

- 공작기계용 Computer 수치제어(CNC) 장치의 설계기술 동향 -

이 광 무
 대우중공업(주) 기술연구소 전자기술부

Trends of Technology in Design of CNC System for Machine Tools

Kwang Moo LEE

Technical Center/Daewoo Heavy Industries LTD.

- Abstract -

In this article, Recent trends of technology in design of CNC system for machine tools which has increased in number and applications by needs for FA(Factory Automation), Save of labor in various industries, are described.

These technology improvements in CNC system take place especially in the field of performance, reliability, compactness, price, etc.

From these technology improvements, the theme of "performance improvements of CNC system" are selected and mostly described in this article.

Also, the major features of a CNC system product of our company and its characteristics in system design are briefly described.

I. 개 요

공작기계용 CNC(Computer Numerical Control) 장치는 1952년 미국 MIT 공대에서 항공기 부품을 가공하기위한 제어 장치로서 최초개발된 이래, 미국,일본 등의 선진국을 중심으로 1970년대부터 본격 실용화가 추진되었다. 물론 이러한 CNC 장치의 수요증가는 1970년대 초부터 등장한 Microprocessor 등 반도체의 기술혁명 및 생산 자동화에 따른 Cost Down에 크게 힘입은 것이다.

현재 공작기계 업체는 물론, 일반 산업체에서의 생산성 향상 및 공장자동화에 필수적인 요소로서, 그 용도도 머시닝센터, Punch Press, 방전가공기, 목공기계등 매우 다양해지고 있다. 특히 일본의 경우는 공작기계의 CNC화를 급속히 추진한 결과로 얻어진 생산성향상 효과로 미국을 앞질러 각 산업분야에서 제품 경쟁력을 갖게되었다.

국내에서도 1970년 말부터 대우중공업(주) 등의 공작기계업체에서 최초로 CNC 선반을 개발, 판매한 이래로 매년 30%정도의 성장률을 기록할 정도로 빠른 속도로 보급이 확산되어 현재는

공작기계의 꽃이라 불리는 머시닝센터(Machining Center) 등도 국산화 생산되고 수출도 하는등 많은 발전이 있었다. 그러나 일본등의 선진국에 비하면 표1에서 알수 있듯이 수요 대수의 면에서 아직 큰 차가 있으며 기술적인 면에서도 우리의 노력이 더 한층 필요한 시점에 있다고 말할수 있다.

표1. 한국,일본의 공작기계용 CNC장치의 수요대수
 Table 1 The Number of CNC System in Demand for Machine Tools in Korea & Japan.

년도	한 국	일 본
'76	185	** 2,954
'77	71	** 4,020
'78	106	** 4,739
'79	175	** 9,863
'80	817	** 16,391
'81	109	** 20,019
'82	165	** 18,936
'83	* 270	** 22,557
'84	* 396	** 36,576
'85	* 432	** 45,120

자료 : 한국산업연구원, "NC공작기계산업의 현황과 전망"

주 : * 한국 공작기계 공업협회 통계치

** 일본 공작기계 공업협회 통계치

특히 이 공작기계용 CNC 장치는 아직 거의 모든 수요량을 일본 등 선진국으로 부터의 수입에 의존하고 있어 국가적으로도 국산화가 시급한 품목으로 되어있다. 그 이유는 CNC 장치의 특성이 수 ms 정도의 실시간 처리와 1/1000mm수준의 매우 높은 정밀도를 갖는 Servo Motor 제어기술등 고도의 설계기술을 요하기 때문에 그 개발에 필요한 설계기술 확보 및 개발인력, 개발비등이 국내여건상, 한 업체에서 감당하는데 어려움이 있었기 때문이다. 최근 이러한 문제를 해결하고자 CNC장치의 국산화 개발을 위한 별도의 회사를 공작기계업체 공동으로 설립하고자 추진하고 있어 업계의 CNC 장치에 대한 국산화 개발의 중요성 및 수입의존에 따른 문제의 심각성을 잘 말해주고 있다.

II. 최근의 공작기계용 CNC장치 기술동향

CNC장치의 최초 등장 이래 지금까지의 지속적으로 추구되었던 성능상의 목표는 크게 2가지로 요약할 수 있다. 그 첫째는 높은 정밀도(High Accuracy)이고, 두번째는 고속가공(High Speed machining)의 실현이다.

