

CAD/CAM과 공장자동화

李 宗 元

韓國科學技術院 CAD/CAM研究室長

I. 序 論

CAD(computer aided design)란 컴퓨터를 이용하여 개념 설계에서 최종 설계도면 제작까지를 자동화 하는 것을 말하며 CAM(computer aided manufacturing)이란 컴퓨터에 수록된 설계정보를 이용하여 부품가공, 조립, 운반, 검사등 생산과정을 자동화 하는 것을 이른다. CAD와 CAM의 단위 기술들은 1970년 중반부터 접합되기 시작하여 컴퓨터를 통한 설계에서부터 생산까지 인관 자동화를 추구하는 CIM(computer integrated manufacturing) 시스템으로 발전되어 왔다.

1. CAD의 발전 역사

CAD는 1959년 미국 MIT 공과대학에서 제안되었다. I. E. Sutherland 교수가 주축이 된 개발팀은 당시 군용으로 쓰던 CRT(cathod ray tube)와 light pen 기술을 사용하여 컴퓨터에 도형을 쉽게 입출력하는 방법을 개발하여 인간과 컴퓨터가 on-line 으로 대화할 수 있게 하였다. 동시에 MIT의 S. A. Coons 교수는 개념 설계에서 생산 설계까지의 CAD화를 주창하였고 그 수단으로 부품의 3 차원적 형상정보를 컴퓨터에 입력시키기 위한 자유곡면의 형상모델(surface modelling) 기법을 개발하였다. 그러나 이런 구상은 당시 제한된 컴퓨터의 능력으로 인하여 1970년대까지 실현을 보지 못하였다. 70년대 들어서 CAD 기술의 발전은 형상 모델의 완성, 유한요소법을 중심으로한 설계해석 기법의 발달, CAD 기술과 CAM 기술의 연계, 강력한 전용 CAD 단말기(workstation)의 개발등으로 특징지어지며 80년대 들어서는 급속한 마이크로컴퓨터 기술발달에 힘입어 저렴하고 빠른 CAD 단말기의 실현, 고속의 프로세서를 이용한 솔리드 모델링(solid modelling) 기법의 활용, CAD/CAM을 중심으로 한 공장 자동화와의 연결등으로 특징지어지게 되었다.

2. CAM의 발전 역사

본격적인 CAM 기술의 발전은 1952년 미국 MIT공과대학의 J. Parson 교수에 의한 3 축 수치제어 밀링머신의 개발로부터 시작되었다. 이후 수치제어 공작기계의 발전은 1958년 머시닝 센터(machining center) 1959년 산업용 로봇트를 출현시켰다. 이와같이 수치제어 기계 기능이 다양화 됨에 따라 작업과 가공정보를 쉽게 인식시킬 고급언어가 필요케 되어 1955년 APT(automatically programmed tool)이 개발 되었으며 1962년 일본 FANUC사의 FAPT(FANUC APT), 1966년 서독의 EXAPT(extension of APT)로 발전되었다. 수치제어 공작기계를 중심으로 한 CAM의 발전은 작업자가 공작기계에 가공정보를 대화로 입력시킬 수 있는 5 세대형 수치제어장치, CAD 도형 정보로부터 자동 NC 프로그래밍이 가능한 소프트웨어의 개발, 조립, 운반, 시험, 검사등, 공장자동화와 연결된 계층 제어방식으로 발전되어 왔다.

3. CAD/CAM과 자동화

최근 자동화의 연구방향을 다양하게 변화하는 제품 종류를 적응성을 가지고 대처하는 유연형 자동화(flexible automation)에 집중되어 있다. 이를 위하여서는 생산제품에 관한 정보뿐만 아니라 생산체제에 관한 정보가 컴퓨터에 데이터 베이스(data base)로 입력되어 그때그때의 생산환경(manufacturing environment)에 따라 프로그램을 바꾸므로써 대처하여 가는 것이 필요하다. 이와같이 설계 생산 및 생산정보(manufacturing information) 기술을 컴퓨터를 이용하여 통합된 CAD/CAM 시스템으로 실현시키려는 시도가 1974년 미국 공군의 ICAM(integrated computer aided manufacturing) 프로젝트로부터 시작되어 각국의 FMS(flexible manufacturing system)에 대한 연구와 CIM에 관한

연구로 이어졌다. 그림 1은 1981년부터 10개년 계획으로 개발되고 있는 General Electric사의 CIM 계획으로 10개년간 5,000만불을 투입하여 최종년도에 제품 생산기간을 30%로 줄이고 180명의 인원으로 연간 35만개의 터어빈, 제네레이터 부품을 설계, 생산, 관리할 예정으로 되어 있다. 이 시스템을 CAD/CAM을 주축으로 하는 정보의 흐름(information flow)과 지능형 운반시스템을 주축으로한 물품의 흐름(material flow)로 이루어져 시장 정보 및 수주 정보에서부터 제품의 설계, 가공, 조립, 검사, 출하까지가 일관 자동화 되도록 이루어져 있다.

