

## CNC 컨트롤러의 개발사양 결정방법에 관한 연구

김 두 근\*

(요약)

CNC 컨트롤러는 일반적인 공작기계나 특수한 가공기계를 대상으로 위치제어와 속도제어를 하는 장치로서, 기계적인 가공방식은 기본적으로 전통적인 방식에서 고정도화, 고속화, 고생산성화를 추구하는 기술로 발전하고 있으나 이와같은 기술을 뒷받침하는 제어방법은 전자공업의 발전 정도에 기반을 두고 있다. 사용자의 요구는 선진 외국제품에 대한 경험을 바탕으로 다양한 기능을 원하면서도 편의성과 단순성을 추구하고 있으며, 이와같은 시장구조하에서는 기술과 가격의 혁신을 전제로 하는 제품만이 생명력을 갖게 된다. 따라서 본 논고에서는 CNC Controller의 개발 사양을 도출하여 기술적 접근 방법을 구하는 기법에 대하여 논하고자 한다.

### 1. 서론

국내 NC 공작기계가 도입되기 시작한 것은 1970년 대초로, CNC공작기계가 본격적으로 개발된 시기는 1980년대 중반이라 할 수 있다.

CNC 공작기계는 나날이 발전하여 NC 공작기계에 의한 다품종 소량생산을 위한 자동화에 이어 System화, 무인화에 이르기 까지 급속한 발전을 해왔고, 공작기계 단체의 NC화에서 부터 공정의 복잡화에 이르기까지 발전되고 있다. 또한 가공정도 및 능률에 있어서 기계 본래의 요구성능이 만족되어야 하며, CNC Controller의 구비 요건으로 고속화, 고정도, 고신뢰성, 보수성, 타 요소와의 접속성 등 System에의 적합성과 이와 상반된 요건으로써 생산성, 품질, 경제성을 만족시키는 기술의 조화도 크게 요구되고 있으며, 가공요구의 다양화, 특히 고정도화와 난삭재가공의 필요성에 대응하여 새로운 공작기계의 개발필요성이 강조되고 있다.

현재 CNC공작기계를 생산하고 있는 업체로는 (주)세일중공업을 비롯한 다수기업들이 있으며, 성능향상

과 상대적 가격하락, 시스템화 등에 의한 국제경쟁력을 갖추기 위해 산.학.연의 체계적인 기술개발이 활발히 진행되고 있다.

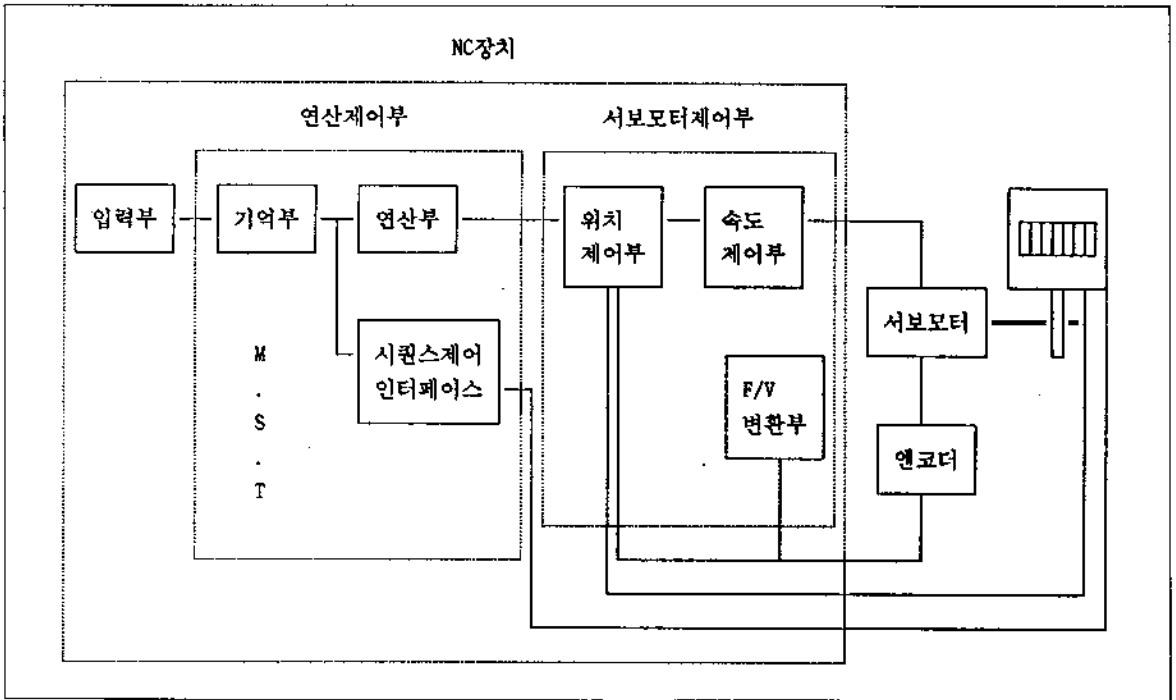
그러나 국내 공작기계 산업은 그동안 대기업의 외국기기 수입 선호 및 CNC 개발부품이 다품종 소량으로, 중소기업체가 개발을 기피하여 왔기 때문에 개발역전이 매우 취약하며, 기술수준 역시 매우 미약하다는 공통된 애로사항이 남아있다.