그 두가지 목표를 실현하기 위하여 그동안 Servo Motor 및 제어기술 개발에 집중적인 연구가 행해져 그 결과로 정밀도 측면에서는 이미 1 μ m를 넘어 0.1 μ m까지 최근 가능해졌으며, 고속가공 기술도 20m/min까지 가능하게 되었다. 아울러 이러한 Servo 제어 기술의 발전외에도 Microcomputer의 발전에 힘입어 가공 Program 작성 및 입력절차의 간소화, 외부기기와의 통신처리, Color Graphic 처리 기술의 도입등 Utility Software의 개발 및 이에따른 성능개선도 활발히 추진되었다.

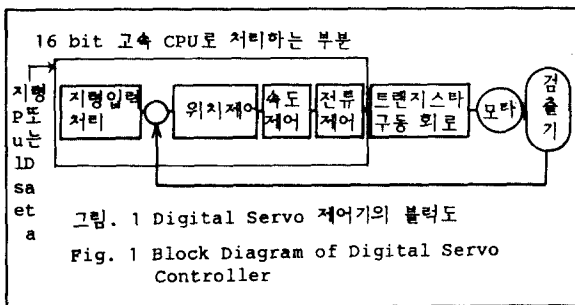
따라서 이러한 CNC 장치의 기술동향을 각 분야별로 보다 구체적으로 설명하고자 한다.

1. Servo 제어기술

Servo 제어기술 관련하여 최근의 뚜렷한 변화로는 DC Servo Motor로부터 AC Servo Motor로의 전환과 Analog Servo 제어방식으로 부터 Digital Servo 제어방식(Software제어 방식 이라고도 함) 으로의 전환을 들 수 있다.

AC Servo Motor로의 전환은 DC Servo Motor의 Brush교환 문제를 해결할 수 있고 그동안의 반도체 가격의 꾸준한 성능향상 및 하락으로 인해 성능 및 경제성에서 우월해졌기 때문이다.

아울러 Servo 제어방식에서도 속도 및 전류제어를 하드웨어로 처리하던 기존의 Analog Servo 제어방식으로부터 Servo Motor의 속도, 전류제어 뿐만 아니라 위치제어까지를 그림.1에서와 같이 16 bit 고속 CPU등을 이용하여 일정주기로 Sampling 한 Data를 토대로 소프트웨어로 연산처리하는 Digital Servo 방식으로 활발히 전환되고 있다.



2. FMS(Flexible Manufacturing System) 및 FA(Factory Automation) 대응 기술

최근의 CNC 장치는 단독의 제어장치로서의 성능뿐만 아니라 공장 자동화에 필수적인 정보의 전달을 위한 각종 통신처리기능도 갖추게 되었다.

이미 RS-232C, RS-422 등의 Serial Interface를 이용한 DNC(Direct Numerical Control) 운전등을 통한 상위

Computer와의

1) 가공 프로그램, 공구 Table, 보정치 Table 등의 Upload 및 Down load

2) 과부하, 공구의 파손등 각종 Alarm 상태의 체크 및 처리

3) 고속의 자동계측

등이 실현되고 있으며 보다 많은 정보가 상위 Computer와의 통신을 통하여 교환되어 궁극적으로 무인화 공장이 실현될 수 있도록 통신방식등 많은 연구가 수행되고 있다.

3. Soft key 및 Color Graphic CRT를 이용한 Man-Machine Interface 기능개선

CNC 장치 사용상 가장 큰 문제중의 하나는 작성과 입력에 많은 시간이 소요된다는 점이 었다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 CNC 장치내부에 APT(Automatic Programming Tool)기능을 포함시켜 도면 입력만으로 프로그램이 자동 생성될 수 있도록 하였으며, Color Graphic CRT를 통한 가공물 영상 표시 및 공구궤적의 Simulation Check 기능등 기능의 강화도 꾸준히 계속되고 있다.

또 Menu key(Soft key 라고도 함) 입력 방식을 채택하여 대화형으로 프로그램을 작성할 수 있도록 하여 초보자라도 쉽게 프로그램 작성이 가능하도록 설계하는 등 Man-Machine Interface의 기능개선을 위한 갖가지 연구가 진행되어 신제품에 반영되고 있다.

4. 고능률, 고속처리를 위한 하드웨어 기술

최근의 CNC 장치는 16 bit CPU를 다수 사용하고, 각 CPU간의 정보전달을 Dual port RAM 등을 통해 수행하는 이른바 Tightly-Coupled Multiprocessor 시스템으로 구성되어 있어 동작상 요구되는 Real-Time Multi-Task 작업이 가능하도록 되어있다.