II. 하드웨어(Hardware) 구성

CAD/CAM의 하드웨어는 대형 컴퓨터를 호스트(host)로 하는 범용 CAD/CAM시스템과 미니컴퓨터, 슈퍼미니컴퓨터들의 구조를 CAD/CAM 작업에 맞도록 효율적으로 변환시킨 터어 키(turn key)형 전용시스템으로 나눌 수 있다. 대표적인 범용 CAD/CAM 시스템으로는 IBM사가 지원하는 CADAM, CATIA, CDC사가 지원하는 ICEM 등이 있다. 범용 CAD/CAM 시스템의 장점은 호스트 컴퓨터를 범용으로 쓸 수 있으며 여러 업무에 같은 데이터 베이스를 활용할 수 있다는 것이나 효율이 떨어지고 사용에 불편하다는 단점도

갖고 있다. 전용 CAD/CAM시스템은 슈퍼미니급 컴퓨터를 호스트로 하고 작업터미날을 사용자가 쓰기 편하도록 워크스테이션(workstation)화 하고 특수 도형처리 firmware를 내장시켜 효율을 높인 것으로 대표적인 시스템은 COMPUTER VISION, CALMA, APPLICON과 최근 들어 개발된 APOLLO, SUN, MICRO 등이 있다. 최근의 경향은 이러한 전용 CAD/CAM 시스템에 워크스테이션을 4~8개 부착하여 하나의 유닛을 구성하고 이러한 유닛들을 지역 네트워크(local area network)방식에 의하여 호스트 컴퓨터와 연결하여 데이터를 교환할 수 있도록 하는 방식을 취하고 있다.

전용 CAD/CAM시스템은 기능상 프로세서, 워크스테이션, 출력장치로 나누워 진다. 프로세서는 주 컴퓨터 시스템을 말하며 출력장치란 CAD/CAM 결과를 도형 또는 코드형태로 보관하는 플롯터(polttter), 종이 천공테이프, 자기테이프, 프린터등을 말한다. CAD/CAM 시스템의 중심기인 워크스테이션은 사용자의 편의성을 위하여 메이커마다 여러가지 형태로 개발되어 왔으나 대개 16비트로 구성된 프로세서 유닛, 고정도 CRT를 포함한 그래픽 유닛, 컴퓨터에 도형 입출력을 용이케 하는 입출력 유닛으로 구성된다. 그림 2는 워크스테이션의 한 예를 나타내고 있다. 워크스테이션내의 프로