이러한 상황에서 국내 공작기계 산업을 육성발전시켜 선진국과 경쟁할 수 있게 하기 위해서는 핵심적인 기초부품의 국산화와 핵심기술의 체계화등 공작기계의 단순한 PROCESSOR의 능력뿐만 아니라 Hardware의 구성, Software의 Algorithm, SERVO와의 Interface, 기계와의 Interface 등 유형과 무형의 일체화 기술에 꾸준한 노력과 기술개발에 좀 더 과감한 투자가 있어야 하겠다.

### 2. CNC 컨트롤러의 기본적인 구성 및 기능

NC 장치는 프로그램에 의해 소재를 가공하도록 기

\* (주)세일중공업 기술개발중앙연구소



(그림 1) NC장치의 구성

제를 자동제어하는 장치이며, <그림 1>과 같이 정보 처리부와 서보모터제어부로 구성된다.

일반적인 NC 장치에 필요한 기본적 기능은 아래 표와 같다.

(표 1) NC장치의 기본기능

입출력 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NC 정보의 입력</li> <li>- 입력정보의 확인</li> <li>- 정보의 변환, 배분</li> <li>- 작업자와의 정보 교환</li> <li>- 외부 입출력 신호의 처리</li> </ul>
연산처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이송속도의 연산</li> <li>- 위치결정의 연산</li> <li>- 보간의 연산(직선보간, 원호보간)</li> </ul>
서보제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 위치결정서보</li> <li>- 위치, 속도의 검출</li> <li>- 출력의 증폭</li> </ul>
기 타	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보정(BACK LASH, PITCH 오차)</li> <li>- M.S.T 기능의 제어</li> <li>- 고정 Cycle 등의 Cycle 제어</li> </ul>

## 2.1 프로그램 입·출력장치

작업자가 요구하는 동작을 CNC에 명령하고 입력된 정보를 확인하기 위한 작업자와 기기간의 정보교환장치로서, NC 프로그램의 입력장치에는 천공된 페이퍼 테이프 입력으로 부터 컴퓨터 통신에 의한 입력까지 여러가지의 입력방식이 있다. 과거에는 작업자가 지령 타이프를 통해서 입력을 받는 천공 페이퍼 테이프 리더나 카세트 테이프에 일단 저장된 지령데이터에서 입력되는 카세트 테이프 리더가 많이 사용되어 왔으나 점차적으로 CNC 콘트롤러에 장치된 키-보드를 통해서 입력되거나 컴퓨터에서 직접 통신망을 통해서 입력되는 방식으로 발전되고 있다.

