

국내 공장 자동화의 발전 전망

姜榮國*, 金浩然**, 郭魯璩***

(正會員), (非會員), (非會員)

大宇重工業(株) 專務*, 理事**, 次長***

I. 서 론

조직적인 제품 생산 활동의 기원은 1700년대 말 산업 혁명으로서 그 이후 작업과 공정개선, 생산성 및 품질의 향상을 위한 노력이 계속되었으나, 1940년대 생산 기술의 합리화 개념이 현장에 도입되기까지는, 그 성과는 미미한 것이었다. 1952년 전자기술에 힘입어 공작기계용 NC(numerical control) 장치가 미국에서 개발되고, IC의 실용화와 함께 NC 기술은 널리 응용되어 단위 기계의 자동화가 본격화 되었다. 또한 60년대 말 로봇, FMS(flexible manufacturing system), CNC(computer numerical control) 장치등이 실용화 되면서 컴퓨터 기술이 생산의 합리화에 무한하게 이용될 수 있다는 데에 눈을 뜨게 되었다. 한편 1970년대 두 차례 석유파동으로 세계의 시장은 위축되고, 대량생산, 소비시대로부터 소비자의 요구가 다양하고 고급화 되는 시대로 옮겨가면서, 모든 산업체들은 자신의 시장을 지키기 위한 경쟁력 확보의 방안으로 시설투자과 모든 경영부문의 합리화에 더욱 주목하게 되었다. 즉 시장변화(수요)에 신속하게 대처하기 위한 신제품의 개발, 생산성 향상, 생산기간의 단축, 생산설비 투자의 높은 효율을 꾀하기 위해 장비의 단순하고도 부분적인 자동화 보다는 공장의 전, 생산 시스템-설계, 생산계획과 관리, 생산공정 및 설비등-에 대한 보다 높은 수준의 자동화에 관심이 커지게 된 것이다. 이에 70년대 말 한창 발전하던 마이크로컴퓨터의 활용이 그림 1에서와 같이 FA(factory automation)요구 기술의 각 부문에 이루어져 시장수요에 응해 유연하고 지능적인 생산자동화 기술의 발전을 보게 되었다. 그리고 자동설계, 자동가공, 자동검사, 자동조립, 공작물의 자동이송 및 자동창고, 전체 생산시스템의 관리 및 감시기술, 자기진단기술, 자동보수 기술등 FA에 없어서는 안될 핵심 기술들로서 반도체 및 컴퓨터가 주도하고 있는 전자기

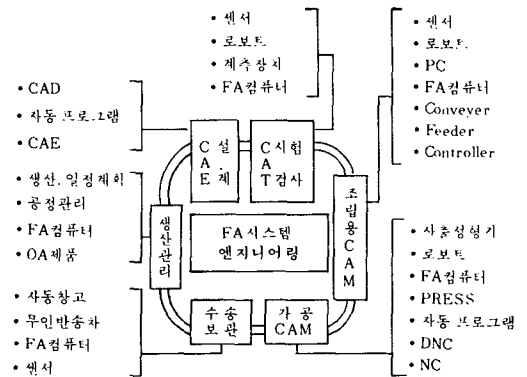


그림 1. FA 시스템의 하드, 소프트웨어 개념도

술이 고집적화, 고성능화, 고신뢰성 및 저가격화로의 급격한 발전을 계속해 나가고 있는 점을 감안해 보면, 자동화 기술도 병행해서 급속도로 발전할 것으로 전망 된다.

이제 2000년대 공장 자동화를 선도해 나갈 전자공업의 발전에 대하여 다음과 같은 몇가지 분야별로 나누어 그 현황 및 기술발전을 전망해 보기로 한다.

- FMS
- CAD/CAM
- Robot 및 인공지능(artificial intelligence : AI)
- 수처제어장치
- 프로그래머블 컨트롤러
- 기타 요소부품

II. 국내외 기술개발 및 시장 전망

1. FMS-CIM에 이르는 기술 개발

(1) 서론

FA의 발전과정은 그림 2 와 같이 생산 자동화 기계(NC

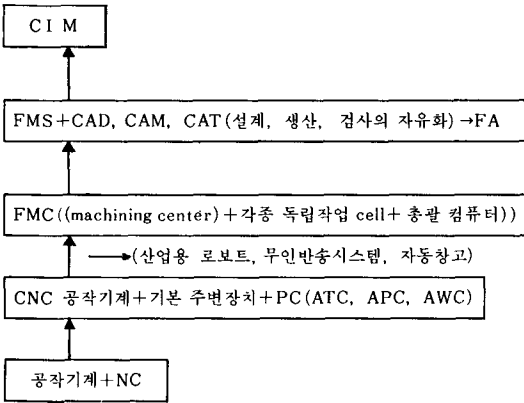


그림 2. 메카트로닉스의 발달과 FMS 진전관계

공작기계), 기계와 로봇을 결합한 가공 및 조립 자동화 FMC(flexible manufacturing cell), 가공조립 외에 운반 및 저장, 생산공정관리등 여러 생산기능을 묶어 자동으로 수행하는 FMS(flexible manufacturing system)의 단계에 이르렀다.

최근에 와서 공장 자동화도 total system automation을 의미하며, 모든 생산공정과 설비의 합리화에 그치지 않고, 설계, 생산계획, 자재관리(MRP: material requirements planning), 마케팅, 회계, 인사등 기업의 모든 정보의 수집분석(management information system)까지도 컴퓨터에 의해 통합 자동화하는 CIMS(computer integrated manufacture system)을 지향하고 있다. 즉 자동화를 위한 컴퓨터 역할은 CAD(computer aided manufacturing), CAT(computer aided testing), CAPP(computer aided process planning) 외에도 그림 3에서 보듯이 FA는 계층별 컴퓨터와 응용 소프트웨어 및 데이터 베이스를 중심으로 이루어지고 있다 할 것이다.

