

FMS 구축을 위한 제어 module 개발

최홍태* 배용환* 박재홍** 이석희***

* 부산대학교 대학원
** 국방과학연구소
*** 부산대학교 생산기계공학과

Development of control module for FMS construction

Hong-Tae Choi* Yong-Hwan Bae* Jae-Hong Park** Seok-Hee Lee***

* Graduate School Pusan National Univ.
** The Agency for Defence Development
*** Dept of Production and Mechanical Eng.
Pusan National Univ.

Abstract

This paper describes the systematic control method of process information transfer and machine cell control in FMS implementation. We have constructed an experimental FMS computer network and control system. The system hardware consists of host computer to manage process data and information transfer of machine cells, cell control computers to control machine cells(NC lathe, Machining center). On the other hand, software is made up of order management module, NC program searching and generation module, NC part program error check module and cell control module.

In this study, we could arrive at conclusion as following; The first, each task could be accomplished by the efficient information transfer in hierachical computer network. The second, data base system of part programs and process control data is needed for the efficient information transfer and production management. Lastly, expansion of FMS control system could be achieved by the hierachical and decentralized computer control system.

1. 서 론

현대의 전자공업과 정보산업의 빠른 발달을 기반으로 생산공정제어 뿐만 아니라 생산관리 분야에서 컴퓨터의 활용이 급증하고 있다. 현재의 수요가의 요구가 다양해짐에 따라 다품종 소량생산시스템(FMS:Flexible Manufacturing System)의 도입이 불가피하게 되었다. FMS가 그 기능을 최대로 발휘하기 위해서는 각 셀과 작업사이의 원활한 정보전달이 필수불가결하다. 그러나 일반적으로 각 공작기계와 컴퓨터는 제조회사와 통신방법이 각각 다르므로 이들간의 정보전달을 위해서는 protocol을 변화시켜 주어야 한다. 그리고 FMS의 핵심요소인 DNC(Distributed Numerical Control)에서 생산정보 및 관리를 담당하는 중앙컴퓨터와 공작기계 제어를 위한 위성컴퓨터 사이에 알맞는 네트워크 구축과 소프트웨어를 선택하는 것이 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 FMS구축에 필요한 LAN을 구축하고, 각 공작기계를 제어하기 위한 제어모듈을 개발하였다. 이를 이용하여 각 시스템간의 정보전달 및 공정제어를 실현하였다.

2. FMS의 구성

2.1 FMS 통신 구성조건

FMS는 일반적으로 다양한 종류의 정보전송 시스템을 가진다. FMS내에서 몇개의 분산된 시스템을 가지는 이유는 각각의 요소가 제어해야할 필요가 있는 여러가지의 서로 다른 통신 타입이 있기 때문이다. 그러나 이러한 상황은 GM사의 MAP(Manufacturing Automation Protocol)이 도입되면서 가능하게 되었다. FMS내에서 각기 다른 형태의 통신기능을 수행하는 여러개의 센터(center)가 있다.

- 1) Operators
- 2) Workstation controllers
- 3) Workstation interface devices
- 4) FMS host computer system
- 5) Other flexible manufacturing system
- 6) Remote factory computer system

또한 FMS에서 중앙컴퓨터와 작업장콘트롤러 사이에 정보전송 내용은 다음과 같다.

- 1) Part program, parameter 그리고 text file 양방향전달
- 2) 작업장콘트롤러로부터 중앙컴퓨터로 상태정보 상향전달
- 3) 중앙컴퓨터에서 작업장콘트롤러를 기동하기 위한 원격 셀 명령어의 하향정보전달
- 4) 작업장콘트롤러 레벨에서 이용자 중앙컴퓨터 상호작용을 위한 인터럽트 상향전달

2.2 Workstation 지향 통신방식

Workstation사이의 정보전달은 실시간, 동기화가 요구되는 경우가 많다. 예를들면 공작물과 공구의 로딩, 언로딩을 위한 공작기계와 로봇 사이의 상호작용을 들수 있다. FMS내에서 일어나는 정보전달의 대부분은 중앙컴퓨터와 다양한 작업장콘트롤러사이의 정보전달과 관련된다. 예를들면 중앙컴퓨터가 작업장콘트롤러에 일련의 파일을 보낼때 이들간에 통신방법은 다음과 같다.