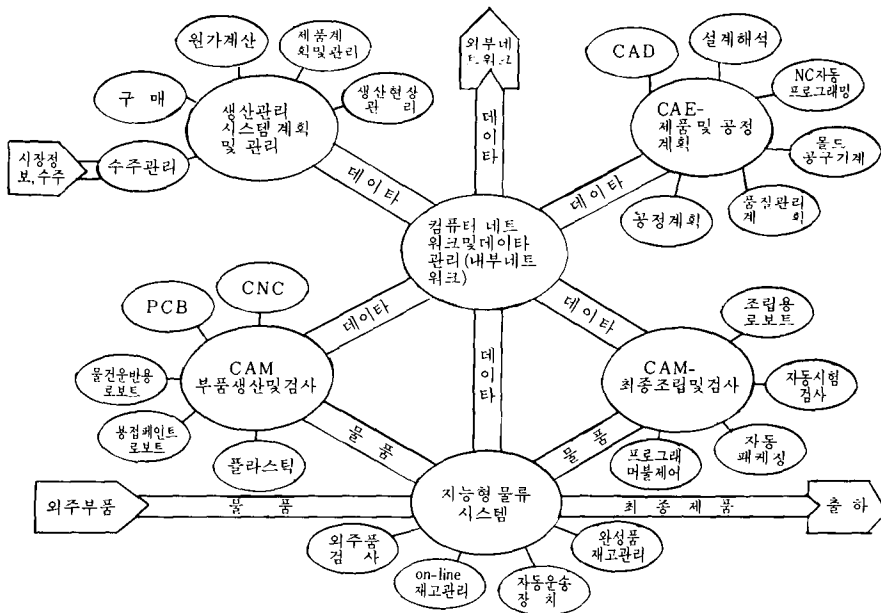


그림 1. General Electric 사의 미래형 공장(CIM) 개념

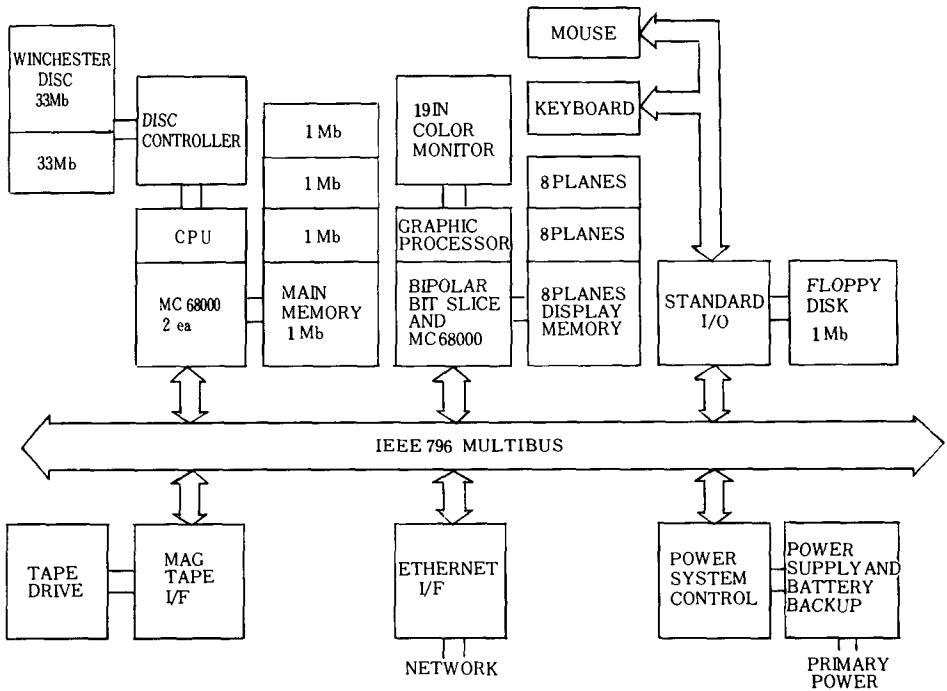


그림 2. 워크스테이션의 예 (METHEUS)

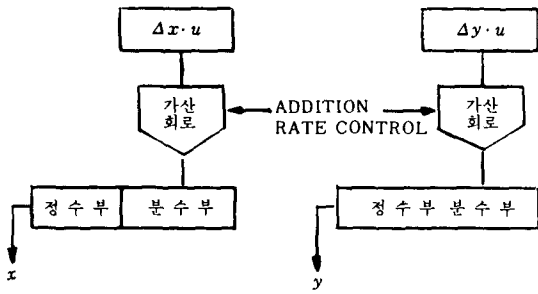
세서유니트는 대화형(interactive)작업을 용이하게 하기 위한 대화형 명령어 처리 keyboard, menu tablet, mouse 등 입출력 장치의 제어, 그래픽 유니트의 제어뿐만 아니라 호스트 컴퓨터와의 정보교환 제어를 담당하고 있다. 특히 menu tablet에 의한 메뉴나 cursor를 이용한 스크린 메뉴는 복잡한 도형 명령어를 상응하는 cursor나 tablet의 software map으로 변환하므로써 도형정보의 입력을 용이하게 한다.

형상 정보를 도형으로 출력하는 그래픽 모니터는 최근에 raster scan방식이 많이 쓰여지고 있다. TV의 주사방식에 따라 도형 정보를 수치화 하여 display하는 raster scan방식은 화면상의 점의 위치를 어느정도 정확히 제어할 수 있는가에 따라 정밀도(resolution)가 결정된다. 이와같이 스크린상에 구별되어 표시되는 점을 화면을 구성하는 기본요소, 즉, pixel (picture element)라고 부른다. 각 pixel은 좌표와 주소를 가지고 있으며 사용자에 의하여 제어가 가능한 점들이다. 각 pixel에는 위치에 대한 정보뿐만 아니라 명암도, 색도등 속성(attribute)에 관한 정보도 기억된다. 각 pixel에 부가된 정보는 pixel주소와 함께 컴퓨터 내부에 행렬형태로 저장되어 있어 주사(走

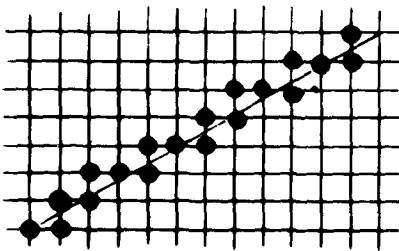
査)시 순서에 따라 읽히게 된다. 이와같이 pixel 정보를 메모리에 행렬형태로 저장한 것을 frame buffer (또는 bit maps, refresh buffer)라고 부른다.

3차원 실좌표계(world coordinate)로 표시된 도형 정보를 pixel정보로 바꾸기까지는 clipping, 좌표 변환(transformation), 화면좌표계(screen coordinate)로의 투영, 벡터-래스터변환(vector raster conversion) 등의 과정을 거치게 된다. 이러한 변환에 필요한 연산은 과거에는 소프트웨어로 처리하였으나 최근에는 연산속도를 높이기 위하여 하드웨어로 처리하고 있다. 예를들어 raster scan터미널상에 선분을 표시하기 위하여서는 선분상의 모든 pixel을 밝혀야 한다. 선분의 방정식이 주워졌을때 해당 pixel을 계산하는 회로를 vector-raster converter라고 부르며 여러가지 방식이 있으나 가장 보편적인 방식은 그림 3에 표시된 바와 같이 가산회로를 사용하는 DDA(digital differential analyser)방식이다.

또한 도형을 임의방향으로 이동 시킨다던지, 확대, 축소 시킨다던지 하기 위하여서는 좌표변환을 수행하여야 하며 각 좌표에 변환행렬(transformation matrix)를 곱하여 얻게 된다. 한 도형의 좌표를 변환시키기 위하



(a) 대칭 DDA에 의한 pixel좌표 계산



(b) 대칭 DDA방식에 의한 선분표시

그림 3. DDA 방식과 선분의 pixel표시

여서는 많은 승산(乘算)이 필요하며 이에 필요한 시간을 단축하기 위하여 하드웨어를 필요로 하게 된다. 그림 4는 이에 필요한 행렬-행렬승산기와 벡터-행렬승산기를 표시하고 있다. 행렬-행렬승산기는 A-register와 B-register에 행렬의 각 항을 넣어 승산한 결과를 C-register에 가산하는 방식을 쓰고 있으며 [3×3]행렬까지 곱하기 위하여서는 27회의 승산이 필요하다. 벡터-행렬승산기는 벡터의 각 항이 A, B, C-register에 들어오는 행

렬요소와 동시에 승산되어 결과가 D-register에 가산되는 방식으로 [1×4]벡터와 [4×4]행렬을 곱하는데 4번의 계산으로 족하다. 하드웨어방식에 의한 [4×4]행렬곱 계산은 약 50~100μs 걸리며 벡터-행렬곱은 5~8μs 걸린다.