(2) 선진국의 기술개발 현황

이에 따라 일본, 미국등의 선진국에서는 '85년 말부터 IBM, Toshiba, NEC등 컴퓨터 업체들이 FA 부문에 대거 참여, 산업제어용으로 보다 적합한 전용 컴퓨터와 프로토콜을 개발, 선전하고 있다. 동시에 CIM의 생명인 자동화 대상 기능의 소프트웨어와 데이터 베이스 기계부문의 CAD를 위한 요체는 기하학적 모델링과 구조해석등의 프로그램과 부품규격, 소재, 설계 기준치등의 데이터 베이스에 있음과 같이 개발이 대기업 중심으로 활발히 연구되고 있다. 수주에서 납품까지 전공정에 걸친 완전한 FA추진의 한가지 예를 들어

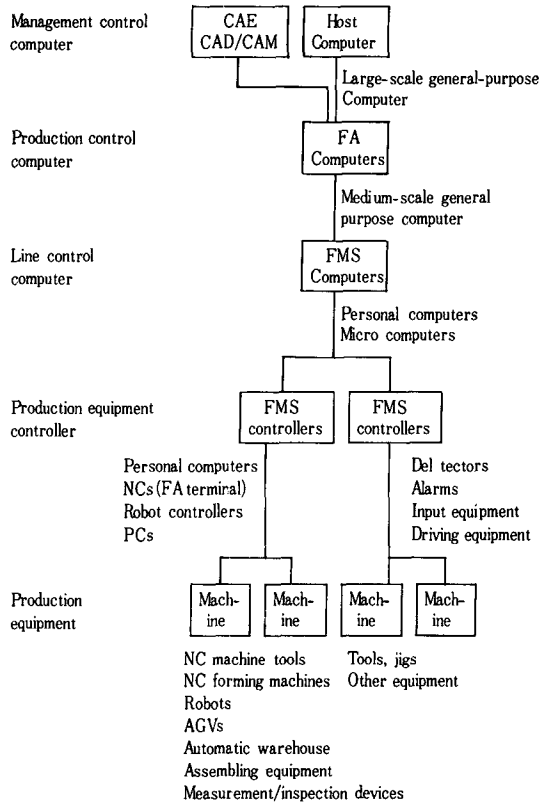


그림 3. FA 계층도

보자. 미국의 GE사는 1981년부터 10개년 계획으로 5,000만불을 투입 그림 4와 같은 개념의 공장을 개발하고 컴퓨터 네트워크와 물품의 흐름을 제어하는 지능형 물류(知能形物流)시스템으로 구성하였다. 이 시스템은 완성후 제품 생산시간을 30%줄이고 180명의 인원으로 35만개의 부품을 설계 생산할 수 있게 되어, 생산라인

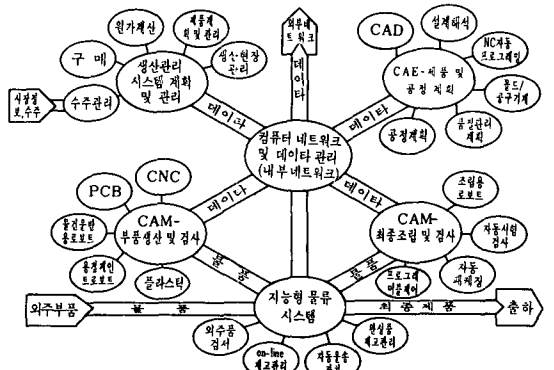


그림 4. General Electric사의 미래형 공장 개념

자동화 중심의 FMS에 비해서 그 효과가 크다 할 것이다.

한편 FMS는 1967년 영국 Molins사가 개발한 "system 24"가 시제품으로 6대의 NC M/L과 자동창고, 운반용 콘베이어, 중앙제어 컴퓨터로 이루어진 시스템이며 미국 Sundstrand사의 Omnicontrol, system, 일본의 DNC(Direct numerical control, -NC기계의 프로그램을 중앙컴퓨터에서 작성 관리하며 생산계획에 따라 가공기계에 프로그램을 자동으로 제어하는 시스템)가 Ikegai사에서 거의 동시에 개발되었다. '86년도 전세계에 운용되고 있는 FMS는 200여개 시스템으로 예상되는데(美상무성, Metal Working, '86. 9), 일본 50, 미국 47, 이태리 37, 서독 25, 영국 15, 스웨덴 14등의 분포이다. 그 구성에 있어서는 NC공작기계(machining center 및 NC선반), 운반용 무인차(automatic guided viede), 자동창고, 소재착탈과 대기를 위한 주변장치 및 제어용 컴퓨터등으로 거의 정형화 되어 있고, 무인운반차의 개발생산도 전문업체를 중심으로 활발하다.

(3) 국내의 기술개발 현황

생산공장에서의 컴퓨터 응용은 국내 많은 업체에서 이루어지고 있으나, 그 내용은 대부분 MRP, 인사회계관리, CAD등 단편적인 이용에 그치고 있다. 자동화의 기본인 공작기계 NC화율도 0.5%로 낮으며 단지 몇몇 FMS를 개발 사용하는 초보적인 단계에 있다. 실례로 (주)통일은 머시닝센터 8대, 자동창고, 무인운반차, 2대로 구성된 가공용 FMS를 도입 '85년부터 운영하고 있고 또한 '86년 초부터 대우중공업 창원공장은 머시닝센터 7대, 무인운반차, 중앙컴퓨터로 구성된 FMS를 자체 개발하여 산업차량용 트랜스액슬의 정밀부품 가공에 이용하며, 인천공장에서는 유사한 FMS를 디젤엔진의 실린더블록과 헤드가공에 활용하고 있다. 또한 자동차 전장품 조립 및 몸체 용접라인의 자동화도 개발되어 운영되고 있다. 이상의 자동화는 레이아웃 단계부터 제어 소프트웨어에 이르기까지 순수한 자체기술로 개발, 국내 FMS 기술개발과 수출산업화 가능성을 보여주고 있다. 그러나 계획단계부터 CIM을 지향한 시스템의 확장성 부여, 소프트웨어의 모듈화 설계, NC 및 PLC(programmable logic controller)와 중앙컴퓨터간의 통신방식의 차이점 해결등에 있어 아직 미비하다 할 것이다. 한편 국책연구로서 '82년부터 생산자동화 기술개발이 KIMM과 KAIST에서 진행되고 있으며, 쌍용, 대우, 금성그룹의 기술용역사들과 한국 IBM, Qnix, 동양화학 외에 많은 대기업들이 플랜트의 공정제어, 일반관리용 프로그램, 생

산라인 자동화 프로젝트를 수주 개발하며, 일부 전자업체의 생산기술연구소를 중심으로 금형가공용 CAD/CAM, 무인운반차등의 국산화 개발을 추진하고 있다.