- 1) 중앙컴퓨터는 작업장콘트롤러가 메시지를 받기 위하여 준비상태에 있는지 체크한다.
- 2) 작업장콘트롤러는 통신수신완료상태 확인신호를 중앙컴퓨터에 보냄
- 3) 중앙컴퓨터는 작업장콘트롤러 메모리상의 파일을 지움
- 4) 중앙컴퓨터는 "파일수신준비" 신호 보냄
- 5) 첫째 파일블록 전송
- 6) 중앙컴퓨터 "파일전송완료" 신호보냄
- 7) 작업장콘트롤러 "수신완료" 신호보냄

2.3 M A P

앞에서도 언급했듯이 공장의 중앙컴퓨터와 작업장 콘트롤러 및 셀제어기기는 각기 다른 제조업체와 통신 체계 때문에 통신이 불가능한 경우가 많다. 이것을 해결하기 위하여 표준화된 프로토콜(MAP)이 등장했다. MAP은 ISO/OSI Model, ISO/NBS protocol과 IEEE802.4 LAN MAP으로 정의되는 7계층으로 구성된다. 일반적으로 'Full- MAP'은 이러한 7계층으로 이루어진다. Fig.1에 나타나 있듯이 이 체계는 너무 복잡하므로 이것을 개선한 것이 'Mini-MAP'으로 이것은 7계층중 1,2,7 계층만 포함한다. 만일 소규모 공장에서 제품을 제조할때 10-16개의 작업장이 필요하다. 여기서 FMS 콘트롤러와 디바이스 사이의 통신을 위해서는 MAP/EPA(Enhanced Protocol Automation) 네트워크가 필요하다. 그리고 셀콘트롤러는 'Full- MAP' 네트워크를 통하여 공장관리컴퓨터 시스템과 통신한다.

4. DNC의 구성

DNC 시스템은 다음과 같은 4가지의 기본요소로 이루어진다.

- 1) 중앙컴퓨터(Central computer)
- 2) NC 프로그램저장 메모리
- 3) 통신라인(Communication line)
- 4) 공작기계

컴퓨터는 각 공작기계의 상태를 체크하고, 요구시 부품프로그램과 제어정보를 보낸다. 이 두가지 정보흐름은 실시간계어도 이루어진다. 이것은 각 기계의 명령 요구가 동시에 만족되어야 한다는 것을 의미한다. 그리고 컴퓨터는 각 공작기계로부터 정보를 받을 준비를 해야하고, 즉각 응답되어야 한다. DNC 시스템의 두드러진 특징은 컴퓨터는 여러대의 공작기계에 실시간계어도 서어비스 한다는 점이다. 중앙컴퓨터에 부여된 계산능력과 공작기계수가 커지면, 위성컴퓨터(Satellite Computer)가 필요하다. 이 위성컴퓨터는 부품프로그램을 중앙컴퓨터로부터 받아서 버퍼에 저장하고, 각 기계의 요구에 따라 전송되고, 기계에서 보내진 피드백데이터(Feedback Data) 위성컴퓨터의 버퍼에 저장된다.

5. System의 구성

FMS 제어를 위한 장치구성은 다음과 같다. 먼저 수요가로 부터 생산주문을 관리하는 주문관리모듈(IBM-PC 386)과 이 주문데이터를 D/B형태로 저장하고, 기타 각 위성컴퓨터에서 들어오는 상태정보를 관리하는 중앙컴퓨터(SUN Sparc)와 중앙컴퓨터로부터 주문데이터를 읽어 각 제조공정에 필요한 D/B검색과 NC 프로그램관리 및 각 셀의 제어를 수행하는 FMS제어컴퓨터

(SUN-Sparc)와 NC프로그램 검색 및 생성, 수정을 위한 NC프로그램 관리시스템(IBM-PC 386)과 FMS 제어컴퓨터와 통신을 하며, 각 셀의 제어와 셀의 상태정보를 전송하는 셀 제어컴퓨터(IBM-PC 386)로 구성된다. 또한 PC와 상위컴퓨터와 연결을 위해서는 PC-NFS(Sun Microsystem 社: Ver 3.5)를 사용하였고, 셀제어컴퓨터와 머시닝센터 콘트롤러(DAEWOO:ACE-V30)사이에는 RS-232C방식을 사용하고, NC선반콘트롤러(Fanuc 5T)사이에는 자체 제작한 병렬 인터페이스를 이용한BTR DNC를 구성하였다.