Ⅲ. 소프트웨어(software) 구성

CAD/CAM 소프트웨어는 다른 컴퓨터 소프트웨어와 같이 operation system 프로그램과 utility 프로그램에 기초를 둔다. 그러나 일반 EDPS용 컴퓨터 소프트웨어와 다른 점은 설계자와 컴퓨터간의 대화를 원활히 하기 위하여 필요한 utility 프로그램이 잘 발달되어 있으며 도형의 방대한 데이터를 쉽게 입출력하고 수정할 수 있도록 data base management 시스템이 필수적으로 내장되어 있다. CAD/CAM 소프트웨어는 이와같이 시스템 소프트웨어와 도형언어(graphic software)를 이용하여 짜여진 분야별 응용소프트웨어를 말한다. 대표적인 CAD/CAM 소프트웨어는 기계부분의 자동제도, 곡면모델, 전개도 작성, 재단도 작성, NC자동프로그래밍, 금형자동설계 등이며 전기·전자분야의 자동제도, PCB layout, 회로분석, 자동배선도 작성, LSI artwork 등이 있다. 이러한 CAD/CAM 소프트웨어의 graphic부분은 컴퓨터 그래픽스의 기본도구인 도형언어(graphic software)를 사용하여 프로그램하게 되며 CAD/CAM 시스템에 따라 PLOT 10, IGL, GCS, GKS, SIGgraph의 core system, GINO-F, TEMPLET 등 여러가지가 사용된다.

제품이나 부품의 형상을 컴퓨터에 입력하거나 도형으로 출력하기 위하여서는 형상을 기술하는 model화가 필요하며 이를 geometric modeling이라 부른다. 표1에

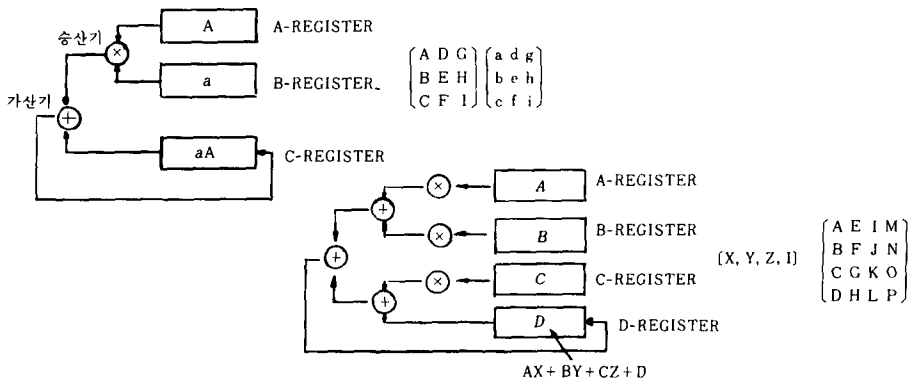


그림 4. 행렬 승산기

표 1 Geometric modeling의 分類

MODEL-ING	方 法		
2次元	平面圖, 立面圖, 側面圖, 斷面圖 等 平面形狀 記述		
2½次元	平面形狀을 平行移動시키거나 回軸하여 만든 3次元 形狀		
	WIRE FRAME 點과 點들 間의 CONNECTIVITY		
3次元	SURFACE MODEL	POLYGONAL SURFACE	曲面을 多面體로 近似化
		SCULPTURED SURFACE	自由曲面 記述
	SOLID MODEL	C-SG	CONSTRUCTIVE SOLID GEOMETRY
		B-REP	BOUNDARY REPRESENTATION

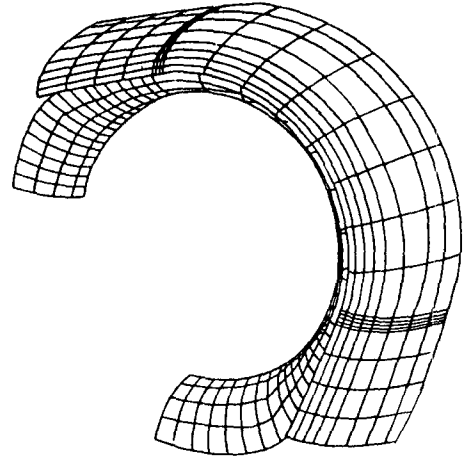


그림 5. 3차원 patch의 결합에 의한 jet-engine intake

표시된 바와 같이 geometric modeling 방법은 2차원, 2 1/2차원 및 3차원으로 나뉘어진다. 이중 CAD/CAM에서는 3차원 형상정보를 완전히 표시할 수 있는 3차원 model을 주로 쓰고 있다. 이중 wire frame model은 3차원 형상을 점과, 점들을 잇는 선으로 표시하며 데이터구조는 점의 좌표치와 점간의 connectivity에 대한 matrix 형태를 취한다. Wire frame model은 data 구조가 단순하다는 장점이 있으나 면이나 체적에 대한 정보가 부족하며 단면에 대한 정보를 주지 못한다는 단점이 있다. 면에 대한 정보를 데이터 베이스에 포함시키는 방법의 일환으로 다면체 근사법(polygonal scheme)이 발달되어 왔다. 다면체 근사법은 자유곡면(sculptured surface, free form surface)을 다면체로서 근사화하는 방법으로 데이터 구조는 wire frame model과 비슷하여 면을 점의 좌표와 점들을 잇는 방향성을 갖는 선으로 표시하고 있다. 이러한 면에 대한 정보는 컴퓨터 내부에서 앞면과 뒷면의 관계를 구별케 하여 가리워 보이지 않는 면을 제거하는 hidden line 혹은 hidden surface removal의 문제를 해결해 주었다.