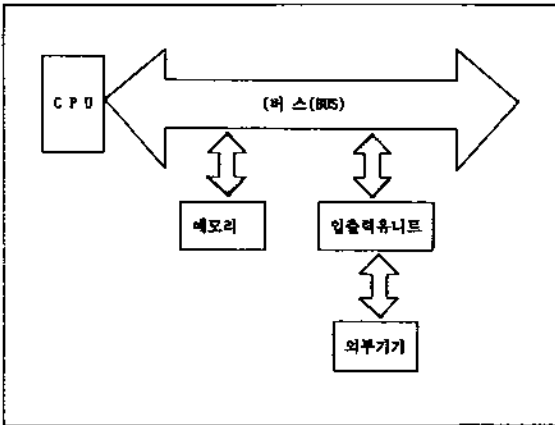
## 2.2 인터페이스 장치

인터페이스 장치는 프로그램 입력장치에서 받은 데이터를 중앙처리장치에서 해독하여 기억장치에 보관

토록 하거나 계산결과를 서보장치에 연동시키는 역할을 한다. 한편 강전제어회로나 조작반과 연계된 단속 명령이나 조작반에서 운용자에 의하여 행해진 동작지령을 중앙처리장치에 연결시킨다.

### 2.3 중앙처리장치(CPU)

보통 마이크로 컴퓨터를 사용하며, 마이크로 컴퓨터는 <그림 2>와 같이 중앙처리장치(CPU), 메모리, 입출력 유닛 등으로 구성되며 각각의 유닛은 버스(BUS)라고 하는 신호선으로 연결되어 있다.



<그림 2> 마이크로컴퓨터의 기본 구성

이 마이크로 컴퓨터 중에서 가장 복잡한 부분으로 컴퓨터 전체의 동작을 제어하고 인터페이스 장치를 통해서 들어온 명령(프로그램)을 판독하며 작업자와의 정보교환, 외부 입출력 신호의 처리 및 이송속도, 위치결정, 보간등의 연산등을 처리/해독하여 기역장치에 저장하고 블럭별로 저장된 정보를 일정한 계산과정을 거쳐서 결과를 인터페이스 장치로 보내 실행에 옮기는 역할을 한다.

### 2.4 서보 구동장치

인터페이스 장치에서 받은 작동명령 데이터를 서보 모터 구동명령으로 변환하여 모터를 구동시킨다. 서보

장치는 서보모터와 별개로 논의될 수 없으며 정확한 속도제어와 위치제어를 위해서는 속도검출기와 위치검출기가 결합되어 서보 루-프를 구성하여야 한다. 서보모터는 볼스크루를 회전시켜 위치이동을 실현한다. 이때 볼스크루의 정도에 따라 위치결정 정도가 달라 지므로 보다 높은 정도의 볼스크루를 요구하게 되지만 볼스크루의 핏치오차나 누적오차뿐만 아니라 백래쉬, 열팽창등을 보정할 수 있도록 CNC 컨트롤러가 구성 되어야 한다.

### 2.5 주축 구동장치

공작기계가 고정도화되면서 주축계는 보다 고속화가 요구되어지고 있다. 주축계는 속도제어만이 관련이므로 속도검출기와 주축모터가 주축 구동장치와 연계되어 인터페이스 장치를 통하여 전달된 주축회전수 결정지령을 수행하게 된다.

참고로, 볼스크류(BALL SCREW)는 회전운동을 직선운동으로 바꿀때 사용하는 것으로, 그 구성은 스톱사와 너트 사이에 볼(BALL:강구)을 넣어 구를 수 있게 한것이다. 이 볼은 스톱사와 너트사이를 굴러가면서 나사를 2회전 또는 3회전반 정도 돌다 튜브 속을 통해 시작점으로 되돌아 오는 것을 반복한다.

