다. 현재는 유한요소해석외에도 기계·전기·전자·건축·토목·항공등 거의 모든 분야에서의 다양한 해석용 소프트웨어들이 개발되어 CAE분

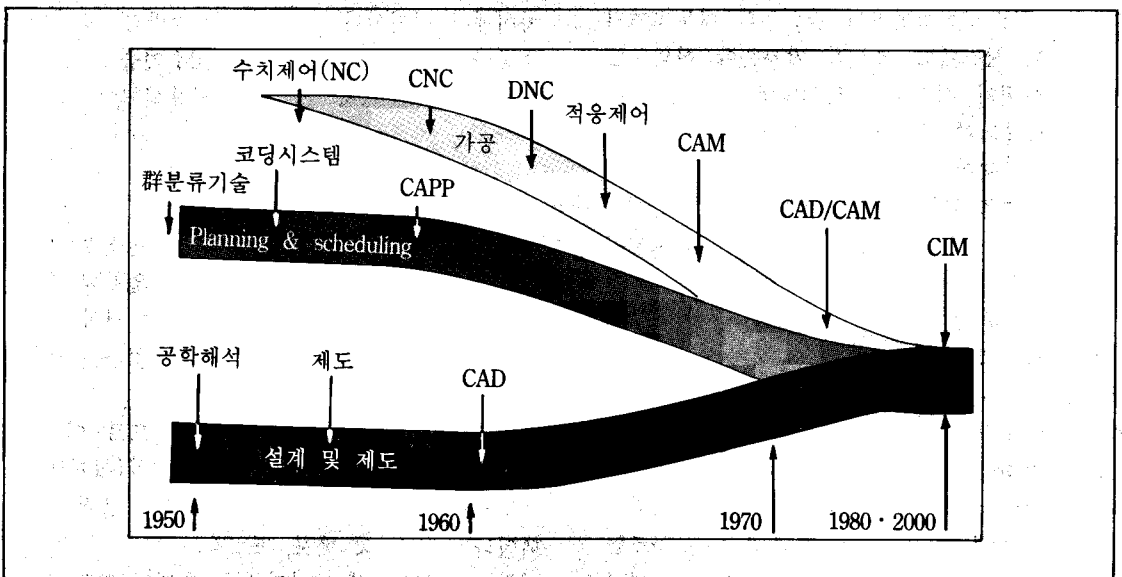


그림1) CAD/CAM 주요 분야의 발전[1]

야를 형성하고 있다.

CAD/CAM에 필요한 요소기술들은 1950년대 후반과 1960년대 전반 사이에 많이 개발되었다. 그래픽 디스플레이, 펜플로터, 라이트 펜, 태블릿 등이 이 시기에 개발되었으며 컴퓨터 그래픽스 소프트웨어의 초기 모델도 이 시기에 개발되었다. 1960년대 중반에 최초로 CAD시스템이라 할 수 있는 시스템이 개발되었으며, 이에 관한 개발 활동은 주로 세계 굴지의 대기업을 중심으로 이루어졌다. 미국의 제너럴 모터스(GM)에서 DAC/1 (design augmented by computer)가 개발되었으며 유사한 연구 활동이 록히드, 맥도넬 다글라스, 보잉 등에서 진행되었다. 그러나 이 초기 CAD시스템들은 주로 대형 컴퓨터에서 활용되었으며, 일반 기업에 보급되기에는 너무 高價였다. 1960년대 후반에 들어서 컴퓨터 기술의 발달과 가격 인하로 경제성 있는 턴키 CAD/CAM 시스템이 등장하였으며 이는 주로 회로기판을 설계하는 전자산업 용이었다.

전자분야 이외의 응용에 관한 개발이 계속 진행되었으나 기계공업의 경우 전통적으로 사람의 손을 거쳐서 하는 일이 많았기 때문에 CAD/CAM 시스템의 활용이 그리 경제적인 것이 아니었다. 그러나 1970년대 중반에 석유값의 인상과 더불어 각 분야에서 생산성향상의 필요성이 대두되면서 CAD/CAM 시스템의 활용이 전자분야 이외로도 크게 확산되기 시작하여 1970년대 후반에 본격적으로 보급되기 시작하였다. 이들 CAD/CAM 시스템은 하드웨어에 있어서는 전자분야의 그것과 거의 동일하였지만 소프트웨어에 있어서 큰 차이를 보이고 있으며, 곧 소프트웨어가 CAD/CAM 시스템의 핵심적인 요소로 등장하였다.

그래픽스 및 제도 그리고 전통적인 공학 해석은 CAD의 범주에서 주로 취급되며, CAM의 중요한 기능으로는 NC프로그래밍 기능을 들 수 있다. 최초로 CAD와는 별도로 사용되기 시작한 컴퓨터를 이용한 NC프로그래밍은 1950년대 후반의 APT(automatically programmed tools)의 개발로부터 시작된다. APT의 초기 개념과 기본 구조는 1956-1957년에 MIT에서 개발되었으며 이후 미국 항공산업협회(Aerospace Industries Association)의

회원사들이 공동으로 실용적인 시스템을 개발하였다. 이후 1961년에 APT의 기능을 확장·보완하는 작업이 IITRI(Illinois Institute of Technology Research Institute)에서 APT콘소시엄의 회원사들의 지원으로 이루어지게 된다. 이때부터 콘소시엄의 회원자격이 AIA회원 이외로도 확대되며, 이 그룹의 활동이 NC 공작기계 활용 뿐만아니라 제조 분야에의 컴퓨터 활용을 확대하기 위하여 APT 장기계획(APT long range program)을 세우게 되며, 이후 CIM의 종합 연구를 관장하는 CAM-I(Computer Aided Manufacturing International, Inc)의 설립 기초가 된다. 한편 자유곡면의 NC 가공을 위한 소프트웨어의 개발이 1960년대 후반에 APT와 병행하여 동일 연구팀에서 연구가 시작되었으며, 1980년대 초에 CAM-I에서 자유곡면 NC 가공을 위한 sculptured surface program이 개발되어 이들의 연구는 많은 상업시스템의 기초가 되고 있다.

