

i80486과 32비트 DSP를 사용한 CNC제어기의 개발

김동일*, 송진일*, 김성권*, 이충환*, 이윤석*, 강 문*, 나상근*
 임용규**, 남기준**

* 삼성전자 생산기술본부 제어기술개발팀
 ** 삼성중공업 기계전자연구소

Development of CNC Controller Based on i80486 and 32bit DSP Chip

Dong-Il Kim*, Jin-Il Song*, Sungkwun Kim*, Choong-Hwan Lee*, Yun-Suk Lee*,
 Moon Kang*, Sang-Keun Na*
 Yong-Gyu Lim**, Ki-Jun Nam**

* Control R/D Team, Production Engineering Division, Samsung Electronics
 * Machinery & Electronics Research institute, Samsung Heavy Industries

ABSTRACT

This paper presents Samsung CNC (Computer Numerical Controller) system with an intel 80486/487 as the main CPU and a 32 bit floating point DSP (Digital Signal Processor) TMS320C30 as the motion control CPU. The Samsung CNC system diverse user-friendly characteristics such as multi-tasking, powerful menu system, internal PLC system, and 2/3 dimensional graphics in wire and solid mode. The main CPU executes central processing program, user interface program, interpreter, BMI, etc while the motion control CPU carries out some interpolations, acceleration/deceleration, and PID control algorithm with feedforward terms. Complex interpolations except linear and circular ones are performed on the main control CPU.

The experimental results for the circular interpolation under linear acceleration/deceleration shows that the proposed CNC system can be widely used in controlling machining centers with good machining accuracy.

1. 서론

오늘날 산업계에서는 생산력 증대와 제품의 품질 향상이라는 두 문제를 해결하기 위하여 생산 자동화에 관심이 집중되고 있고, 이를 실현하기 위하여 자동화의 핵심이 되는 CNC 공작기계의 개발과 응용에 대한 노력이 지속적으로 진행되고 있다. CNC 공작기계를 이용한 자동화 시스템은 대량 생산 체제에서 뿐만 아니라 소량 다품종 생산에 절대적으로 필요한 유연 생산 체제 (FMS: Flexible Manufacturing System)의 구현에 유리하며 정밀 가공과 반복적 가공등의 작업에 이용된다.[1].

이러한 생산 시스템의 보급이 확산됨에 따라 CNC 공작기계의 저가격, 고성능, 고기능, 조작의 편리성등이 요구되고 있다. 또한, 제어장치인 CNC 시스템은 일반적으로 하드웨어와 소프트웨어의 구조가 복잡하고, 개발시 장비, 인력, 비용등이 많이 소요되고, 친숙한 사용자 환경을 요구하고 있다.

본 논문에서 제시하는 삼성전자의 CNC 제어기는 공작기계의 제어성능을 높이기 위하여 주제어기로 32비트 마이크로프로세서 i80486를 사용하고 있고, 운동제어를 위하여 32비트 부동소수점연산용 디지털신호처리프로세서

(DSP) TMS320C30을 채택하고 있다. 그리고 내장형 PLC, DNC 시스템, 고속 그래픽시스템등이 탑재되어, 제어시스템의 기능 확장 및 각 하부 제어기들의 통합이 간단하게 이루어지도록 되어 있다. 그리고, 제어 시스템의 운영 소프트웨어는 사용하기에 편리한 메뉴시스템을 채택하고 있으며, 향후 쉽게 기능을 추가할 수 있도록 설계되어 있다.

본 논문에서는 삼성 전자의 CNC제어기의 설계 개념, 제어기의 하드웨어 및 소프트웨어의 구성, 제어알고리즘의 구조, 원호보간을 이용한 원호가공시의 실험결과에 대하여 논한다.

2. 하드웨어구성

제한한 CNC 제어기는 크게 CNC controller와 PLC로 구성되며, 여기에 CRT, MDI, Keyboard, Floppy disk driver 등이 부가된다. 여기에 공작기계 제작회사에서 제작하는 공작기계의 전장이 결합됨으로써 공작기계 제어기가 구성된다. 공작기계제어시스템은 일반적으로 그림 1과 같이 구성된다.

이러한 공작기계제어시스템에 있어 가장 핵심요소인 CNC제어기는 세부적으로 나타내면 그림2와 같이 구성되며, 각각은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

1) MAIN 제어기

공작기계의 각 축의 제어 및 사용자interface 등의 다양한 기능을 수행하는 중심적인 제어기. 80486/487마이크로프로세서를 사용하였다.

2) 그래픽보드

TMS34020을 그래픽 전용 연산기로 사용하고 있으며, 640 X 480 해상도의 256색 표시로써 화려한 사용자 인터페이스를 제공한다.