## 3. CNC 컨트롤러의 기본적인 사양항목

공작기계로 가공물을 가공할때 특정한 형상과 재질을 가진 똑같은 여러개의 공작물을 연속적으로 가공하여 원하는 측정결과를 얻거나 또는 각각 틀린가공을 하고자하는 제품을 원활히 생산하기 위하여 CNC 컨트롤러는 높은 가공 정도와 생산성이 요구되는것 외에 단순한 형상에서 복잡한 형상의 제품의 요구까지 소화시킬수 있는 다양성이 요구된다. 이러한 요구에 부합하기 위한 CNC 컨트롤러의 기본적인 사양을 NC공작기계를 예로 살펴보자.

#### 3.1 입력지령매체 : 8단위 종이테이프, 10-키

3.2 입력코드 : 입력코드가 CNC 콘트롤러마다 달라지게 되면 매우 혼란을 겪게 되므로 입력코드를 ISO와 EIA 규격으로 기본개념을 정한다. 우리나라에서는 일본과 같이 관습상 EIA 코드가 널리 사용되나 KS에서는 ISO와 같게 규정되어 있으므로 점차 그 사용이 증가되리라 생각된다.

### 3.3 수치지령방식

- ① 절대치방식 : 각 축의 이동종점 위치의 좌표치를 Program하는 방법이다.
- ② 증분치방식 : 각 축의 이동량을 직접 Program하는 방법이다.

3.4 테이프 리더 : 테이프리더로는 광학적으로 읽어들이는 광전식을 주로 사용한다.

### 3.5 테이프판독속도 : 20자 / 초

3.6 제어축수 : 제어축수는 주로 3,4,5축이 쓰이나, 5축 이상은 전용기 혹은 Transfer Line에 주로 사용되고 있다.

3.7 동시제어축수 : 각 축이 지령된 거리만큼 일제히 동작을 시작하여 최단시간내에 위치를 결정하여 소요시간을 단축시킨다. 동시에 제어 가능한 축수는 1,2,2 1/2,3,...,15축 등이있다.

3.8 보간방식 : 이 방식에는 직선보간,원호보간 등 여러방식이 있으나, 직선보간과 원호보간방식이 주로 사용된다.

- ① 직선보간 : 양 끝 사이의 수치정보를 주고 그로부터 정하여지는 직선을 따라서 공구의 운동을 제어한다.
- ② 원호보간 : 양 끝점과 보간을 위한 수치정보를 주고 그로부터 정하여지는 원호를 따라서 공구의 운동을 제어한다.

### 3.9 이송축제어

- ① 위치결정제어 : 수치제어 공작기계에 있어서 공작물에 대해 공구가 목적위치까지 가는 것만이 요구되는 제어방식이다.
- ② 직선제어 : 수치제어 공작기계에 있어서 어떤 한축에 연하여 공작물에 대한 공구의 운동을 제어하는 방식이다.
- ③ 윤곽제어 : 수치제어 공작기계의 그축 또는 그 이상의 축의 운동을 관련시켜 공작물에 대한 공구의 통로를 계속 제어하는 방식이다.

3.10 최소설정단위 : 0.01 mm, 0.005 mm 등

3.11 최대지령치 : +/-9999.99 mm 등

3.12 이송속도 : 이송속도는 분당 5 - 999 mm 등

3.13 급속이송속도 : 10.00 mm/min 등

3.14 이송축제어계 : 이송축제어계는 검출기를 부착하는 위치에 따라 Closed제어방식, Semi-closed제어방식, Open제어방식, Hybrid제어방식 등이 사용된다.

① Closed제어방식 : 테이블에 직접 스케일을 부착하여 위치를 검출한 후 Feed Back을 사용한다.

정밀도는 Semi-closed제어 보다는 우수하지만 공진 주파수가 낮으면 스틱슬립,현탕등의 원인되기도 한다. 때문에 공진주파수를 높이기위해 기계의 강성을 높이고 비틀림이 없는것이 요구된다.