2.2. CAD/CAM의 효과

CAD/CAM 시스템의 도입 효과 또는 CAD/CAM 기술의 응용 효과에 대하여 아직도 일부 회의적인 의견을 갖고 있는 사람이 있긴 하지만, 이는 주로 CAD/CAM에 대한 인식 부족 또는 적용 업무의 차이에서 야기된다고 생각한다. 일반적으로 모든 훌륭한 도구가 그렇듯이 CAD/CAM 기술도 적절한 업무에 올바르게 효율적으로 사용되어야 그 효과를 볼 수 있는 것이다.

CAD/CAM 기술 응용의 효과는 매우 다양한데, 일반적으로 3배정도의 생산성 향상이 있다고 한다. 여기에서 주의 할 것은 전체 공장의 생산성이 이 만큼 증가한다는 것이 아니라 적용 업무의 생산성이 평균 3배정도 증가한다고 일컫는 것이다. 즉 CAD/CAM, CAE 기술이 적용될 수 없는 분야는 제외하고 이야기하고 있다.

CAD/CAM의 효과는 매우 추상적으로 이야기되고 있는데, 적용 업무의 생산성 향상(설계해석, 제도, 자료작성, 판매, 제조등), 관리의 효율화(각종 데이터의 관리 및 배포, 프로젝트 관리, 일정 관리등), 그리고 눈에 보이지 않는 효과(도면의 질적 향상 및 정확성, 기업내의 표준화 촉진, 기업 이

미지 향상등)를 얻을 수 있다고 한다.

적용 업무의 생산성 향상을 미국내 사용자에 대한 설문조사를 통하여 정량화한 미국의 1981년 자료[2]를 보면 표1과 같으며, 독일의 우수한 항공회사인 Messerschmitt-Bölkow-Blohm(MBB)에서 자신의 CAD/CAM에 의한 생산성향상 효과를 분석한 자료[3]를 보면 그림2와 같다.

표1) CAD/CAM에 의한 생산성향상 효과[2]

응용분야	평균	범위
집적회로	18.4 : 1	100-10
공학해석	6.0 : 1	20-1.5
NC 공작기계 운영	5.6 : 1	10-1.5
지도 작성	5.1 : 1	30-0.5
도표 작성	4.7 : 1	10-2
공장 레이아웃	3.4 : 1	10-1
인쇄 회로 기판	3.3 : 1	6-2
배관	3.2 : 1	10-1
구조물의 모델링	3.1 : 1	5-1
기계 상세 설계(제도)	2.4 : 1	8-1

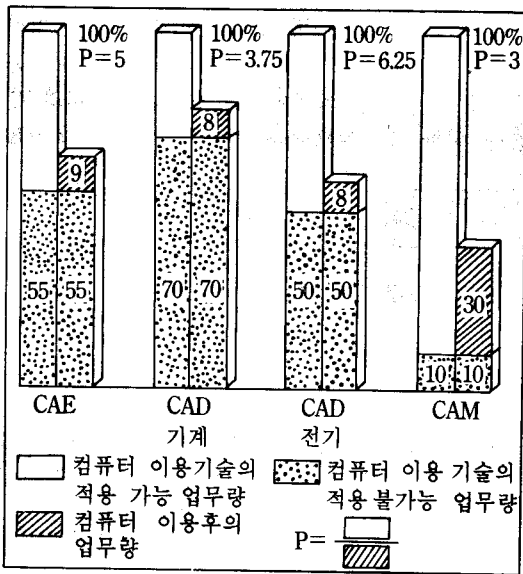


그림2) 독일 MBB社의 CAD/CAM에 의한 생산성 효과[3]

그러나 1986년 발표된 국내의 이용실태 조사[4]에 따르면 단일화된 지수를 제시하지 않고 있지만

대체로 도면 품질 향상과 대외적 효과를 얻고 있으며 생산성 향상과 직결되는 인원 및 원가절감 효과는 거의 없는 것으로 나타났고, 기간절감 효과가 약간 있는 정도로 나타났다. 이렇게 선진국의 경우와 큰 차이를 보이는 것은 CAD/CAM의 이용 경험이 부족하고, 외국의 시스템에 의존하여 판매자로부터 충분한 기술 지원을 받지 못하였기 때문으로 분석된다. 1986년 이후의 국내 실태 조사는 없었으나 CAD/CAM의 이용 년수가 증가하고, CAD/CAM 이용업체가 급증하고, 이용자와 판매자의 정보 교환 기회가 많으며 국공립연구소의 기술지원 및 학교에서의 교육증대에 따라 상당히 향상된 것으로 사료된다.