아울러 대용량의 Memory 및 Custom LSI 등을 개발하여 사용함으로써 전체 시스템의 고집적도와 및 부품수 절감을 통한 신뢰성 향상을 기하고 있다.

5. 내장형 PC(PROGRAMMABLE CONTROLLER) 기능의 최종 종래의 PC 기능외에 CNC장치의 구입사용자인 공작기계 제조 회사로 하여금 가공에 관한 Know-how등을 소프트웨어로서 작성하여 CNC 장치내에 입력시킬 수 있도록 CNC 장치와 PC사이에 Window 개념을 도입하여 CRT를 이용한 각종 Message표시 기계의 현재좌표치, Modal Data등, NC Data의 Read 및 변경 등도 PC를 통해서도 가능하도록 PC의 기능확장 및 사용자에의 개방을 만층 확대하였다.

III. 당사와 머시닝센터용 NC장치(D-600M)의 특징

당사가 일본 Toshiba 기계(주)와 기술 제휴에 의해 금년부터 생산 판매하고있는 머시닝센터용 CNC장치인 D-600M의 하드웨어와 소프트웨어의 구성 및 기능상의 특징을 간단히 소개하고자 한다.

1. 하드웨어 구성

D-600M NC. 장치는 그림2와 같이 Multi CPU 방식을 채용하여

동시고속병렬처리가 가능하도록 설계되어 있다. 아울러 시스템 규모 및 용도에 따라 확장과 변경이 용이하도록 Modular한 구조로 되어있다.

각 CPU간의 Data 교환은 그들 CPU간에 Dual-Port RAM을 설치하여 원활한 정보의 교환이 이루어지도록 하고 있다.

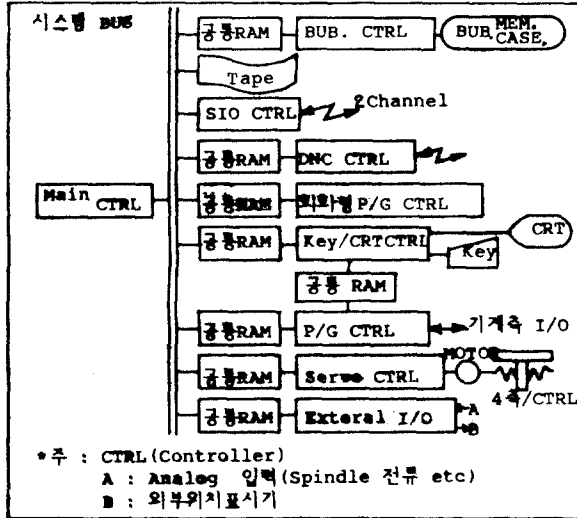


그림 2. D-600M 시스템 구성도

Fig2. Block Diagram of D-600M

2. 소프트웨어 구성

D-600M의 전체 소프트웨어는 크게 일정주기의 Clock Interrupt로 서비스되는 Foreground 프로그램과 그 사이사이 서비스되는 Background 프로그램 2 가지로 나눌 수 있다.

Foreground 프로그램에서는 Feedback data를 포함한 각종 입출력 data의 경신, Servo Loop의 제어, 직선, 원호보간계산 등 긴급도가 높은 data의 실시간처리가 행해지고 있다.

이에 비해 배경부에서는 Clock Interrupt Routine 사이에서 가공 프로그램 한 Block의 해석 및 Foreground 프로그램에서 필요로 하는 data의 계산처리, 기계 Sequence의 제어 등을 행하고 있다.

배경부에서 처리할 필요가 있는 data 처리의 종류가 다양하므로 이러한 Data처리를 할 때는 하나의 Data 처리에 너무 많은 시간이 걸려 다른 Data의 실시간 처리에 문제가 생기지 않도록 동시병렬처리에 균형을 취할 필요가 있다.

이들위해 D-600M에서는 계산기의 OS(Operating System)에 상당하는 역할을 수행하는 감시 프로그램을 구성하여 이에의해 모든 Background 프로그램을 서비스 처리하고 있다.

즉 그림 3 에서와 같이 서비스 Table을 구성하여 서비스되어야 할 Background 프로그램들을 Name Table에, 서비스되기까지의 지연시간을 Time Table에 각각 등록하도록 하여 감시 프로그램으로 하여금, 이 Table을 순차적으로 Scanning 하여 서비스시간에 도달 한 Routine이 있는가를 Monitoring 하도록 설계되어있다. 만일 이때 서비스 시간에 도달한 Routine이 있으면 그 Routine을 실행시켜서 필요한 Data의 처리

를 행한다.