② Semi-closed제어 : 테이블의 직선운동을 회전운동으로 바꾸어 위치를 검출한다. 실제의 이동량은 볼스크류의 회전각도에 비례하지 않고 오차가 생겼으나, 최근에 고정도 볼스크류가 개발되어 이 문제가 해결되었다. 이에따라 거의 모두 이 방식을 쓰고 있다.

③ Open제어방식 : 1펄스에 대해 1단계 회전하는 것을 이용하여 테이블이나 새들등을 수치로 지령된 펄스 수만큼 이동 시킨다. 스테핑모터의 회전정도, 변속기 및 볼스크류의 정도 등 구동계의 정도에 직접 영향을 받는다.

④ Hybrid제어방식 : Semi-closed제어와 Closed제어

방식을 절충한 방식으로 반 폐쇄회로의 높은 Gain으로 제어하며 기계계의 오차를 직선형 스케일에 의한 폐쇄회로로서 보정하여 정밀도를 향상 시킬 수 있다.

3.15 위치검출기 : 위치검출기는 테이블 등의 가동부에 부착되어 단위 이동량마다 펄스나 정현파 등을 발생한다. 동작결과를 FEED BACK을 통하여 입력측에 되돌아온 동작결과를 감시제어하게 된다. 이를 위한 검출기에는 광전식 스케일, 전자식 스케일, 자기스케일, 광전식 로터리엔코더, 자기 로터리 엔코더, 싱크로 레슬버 등이 사용된다.

3.16 이송축 구동모터 : 직류서보모터, 펄스모터, 유압 피스톤실린더, 공기압 모터 등이 있다.

3.17 주축구동모터 : 주축을 구동하기 위한 장치로서 직류모터, 교류모터 등이 쓰인다.

3.18 준비기능 (G기능) : NC지령의 블록에 있어서 제어기능의 종류를 나타내는 것으로, 이 지시에 의하여 제어장치는 그 기능을 발휘하기 위한 동작을 준비한다. G기능에는 G 00(위치결정), G 01(직선가공),... G 99(고정사이클)의 기능이 있다.

3.19 이송지정기능 (F기능) : 공작물에 대한 대한 공구의 이송을 지정하는 기능이다. 이 Word Address에는 F를 쓰며 연속하여 코드화된 수(F 1연, F 2연, F 4연, 매직 3,...)로 지정한다.

3.20 주축회전수기능 : 주축의 회전속도를 지정하는 기능으로 이 Word의 Address에는 S를 쓰며 연속하여 코드화된 수(S 00, S 01, ...S 99)로 지정한다.

3.21 공구지정기능 첨가(T기능) : 공구 또는 공구에 관련된 사항을 지정하는 기능으로, 이 Word의 Address에는 T를 쓰며 연속하여 코드화된 수(T 00, T 11, ...T 99)로 지정한다.

3.22 보조기능 (M기능) : 기계가 여러가지 동작을

하기 위한 지령을 말하며, 이 WORD의 어드레스에는 M을 사용하고, 그에 계속되는 코드화된 수(M 00, M 01, ...M 99)로 지정한다.

3.23 자동가감속 : 이동개시때와 종료할때 가감속이 발생한다. 급속이동의 경우에는 시간에 대해 속도가 직선으로 변하며 절삭이송의 경우에는 시간에 대해 속도가 지수함수로 변한다.

3.24 미러 이미지 : 수치제어 테이프의 하나 또는 그 이상의 Dimension Word의 부호를 반전 시킨다.

3.25 블록 데이터 : 1단위로 취급할 수 있는 연속된 워드어의 집합 데이터.

3.26 1 블록 전송 : 기계제어를 위하여 필요한 정보를 포함하여 전송한다.

3.27 DWELL : 이 지령이 있을때 Feed 등을 지령 시간 만큼 정지 시킨다.

3.28 원점복귀 : 어떠한 특정한 위치를 통과하여 CNC기계의 고유원점으로 복귀하는 기능이다.