2.3. 활용 현황

최근에 발표된 미국의 공장자동화와 관련된 자료를 보면 CAD/CAM 기술이 공장자동화의 핵심임을 알 수 있다. 먼저 1988년에 미국의 초대형 기업을 대상으로 실시한 조사[5]를 보면, 표2와 같이 CAD, NC 공작기계, CAM이 가장 많이 활용되고 있는 공장자동화의 도구이며, 1989년에 실시된 미국 전체 제조업을 대상으로 실시한 조사[6]를 보면 표3과 같이 NC 공작기계와 CAD/CAE가 가장 많이 활용되는 기술임을 알 수 있다.

표2) 미국 대기업의 공장자동화의 도구[5]

항 목	도입율(%)
컴퓨터 원용 설계(CAD)	98
NC 공작기계	87
컴퓨터 원용 제조(CAM)	83
로봇	74
자동 조립	68
자동 운반(material handling)	65
자동창고	64
컴퓨터 원용 검사(inspection)	60
유연생산 셀(FMC)	50
유연생산 시스템(FMS)	31
컴퓨터 통합생산(CIM)	17

표3) 미국 제조업의 공장자동화의 도구[6]

항 목	도입율(%)
NC 공작기계	41
CAD/CAE	39
프로그래머블 콘트롤러	32
공장용 컴퓨터	28
기술정보 LAN	19
공장용 LAN	16
공급자 컴퓨터 네트워크	15
자동 운반	13
유연생산 셀	11
로봇	8

CAD/CAM 시스템의 판매현황을 살펴보면 미국 메이커의 응용분야별 매출 실적은 표4와 같다[7]. 표4에서 CAD/CAM/CAE시장은 80년대 초반에 40~56%정도의 성장을 보였으며 80년대 중반이후 20%이상의 성장율을 보이고 있음을 알 수 있다. 분야별로는 기계분야가 전체의 50%이상을 차지하고 있어 이분야의 CAD/CAM 비중이 가장 큰 것으로 나타나고 있다.

한편 국내의 경우 최근 표5와 같은 판매 실적을 보이고 있다. 표5는 국내판매자의 판매대수를 기준으로 작성된 것이며 년평균 100% 정도로 그

실적이 증가되고 있는 것으로 분석된다. 이렇게 증가율이 큰 것은 크게 두가지로 생각할 수 있는데 그 한가지는 CAD/CAM에 대한 필요성의 인식 또는 마인드의 확산이라고 볼 수 있다. 또 한가지는 시스템 가격의 절하로 볼 수 있는데, 이는 컴퓨터를 포함한 하드웨어의 가격이 그 성능에 비해 크게 감소하였다는 것이며, 특히 엔지니어링 워크스테이션의 등장으로 종래 미니 컴퓨터나 메인 프레임 컴퓨터에서 하던 작업이 엔지니어링 워크스테이션에서 가능하게 된 것이다.

2.4. 주요 관련 기술

CAD/CAM의 정의가 매우 다양하고 초기의 CAD/CAM의 개념이 점점 확산되어 CIM으로 까지 생각하게 된 이 시점에서 CAD/CAM의 기술을 단적으로 분류하기는 매우 어렵다. 그러나 이 중에서 공통적으로 사용될 수 있는 기술로는 대화식 그래픽스, 제품의 모델링, 각종 해석용 소프트웨어와 이들 데이터의 저장·관리를 위한 데이터 관리를 들 수 있다. 또한 각 분야별 특성에 따라 소요되는 응용 소프트웨어로는 각종 공학해석용 소프트웨어, 직접 제조에 쓰이는 각종 장비의 운전을 위한 소프트웨어와 이들의 효율적 운전을

표4) 미국 메이커의 시장 분야별 CAD/CAM/CAE 시스템 매출[7]

	Yr-Yr.		Yr-Yr.		Yr-Yr.		Yr-Yr.		1986E
	1982	Pct.Chg.	1983	Pct.Chg.	1984	Pct.Chg.	1985	Pct.Chg.	
Mechanical	\$ 630.4	54.5%	\$ 974.1	67.0%	\$ 1,626.9	24.6%	\$ 2,026.4	20.0%	\$ 2,431.7
Electronic	347.8	18.9	413.6	55.6	643.3	24.6	801.3	28.0	1,025.7
A/E/C	307.7	36.8	420.9	30.4	549.0	21.3	666.0	21.0	805.8
Other	18.6	58.1	29.4	36.1	40.0	69.1	67.7	22.3	82.7
Total	\$ 1,304.5	40.9%	\$ 1,838.0	55.6%	\$ 2,859.2	24.6%	\$ 3,561.4	22.0%	\$ 4,346.0
Percentage of total revenues									
Mechanical	48.3%		53.0%		56.9%		56.9%		56.0%
Electronic	26.7		22.5		22.5		22.5		23.6
A/E/C	23.6		22.9		19.2		18.7		18.5
Other	1.4		1.6		1.4		1.9		1.9
Total	100.0%		100.0%		100.0%		100.0%		100.0%

(단위 : 백만달러)

표5) 연도별 국내 CAD/CAM 시스템 판매현황

내 용	년 도	'86	'87('87상반기)	'88상반기
		중·대형 시스템	판매대수	102
	성장율(%)	-	114 -	218
소형 시스템	판매대수	333	606 (314)	580
	성장율(%)	-	82 -	85
합 계	판매대수	435	824 (394)	834
	성장율(%)	-	89 -	112