(4) 국내 기술개발 전망

앞서 서론을 통하여 선진국의 기술개발 동향은 FMS 개념을 확대, 기타 기능을 통합한 total system의 수축이다. 국내에서도 엔진부품 및 전자산업부문의 몇몇 대기업에서 FMS 설치에 관심을 가지고 검토하고 있으며, 국내 기술도 2000년도에는 중소기업의 CIM을 실현할 수 있을 것으로 전망된다. 앞서 지적한 소프트웨어와 시스템 전체에 걸친 데이터 베이스의 실현은 제조담당 엔지니어에 대한 CIM의 충분한 교육과 아울러 미결정 생산요소를 모의과정을 거쳐 처리할 수 있는 생산기술의 자립이 요구된다 할 것이다.

한편 FMS를 중심으로 한 기술개발 대상은 다음과 같이 1990년대에는 NC장치 국산화에 이어 기술적으로 자립할 수 있을 것이다.

즉 하드웨어 분야는 ① 무인운반차의 국산화, ② 자동창고 시스템의 자유로운 설계 및 제작, ③ 계층 및 분산제어를 위한 컴퓨터, PLC간 네트워크 구성 및 데이터 링크의 성능향상, ④ 자동조립 시스템의 정도 및 속도 향상개발, ⑤ 고장 신속복구를 위한 감시 및 이상진단 시스템 개발등이며, 소프트웨어는 ① 효율적 생산 스케줄 작성과 공정계획등 생산관리 소프트웨어, ② 컴퓨터, 제어 기기간 정보교환을 위한 통신방식의 표준화, ③ 경영 및 생산정보의 단일 데이터 베이스화 등의 과제가 그것이다. 이러한 기술들은 현재 공작기계, 자동차, 전자통신, 자동차 전문업체등에서 분야별로 개발되어 온 것으로서, 보다 자동화가 활성화 되기 위해서는 관련 부품의 적극 상품화와 전문업체간 협업을 통한 기술발전이 전망된다.

2. CAD/CAM

CAD/CAM이란 설계 및 도면제작에 이용되는 CAD 부분과 생산부문의 전과정에서 컴퓨터에 의해 일련의 작업과정을 추진하는 CAM 부분으로 분류된다.

(1) 선진국의 기술 개발 현황

최근에는 대형 시스템에서 마이크로 컴퓨터를 베이스로 하는 CAD/CAM 시스템에 이르기까지 다양하게 보급되고 있으며 3차원 도형처리, 데이터 베이스 관리 해석, 공학적인 설계, 프로세스 플래닝 NC 가공시스템 등이 유기적으로 연결된 종합 CAD/CAM 시스템으로 발전하고 있다.

미국의 CAD/CAM 시장(생산) 현황 및 제조업체의

매출액은 아래 표 1, 표 2와 같다.

일본의 CAD/CAM 시장규모는 1982년도에는 약 400 억엔, '85년도에는 약 2,000억엔 정도였으며 현재 4,000 여 시스템이 활용되고 있다(Japan Management Association 1986).

표 1. 美國의 CAD/CAM 市場 現況(생산)

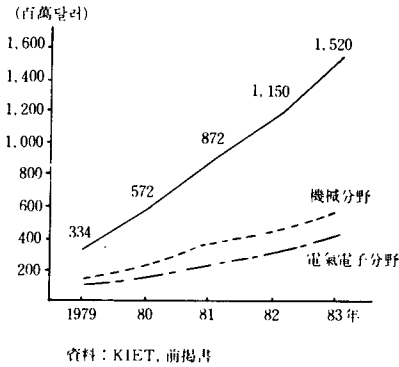
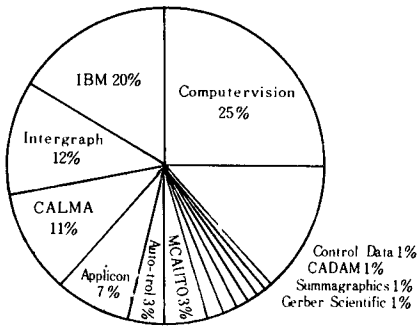


표 2. 1982년도 美國의 CAD/CAM 시스템 主要 製造業體의 賣出額 現況



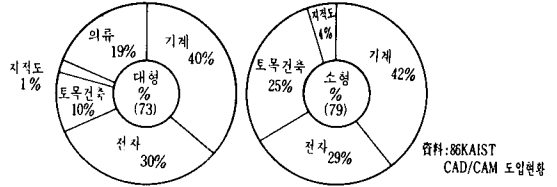
(2) 國內의 기술 개발 현황

1982년 정부가 CAD/CAM 분야를 국책연구 과제에 포함시키면서부터 활발해져서 KAIST CAD/CAM 연구실은 국산 소프트웨어 개발을 본격적으로 추진 이미 승용차, 기계설계 및 타이어 설계 CAD시스템을 개발했으며 현재는 컴퓨터 그래픽 기술 및 중소기업용 마이크로급 터키이용 소프트웨어를 개발 NC 공작기계와의 연결 기술 등을 연구하고 있으며 대우엔지니어링의 경우 16비트 마이크로 컴퓨터를 이용 MYDRAFT라는 2차원 제도 전용 시스템을 개발하였고, 한국기계연구소

도 '82년부터 CAD/CAM 전용 소프트웨어를 개발해 오고 있으며 금성반도체와 금성사도 국내 실정에 맞는 금형 및 응용 소프트웨어를 개발할 예정이다.

현재 국내에 CAD/CAM을 도입한 업체는 대형의 경우 73개 업체, 소형이 79개업체로 적용 분야별 현황은 아래 표 3과 같다.

표 3. 적용분야별 도입업체 비율



(3) 기술개발 및 시장전망

컴퓨터 기술의 발전에 따른 하드웨어 가격의 저렴화 및 소프트웨어의 다양화, 보다 더 정밀한 다기능 워크스테이션의 등장에 예상됨에 따라 CAD/CAM 기술은 미래형 공장과 연결하여 MIS, 설계생산, 검사, 출하까지의 전 과정을 단일 데이터 베이스로 제어하는 CAD/CAM 시스템 및 인공지능을 이용한 전자용 CAD/CAM 시스템의 개발로 나아가고 있다.