3.29 공구위치 보정 : 제어축에 평행한 방향으로 공구의 위치를 보정하는 것이다.

3.30 공구경 보정 : 프로그램에서 지령된 가공물의 형상에서 공구경 만큼 빠진 경로를 통과한다.

3.31 백래쉬 보정 : 기어끼리 혹은 나사와 너트 사이에 존재하는 기계적인 히스테리시스를 보정하는 것이다.

3.32 핏치오차 보정

3.33 테이프 작동장치

3.34 시퀀스 번호표시 : 테이프상에 표시된 시퀀

스 번호를 표시한다.

3.35 지령치 표시

3.36 현재위치 표시

3.37 테이프 천공장치 : 프로세스 시이트를 보면서 종이 테이프에 천공하는 장치로 작업자의 오류를 방지하기 위해 2개의 테이프에 천공한다.

3.38 NC 프로그램 기억장치 : IC 메모리, 자기 Bubble 메모리 등을 사용한다.

3.39 DNC 인터페이스

3.40 주위온도 : -5 / +45 C,...

3.41 주위습도 : 상대습도 90 %,...

3.42 진동특성

3.43 충격특성

3.44 전자파 차폐능력

3.45 외형 크기

3.46 중량

#### 4. CNC 컨트롤러의 개발사양 결정시 고려요소

##### 4.1 전자공업의 과거,현황 및 발전추세와 NC

1952년 미국 MIT에서 최초로 NC가 시험제작되어 진공관을 사용하는 전자회로의 신뢰성과 가격때문에 수작업이 불가능한 항공기 부품과 같은 복잡한 가공에 적용 되다가, 1960년대에 트랜지스터가 확산되어 일반 산업에 적용되면서 각종 NC가 발표됨으로써 점과점을 연결하는 위치결정형 NC를 시작으로 CON-

TOUR를 형성하는 연속절삭까지 확산되고 신뢰성도 향상되었다.

1970년대에 반도체기술이 급속히 진보되면서 집적회로(IC)가 일반화되고 NC기술도 CNC로 발전하였다. 컴퓨터기능을 활용하여 다기능화, 고신뢰성을 발휘하면서 가격은 저하되어 NC기계가 일반화되었다.

1980년대에는 자동화 가공시스템이라 일컬어지는 유연생산시스템 (FMS)이 출현하였고 반송콘베이어, 로봇트, 자동계측시스템, 적응제어, 감시모니터등 NC 주변기술이 DNC, FMS로 충실히 발전되어 꿈의 무인화공장이 현실로 되어 각종시스템이 실용화되었다. 근래에는 전자제품의 전반적인 추세와 같이 고밀도 집적회로의 채용을 통한 CNC 본체의 소형화, 다층 인쇄회로기판, 소형 코넥터의 사용을 통한 소형화, 특별 사양집적회로(ASIC)가 흔히 사용되고 소프트웨어 중심적 기술로 발전하고 있으며, 이러한 환경요인과 기술력, 주변관련 산업의 발전여부 등이 복합적으로 평가되어 기술발전이 이루어지고 있으며 사용자인터페이스가 강화된 대화형, DNC형, FMS 및 FA 대응형으로 발전해 가는 추세이다.

##### 4.2 사용자의 요구

최근의 소비동향은 경제의 번영을 배경으로 점점 다양화, 고급화되고 있으며 다품종소량, 고정도화, 고품위화를 요구받고 있다.

그러나 공작기계의 기술발전을 유도하는 사회적, 경제적 요인들은 산업발전으로 다양화되고 있는 수요자의 요구에 대응한 변종변량 생산과 임금인상 등에 따른 가공비 부담증가, 노동인력 부족 등과 여기에 상반된 납기단축, 생산원가 절감 및 고품질화 등의 요인도 현실로서 직면해 있다.