자료) "컴퓨터비전" 1988.8, 1987.12월호

표6) CAD/CAM 관련 기술의 분류

구 분	종 류	예 시 항 목
공통 소프트웨어	그래픽스	2차원 도형 정의, 플로팅, 디스플레이, 각종 조작(축소, 확대, 회전, 윈도잉등) 대화식 입출력 기능
	제품모델링	형상모델(wire-frame, surface, solid) 기술정보, 기능(구멍, 면등)정보 이용 유한요소망 구성 기능 등
	각종 해석	면적, 체적, 관성 모멘트, 곡률, 2차 미분값 등
	데이터관리	2, 3차원 데이터 구조 데이터베이스 관리 (DBMS) 형상·기술정보의 저장·관리
응용소프트웨어	공학해석	구조, 열, 유체, 진동·동역학, 기구학 공구경로 검증, 분야별 설계식 등
	단위기기 조작	NC 프로그래밍, off-line 로봇 프로그래밍, 3차원 좌표측정기, 검사, 모니터링, 각종기계 제어
	관리·계획	공정계획, 일정관리, 소요자재관리, 장비운전·조달계획, 생산계획

위한 계획·관리를 위한 소프트웨어 등으로 구분될 수 있다. 이들 관련 기술들을 개략적으로 도표화하면 표6과 같다.

3. 선진국의 기술 동향

CAD/CAM 시스템 혹은 CAD/CAM/CAE 기술이

여러분야에 상당히 보급되어 활용되고 있지만 그렇다고 CAD/CAM 기술이 만족할 만큼 성숙되어 있지는 않다. 왜냐하면 CAD/CAM 기술 자체가 현재 사람의 수작업에 의해 이루어지는 작업의 전산화, 사람의 생각을 도울 수 있는 컴퓨터에 의한 모델링, 또는 매우 복잡하여 간단히 해석할 수 없는 공학에 기초를 둔 것이기 때문에 CAD/CAM화하는 기술은

끝이 없는 것이다. 초기에 CAD/CAM 시스템의 효과에 대해 회의적인 면이 많았지만 이제는 회의적으로 생각하는 이는 거의 없고 어떻게 하면 더욱 효율적으로 활용할수 있는가에 관심이 집중되고 있다. 이는 CAD/CAM 기술의 활용이 경제적으로 된데 이유가 크다고 하겠지만 그만큼 불편하다고 느끼는 점들이 기술적으로 해결되었기 때문이다. 인간의 욕망이 끝이 없듯이 CAD/CAM의 기술 발달은 인간의 요구에 의해 이루어지기 때문에 계속 발전하고 있는 것이다.

지금의 CAD/CAM 또는 컴퓨터를 이용하는 기술은 한마디로 보다 편리하게 자동적으로 작업을 처리하려는 것이다. 예를 들어 현재의 CAD/CAM 작업에서도 사용자가 여러가지로 필요한 데이터를 준비하고 컴퓨터에 명령을 지시하여야 하는데, 가급적 이러한 과정을 줄여 나가며 데이터의 정확성·유효성·호환성을 유지하려고 애쓰는 것이 CAD/CAM기술 개발의 초점이라 할 수 있다. 이러한 연유로 최근의 CAD/CAM기술 개발은 고기능화와 통합화의 방향으로 진행되고 있다.

고기능화는 하드웨어의 발전에 따라 퍼스널 컴퓨터에서도 몇년전 미니 컴퓨터 이상에서만 수행할 수 있었던 작업(예:솔리드 모델링, 유한요소해석)이 비록 제한적이긴 하지만 가능해졌다

는 의미도 있지만, 전문가 시스템의 활용과 형상 특성(feature)의 이용이 증가하고 있는 것을 의미한다. 한편 통합화는 독자적인 기능간의 통합과 서로 다른 시스템 끼리의 정보 교환등에 초점을 맞추어 궁극적으로 CIM을 추구하는 방향으로 가고 있다.

앞에서 잠시 언급한 CAM-I에서는 상업화된 시스템과는 조금 거리가 있지만 개념적으로나 실험적으로 이 분야에 대한 광범위한 연구활동을 주관하고 있는데, 먼저 이곳의 활동을 중심으로 선진국의 기술 개발 현황을 살펴보고자 한다.

CAM-I는 미국·유럽·일본 등지의 100여개의 산업체와 수십여 대학을 회원으로 갖고 있으며 CAD/CAM에 관련된 회원사의 공통적 요구사항을 모아 연구프로젝트를 형성·추진하는 곳이다. 현재 형상 모델링, 공정 계획, NC 프로그래밍, 자유곡면의 처리, 품질 관리, 로봇 소프트웨어 및 이들과 관련된 표준 설정등에 관한 연구를 추진하고 있다. 이들 분야중 CAD/CAM과 가장 밀접한 분야라 할 수 있는 형상 모델링, 공정 계획, NC 프로그래밍 분야에서 추진 중인 과제를 보면 표7과 같다[8].