자유곡면(sculptured surface)은 자동차, 항공기, 선박등의 형상설계나 복잡한 3차원 형상을 가진 금형의 NC가공을 쉽게 처리할 수 있는 곡면으로 곡면을 patch라고 하는 기본곡면의 조합으로 나타낸다. Patch를 만드는 방식에 따라 coons 곡면, ferguson 곡면, besier 곡면, B-spline 곡면등이 사용된다. 그림 5는 미국 Mcdonnell Douglas사에서 자유곡면 patch를 사용하여 jet 엔진의 흡입구를 모델링한 것이다.

Solid model은 그림 6에 표시된 바와 같이 CSG(constructive solid geometry) 방식과 B-REP(boundary

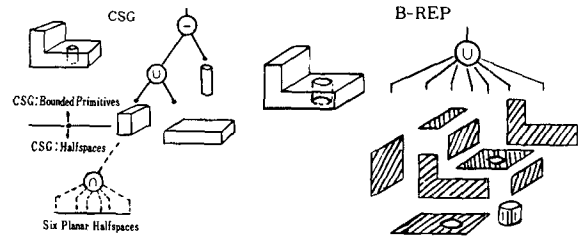


그림 6 Solid Modeling의 2가지 방법

representation) 방식으로 대별된다. CGS 방식에서는 물체를 원주, 원추, 직육면체, 구·타원주등 "primitive"의 집합으로 표시하는 방법으로 집합론이 중요한 역할을 한다. 예를들어 그림 6의 구멍뚫린 L형물체는 2개의 직육면체의 합집합(合集)과 원주의 차집합(差集合)으로 표시된다. 반면 B-REP방식은 형상을, 이를 구성하는 면의 정보와 면들간의 topology적 상관관계에 대한 정보로 정의하는 방법이다.

이와같이 정의된 형상정보들은 CAD/CAM의 기본 데이터 베이스를 형성하여 개념 설계과정의 형상모델화에서부터 설계 해석과정, 도면제작 과정을 통하여 수치 제어 공작기계의 가공정보, 산업용 로봇의 작업지시, group technology에 의한 자동공정 계획, flexible manufacturing system의 유연가공 방식결정에 이르기까지 공동으로 활용된다.

IV. CAD/CAM을 통한 공장자동화 연구

공장에서 생산되는 제품의 생산과정을 제품기획에

서 최종 출하까지 분석하여 보면 제품설계, 생산공정설계 등 기술정보 처리과정과 제품설계관리, 생산관리 등 관리정보(management information) 처리과정 및 가공 제어, 운반제어, 조립제어, 창고제어 등 제어정보 처리과정 등 정보의 흐름(information flow)이 있으며 소재로부터 반가공품, 조립품, 최종제품들이 생산 되어가는 물품의 흐름(material flow) 부분이 존재한다. 최근의 생산방식은 다양한 제품을 효율적으로 생산하기 위하여 생산성과 다양성을 동시에 추구하는 유연형 자동화(flexible automation), 시스템을 지향하고 있으며 컴퓨터를 이용하여 공장단위의 FA를 추구하는 CIM으로 발전되고 있다. 전술한 바와 같이 CAD/CAM은 CIM의 핵심 기술로 간주되고 있으나 아직도 연구단계에 머무르고 있다. 다음은 CIM과 연관된 CAD/CAM의 많은 연구분야중 가공 자동화에 관련된 NC의 자동프로그래밍과 관리 정보처리의 기본이 되는 군분류 기술 및 자동공정 설계에 관한 것을 전술한 형상정보와 관련하여 기술코자 한다.

1. NC의 자동 프로그래밍

수치제어 동작기계는 각 축을 동작시키는 서보모터(servomotor)와 서보모터를 동작시키는 MCU(machine control unit)로 구성되어 있어 동시에 제어되는 축(軸) 수에 따라 3축, 4축, 5축 NC공작기계로 불리워진다. MCU에서는 가공정보를 NC controller의 기계어에 해당하는 G-code, M-code등으로 받아들여지게 된다. 이러한 NC controller의 기본 기계언어를 써서 프로그램하는 방법을 manual programming이라고 부른다. Manual programming은 2차원 형상의 단순부품에 대하여는 아직도 많이 쓰이고 있으나 복잡한 3차원 형상가공은 manual programming에 의해서는 거의 불가능하다. 이와같이 NC 기계어의 번잡성에서 벗어나기 위하여 개발된 고급언어가 APT(automated programming tool) 형의 언어로서 기계어와는 달리 형상정보로부터 절삭공구의 가공경로를 자동으로 계산할 수 있도록 되어 있다. APT에서는 설계과정에서 작성된 도면을 보고 컴퓨터에 형상정보(geometric definition)를 입력시켜 컴퓨터가 공구경로를 계산해하고 각 경로별로 feed, speed 등 가공정보(motion definition)를 즉 입력시켜 최종적으로 NC 공작기계에 필요한 기계어로 변환시킨 종이천공테이프를 얻게 된다. 이와같은 APT형 언어는 기계어로부터의 제약점으로부터 탈피하였으나 아직도 3차원의 복잡한 자유곡면가공에 대한 언어는 충분히 개발되지 못한 상태이다. 그러나 CAD/CAM 기술의 발달에 따라 surface modeling이나