따라서 아무리 우수하고 편리한 공작기계도 익히는 데 어려움이 따르게 되면 기존세대가 쉽게 수용하지 못한다. 그러므로 사용자들은 기존에 사용되어 왔던 손에 익은 전통적인 방법을 고집하면서도 한편으로는 경제적이고 기술습득이 용이하며 사용이 편리한 융통성이 있는 CNC를 추구한다.

4.3 시장구조

CNC 산업은 다른 산업과 마찬가지로 종합적인 기술이 꾸준히 진행되며, 선진국의 보호무역주의에 입각한 자국시장의 보호조치와 기술이전 기피현상 때문에 관련기술이 미약하고 투자여력이 부족한 우리 기업으로서는 기술개발에 어려움이 많은 실정이다. 반면에 타 산업의 기업들이 생산성 향상을 공장자동화에 의존하는 경향이 커짐에 따라 공장자동화 산업의 활성화를 위한 기술개발의 필요성이 절실한 상황이다.

그리고 모든 제품은 흔히 가격구조에 따라 저가형, 중급형, 고급형으로 분류하고 수요에 따라 소량특수형, 보급형등으로 구분된다. 따라서 기술의 발전수준은 일반적으로 달성해야만 되는 것은 아니며, 사용목적과 시장점유율을 고려하여 그 정도를 달리할 수 있으며 개발사양을 결정하여야 한다.

4.4 기술력

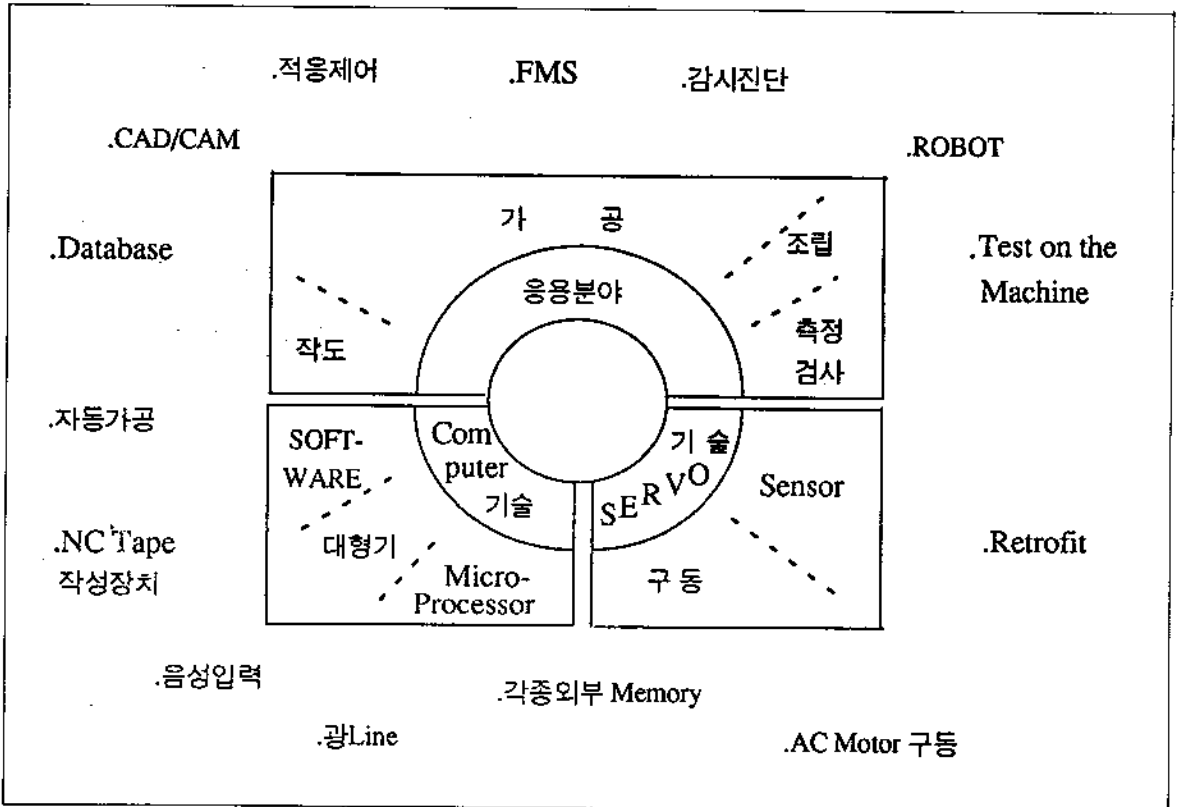
사용자의 요구와 시장구조에서 선정된 개발사양은 결국 기술력으로 해결되어야 하는데, 기술의 발전수준은 일반적으로 달성해야만 되는 것은 아니며, 시장구조와 사용목적, 시장점유율을 고려하여 그 정도를 달리할 수 있으며 이에 적합한 개발사양을 결정하여야 한다.