3) MDI Key

68 key (softkey 12 포함)들로서 구성되며 NC 가공 프로그램의 입력, 편집과 기타의 데이터 조작에 사용된다.

4) FDD (Floppy Diskette Drive)

3.5 인치, 1.4Mbyte의 용량을 가지고 있다.

5) 운동제어보드(Motion Control board)

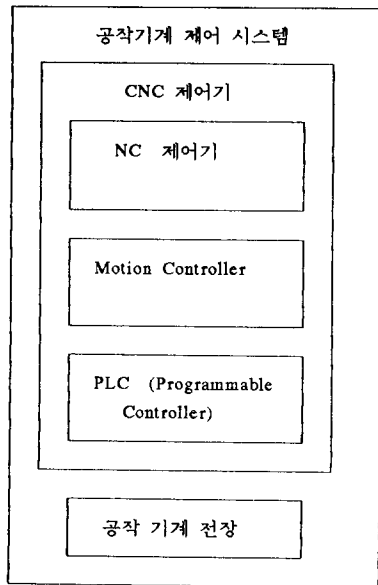


그림 1. 공작기계제어기의 구성
Fig.1. The controller structure of the machining center.

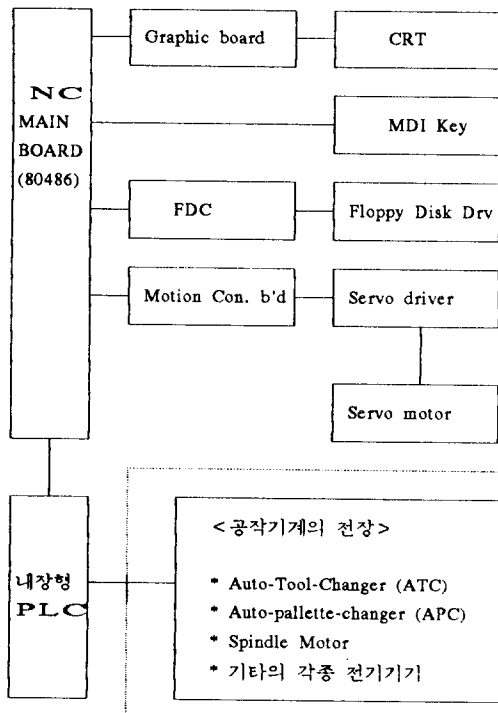


그림 2. CNC 제어기의 구성
Fig. 2. The structure of the CNC system.

TMS34020을 공작기계의 각 축을 제어하는 전용 연산기로 사용하고 있으며, 서보모타들에 연결되어 실제로 각 축의 움직임을 제어한다.

6) PLC (Programmable Logic Controller)

CRT, FDD 등 Controller의 기본 주변기기 이외의 공작기계의 각 부분을 제어하는 중심적인 제어기이며, Motorola 68000을 전용연산기로써 사용하고 있으며, 1024의 입출력접수를 제공하고 있다.

7) CRT : 14 inch , Multi-sync

3. 소프트웨어구조

2장에서 설명한 하드웨어를 실제로 동작시키기 위해서는 소프트웨어가 필요하다. 제시한 CNC 제어기의 소프트웨어는 프로그램의 등록 및 수정, 파라미터, OFFSET등을 관리하는 사용자인터페이스프로그램, NC 가공프로그램을 해석하여 실행 데이터를 생성해내는 해석기프로그램, 해석기를 통하여 발생하는 실행 데이터를 받아 기계의 축을 보간 및 제어하는 운동제어프로그램, 가공된 형상 및 공구의 경로를 2차원 및 3차원으로 화면에 표시해 주는 그래픽프로그램, M,S,T 코드들로 이루어진 지령에 대해 기계축의 장치를 구동시키는 PLC 프로그램등으로 구성되어 있다. 전체 프로그램의 구조는 그림 3에 도시되어 있다.

이외에, 기계조작반 및 MDI로부터 조작 KEY등을 받아 들어 전제를 제어하는 프로그램이 존재한다. 이 프로그램은 자동운전이 개시되면 해석기를 호출하여 해석기가 가공 프로그램을 1 블록씩 해석하게 하고 실행 데이터를 버퍼에 저장하게 한 뒤, 이 데이터를 운동제어루우틴에 전송하며 이 실행이 종료되면 다음블록으로 진행된다.

3.1. 소프트웨어상세

1) CENTRAL PROCESSING 프로그램

기계조작반으로부터 KEY 입력을 받아 해당하는 기능을 수행한다. 크게 수동운전 및 자동운전을 제어하는데, HAND WHELL, JOG, ZRN등의 수동운전일 때는 기계조작반의 입력상태를 운동제어루우틴에 전달하여 해당하는 기능을 수행하게 하며, 자동운전일 경우에는 해석기를 호출하여 해석된 데이터를 운동제어루우틴 및 BMI에 전달하여 가공프로그램을 수행한다.

