

# 기계자동화 와 항공산업

—〈上〉—

紙面關係로 〈上〉·〈下〉로 나누어  
〈下〉篇은 다음호에 게재합니다.



金 浩 然

〈한국기계연구소 NC센터부장〉

## ◇ 기계시스템의 발전

선사시대 때 뼈, 돌, 나무 등의 도구를 사용하던 인류는 동력의 발전과 아울러 여러가지 도구와 기계를 고안하여 활용하였다. 이러한 단순 도구는 인력의 효과적인 이용을 통하여 기계화되었다. 풀무라든지, 물레등에서 그 예를 찾아볼 수 있다. 여기에는 초기의 간단한 자연력을 포함하기도 하였다.

산업혁명을 가능케 한 「와트」의 증기기관의 발명은 기계의 동력화를 통한 생산성의 획기적인

향상을 가져왔었다. 이때부터 운동부와 동력부의 분리가 가능하게 되었다.

전자산업의 발전은 동력기계의 제어기능을 강화할 수 있게 하였다. 이와같은 수치제어기능을 가진 기계는 과거 Cam등의 기계요소에 의한 순차 제어와는 달리 디지털신호를 이용하여 유연한 제어가 가능하게 되었다.

컴퓨터의 성능향상과 함께, 인간은 두뇌기능을 대행하여 주는 논리판단 기구의 고안에 노력하게 되었다. 미래의 기계시스템은 이러한 관점에서 보면 지능화된 기계시스템이 될 것 같다. 즉, 작업의 내용, 작업의 방법, 그외의 여러가지 내용을 스스로 결정하여 수행하는 기계시스템이 미래의 모습이 될 것이다.

이제 기계공업에서 이러한 발전의 양상을 찾아보면, 단순도구와 각종 수동기계는 13세기에 포울선반이라고 불리는 공작기계가 나타난 이래 1769년 영국의 「스미튼」이 수차를 이용하여 밀링을 만들고, 전기를 동력으로 사용함에 따라 공작기계에서도 동력기계의 일대전환기를 가져왔다. 미국에 있어서는 남북전쟁중에 전쟁에 필요한 무기류의 대량생산을 위하여 호환성 있는 생산의 필요성으로, 공작기계의 정밀도와 측정기시설이 요구되었고, 숙련노동자의 부족현상도 나타났다. 1818년 평면밀링과 그후의 모방절삭기는 이러한 이유로 등장하였다. 「테일러」의 과학적관리법에 기초한 생산합리화와 대량생산의 요구는 포드자동차회사 등에서 운반장치의 개발과 전용자동기계의 사용을 가능하게 하였다. 그 후 2차세계대전은 자동제어에 대한 각종 이론적 연구의 배경이 되었고 자동공작기계의 일렉트로닉스화를 추진하도록 하였다.

최초의 기계와 전자의 결합은 1947년경 부터 추진되기 시작했다. 헬리콥터날개의 윤곽검사용공구를 만드는 공작기계의 컨트롤을 수치화 하는데서 아이디어를 진전시켜 NC공작기계를 만든 것이다. 기계가공의 자동화는 이렇게 탄생하여 생산능률의 향상과 고정도 가공 등의 결과를 가져왔다.

그러나 이제 시대의 변화는 제품의 다양화, 생활양식의 변화, 가치관의 변화, 숙련공의 부

죽동에 접하여 기계가공의 자동화에서 기계공장전체의 자동화를 필요로 하게 되었고 더 나아가 기계공장의 무인화를 꿈꾸게 된 것이다. 인간은 필요한 작업의 수행에 있어서 요구되는 적절한 조작에 있어서 그의 지능을 대행하여줄 논리적 기계의 도입을 만나게 된 것이다. 그것이 컴퓨터이고 이것은 자동공작기계, 자동반송기계, 자동착탈기계, 자동공구교환기계등과 결합하여 기계공장 무인화를 실현시키게 된 것이다.

이상에서 설명한 기계시스템의 발전과정을 요약해 보면 단순도구→수동기계→동력기계→NC기계→지능기계의 단계로 발전되어 왔다고 할 수 있다.