현재 국내의 CAD/CAM 기술 수준은 초기단계에 머물고 있는 실정이나 국내 주요 10대 컴퓨터 제조업체들의 컴퓨터 및 CAD/CAM의 연구개발에 대한 투자비율이 '83년에는 총매출비 14.28%인 19억원, '86년에는 총매출액비 7.6%인 1,340억원을 투자할 계획이다 (KIET기업실사 1983. 8).

또한, CAD/CAM 분야의 고급 인력의 수요도 '81년에는 석사 및 박사의 수요가 7명에 불과하던 것이 '85년에는 53명 '91년에는 265명이라는 연평균 40%의 증가를 보이고 있으며 CAD/CAM의 수급현황은 아래 표 4와 같이 자동화 분야의 신제품으로서 그 수요가 급진적으로 팽창하여 2000년도에는 국내 수요가 7.5억달러로 예상되고, 당분간 수입의존도가 높을 것이나 시장점유율이 높은 기계, 전자 부문의 응용 소프트웨어 개발 및 소형 컴퓨터를 이용한 CAD/CAM 시스템의 개발로 2000년도의 수입의존도는 55%로 낮아질 전망이다.

3. 로봇과 인공지능

(1) 선진국의 기술개발 현황

1962년 Unimation사에서 최초로 현대적 로봇트가 개발된 미래 미국은 노조등의 압력으로 그 보급이 부

표 4. CAD/CAM 수급현황과 전망
(단위: 백만달러, %)

구분 \ 년도	'79	'80	'82	'85	'90	'2000
미국시장규모(생산)	334	572	1,150	2,500	9,400	37,600
국내 수요	-	0.8	1.6	14.4	160	752
수입	-	0.8	1.6	14.4	145	414
수입 의존도(%)	-	100	1,150	100	90	55

(자료: 컴퓨터 비전 '85년 11월호) - 2000년도는 추정치임.

진행던 반면 일본은 로봇의 중요성 및 응용성에 착안하여 1970년대부터 산업현장에 투입, 제품의 균질화 및 원가감소에 크게 기여하고 있다.

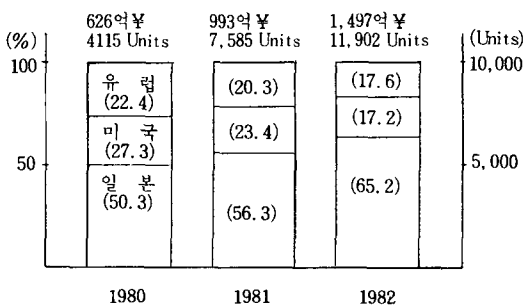
현재 보유중인 제품의 갯수면에서 단연 일본이 압도하고 있으나(표 5)대부분이 간이 또는 단순 로봇로서 고급 로봇의 경우는 오히려 미국이 많고 그 외에 영국, 독일, 스웨덴, 이태리, 프랑스 등에서 사용이 증가되고 있어 전체 규모면에서 1980년에서 1982년에 걸쳐 25%의 증가율을 보이고 있다.

최초의 로봇들이 주로 사람이 하기 어렵고 위험한 원자력 발전설비에 응용되었고 이후 자동차 산업의 호황 및 임금상승으로 로봇 수요의 대부분이 자동차 업체를 중심으로 이루어져 왔으나, 응용기술의 확대로 차차 아크용접, 이송, 도장, 실링, 조립등 다양한 분야로 확산되어가고 있고(표 6) 로봇 자체의 다양성은 특성으로 보아 앞으로의 응용은 무궁무진하다 하겠다.

로봇의 핵심기술은 근본적으로 컴퓨터기술, actuator 제조 및 제어기술과 기계기술의 접합기술로 이러한 근간기술의 발전에 의해 크게 영향을 받고 있다.

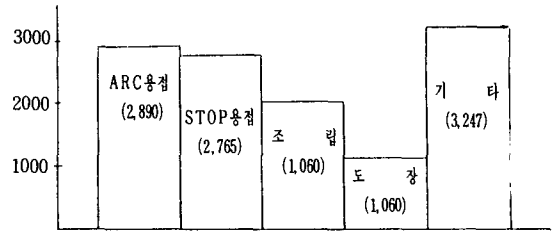
현재 연구되고 있는 분야로선 고속운전 및 정밀도를 향상시키기 위한 운동제어 측면의 적응제어, 운동범위의 확장 및 singularity 문제를 해결하기 위한 7축 또

표 5. 지역별 로봇 생산갯수



(외국): NRI 보고서 '84

표 6. 응용분야별 판매 갯수



(1982년도): NRI 보고서 '84

는 8축 매니퓰레이터 개발, CAD/CAM 분야와 접속시키기 위한 통신 protocol의 개발 및 표준화, 다양한 작업환경에 쓰일 수 있는 END EFFECTOR, 정비성 및 장착성을 단순화시키기 위한 direct drive arm, AC motor 및 드라이버, 손쉬운 프로그래밍 및 사용성을 향상시키기 위한 언어개발, 로봇의 적응성을 높이기 위한 각종 센서 및 응용기술 개발, 특히 시각 및 청각을 이용한 인공지능쪽의 연구가 로봇과 접합되어 크게 발전해가고 있다. 특히 일본에선 핵심기술의 심화 및 중복개발로 인한 연구비의 낭비를 막기 위해 국가주도형 장기 프로젝트의 하나로서 핵심기술별로 산업체 및 학교가 지정되어 연구개발을 공동으로 추진하고 있다.

(2) 국내 기술개발의 현황 및 시장 현황

산업용 로봇의 국내도입은 1970년 효성정밀을 효시로 도입되기 시작하였으며 기아, 효성, 대우중공업, 삼성, 포항제철등에 일부 보급이 이루어졌고 '86년부터 현대자동차 및 대우자동차에 대량 투입되어 현재 보유 갯수는 약 3백대에 이를 것으로 추정된다.

기술개발은 1977년 후반 한국과학기술원을 중심으로 시작되었으며 현재 대우중공업, 삼성정밀, 현대중공업, 금성사등의 기업체 연구소 및 대학, KIMM등의 국가출연 연구소등에서 연구에 참여하고 있다.

본격적인 개발 및 제조기술 측면에선 대우중공업이 1984년 초 최초로 아크 용접용 로봇을 개발, 판매하기 시작하였고 이후 삼성정밀이 SCARA형 로봇을 개발 자체 생산라인에 적용하였으며, 현재 현대중공업에서 spot 용접용 도밀트를 생산하여 자동차 산업에 적용하고 있다.