2) 사용자인터페이스프로그램

MDI로부터 입력된 KEY를 조사하여 메뉴의 조작을 행한다. 8개의 메뉴 (POSITION, PROGRAM, OFFSET, PROGRAM, CHECK, SERVICE, MESSAGE, GRAPHIC)를 통하여 사용자와 인터페이스하게 되는데, 주로 프로그램의 등록 및 수정, 파라미터와 OFFSET등의 등록 및 수정을 행한다.

3) 해석기

사용자가 등록한 가공프로그램을 해석하는 해석기로서 G 코드 및 각종 CODE들을 해석하여 그 결과를 버퍼에 저장한다.

4) BMI

기계측과의 인터페이스용 프로그램으로써 M,S,T 코드

등을 기계측에 전달하고 기계측에서 지령에 해당하는 기능을 종료하면 종료신호를 CNC제어기측에 전달한다.

5) PLC

BMI를 통하여 전달된 M 코드 및 기타 지령에 대해 그에 해당하는 기능을 수행한다. (스핀들 정/역회전 및 정지, COOLANT ON/OFF, 공구교환 등)

6) MCB (운동제어프로그램)

CNC제어기측으로부터 전달받은 목표위치에 대한 위치 제어를 행한다. 보간으로는 직선보간, 원호보간, INVOLUTE 보간, SPLINE 보간등을 사용하고 있다.

7) 그래픽프로그램

MACHINE LOCK ON 상태에서 CENTRAL PROCESSING 프로그램으로부터 직접 데이터를 받아 보간을 하여 공구경로를 화면에 표시한다. 또는 MACHINE LOCK OFF 상태에서 기계측의 위치값을 독치하여 공구경로를 화면에 표시한다.

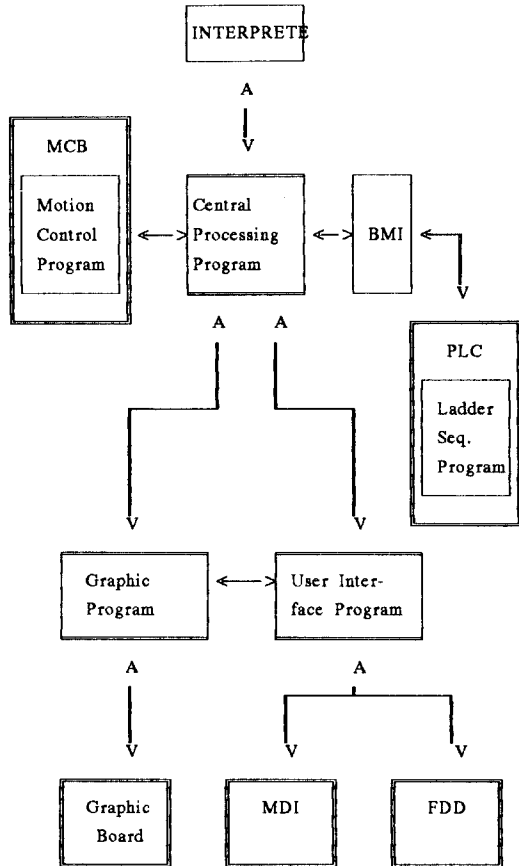
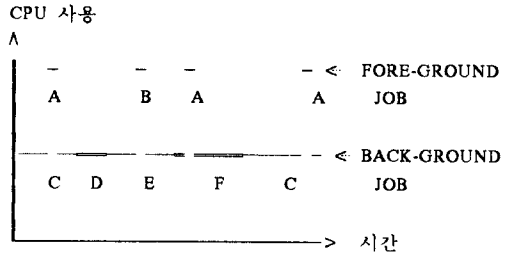


그림 3. 프로그램구성
Fig.3. The structure of the program.

3.2. REAL-TIME PROCESSING을 위한 프로그램구성

REAL-TIME PROCESSING을 하기 위해 다음 그림과 같이 2 레벨의 PROGRAM 구성을 하였다.



BACK-GROUND JOB에는 사용자인터페이스, 해석기등의 시간적 제약이 비교적 적은 일을 처리하는 TASK가 ROUND-ROBIN 방식에 의해 수행된다.

FORE-GROUND JOB에는 H/W INTERRUPT, TIMER INTERRUPT 등에 의해 호출되며 H/W 관련의 통신등 정확한 시간에 수행되어야 할 일들이 수행된다. FORE-GROUND JOB은 성격상 즉시 응답이 필요하고 수행 시간이 짧은 작업에 이용된다.

4. Test-용 공작기계 사양

제시한 CNC 제어기의 성능을 보기 위하여 다음의 특성을 갖는 공작기계를 사용하였다.