본 시스템의 중앙컴퓨터 소프트웨어는 UNIX-C이고 컴파일러는 cc 를 사용하였고, 제어컴퓨터소프트웨어는 Turbo-C 2.0(Borland사)을 사용하였다.

Fig.2는 본 시스템의 구성을 나타낸 것이다.

6. 모듈특성 및 소프트웨어

6.1 주문관리 모듈

이 시스템은 수요가로부터 주문을 효율적으로 관리하기 위한 시스템으로 크게 다음과 같은 4가지 기능이 있다.

1) 주문데이터 입력기능

수요가로부터 들어오는 주문정보를 입력하는 기능으로 레코드의 필드는 일련번호, 주문일, 납기일, 품명, 도면번호, 재질, 주문자 이름, GT코드이다. Fig.3은 입력된 데이터의 내용을 나타낸 것이다.

2) 검색기능

이 기능은 수요가로부터 들어온 주문정보 중 품명을 키코드로 이전에 주문된 정보 중에서 같은 정보가 있는지 검색하여 같은 품명이 존재하면, 기존의 정보를 이용하는 기능이다.

3) D/B retrieval, 저장기능

작성된 주문데이터를 중앙컴퓨터(SUN-Sparc)에 저장하고, 필요시 주문관리컴퓨터로 회수하여 사용하는 기능

4) 삭제기능

이미 오래된 주문데이터를 D/B에서 삭제하여 시스템을 효율적으로 관리함

Fig.4는 주문관리모듈의 메뉴를 나타낸 것이다.

6.2 NC프로그램 관리모듈

본 시스템은 전문적인 지식이 없는 작업자라도 컴퓨터와 대화식으로 모든 작업이 이루어질 수 있도록 하였으며, 선택의 완전한 자동화를 목표로 우선, CAD상의 도면으로부터 형상인식에 의해 필요한 데이터를 자동적으로 추출하여 NC 프로그래밍에 이용할 수 있도록 개발하였다.

본 소프트웨어는 형상인식, 형상기술, NC명령생성으

로 크게 나눌수 있으며, IBM PC 386 호환기종에서 AutoCAD R11 과 Turbo C 2.0 을 사용하여 작성하였다.

6.2.1 형상인식

원래 공작물은 3차원 형상이지만, 선삭에서는 대부분의 공작물이 Z축을 회전축으로 한 회전 대칭형이므로 그 단면형상을 Z-X좌표계로 한 2차원 도형으로 표현할 수 있으며 CAD상의 도면 또한 2차원으로 표현되어 있기 때문에 드로잉파일을 이루고 있는 기본 엔티티(Entity)를 형상인식 룰(Rule)에 적용시켜 자동프로그램밍에 필요한 형상입력 데이터를 뽑아서 일정한 형식의 파일로 저장하게 된다.