이들 과제는 서로 연관성을 갖고 추진되고 있는데, 형상 모델링의 새로운 개념을 실험하기 위한

표7) CAM-I의 주요 연구 추진 분야[8]

분 야	연구 내용
형상모델링	솔리드 제품 모델링의 새로운 개념 정립 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 형상 특성을 고려한 모델링 ◦ 칩수와 허용오차를 고려한 모델링 ◦ 유한요소해석을 위한 모델링 ◦ 조립체 모델링
공정 계획	형상 특성의 표현과 통합 활용 방안 부품군에 따른 제조지식의 표현방법 계획·제조 및 기능간 연계의 체계 구축
수치 제어	자동 NC 프로그래밍 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 체적분할 방법 ◦ 자동 NC 프로그래밍 시스템 설계 ◦ 전문가 규칙을 이용한 NC공작기계 및 좌표 측정기 프로그래밍 시스템 개발

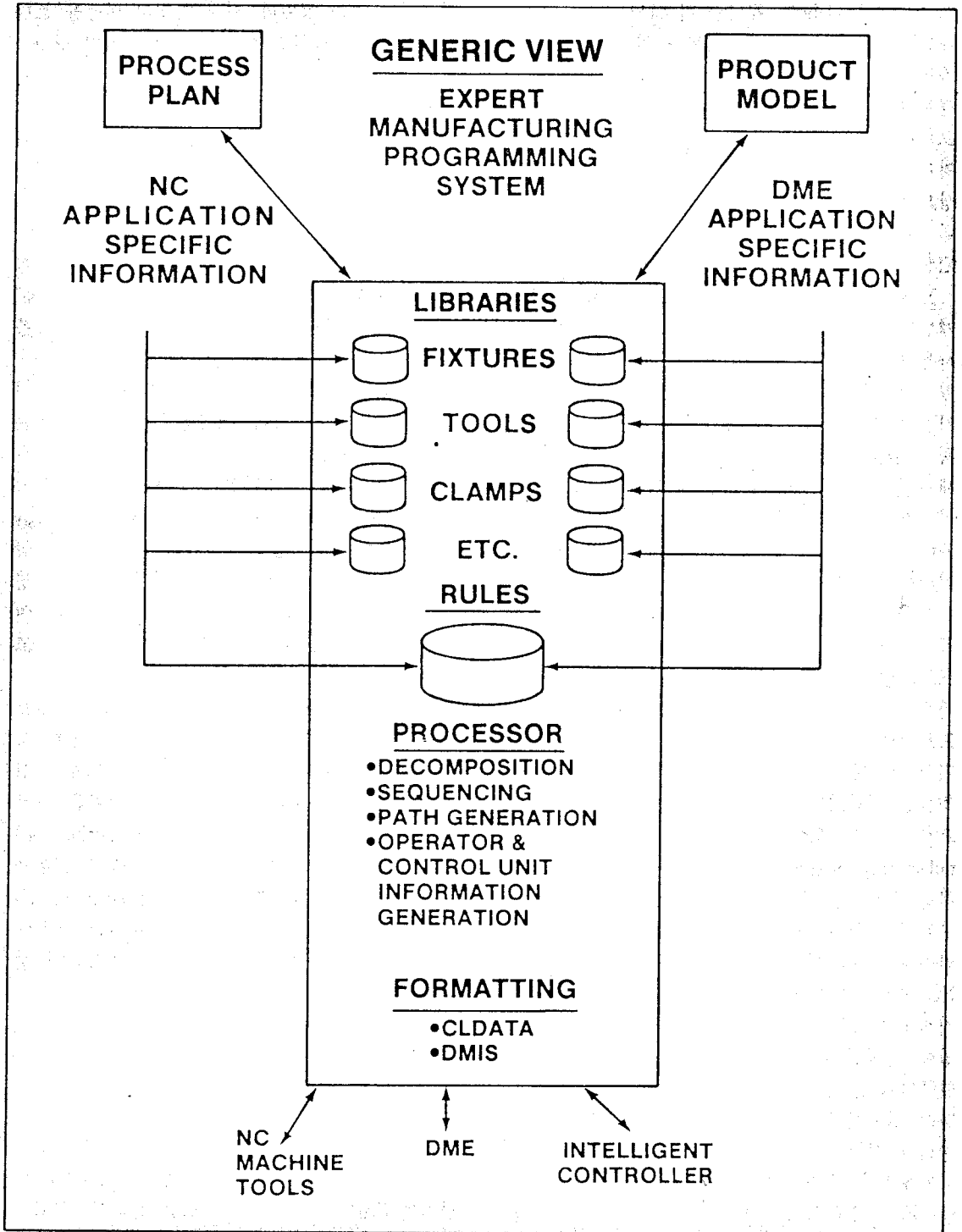


그림3) CAM-I의 EMPS 개념적 구조[9]

Test Bed Modeler가 제너럴 다이내믹스사에 의해 개발되었는데 이는 공정 계획을 위한 형상 특성, 특정 부품의 허용오차 및 상호관계를 기하학적 정보와 함께 부품의 데이터베이스를 생성하는 모델러이다. 형상 특성과 허용 오차는 현재 사용자가 대화식으로 입력하지만 장차 기하학적 형상으로 부터 자동 생성하는 것을 목표로 하고 있다. 이 Test Bed Modeler는 공정 계획용 소프트웨어인 XPS-2와 연결하여 그 개념을 확인하였다[9].

XPS-2 시스템은 United Technology社에 의해 개발된 CAM-I의 공정 계획용 소프트웨어로서 사용자가 작성한 데이터베이스를 기초로 하고 있다. 이 데이터베이스는 회사마다 다를 수 있는데 기계의 제원과 가공 대상물, 형상 특성과 허용오차 및 이들의 상호 관계, 그리고 공정 계획 논리의 세가지이다. 이 중에서 공정 계획 논리 데이터베이스가 시스템의 핵심인데 실험적 지식공학(knowledge engineering)을 적용하여 지속적인 연구가 진행될 전망이다.