그러나 대기업의 일부 생산라인을 제외하곤 로봇 적용이전에 선행되어야 할 자동화를 위한 개념정립 및 응용기술의 미숙으로 수용창출이 매우 어려운 실정이다. 따라서 국내의 전체 시장규모로는 low cost automation에 대한 수요가 훨씬 크며 이에 필요한 단순 매

니플레이터 및 간이 제어기등의 공급이 절실히 요망되는 실정이다.

국내 기술개발의 주요방향은 시각장치 및 로봇트 적용기술 개발, 매니플레이터의 매커니즘 개발, 용접센서 및 제어기술, 로봇트 언어, AC 모터 및 드라이버, 간이형 로봇트 및 응용기술 개발등에 활발한 투자가 이뤄지고 있다.

(3) 향후 기술개발 및 시장 전망

국내적으론 자동차, 반도체 사업 및 전자산업의 호황이 계속될 것으로 보이며 그에 따른 대규모 시설투자가 지속적으로 추진될 것이므로 이에 필요한 spot용접, 아크용접, 도장, 운반 및 조립 로봇트의 적용이 대기업군을 중심으로 크게 급증될 것으로 보인다.

또한 현재 국내실정이 수동 및 반자동 체계에서 자동화 체계로 전환되는 과도기에 있어 80년대 후반까지 간이자동화에 대한 수요가 폭발적으로 늘어날 전망이다. 세계적으론 새로운 응용분야의 확산이 가속화되고 있고 단순형에 비해 고급 지능로봇트의 수요가 급증하고 있어 90년대 중반에 이르면 시장규모면에서 지능로봇트가 전체규모에 50%에 이를 전망이며 전체 로봇트의 댓수가 '85년 현재 20만대에서 '90년도엔 90만대에 이를 것으로 보인다.

따라서 국내 기술개발은 우선 해외시장을 지향하여 선진국의 기술력과 경쟁하기 위한 고급 기술지향적 연구와 국내 수요창출 및 대처를 위한 단순 또는 중급기술의 확대 및 응용기술 확보란 이중의 목표를 설정하지 않을 수 없는 실정이다.

향후 '90년대의 국제 기술경쟁력 확보란 측면에서 시각장치 및 응용 소프트웨어, 초정밀 제어 및 고속제어, FA 분야의 통신망, 매니플레이터의 효율적 매커니즘 및 재질, 이동로봇트에 대한 집중적인 연구 및 개발투자가 이루어져 2000년도엔 그 투자규모가 300억원에 이를 것으로 보인다. 한편 국내 시장규모는 '86년도 100억원(추정) 규모에서 연평균 20%이상 성장하여 2000년도에는 3,000억원에 이를 것이다.

4. 수치제어 장치

(1) 선진국의 기술개발 현황

기계가공의 합리화와 자동화에 획기적인 전기를 가져온 NC 장치는 1952년 미국 MIT대학에서 개발된 이래 '60년대 IC의 본격적인 출현으로 NC 장치가 상품화된 이후, '80년대부터 custom LSI를 채용한 다기능, 저가(입출력 회로를 한장의 기판으로 설계가능), 고급 NC 장치의 개발과 또한 FMS를 지향한 DNC

(direct numerical control) 접속기능, 상위 컴퓨터 및 주변기기와의 정보 교환용 네트워크의 표준화등이 일본, 미국을 중심으로 개발 발전되고 있다. 현재 주요 선진국의 개발추진 내용은

- ① Custom LSI 채용한 NC 개발(고신뢰성)
- ② 16비트 마이크로 프로세서 채용 고신뢰성, 고속 계산, multi-task가능)
- ③ 디지털 AC 서어보 모터 채용(고정도성)
- ④ 대화형식의 프로그래밍 입력, 도형의 3차원 처리 기술
- ⑤ 강력한 프로그래머블 콘트롤러 채용(man-machine I/E)
- ⑥ TOTAL-FMS용 DNC, 네트워크 기술
- ⑦ 절삭조건 변동에 따른 적응제어 기술

등으로 그 대부분이 실제 제품에 적용되고 있다. 참고로 '84년 세계 NC공작기계 생산대수를 보면 일본이 38,036대 서독이 9,966대 미국이 5,150대를 생산하여 '81년 이후 세계시장에 50%정도를 점유하고 있으며, 일본 국내에서도 NC 장치 및 FA 기술수준이 가장 우수한 FANUC사의 경우는 그 해 일본 생산량의 75%인 28,527대를 생산한 결과를 보아도 기술개발 및 생산성향상의 과제가 얼마나 중요한가를 알 수 있다.

(2) 국내 기술개발 및 시장현황

국내 NC 공작기계 역사는 '70년 중반 일본으로부터 생산기술을 도입하여 CKD(complete knock down) 레벨로 생산을 개시해 현재는 NC 장치 및 특수부분을 제외하고는 90%이상 자체 설계가 가능하나 공작기계의 핵심인 NC 장치 만큼은 소프트웨어의 자체 설계능력의 부족과 주변 반도체 산업의 미성숙으로 그동안 소요량 전망을 일본등지로부터 수입에 의존하고 있는 상황이다. 그동안 국내 연구기관 및 일부 공작기계 생산업체에서 연구 및 개발을 실시하여 극소량을 생산하고 있는데 현재까지의 연구 및 개발된 결과는 완전히 국내 기술진에 의한 자체개발이 아니라, 기술도입 및 외국 연구인력의 지원을 받아 개발되었음을 부인할 수 없다. 따라서 이러한 기술의 종속성을 탈피하기 위해서 '86년 8월 국내유수 공작기계업체들이 모여서 NC 장치 공동사업추진에 합의함으로써 본격적인 연구개발이 추진될 전망이다.