solid modeling과 같이 3차원 형상정보를 완전히 서술하는 방법이 발달됨에 따라 3차원 형상정보에서 직접 NC 가공 프로그래밍을 계산하는 방법이 활발히 진행되고 있다. 그림 7은 APT방식과 CAD/CAM방식에 의한 자동프로그래밍을 비교한 것이다.

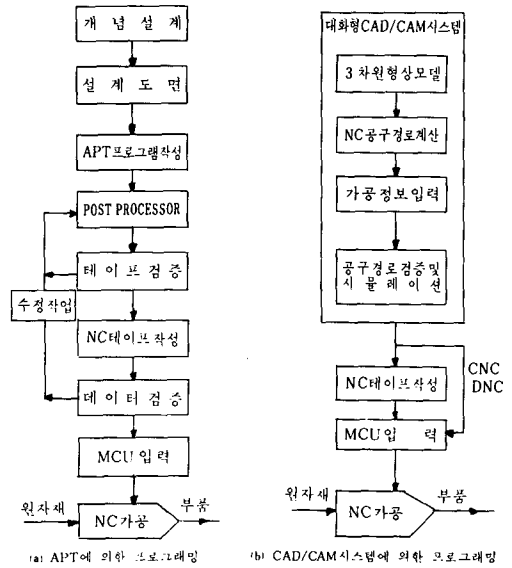


그림 7. CAD/CAM에 의한 NC 자동프로그래밍

2. 군 분류기법(group technology)

Flexible automation의 문제점은 항상 유연성과 생산성의 상충관계에 있다. 다양한 부품을 자동화 라인에서 생산하기 위하여서는 라인의 유연성을 높여야 하나 이때 초기투자자가 과다하게 되고 생산성이 떨어지게 된다. 즉 생산단위(lot size)의 크기가 생산성과 초기투자를 결정하게 된다. Flexible automation에서는 다양한 부품을 형상이나 가공방법에 따라 분류하여 동종부품을 같은 생산단위에 포함시켜 생산하는 방식을 취하므로써 생산단위를 높이는 노력을 하고 있다. 이러한 분류방법을 군 분류기법(group technology)이라 일컫는다. 군 분류기법은 이외에도 동종부품을 동시에 가공하는 group scheduling, 동종부품을 같은 기계군(machining cell)에서 가공하는 group layout, 유사형상부품의 설계도면을 컴퓨터에서 출력시켜 수정하므로써 설계시간을 단축시키는 CAD도면관리 등 flexible automation의 관리정보 처리과정에 기본기술로 쓰여지고 있다. 군 분류기법은 1946년 소련의 S. P. Mitrofanov

에 의하여 제창되어 체코의 Vuoso시스템, 독일 아헨 대학의 opitz시스템, 일본의 KC-1, KC-2, KK-1, KK-2, KK-3 등 다양한 시스템으로 발달되어 왔다. 군 분류 코드는 부품에 대한 정보를 형상, 치수, 가공법등에 따라 숫자로 분류하는 방식을 쓰고 있다. 그림8은 그 예로서 서독 아헨대학의 opitz시스템을 나타내고 있다.

Opitz시스템은 5개의 주 코드와 3개의 보조코드로 되어 있고 주 코드는 다시 2개의 형상코드와 3개의 가공코드로 이루어졌다. 형상코드는 가공형태 분류상 회전형상과 비회전형상으로 나뉘고 있다. 그 후 개발된 GT코드는 형상코드와 가공코드가 다시 세분화 되어 KK-3의 경우에는 21자리, ZAFO 분류방식은 26자리 코드로 되어 있다. 군 분류 코드를 작성하기 위하여서는 현재 완성된 도면을 분석하여 형상에 따라 각 digit을 정하게 되어 있어 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 이의 해결책으로 CAD/CAM 데이터 베이스에 저장된 형상정보로부터 자동적으로 GT 코드를 작성하는 방안이 연구되고 있다. 이를 위하여서는 컴퓨터가 형상분석을 하는 능력이 필요하며 그 한 방법으로 60여 개의 decision tree를 이용하여 코드를 발생시키는 GF(graphic feature) 코드가 일본을 중심으로 연구되고 있다. 그림 9는 이와같이 형성된 GT코드를 사용하여 CAD/CAM의 도면수정, 원자재 조달계획(material requirement planning, MRP), 공장배치(layout), 일정계획(scheduling), 공정계획(process planning)에

응용되는 것을 나타내고 있다.