따라서 제조가격의 절감과 신뢰성과 보수성의 향상은 부품수를 줄이고 하드웨어의 호환성과 소프트웨어의 차별화와 모듈화가 가장 바람직 할 것이다.

5. 개발사양 결정방법

5.1 수요조사

우선 국내수요를 중심으로 개발도상국의 수요를 조



〈그림 3〉 NC의 관련기술

사하여야 한다. 국내 공작기계류 및 기계류 제조업체는 재료비 절감 노력을 가장 우선으로 하고 있으며, 이중 NC장치가 차지하는 비중이 가장 크다. 이와같은 현상은 개발도상국가에서도 유사하게 나타나며, 앞으로 기계류 제품은 개발도상국의 주종 상품화로 발전될 것으로 예상되기 때문이다.

## 5.2 기술조사

공작기계는 일반기계에 비해서 고유기술에 크게 의존하는 기계로서 획기적인 아이디어에 의한 새로운 공작기계의 출현은 드물고, 지금까지 개발된 공작기계를 지속적으로 개량, 개선함으로써 발전되고 있으며, 여기에 사용의 용이성과 경제성이 가미되고 있다. 또한 이러한 기술의 발전은 장비 자체의 기술발전은 물론 공작물의 재질, 공구의 발달에 따라 직접적으로 영향을 받게 되며, 사회적, 경제적 요인도 발전의 방향을 결정하는 중요한 요소다.

CNC컨트롤러의 기술은 단독으로 존재하지 않고 <그림 3>에 보인바와 같이 관련기술과의 연계성이 매우 강하다. 그러므로 관련기술 분야에 대해서 광범위한 기술현황 및 발전추세를 조사하고 기술을 분석하여야 한다.

## 5.3 브레인 스토밍

관련기술 분야에 따른 목표설정이 중요하므로 수요

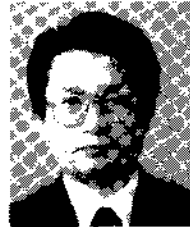
자, 개발자 및 관련 기술자가 공동으로 참여하는 브레인 스토밍 방식을 통하여 기술개발의 목표가 정해져야 할 것이다.

## 5.4 기술개발 및 제품개발

기술개발의 최종 목표는 전술한 고려요소를 최대한 수용하는 방향으로 설정되어야 하며, 시범제품의 개발은 최대시장 점유제품의 모듈별 대체가 가능하게 시도되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. NC System 사전, (주)조창서점 1988. 9. 1.
2. NC강의, 이봉진 著 1988. 1. 5.
3. 월간 기계자동화 1992. 7.



김두근(金斗根)

1952년 10월 1일생

1975년 서울대 공대 전기공학과 졸업

1981년 홍익대 대학원 전자공학과 졸업  
(석사)

1986년 동대학원 전기공학과 졸업(공학)

현재 (주)세일중공업 메카트로닉스센  
타 담당 이사