한편 한국공작기계협회가 조사한 통계자료에 의하면 '85년 공작기계 생산실적(표 7)은 105,222 백만원으로 전년의 81,997백만원 보다 28.3%가 증가하였고, '84년 18%보다 11.2%나 크게 증가하여 국내 공작기계 수요의 고급화가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 7. 공작기계의 NC화율 추이

(단위: 천대, 십억원, %)

국가	구분	'77('76)			'85('83)		
		전체	N C	NC화율	전체	N C	NC화율
한국	당해년도 생산대수	5.52	0.071	1.28	21.971	0.748	3.4
	당해년도 생산금액	34.48	2.71	7.9	105.225	30.725	29.2
일본	당해년도 생산대수	100	2.2	2.2	140.11	26.408	18.8
	당해년도 생산금액	1035.0	180.0	17.4	3862.578	2346.388	60.7

주: ()는 일본의 당해년도

자료: 「NC공작기계산업 현황과 전망(KIET, '84, 10)」

「월간공작기계 '85. 9」

「월간산업, 기술동향(KIET, '85, 10)」

「공작기계 통계요람, 한국공작기계공업협회 '85」

(3) 국내 기술개발 및 시장전망

이상과 같이 국내시장의 성숙과 각 관련 공작기계업체의 생산기술 축적 및 설계능력이 배양되어 2000년대에는 아래와 같은 기술개발이 축적될 전망이다.

(가) NC장치 설계

- ① NC장치의 상세 설계기술('87)
- ② 디지털 AC 서어보모타 설계기술('87)
- ③ 대화형식의 프로그래밍 및 시뮬레이션 기술('87)
- ④ 적응제어 기술 및 네트워크 기술('88)
- ⑤ AI 시스템을 활용한 expert 시스템 엔지니어링 기술('95)

(나) 기타기술

- ① NC공작기계의 고속화('89)
- ② 초정밀 가공('90)

또한 국내시장 규모(표8) 역시 전자, 자동차 및 관련 부품산업의 활성화와 수출의 지속적인 신장에 의해 '86년 이후 '90년까지는 매년 20%정도, '91년이후는 15% 증가가 예상되며 생산능력 역시 자동화, 무인화로

표 8. NC장치 수요와 전망

(단위: 대, 백만불)

구분	년도	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	2000
내수	국산화율(%)	69.7	64	72.3	78	80	84	87	89	95
	국산	268	294	452	585	656	802	962	1148	2660
	수입	116	165	173	165	158	150	140	130	1150
	계	384	459	625	750	814	952	1102	1278	2775
수출		103	195	296	313	421	492	589	713	4893
국내 생산수량		371	489	748	898	1077	1293	1551	1861	7553
국내NC수요금액		5.57	7.34	11.22	13.47	16.15	19.39	23.27	27.92	113.30

자료: 「NC공작기계 업체의 현황과 전망」, 「공작기계 통계요람 '85」

주: 대상NC장치가격 (15,000불/대)

2000년대는 7,553대 수준을 돌파하여 '85년 기준 세계 총생산량(75,000대)의 10% 수준에 도달할 전망이다.

수치제어 장치의 향후 전망을 요약하면 2000년도에는 자체 NC 장치의 생산이 활발해지고, NC 장치 설계기술 수준이 활성화 될 것이 예상되며, 또한 반도체 및 일반소자 산업의 발전에 힘입어 일반 IC들의 많은 부분이 HYBRID IC 및 custom LSI로 대체되어 NC장치가 더욱 소형화 될 것이다. 또한 정밀가공 기술의 향상과 생산설비의 자동화로 NC 공작기계 및 NC 장치의 생산능력이 확대되어, 수출량도 년간 4,893대 수준을 유지하여 국내 무역수지 개선에 큰 기여를 하리라 예상된다.

5. 프로그래머블 컨트롤러

(1) 선진국의 기술개발 현황

PC(programmable controller)는 산업 자동화 시대에 있어 공장자동화 제어시스템의 핵심을 이루는 기기로 종래의 릴레이(relay),타이머(timer),계수기(counter)등 다수의 상이한 기기들로 이루어진 회로판 반도체를 사용하여 소형·경량화 시킨 것으로 공장생산라인의 제어, 플랜트 설비의 공정제어등을 비롯 각종 가공기계, 조립기계의 자동화, 환경제어등의 광범위한 분야에 사용되고 있다.

최근의 PC는 복잡·다양화된 현장의 요구에 응하도록 기능면의 충실을 기하고 연산기능, 아날로그 입출력처리, 통신기능, 데이터 처리기능, PID 제어등을 갖춘 고기능의 기기로서 저가격의 콤팩트한 제품개발과 시리즈화 그리고 그래픽 프로그래머등 주변기기의 성능향상에 주력하고 있다.

일본의 PC 시장규모는 1986년 약 1,000억엔 정도로 매년 약 20%씩 증가하고 있으며 선진 각국에서는대형 고기능화된 제품에 이어 소형 콤팩트한 PC 개발에 중점을 두고 있다.

(2) 국내 기술개발 및 시장현황

국내 PC 시판업체들은 처음엔 주로 일본의 제품들을 다루어 왔으나 최근 그동안의 기술축적을 통하여 금성, 삼성, 신영, 현대전자등에서 자체개발을 추진하고 있으며 금성 및 삼성에서는 이미 소형 PC의 개발이 완료되었다(표 1 참조)

그러나 현재 국산화 되어 시판되고 있는 PC는 주로 입출력 250점 이하의 중·소형 PC로서 단체기계의 시퀀스 제어용이 대부분으로 앞으로 산술연산, 데이터변환 컴퓨터 링크등의 고기능화와 하드웨어의 콤팩트화가 요구되고 있다.

국내의 PC 시장규모는 약 400억원에 이르며 단체기

표 9. 국내에서 개발된 PC의 사양

항 목	사 양	
	소 형	중 형
제어방식	Stored Program 방식	
프로그램 언어	Relay Symbol (Ladder Diagram)	
프로그램 용량	1024word	4000 word
입출력 점수	20~60점	250점 이하
명령어 기능	Sequence 명령	Sequence명령+응용명령
성능/가격 비교(일체)	강	약

계 및 설비의 제어방법에 있어 PC의 사용이 증가되고 있다.

(3) 기술개발 및 시장전망

제어분야에서 종래에는 PC가 단체기계의 콘트롤러로서 많이 사용되었으나 오늘날 FA 시스템이 계층화되면서 NC장치, 로봇 콘트롤러, 범용 컴퓨터와 같은 타기종의 제어장치와의 인터페이스 또는 PC 상호간의 커뮤니케이션이 중요하게 되었다. 따라서 최근의 PC는 다음과 같은 분야에서는 기술개발이 진행되고 있다.