## ◇ 기계시스템과 자동화 요소

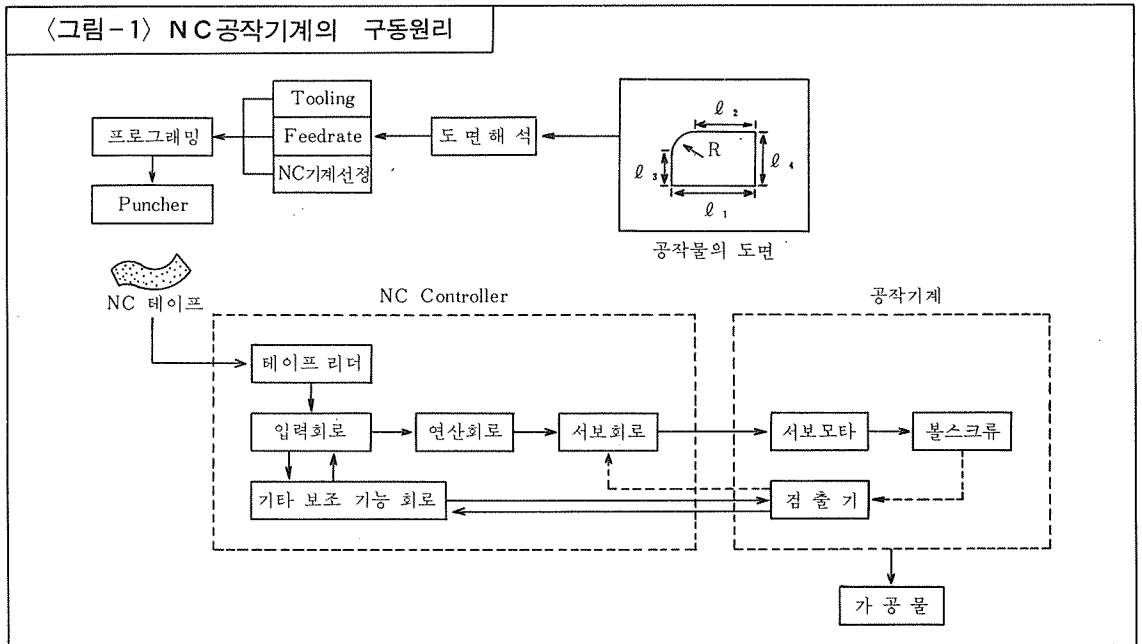
먼저 기계시스템과 자동화를 구성하고 있는 대표적인 시스템 기술을 살펴보는 것이 좋겠다.

유연하고, 보다 정확하고, 보다 풍부한 자동화의 실현이 가능하도록 변모하였다. 먼저 기계공업에 있어서 시스템론적인 접근을 가늠하게 하였던 자동화의 대표적인 요소기술을 몇가지 설명하여 본다.

### ◎ NC공작기계

재래식 공작기계를 작동하는 현장을 상상하여 보자. 공장에서 한 숙련공이 청사진으로 된 도면을 보면서 뒷주머니에는 버어니어캘리퍼스를 끼고 잔뜩긴장한 채 두손으로 조절나사를 움직이며 무척이나 바쁘게 조작하고 있을 것이다. 똑같은 제품을 가공하기도 쉽지 않은 작업이고 장시간의 가공을 요하는 지루한 작업의 경우에도 반드시 지켜보고 있어야 하는 것이다. 복잡한 곡면의 가공은 모방가공기를 이용하지 않으면 두손 들어야 한다. NC공작기계란 위의 귀찮고 번거로운 작업에서 사람을 해방시켜 보려는 인간노력의 산물이다. NC란 numerical control

〈그림-1〉 NC공작기계의 구동원리



과거 자동화는 Cam구동장치를 이용하거나, 유공압시설의 순차제어(Sequence Control) 등 고정된 형태의 자동화 모습을 띠고 있었다. 이런 자동화는 최근 컴퓨터의 빠른 발전과 함께 보다

(수치제어)의 뜻으로 수치를 이용한 코드화된 약속들에 의하여 기계의 조작을 행하는 것이다.