현편 NC 프로그래밍 분야에서는 현재의 NC 프로그래밍의 개념을 혁신적으로 개선하여 NC 프로그램 작성에 있어서 사용자가 입력하는 여러 과정을 자동화하는 연구가 진행중이다. 자동 NC 프로그래밍 시스템의 개념 설계, 상세 설계등을 거쳐 이 개념을 실현하기 위한 체적 분할 알고리즘을 개발하였으며, 현재는 그림3과 같은 개념으로 전문가 제조 프로그래밍 시스템(expert manufacturing programming system, EMPS)을 개발하고 있다. EMPS라는 프로젝트는 공정 계획의 결과와 공구와 고정 기구등의 종합 정보를 갖는 라이브러리를 이용하여 전문가 규칙을 활용하여 NC 프로그램과 3차원 좌표측정기용 프로그램을 작성하는 것을 목표로 1988년초에 시작되어 1991년 말에 완성될 예정이다. EMPS는 다른 CAM-I의 연구과제가 개념정립 및 실험적 단계인 것과는 달리 실용화를 목표로 소프트웨어의 개발이 추진되고 있다.

이제까지 CAM-I를 중심으로 현황을 살펴보았는데 특징적으로 나타나는 현상은 형상 특성 이용 기술(feature-based technology)과 전문가 규칙(expert rules)을 이용한 CAD/CAM 기술이

발전되고 있는 것이다. 형상 특성의 이용을 보다 구체적으로 기술하면 형상 모델링에 있어 현재는 직육면체에 원기둥이 부착되어 있는 부분이 휠렛되어 있을 때 원기둥의 직경이나 기울기가 변할 때 사용자는 이 휠렛면을 다시 정의해 주어야 하나 형상 특성과 이들의 관계를 이용하여 이 휠렛면을 자동으로 변환시켜 주는 것을 의미한다.

또한 이 형상 특징(예: 구멍, 모따기면, 휠렛, 포켓)은 기하학적 정보와 함께 공정 계획에 활용되어 제품의 모델링으로 부터 설계·해석·NC 프로그램 작성등 CAD/CAM 통합의 중요한 역할을 하게 될 것이다.

상업 CAD/CAM 시스템에서도 일부 제한적이긴 하나 이러한 기능들이 조금씩 추가 되고 있는 추세이다. 예를 들면 미국 바텔 연구소에서 개발한 NC 프로그래밍 시스템인 Toolchest에서 전문가 규칙을 활용하고 있으며, Automation Technology Products사에서 개발한 Cimplex 시스템도 형상 특성을 사용자로부터 입력받아 형상 모델링, 공정 계획, NC 프로그래밍을 많은 부분 자동화하여 Ingersoll Milling Machine社에 적용하고 있다고 한다[10].

한편 각기 다른 형상 모델링 시스템간의 정보 교환을 위한 표준 설정 작업이 꾸준히 진행되고 있는데 이를 살펴보면 그림4와 같다. 현재의 상업시스템들이 제공하고 있는 정보 교환은 주로 IGES 3.0(Initial Graphics Exchange specification)으로서 앞으로 보다 충분한 제품 데이터의 교환을 위하여 PDES(Product Definition Exchange Specification)와 ISO STEP(Standard for Exchange of Product Model Data)이 발전되어 통합된 표준이 설정될 것으로 보인다[11].

4. 국내의 기술동향과 개발전략

우리나라에서 CAD/CAM 기술에 관하여 관심을 갖기 시작한 것은 1970년대 후반과 1980년대 초반이며 CAD/CAM 시스템의 도입 및 CAD/CAM에 관한 기술 개발이 시작된 것도 1980년대 초반에 시작되었다. 1982년부터 정부에서 추진한 국가