3. 공정설계의 자동화(computer aided process planning)

공정설계란 원자재로부터 최종 부품까지의 가공공정을 원자재의 형상과 재질, 최종부품의 형상과 정밀도, 사용가능한 공작기계 및 치공구로부터 산출하는 것을 이른다. 공정설계는 생산공정에 대한 막대한 지식과 경험을 요하는 것으로 전통적으로 경험많은 현장기술자에 의하여 수행되어 왔다. 그러나 flexible automation의 발달에 따라 공정설계의 자동화에 관한 필요성이 대두되어 컴퓨터를 이용한 공정설계 (computer aided process planning; CAPP)에 관한 연구가 시작되었으며 노르웨이의 AUTOPRO CAM-I의 CAPP, 일본 고베대학의 CIMS/PRO, 일본 기술연구소의 DMOS등이 대표적인 시스템으로 등장하였다.

CAPP는 크게 나누어 과거의 경험을 토대로한 variant방식과 형상정보로부터 논리의 추론에 의하여 작성되어가는 generative방식이 있다. Variant방식은 과거의 수작업 방식을 전산화한 것으로 동일부품이나 유사부품에 대한 가공정보를 컴퓨터 데이터 베이스에 저장하였다가 필요에 따라 검색하여 수정후 사용하는 방식으로 효율적인 데이터관리, 검색, 편집등을 필요로 한다. 반면 generative방식에서는 CAD/CAM에서 작성된 형상정보로부터 의사결정 논리(decision logic),

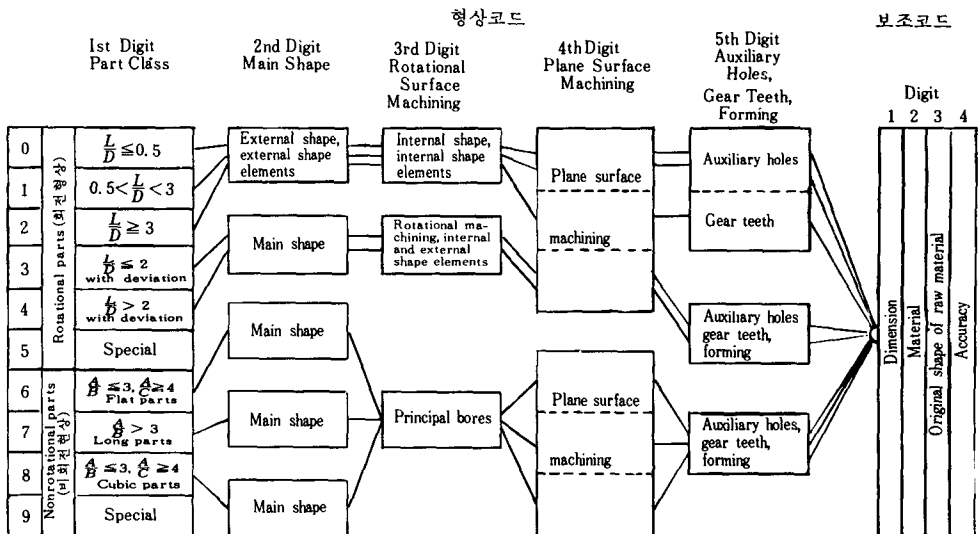


그림 8. 아헨대학교 opitz 방식에 의한 군 분류 코드

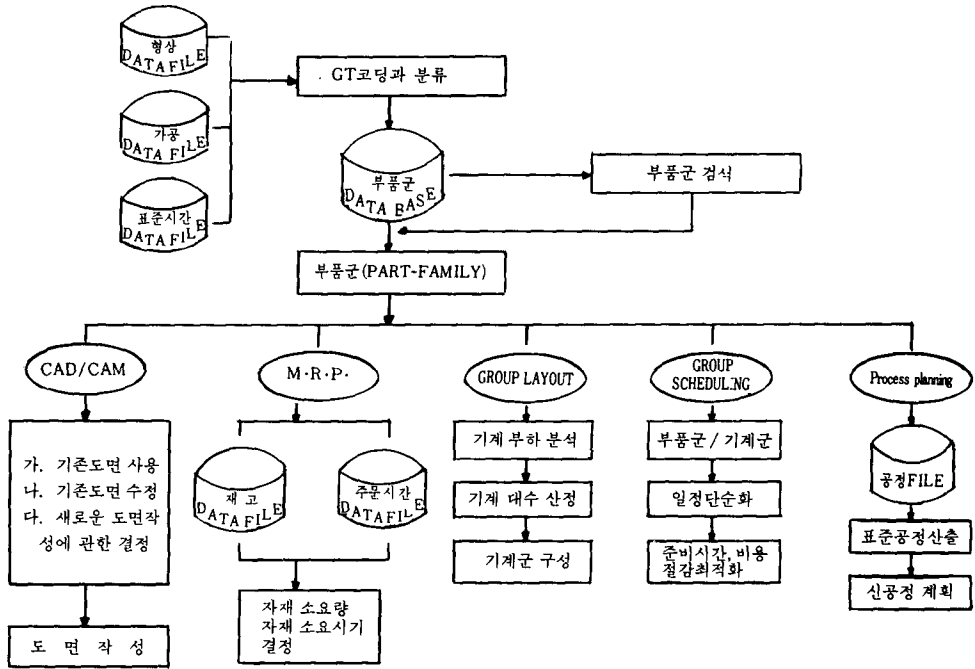


그림 9. 군 분류 기법의 응용

가공법칙 (manufacturing rules) 등을 활용하여 최종부품가공까지 가는 경로 (path)를 찾는 방법으로 최근 개발중인 인공지능 (artificial intelligent), 특히 전문가 시스템 (expert system) 기술에 많이 의존하고 있다. 현재 많이 쓰이고 있는 방식은 이 두방식을 혼합하여 사용하는 것으로 공정설계 시간을 단축하기 위하여 기존공정을 최대한으로 활용하고 정보가 없는 형상에 대해서는 generative 방식에 의존한다. 그림10은 혼합형의 예로 일본의 DMOS를 보여주며 군분류 기법과 연결시켜 기존공정을 분류 활용하고 표준공정이 없는 형상에 대하여 generative 하게 공정설계를 하도록 되어 있다.