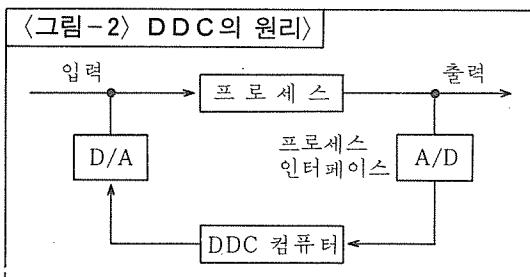
이 NC공작기계의 고안은 1947년 미국의 「Parrsons」씨가 제시하여, M. I. T.의 서어보기구연

구실로 옮겨져 1952년 세계 최초의 Prototype 밀링머신을 개발함으로써 탄생되었다. 1955년에는 상업적 목적으로 5축까지의 선반을 Warner & Swasey 회사에서 개발하여 시판하게 되었다. 대체로 이때를 기준으로 항공산업등에의 적용을 위한 NC 공작기계개발이 중점적으로 추진되기 시작하였다. 최초의 NC 머시닝센터는 1958년에 자동공구교환장치(ATC)를 부착한 형태로 개발되었다. 이 ATC는 30개의 공구를 장착할 수 있고 8.5초의 공구교환시간을 가지고 있었다. 주로 부품가공등의 기술적인 문제에서 출발한 NC공작기계의 관심은 그후로는 정밀도와 생산성의 개선을 목적으로 더욱 발전하여왔다.

이러한 NC 공작기계의 시스템회로도에는 <그림-1>과 같다. 이와같이 NC공작기계는 가공과 관련된 작업의 대부분을 작업현장과 떨어진 곳에서 프로그래밍이라는 작업을 통하여 정보의 전처리작업에 의하여 기계가공을 가능케 하고 있다. 최근에는 CNC(Computerized Numerical Control)가 NC기계를 통칭하게 되었고, Sundstrand사의 OMNICONROL에서 시작한 DNC(Direct Numerical Control)는 현대의 컴퓨터가 여러대의 NC공작기계를 컨트롤 함으로써 대규모공장 자동화의 기틀을 마련하고 있다.

◎ CAD/CAM(Computer Aided Design & Computer Aided Manufacturing)기술

설계 및 생산에서의 컴퓨터의 활용은 디지털 컴퓨터의 사용이 증가됨에 따라 공장의 작업환경, 작업내용 및 회사조직의 구조에도 영향을



미치고 있다. 이와같은 CAD/CAM기술은 1950년 'EDVAC' 컴퓨터의 소개 이후 컴퓨터를 공학에 이용하려는 꾸준한 노력의 결과라고 이야

기할 수 있다. 초기의 작업이 컴퓨터 연산기능의 이용에 치우쳤던 점에 비하여 최근에는 자료처리기능, 자료보관기능 등의 EDPS 단계와, Microprocessor의 발전에 따른 각종 프로세스 모니터링, DDC(Direct Digital Control) 기술 등이 연결하여 폭넓은 적용이 가능하다. <그림-2>

특히 모듈화되었던 각종의 기능들을 효과적으로 통합화 및 인간관리에 의한 작업의 전산화에 연구개발이 집중되고 있다.

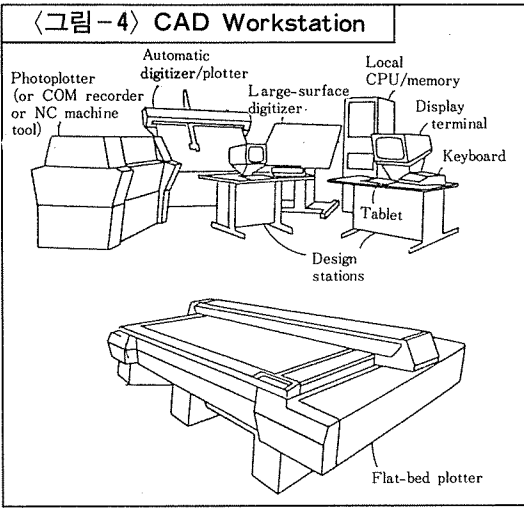
CAD/CAM기술을 발전시키는데 결정적으로 기여한 것들 중의 하나는 컴퓨터 그래픽스기능이다. 이것은 전자산업의 발전으로 가능하게 된 것으로 도면작성 작업현장에서 제도판의 역할을 담당하기도 하고, 설계자료의 분석과정에서 결과를 시각화하기도 하며, 모의실험을 통하여 각종 기능의 해석을 시각화<그림-3>하기도 하여 의사결정에 도움을 주고 있다. CAD분야에서 이것의 역할은 각종의 I/O 장치와 함께 가장 중요하다고 하겠다.



CAD분야의 중요한 기능들은 다음과 같다.