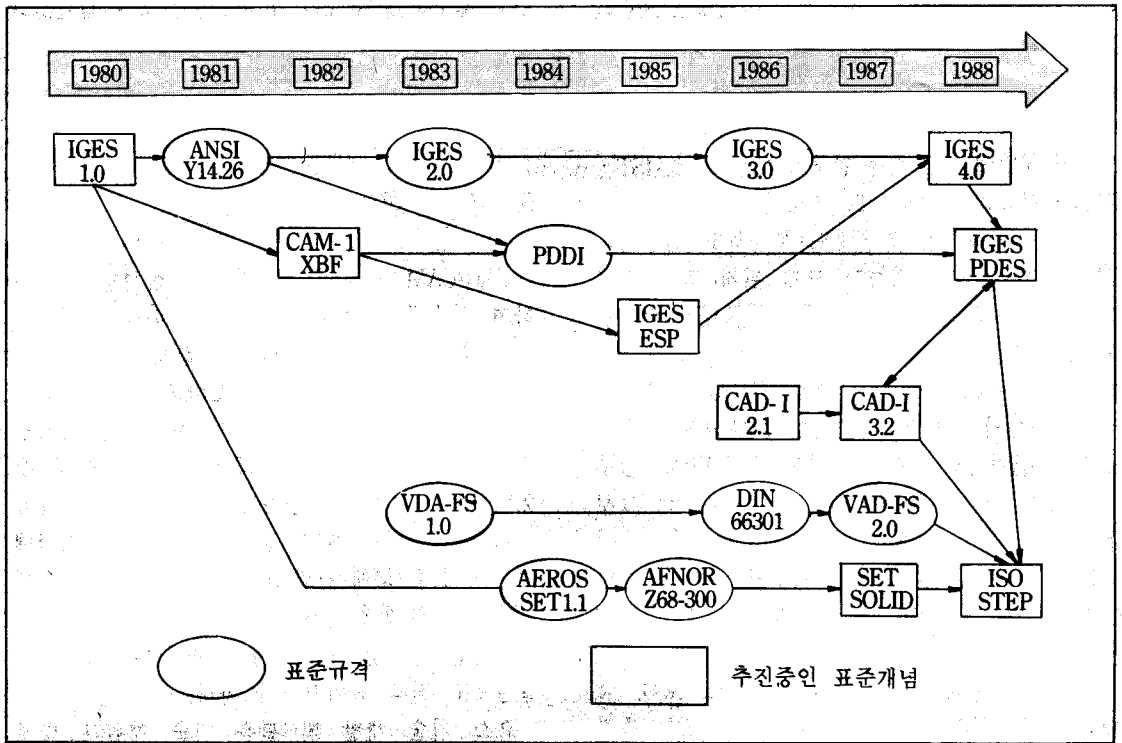


그림4) CAD 데이터 교환의 개념과 표준규격의 발전 [11]

특정 연구는 CAD/CAM 기술의 도입과 확산에 기여하였다고 볼 수 있는데 국가특정연구로 출연 연구소 및 대학을 중심으로 수행된 연구는

- 기계의 CAD/CAM 및 메카트로닉스화 기술 개발
- 기계 형상설계 및 가공용 CAD/CAM 소프트웨어 개발
- 기계 부품 설계용 modular CAD 소프트웨어 개발
- Progressive 금형의 CAD/CAM 기술개발
- 기계 자동화 (4CA) 시스템 개발을 위한 조사연구
- GT를 이용한 기계 부품 분류에 관한 연구
- 중소기업용 MRP 시스템 개발 등이다.

초창기 CAD/CAM에 관한 연구는 기초 조사 연구에서 부터 CAD/CAM 기술의 요소기술에 관한 연구가 이루어졌으며, 이와 동시에 산업체와의 연구를 통하여 기술 지원 성격의 과제들이 수행되었다. 업계의 기술 지원에 활용된 기술은 이러한

국가특정연구를 통하여 얻어진 기술을 바탕으로 컴퓨터 이용 기술의 전수와 함께 업체의 필요 공정에 맞는 소프트웨어의 개발에 중점을 두어 한국기계연구소에서는

- TV 브라운관 유리용 금형의 NC 프로그램 개발 및 지원
- 판넬 플린저의 자동 가공용 소프트웨어 시스템 개발
- NC 포스트 프로세서 개발
- 시간제어용 원반형 캠 설계 시스템 개발
- 나선형 홈 가공용 공구 설계 프로그램 개발
- 부품 코드 체계 확립에 관한 연구

등을 수행하여 업계의 CAD/CAM 기술 응용 능력을 배양함과 동시에 상업 시스템이 제공할 수 없는 특수 공정에의 컴퓨터 활용 방법을 제공하였다.

최근에는 KIST와 KIMM을 중심으로 CAD/CAM을 비롯하여 로봇, 측정 분야 등을 포함한 CIM기술 개발이 활발히 진행되고 있는데 일차로 사출 금형과 정밀 주조 금형을 대상으로 설계에서

부터 금형 가공·검사까지의 일련의 과정을 CIM화 하는데 중점을 두고 있으나 이 연구의 파급효과는 금형분야 뿐만아니라 전체 CIM기술의 개발·보급에 폭넓게 전파될 것으로 기대된다. 이외에도 솔리드 모델러 개발에 관한 협동 연구가 서울대·KAIST·KIST·KIMM을 중심으로 협의되고 있다.

이러한 지속적인 연구에도 불구하고 선진국의 CAD/CAM 기술에 비하여 크게 뒤져 있는 것이 사실이며, 특히 산업체에서 비교적 폭넓게 활용될 수 있는 범용 시스템의 개발은 거의 없는 상태이다. 다만 NC 프로그래밍 분야에서 KIMM·KAIST·금성사등에서 개발된 시스템이 소개되고 있으며 KAIST 산업공학과에서 개발된 SWEEP이 일부 보급되고 있다. 이들 시스템도 장차 외국의 그것 처럼 언어 방식의 배치 처리에서 대화식 그래픽스를 이용한 시스템 또는 솔리드 모델링을 포함한 CAD시스템과도 함께 사용될 수 있도록 발전되어야 할 것이다.

이제까지 살펴본 국내외의 상황으로 보아, 국내의 CAD/CAM 기술개발은 활용 기술 또는 특정 분야에의 응용 소프트웨어의 개발과 범용 시스템 개발의 두가지를 동시에 추진해야 할 것이다. 활용 기술 및 응용 소프트웨어의 개발은 산업체와의 긴밀한 협조로 시행하여야 하며, 산업체의 CAD/CAM 활용 기술 증대 및 범용의 시스템에서 제공하지 못하는 분야의 생산성향상을 위하여 지속적으로 진행되어야 하며, 범용의 시스템 개발도 외국의 시스템에의 의존도를 낮추고 사용자의 환경에 맞는 CAD/CAM 또는 CIM 구성에 필수적이라는 측면에서 매우 중요하다.