- Scan time의 개선을 위한 고속처리용 하드웨어 개발
- 소규모 PC의 콤팩트화와 중규모 PC의 고기능화
- 통신기능의 보완: 제어의 계층화를 위한 PC와 다른 콘트롤러(상위 컴퓨터등)와의 MAP(manufacturing automation prtocol)등을 통한 접속기능
- 프로그래밍 언어의 다양화:기능의 고도화에 따른 프로그래밍 언어의 고급화와 사용자가 취급하기 쉬운 언어개발(맨·머신 인터페이스 기능)

현재 자동화의 추세는 그림 5 과 같이 제조업 설비투자에서 있어서 PC의 사용이 증가되어 국내 PC수요 증

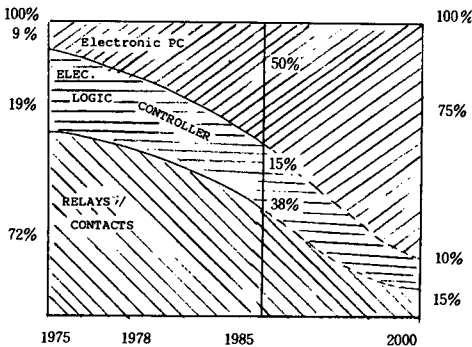


그림 5. 제조업 설비투자에서의 PC 이용율

가율이 연간 20% 정도로 2000년도 국내시장 수요는 약 4,000억원으로 추정된다. 따라서 국내 개발업체에서는 우선 소규모의 콤팩트한 PC 및 중규모의 고기능을 갖는 제품개발과 아울러 신뢰성 향상에 주력하고 있다. 이러한 추세로 볼 때 향후 4~5년내에 중소규모의 PC에 있어서 경쟁력 있는 제품의 국산화가 이루어질 전망이다. 2000년경의 PC는 재고관리, 자기진단수리, 보고서 작성등과 같은 더복잡한 기능을 보유하며 미니컴퓨터와 필적할만한 기능을 갖추어서 산업자동화 분야의 컴퓨터 응용제어 시스템으로서의 기여가 클 것이다.

6. 기타 요소부품

(1) 모터

모터는 전기에너지를 기계에너지로 변환하는 장치로서 특히 소형모터의 수요는 VTR, 자동차, 컴퓨터 주변기기 산업의 발전에 따라 스테핑모터를 중심으로 시장이 확대되었다.

또한 공장자동화의 물결과 함께 고정밀 제어용으로 서보모터의 시장도 확대되는 추세에 있다.

DC 서보모터의 경우는 정류자로 인한 보수측면에서의 단점이 있어 일본 TOEI전기에서 최초로 DC브러시리스모터를 개발 상품화 되었으며 그 이후 FANUC, YASKAWA, Toshiba등 여러 업체에서 생산하고 있으며 1984년 일본내 판매량은 253억엔이었으며 매년 20%의 신장률을 기록하고 있다.

또한 경박단소하고 구동방식에서 감속기구(기어, 볼-스크류 등)를 사용하지 않는 다이렉트드라이브 모터의 연구가 진행중에 있다.

AC 서보모터는 중·소용량(50W~3KW)용으로 SM형(DC브러시리스)에 주로 생산되고 있으며, IM형은 서보용으로는 성능이 뒤져 동작기계의 경우 스피들모터로 적용되며 약 30KW 이상의 용량은 연구단계에 있다.

국내에서도 DC서보모터와 드라이버개발에 이어 AC서보모터와 드라이버개발의 연구가 진행중으로 교류 제어(벡터제어)용 연산회로의 custom LSI화와 전력부의 모듈화를 함으로써 AC 서보모터를 채택할 수 있을 것이며 1990년 이후에는 상품화 되어 약 40%이상이 AC서보모터로 대체될 것으로 예상된다.

국내의 서보모터 시장은 현재 연간 3,000대 수준이나 NC 동작기계와 로봇산업의 활성화에 의해 매년 20%의 증가율이 전망된다.

(2) 센서

자동화에 있어 컨트롤러가 액츄에이터(기계)에 필요한 제어명령을 내려주기 위해 외부의 상황을 감지하여 필요한 정보를 제공하여 주는 것이 센서이며 방법에 따라 접촉식 센서와 비접촉식 센서로 나눌 수 있다.

접촉식 센서에는 리미트 스위치류, 터치센서, 면접촉 센서등이며 비접촉식 센서에는 고주파 발전형, 정전용량형의 근접센서와 광전스위치, 적외선센서, 초음파센서 및 시각센서로 나눌 수 있다.

일본의 경우 센서류의 수요가 1985년 450억엔으로 1980~1985년 사이에 160%의 증가를 보였다.

특히 시각센서는 입력센서로 비디콘카메라나 CCD 카메라를 사용 영상신호를 비디오 디지털이저로써 컴퓨터에 입력시켜 화상처리에 의해 특징을 추출하여 검출하는 방식으로 가장 기술수준이 높은 분야로 선진외국에서는 시각센서가 검사용, 로봇용으로 적용되고 있으며 근래에는 3 차원 시각장치도 제품화 단계에 있다.

현재 국내에서는 시각센서를 제외한 센서는 생산 또는 국산화 단계에 있으며 시각센서는 1983년부터 연구개발을 시작하여 진행중이며 향후 5년 이내에 상품화 될 것으로 기대된다.

표10은 시각센서의 미국내 시장을 예측한 것이다.

표10. 미국내 시각장치 시장예측
(단위: Million US Dollar)

년 도	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	2000
판매액	20	40	80	120	180	250	360	555	860	2,800

(3) 계측제어장치

계측은 기준되는 것과 계측되는 대상을 비교하여 수치화 하는데서 시작되며 현상적인 물리량을 전기량으로 변환하여 검사 또는 제어 목적으로 사용한다.

선진 외국에서는 3 차원 측정기가 1969년에 일본에서 개발되어 1975년부터 보급되고 있으며 현재는 레이저를 이용한 측정장치의 개발로 측정범위가 0.01 μ m에 이르고 있다.

현재 국내에서는 계측에 의한 공정제어와 제품의 정밀도를 위해 사용되는 계측제어 장비를 도입적용하는 단계이며 센서의 연구개발과 더불어 향후 5년후에는 측정점사용부터 국산화가 가능하리라 예상된다.

표11은 일본에서의 10년간 측정기기 생산액을 보여 준다.