- Computer Aided Drafting
- Computer Simulation
- Computer Analysis (구조해석, 동력학 해석, 열전달 해석, 유체역학 해석...)
- Part Classification Coding System
- 전용 설계용 프로그램 (치차설계용, 기어설계용, ship-hull설계용, 항공기부품 설계용...)
- 최적화 프로그램 <그림-4 참조>

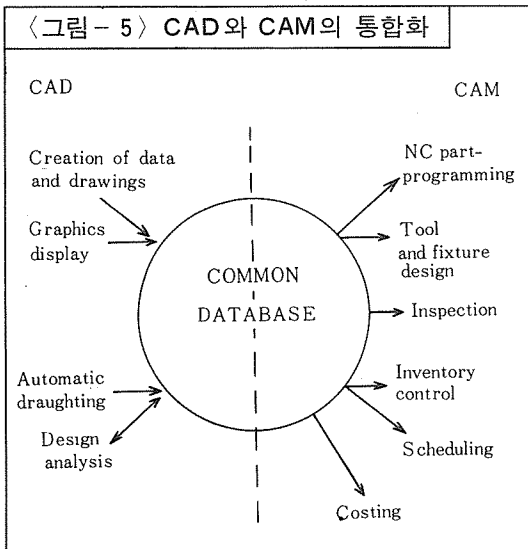
CAM분야에서 중심되는 분야는 NC 프로그래밍분야이다. 자동프로그래밍시스템의 원조는 1956년부터 개발에 착수된 APT(Automatically Programmed Tool)로써, 초기의 시스템은 윤곽제어용으로 고안되었으나 최근 시스템은 위치제어와 5축까지의 연속경로프로그래밍이 가능한 외에도 그래픽스등을 활용하여 대화식으로 공구경로를 결정하고, 검토하며, 수정하는 작



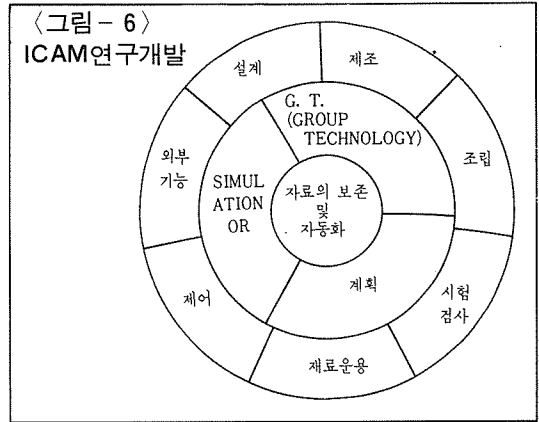
업을 하기도 한다. 이외에도 CAM 분야는 다음과 같은 분야를 포함한다.

- Computer Process Monitoring & Control
- Computerized Machinability Data System
- 생산관리 의 전산화 ● 컴퓨터를 이용한 재고 관리 ● NC공작기계의 활용 및 DDC ● Tool과 Fixture설계 ● MRP(Material Requirement Planning) ● Computer Aided Line Balancing
- 컴퓨터를 이용한 Inspection

한편 CAD/CAM시스템은 공통의 Data base를 구축하여 쓸 수 있도록 〈그림-5〉과 같은 형태로 CAD와 CAM을 통합화하여 가고 있다.



이것의 한 예가 CAM-I에서 추진하는 CAMI 연구개발 내용이 된다.



◎ 산업용 로봇

『산업용 로봇은 회전이 가능하고 물건을 착탈할 수 있는 선단부를 갖는 arm이 신축, 굴절, 상하운동을 할 수 있고, 인간의 작업을 대체할 수 있는 기계로써 기억장치가 있는 것』으로 정의되고 있다. 1954년 미국의 「George C. Devol」이 산업용로봇의 특허를 출원한 이래 꾸준히 그 응용분야를 개발하고 기계자동화에 적용하여 왔다. 현재 수동 Manipulator에서 적응제어 등을 하는 지능화 로봇까지의 여러종류의 로봇이 각종의 기계작업공정에서 공작물의 착탈 및 운반, 용접작업, 도장작업, 조립작업, 검사측정 및 조정 등에 활용되고 있다.

로봇도입의 동기는 자동화·성력화(44.5%) 작업조건 개선(24.9%), 생산시스템의 범용성 부여(13.5%), 생산시스템의 관리향상(8.0%) 등으로 나타나 있다. 특히 도장 및 용접과 같은 작업의 경우는 나쁜 작업환경과 함께 위험성을 안고 있어서 작업자가 이러한 작업에 할당되는 것 자체를 기피할 뿐 아니라, 작업효율도 떨어지고 있어서 로봇의 도입이 적극 추진된 분야이다.