이러한 기술 개발을 위하여 산·학·연 협동 연구가 중요한 것은 물론이며, 공개된 소프트웨어의 활용 및 국제공동연구 또는 외국의 기술 개발 콘소시엄에의 참여도 절실히 요구된다. 공개된 소프트웨어의 활용은 외국의 상업화된 시스템에서도 많이 찾아 볼 수 있는데, 예를 들어 Auto-Trol사의 S7000-SMS, McDonnell Douglas사의 Unisolids II, PC용인 Cadetron사의 Solid Works 등의 솔리드 모델러는 미국 로체스터대학에서 개발한 public domain 소프트웨어인 PADL-2를 개량하여 만들어진 것이다[11, 12]. 한편 콘소시

엄을 형성하여 연구를 추진하는 선진국 연구팀의 콘소시엄 회원으로 투자하여 최근의 첨단 연구 결과를 조기에 습득 활용하는 것도 진지하게 고려할 때라고 생각된다.

5. 결 론

CAD/CAM 기술은 제조업의 생산성향상을 위하여 필수적인 기술이며, 장차 대외적 경쟁력의 우위 확보에 핵심적인 역할을 하게 될 것이다.

CAD/CAM의 효과는 상업 CAD/CAM 시스템의 수동적 활용만으로는 기대하기 어려우며, 적절한 적용 업무에 효율적으로 대응하여야 얻어질 수 있다. 이를 위하여 사용자는 활용 기술의 증대에 노력을 기하여야 하며, 정부출연연구소와 대학에서는 CAD/CAM에 관한 요소 기술의 개발과 함께 CAD/CAM의 활용 기술 증대를 위하여 산업체와의 유기적인 관계를 지속하여 기술 지원 및 인재 양성에도 적극 참여하여야 한다.

요소 기술 개발 및 활용 기술 지원과 함께 외국의 시스템에 의존하고 있는 CAD/CAM 시스템 자체의 국내 개발도 시급하며, 이를 위하여 국가적 차원의 기술 개발 투자와 함께 국내의 한정된 연구 자원의 공동체 형성과 선진국 기술의 조기 습득 및 활용이 적극 추진되어야 한다.

참고문헌

- [1] Modern Machine Shop, 1987 NC/CIM Guidebook, p. 192, 1987
- [2] Teicholz, E., CAD/CAM Handbook, p. 6.14, McGraw-Hill Book Company, 1985
- [3] Shah, V. R., 'Erfahrungen europäischer CIM-Anwender', VDI-Z Bd. 129 Nr.1-Januar, pp. 34-43, 1987
- [4] 과학기술처, 기계의 CAD/CAM 및 메카트로닉스 기술개발, 특정연구보고서, 1986
- [5] Hendricks, J. A., 'Accounting for Automation', Mechanical Engineering, Vol. 111, No. 2, ASME, pp. 64-69, 1989
- [6] CAD/CAM Publishing, Inc., Computer Aided De-

- sign Report, Vol. 9, No. 9, 1989
- [7] 임성훈, '확대되는 CAD/CAM/CAE 시장', 월간 자동차기술 6월호, pp. 43-51, 1987
 - [8] CAM-I 1986 Prospectus, 1986
 - [9] CAM-I, Cooperative Research and Development, 1988
 - [10] Klien, A., 'A Solid Groove : Feature-Based Programming of Parts', Mechanical Engineering, Vol. 110, No. 3, ASME, pp. 37-39, 1988
 - [11] Brändli, N., Mittelstaedt, M., 'Exchange of Solid Models : current status and future trends', Computer Aided Design, Vol. 21, No. 2, pp. 87-96, 1989.
 - [12] Anderson, D., 'Solid Modeling on a Micro', Computer Aided Engineering, January 1987

◎ 런던국제 자동차부품 악세사리 무역박람회
 (AUTOPARTAC/Int'1 Automotive Parts and Accessories Trade Show)

- 1) 개최기간(주기) : '90. 3(매년)
- 2) 개최국(도시, 전시장명) : 영국(런던, Olympia)
- 3) 전시면적 : 9,400 S/M
- 4) 전시품내용 : 자동차 산업에서, 수리용부품과 악세사리, 구매자에게 신상품 및 현존 생
 산품의 촉진을 도모한다.
- 5) 성격 및 현황 : 접수마감은 90. 1월까지, 무역업자에게만 공개, 출품업체는 186개사, 영
 국최대의 자동차부품 및 악세사리전
- 6) 주 최 : MGB Exhibitions Ltd, Marlowe House 109 Station Road, Sidcup kent, DA15
 Tel : 01/3028585, Tlx : 918389 Fax : 01/3027205

◎ 디트로이트 국제자동차 박람회

(SAE/Int'l Congress and Exhibition)

- 1) 개최기간(주기) : '90. 2. 26-3. 2(매년)
- 2) 개최국(도시, 전시장명) : 미국(디트로이트 Cobo Hall)
- 3) 전시면적 : 190,000 S/F
- 4) 전시품내용 : 자동차부품, 악세사리
- 5) 성격 및 현황 : APPA와 더불어 미국 최고의 자동차부품전문전 관련 학술회의도 병행개최,
 출품업체 528개사
- 6) 주 최 : SAE-Society of Automotive Engineers 400 Commonwealth Drive, Warrendale,
 P.A 15096, Tel : 412/7764841