표11. 일본의 측정기기 생산액
(단위: 억엔)

년 도	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
측정기기	890	700	1,200	1,500	1,600	1,900	2,200	2,400	2,450	2,500
정밀측정기기	90	80	85	90	100	150	230	280	290	280

이상에서 자동화 요소 기술과 시장전망에 대해 서술하였거니와, life cycle이 짧아 시장의 판도는 수시로 변화하면서 2000년대까지 지속되리라 전망된다.

미국의 자동화 설비의 시장규모는 표12에 나타난 바와 같다.

표12. 미국 자동화 설비 장기수요 전망
(단위: 백만불)

구 분	1972	1977	1982	1987	1995
산업용 컴퓨터	1,546	1,691	2,280	3,250	5,515
CAD/CAM	-	99	930	2,800	9,800
NC 공작기계 및 제어기계	1,277	2,496	3,937	7,930	18,085
산업용 로봇트	9	26	190	900	4,000
계	2,829	4,312	7,337	14,880	37,400

이것을 분석하면 '95년 미국의 자동화 시장은 약 374억불 규모로 전망되며 대표적 시장은 산업용 컴퓨터, CAD/CAM, NC 공작기계 및 제어기계, 산업용 로봇으로 구성된다. 시장특성은 자동화의 기반이 되는 NC 공작기계 및 제어기계가 주축으로 (48%), '87년부터 연간 11%의 증가율이 예상되며, 산업용 컴퓨터는 '87년부터 연간 6.8%의 낮은 성장으로 '95년 자동화 설비 시장의 15%에 머무르며, CAD/CAM과 산업용 로봇트는 연간 17~20% 평균성장률을 보여 '95년도에 전 자동화 설비중 각각 26.2%와 10.7%를 차지할 것으로 예상된다.

한편 2000년도 국내 시장규모는 산업용 컴퓨터와 CAD/CAM을 합쳐 6,700억원, 로봇트 및 인공지능 부문이 3,000억원, NC 및 PLC가 5,000억원으로 전망되어 '95년도 미국 시장규모의 7% 수준에 이를 것이다.

개발기술의 특성은

① 자동화 기술 및 시장 추세는 시장 점유율이 큰 몇 개의 대기업에 의해 결정되며 (예: IBM)

② 창조성과 기술개발이 빠른 중소기업형 첨단기업이 많이 창출되고 치열한 경쟁속에 대기업의 시장을 보완하여 시장을 형성할 것이다.

한편 자동화 기술원은 정부지원 연구소, 대학과 같은 개방기술, 기업으로 나눌 수 있으며 기술이전은 국가

Ⅲ. 결 론

1. FA기술의 기업화 전망

표13. 핵심기술 개발전략

No.	분 류	기 술 내 용	개 발 전 략
1	수출지향 기술	CAD/CAM; • Work Station 및 관련기술 • 응용 소프트웨어 및 관련기술 산업용 컴퓨터 • 고성능 제어용 및 Interface기술 • 제어 및 통신 소프트웨어 산업용로봇 • 보행, 이동, 감시용으로 이동과 감각기능 로봇 NC장치; • 고정도제어 및 통신 소프트웨어 • 적응 제어기술	국책과제로 우수한 인력 확보 추진 국책으로 자동화 기술경험 및 기술축적 업체 지원 산, 학, 연 공동 프로젝트 수행 관련업체 공동개발 및 정부지원
2	자동화 요소부품	서보모터, 센서류, 계측제어기기	기업주도, 정부적극지원(초기) -전문업체 지정
3	취약생산 기술	자동검사, 조립, 운반, 가공기술등 간이자동화 • 노동집약분야 자동화(봉제, 제화) • 미래를 대비한 첨단자동화(CIM)	-전문용역 업체 육성 -산, 학, 연 공동, 국책개발 -학, 연 기초기술 확보, 산, 학, 연 Pilot Project수행
4	반도체컴퓨터 생산설비	•반도체, 컴퓨터 자동생산 설비	-국책개발과 연계 년차적 국산화

간 공동연구, 대학간의 학생교환, 학회활동, 공동연구 및 기업간의 기술이전으로 이루어지되 선진국의 제 2 선 기업으로부터 기술획득이 가능한 것이나 제 1선 기업과의 경쟁을 위해서는 자체 기술 개발의에는 방도가 없을 것이다.

2. 기술개발을 위한 전략과제

우선 자동화 기술의 핵심은 이미 진출한 바와 같거나 전략을 위한 분류로서 ① 수출산업으로 비교 우위의 핵심기술, ② 자동화 요소부품, ③ 국내 취약생산 기술로 파급성이 높은 기술, ④ 반도체, 컴퓨터, 통신 기기 자동생산설비 국산화 등으로 나눌 수 있어 그 전략은 표13과 같다.

3. 2000년도 FA 기술개발 전망

이상으로 FA 기술의 기업화와 개발전략에 대해 요약 하였던 바, 수출주도형 경제단위로서의 한국은 국제경 제력 강화가 숙명적 과제이며, 이점에서 공장자동화의

발전 속도는 다른 어느 국가의 예보다 크리라고 전망 되어 2000년도에는 일본, 미국등에 못지 않은 FA 선진 국으로써 발돋움 하리라고 보여진다.

즉 대기업은 물론 중소기업에도 자동화가 전반적으 로 실현되어 다품종 소량 생산방식으로 복잡한 형상 의 가공이나 고속연도를 요구하는 조립, 검사 작업에 사람이 필요치 않게 되고, 폐회로 TV나 압력, 전류센 서로 이상상태의 감지는 물론 자동운전중 상황의 변동 에 따라 최적작업 조건을 찾을 수 있는 기체가 현장 에 설치된 이른바 "인공지능화된 공장"이 2000년대 초 의 한국의 공장상이 될 것으로 전망된다. 그러나 이것 은 저절로 이루어지는 것이 아니고 産, 學, 研의 유기 적인 협조-제품은 산업이, 핵심기술 및 integration 은 연구소가, 기초기술은 대학이 개발하며, 인력의 육 성과 유지를 중시하는 협조와 현실적 요구를 직시한 적극적 FA 기술개발 노력이 경주되어야 함은 자명한 사 실이라 할 것이다. *

◆ 用 語 解 說 ◆

위성 구조 모델

위성 발사에 앞서 제작되는 위성 구조의 모델로서 위성의 구조가 지상 운반시, 발사시, 우주 공간 운행시에 받는 진동, 충격, 가속도등에 견딜 수 있는가 하는 여부를 확인하기 위해 사용한다.