V. 結 論

CAD/CAM은 미래형 공장의 자동화 방식 (computer integrated manufacturing)의 핵심 기술로 각광을 받고 있다. CAD/CAM이 추구하는 것은 개념 설계부터 최종제품의 출하까지를 동일 데이터 베이스를 사용하여 일관 자동화하려는 것이다. 그러나 현재의 기술수준은 CAD/CAM을 자동화 분야의 부분적 해결 방안으로 머물게 하고 있다. 진정한 CIM이 이루어지기 위하여

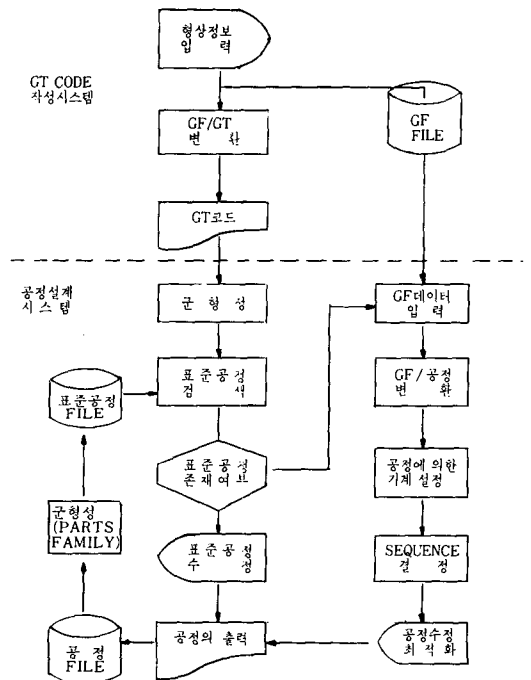


그림10. DMOS에 의한 공정설계 자동화

서는 CAD/CAM과 생산관리 정보를 통합하는 데이터베이스의 개발, 컴퓨터를 이용한 공장계층 제어방식과 CAD/CAM 데이터 베이스의 연결, 자동조립, 자동검사등 단위 공정의 자동화등 아직도 넘어야 할 단계가 많이 남아 있다.

參 考 文 獻

[1] J. Encarnacao, E.G. Schlechtendahl Com-

- puter Aided Design. Spring-Verlag,1983.
 [2] J.D. Foley, A. Van Dam, *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*, Addison-Wesley, 1982.
 [3] K. Hitomi, *Manufacturing System Engineering*, Taylor & Francis,1979.*

◆ 用 語 解 說 ◆

bug

컴퓨터 작동을 방해하는 기계적, 전기적 혹은 전자적인 결함이나 프로그램을 코딩하는 과정에서 일어나는 오류 또는 루틴이나 컴퓨터를 설계하는 과정에서 일어나는 잘못이나 기능 결함.

CAD/CAM system(컴퓨터 이용 설계/컴퓨터 이용 제조 시스템)

Computer-aided design and computer aided manufacturing systems의 약자. 보통 이 시스템은 CRT 화면, 키보드, 플로터 및 1 개 이상의 그래픽 입력 장치로 구성되며 부품 및 기계류, 복잡한 배선, 인쇄된 회로판의 설계에 사용된다.

path

루틴을 수행할 때 컴퓨터가 취한 논리적 과정 또는 방향 행로를 말함.

biosensor

어떤 유기체에 있어서 생물학적으로 데이터를 검출하고 전송하기 위한 메카니즘.

공장 자동화(FA : factory automation)

MC(machining center), NC 공작 기계와 로봇, CAD/CAM 등을 조합하여 공장 전체의 생산 시스템을 자동, 무인화하는 것.

두뇌 집단(think tank)

새로운 문제에 대한 시스템의 분석 또는 운영 연구(operation research) 등 여러 가지의 수법을 이용하여 연구 개발을 행하는 단체나 조사 기관, 또는 조직 등을 의미함.

메카트로닉스 산업(mechatronics industry)

LSI나 마이크로 컴퓨터 등의 전자 공학적인 기술과 기계 공학적인 기술을 조화시킨 산업. NC(수치 제어) 장치를 비롯한 전자 기기, 레지스터 등은 대표적인 상품이다.

시스템 공학(SE : system engineering)

시스템이란 각각의 구성 요소가 어떤 목적을 위해 상호 유기적으로 연결되어 작용하는 하나의 집합체를 말한다. 이어 한 시스템의 목적을 효과적으로 달성하기 위해서 대상이 되는 시스템의 구성 요소, 시뮬레이션, 정보 이론, 자동 제어 이론, 제어 기능 등을 분석, 설계하는 기술을 시스템 공학이라 한다.