1982년 통계에 따르면 전 세계 로봇의 보유 댓수는 전체가 약 23,000대이고 이 중에 일본이 14,000대, 미국이 4,100대, 소련이 3,000대를 보유하고 있다. 특히 일본의 FUJITSU FANUC회사는 이러한 로봇분야에서 탁월한 회사

이다. 전 세계 로봇수요량의 50%를 공급하면서 전체공정의 65%를 차지하는 기계가공시스템을 모두 산업용로봇이 맡아서 수행하고 있다.

산업용로봇은 고가의 시스템으로 초기투자가 크지만 로봇의 부가적 기능, 즉 hand의 자동교환기능, 공구교환기능, 물체인식기능, 음성수신기능 등의 개선과 함께 성능의 향상이 급속히 진행되고 있다.

우주를 날고 있는 우주 비행선은 비록 산업용로봇은 아니라 하더라도 넓은 의미에서 보면 로봇의 범주에 넣을 수 있을 만큼, 운동기능, 제측기능, 판단기능을 보유하는 일종의 고급로봇이라고나 할까? 각종 공학기술의 발전에 힘입은 미래의 산업용 지능로봇을 전망하여 보면 대체로 다음의 기능을 보유하는 것이 될 것이다.

- Vision Sensor에 의한 인식시스템
- 자유도가 높은 운동을 가능케 하는 액츄에이터의 사용
- 공장 및 작업현장에서의 이동기구
- 어떠한 물질이라도 취급 가능한 손의 사용
- 필요한 촉각, 청각장치의 개발
- 자동조사기능과 자동진단기능,

이러한 산업로봇은 1990년대에는 40억달러에 달할 것으로 예상되는 황금시장을 갖는 최신 분야임에 틀림없다.

◎ FMS(Flexible Manufacturing System)

플렉시블 생산시스템이란, 여러대의 NC공작기계를 군관리하는 시스템으로써 일종의 대형 CAD/CAM 이용 생산 시스템이라고 할 수 있다 이는 컴퓨터에 의하여 전 기계의 가공지령, 소재, 가공부품의 반송, 공구의 반송과 관리 등을 행하고 다양한 형상의 제품가공 등을 높은 단계의 자동화로 실행하는 시스템이다. 이 시스템의 구상은 1960년대 미국에서 시작되었으나, 최초의 개발은 1966년 일본 국철의 한 공장에서 전 기기관차의 부품가공을 위한 시스템으로 이루어졌다. 이때의 작업은 기관차가 공장에 들어오게 되면 분해하여 불량부품을 발견하는 것으로 시작하였다. 이는 즉시 가공시스템에 보고하여

그 부품가공을 준비한다. 즉 소재의 준비, 수치제어 명령의 검색, 스케줄링이 이루어져 부품조립에 합당한 부품가공을 준비한다. 이 시스템은 가공될 부품을 GT(Group Technology)에 의하여 주의깊게 선정하여 NC공작기계에 의하여 가공을 한다. 이와같은 시스템에 사용되는 NC공작기계는 주 컴퓨터와 직접 연결되어 종이 tape과 같은 NC정보 운반매체를 통하지 않고 작동하게 되는데 이를 DNC(Direct Numerical Control) 이라고 한다.



이러한 FMS의 구성 요소는 크게 다음의 네 가지로 대별되고 있다.

- ① 가공 기계 : 머시닝센터, NC 선반, 기타 NC공작 기계 등,
- ② 반송 장치 : 컨베이어시스템, 대차, 로봇트 등,
- ③ 제어장치
- ④ 자동창고

세계적으로 FMS의 자동현황을 보면 1981년 10월 현재 전체 192개 시스템이 설치되어 있는데 나라 별로는 일본이 49개 (26%), 미국이 44개 (23%). 서독이 35개 (18%)를 차지하고 있다. 가공대상부품은 비회전의 각형부품이 전체의 64%, 회전현상의 원통형과 원판이 전체의 30%를 차지하고 있다. 한편 이 시스템은 비교적 소품종·중량생산시스템에 적합한 것으로 나타나고 있다. FMS는 인력절감, 생산성의 향상, costdown, 생산기간의 단축, 설비상각기간의 단축 등 큰 효과를 보여주며 수량적인 확대와 시스템적 충실, 기술적 충실, 응용범위의 확대 등이 고려되고 있다.