Data 처리가 끝난 Routine은 다시 서비스가 필요한 경우는 Time Table에 다시 서비스 시간을 경신하고 필요없는 경우는 서비스 Table의 등록에서 삭제 시킨다.

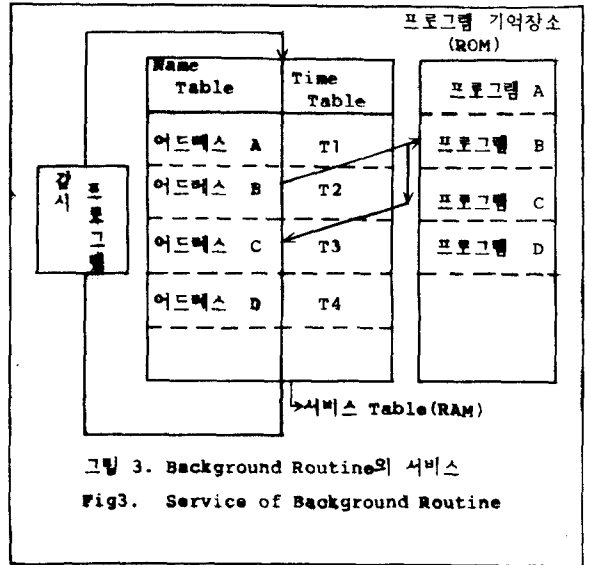


그림 3. Background Routine의 서비스

Fig3. Service of Background Routine

3. D-600M의 기능상의 주요 특징

1) 고속, 고정도화에서의 대응

최대 24m/min 까지의 고속 Feed가 가능하며 Servo 계는 위치, 속도제어 부분을 소프트웨어로 처리하는 디지털 AC Servo 로 구성되어 있다.

또 기계적 오차 보정기능으로서, 열변위보정, 진직도보정, Backlash, Pitch 오차 보정등의 기능을 갖추고 있다.

2) 내장형 PC 기능

다양한 연산명령, 제어명령을 갖춘 PC를 내장하고 있어 Ladder Diagram 형식의 기계제어용 Sequence를 고속처리할 수 있으며, CRT 표시에 의한 Monitoring 기능도 갖추고 있어 기계측의 고장진단, 보수가 용이하다.

3) 기계가공의 Know-How를 CNC 장치내에 포함시킬수 있는 각종 프로그래밍 기능

진원(Full Circle)절삭, 고정 Cycle, Pattern Cycle) 이외에도 Macro 프로그램기능, 회화형 자동프로그램 기능등을 갖추고 있어, 빠른 시간내에 각종의 가공프로그램을 유연하게 작성할수 있을 뿐 아니라 기계가공의 Know-How를 프로그램에 반영시킬수 있다.

4) 절대위치 검출기의 사용

CNC 공작기계의 무인화 운전을 가능케 하기위해 Power가 OFF되어도 현재위치를 기억할수 있도록 Servo Motor에 절대위치검출 Resolver를 장착 사용하고 있다. 따라서 전원 투입시 기계와 CNC장치와의 좌표계를 일치시키기 위한 원점복귀동작이 불필요하다.

5) DNC 운전기능 강화

D-600M에서는 종래 DNC의 주요기능이었던 가공프로그램의 Download기능 이외에도 공구 Data, 보정치 Data등의 Host Computer와의 Upload/Download, Palette 교환처리, 가공 완료보고 및 자기진단기능등 대폭 DNC 운전기능을 강화하여 무인화운전, Schedule 운전이 가능하도록 되어있다.

- 참고 문헌 -

- 1) T.Ishihara, " Making NC even more intelligent ", Metalworking, Sep.1985,PP.72-75
- 2) K.Yamashita, " NC 制御の新展開 ", 機械と工具 , May 1985, PP.62-66
- 3) 鎌本, " 機械技術者のための エレクトロニクス ", 第1回 , -CNC 編 -, 東芝機械技報 , Vol.1/No.2, Oct. 1983, PP.34-40
- 4) 한택환, " NC 공작기계산업의 현황과 전망 ", 산업기술 연구원, Oct. 1984, PP.48-95
- 5) 한국 공작기계공업협회, " 공작기계 통계 요람 ", 1985