4.1. 테이블

- 1) 테이블 작업면 영역 400mm X 300mm
- 2) 테이블의 허용 적재 질량 200Kg

4.2. 주축, 주축 HEAD

- 1) X축 방향 이동거리 300mm
- 2) Y축 방향 이동거리 200mm
- 3) 주축 Head 상하 이동거리 200mm
- 4) 주축단과 테이블 상면과의 거리 최대 400mm
- 5) 절삭 이송속도 (Z) 1 - 200mm/min
- 6) 급속 이송 속도 (X/Y) 15 m/min
- (Z) 12 m/min
- 7) 주축 모터 AC 1.5KW - 4P
- 8) 주축회전수 200 - 3000 rpm
- 9) 이송 motor (X/Y/Z) 0.4KW
- 10) 위치결정 정도 0.01 /all stroke
- 11) 반복 위치결정 정도 ± 0.005mm

4.3. Turret

- 1) Turret 회전 시간 1 sec (1축 회전시)
- 2) Turret 회전의 위치정도 0,015 mm
- 3) Turret 축수 6축
- 4) 공구의 최대 길이 325mm
- 5) 공구의 최대 질량 3.5Kg

4.4. 기타

- 1) 공급 공기 압력 4.5Kg/cm2
- 2) 공급 공기 용량 100L/min
- 3) 전기 용량 7KVA
- 4) 볼스크류 φ25 X 8P

- 5) 기계 높이 1980mm
- 6) 기계 질량 1800Kg
- 7) 설치 면적 1480mm X 2350mm

5. 실험결과

제시한 CNC 제어를 5장의 공작기계에 연결하여 가공정도를 시험하였다. 공작기계의 정도측정방법중 원호가공에 대한 결과를 제시한다. 실험에서는 알루미늄을 가공재료로 사용하였으며, 가감속은 직선가감속을 사용하였다. 그림 4는 실험한 결과를 보이고 있다.

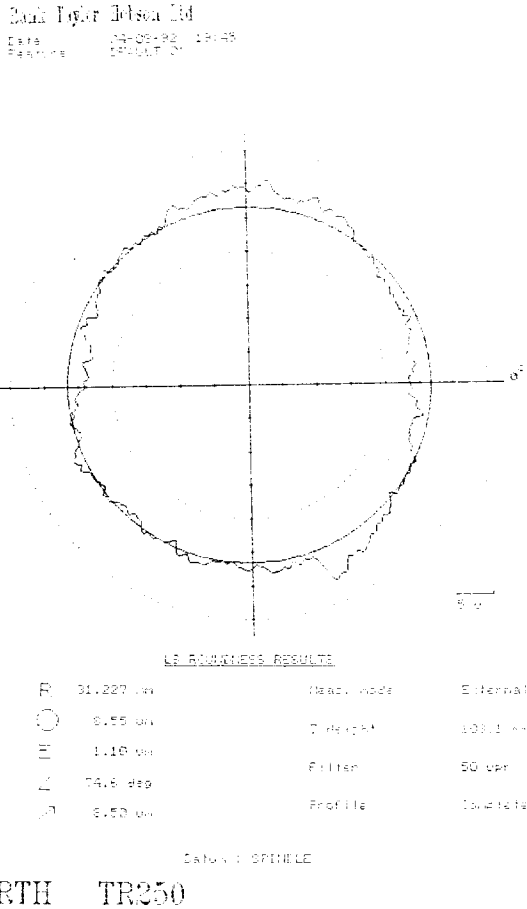


그림 4. 실험결과
 Fig.4. Experimental Result

6. 결론

본 논문에서 공작기계의 제어성을 높이기 위하여 주 제어기로 32비트 마이크로프로세서 i80486를 사용하고, 운동제어를 위하여 32비트 부동소수점연산용 디지털신호처리 프로세서(DSP) TMS320C30를 채택하고 있는 CNC제어기를 설명하였다. 제안한 CNC제어기는 내장형 PLC, DNC 시스템, 고속 그래픽시스템등이 탑재되어, 제어시스템의 기능 확장 및 각 하부 제어기들의 통합이 간단하게 이루어지도록 되어 있다. 또한 제어 시스템의 운영소프트웨어 실시간 운용이 가능하게 설계되어 있으며 사용하기에 편리한 메뉴 시스템을 채택하고 있다. 이러한 설계는 제안한 CNC제어기의 향후 기능추가를 용이하게 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 CNC제어기를 실제로 공작기계에 장착하여 원호가공을 한 결과는 만족할 만한 제어성능이 얻어짐을 보였다. 실제로 본제어기는 현재 시판되고 있는 고급기종의 CNC 제어기와 필적하는 기능과 성능을 가지고 있다.