6.2.2 형상기술

형상입력은 입력점의 최종번호를 n 이라고 한다면 p_0 에서 p_n 까지 그 좌표치 (z_i, x_i) 와 형상패턴 pt_i , 그 원호반경 r_i 를 1조로 하여 각점마다 처리하게 된다. p_0 는 심압대측에 p_n 는 척(chuck)쪽이 되기 때문에 척(chuck)을 원점으로 한 절대 좌표계로 기술한다. 형상패턴은 직선과 원호의 조합을 생각해서 7종류로 분류하여 패턴번호와 함께 그 반경의 입력이 필요하게 된다. 형상패턴 pt 가 0인 경우 그것은 직선의 교점을 의미하므로 이 경우에는 반경은 0으로 된다. 또, pt 가 1-4인 경우는 그 직선에 접하는 원호를, pt 가 5, 6인 경우는 하나의 직선에 접속하여 다른 쪽에서 교차한 원호를 pt 가 7인 경우는 pt 가 5, 6의 조합으로 표현된다. 홈 가공에 관해서는 정삭가공후에 처리되기 때문에 형상입력때에는 지정할 필요가 없고, 필요시 지정할 필요가 있다. 이들 7종류의 패턴을 잘 조합하면 대부분의 공작물의 형상을 기술할 수 있다. 형상기술 방법으로는 AutoCAD에서 형상인식으로 얻은 파일로 입력하는 방법과 작업자가 직접 도면을 보고 컴퓨터와 대화식으로 입력하는 방법 2가지가 있다. 정확하게 그려진 도면 드로잉파일이 있는 경우, 작업자가 직접 형상입력을 키보드로 입력해야 하는 불편을 덜 수 있을 뿐만 아니라 도면관리에도 효율적이다. 도면 드로잉파일이 없는 경우도, 형상입력을 키보드로 입력할 수 있도록 하였으며, 이형상 입력데이터로 다시 AutoCAD상의 도면 드로잉화일을 생성시켜 관리할 수 있도록 하였다.

6.2.3 NC 명령생성

1) 정삭 및 중정삭경로 계산

프로그램에서 계산된 공구경로는 노즈반경 중심이 통과하는 궤적으로 정삭시 공구경로는 노즈반경 r 에 관해서 보정하고, 노즈반경에 정삭여유를 더한 정삭여유보정을 행하여 지나치게 작지 않도록 하였다.

2) 공구선택 및 공구경로

공구경로를 결정하는데에는 어떤 가공법을 선택하는가에 따른다. 즉, 회전축에 평행하게 절삭하는 방법, 회전축에 직각으로 절삭하는 방법, 가공형상의 윤곽을 따라 절삭하는 방법이 있으나 본 시스템은 제1의 가공법에 한정하고 있다.

공작물 형상이 Z축이 주축으로 향하는 방향으로 단조롭게 증가하는 경우 홈 가공을 제외하고 공구1로 가공이 가능하다. 이 프로그램에서는 공구1을 주로 사용하여 절삭하고, 절삭이 불가능할 경우에 한하여 공구 2,

3, 4를 사용한다. 보유하고 있는 FANUC 5T 선반이 사각공구대로 기본적으로 4종류 공구만으로 최대의 절삭효율을 높이기 위해 흡가공 공구 사용 유무를 형상 입력시 결정하고, 선택된 공구의 앞날각이 폭이 넓은 홈모양을 이루는 X좌표값들이 이루는 기울기보다 클경우 공구1로 절삭이 불가능하므로, 공구2로 가공하게 된다. (Fig.5) 그리고, 공구2만으로 완전히 가공하지 못할 경우 (Fig.6) 공구3으로 남은 영역을 가공하게 된다.

3) 황삭경로 계산

가공시작점이 첫번째 절입시작점이 되며 두번째 이후의 절입은 1회 절삭깊이가 절입조건을 만족할 때 절입점으로부터 지정한 방향으로 절삭을 행한다. 지정한 절삭깊이가 중정삭경로를 침해한다면, 절삭은 오로지 중정삭경로를 따라 행하여진다.

4) NC 명령작성

자동프로그램밍시스템에서 얻어진 공구경로를 NC장치가 받아 들일 수 있도록 NC명령으로 변환하여야만 한다. G, F, S, M, T 코드를 사용하여 NC명령을 작성하며, 각 코드는 한번 지정되면 재설정 할 때까지 그 지령이 유지되므로, 중복을 피하도록 작성하였다. 최종적인 NC명령은 ASCII코드로 저장하게 된다. 그러나 NC장치는 EIA 코드로 기술된 NC명령으로 받아 들이기 때문에 NC전송 모듈에서 EIA코드로 변환하여 전송하도록 하였다.

6.3 작업제어모듈

이 시스템은 FMS제어컴퓨터 기능의 일부로 중앙컴퓨터(SUN Sparc)에 있는 주문레코드 중에서 가장 오래된 레코드를 다운로드하여 가장 유사한 제품을 검색하여 가공에 필요한 정보를 가공D/B에서 검색하여 특정한 메일박스에 저장해 둔다. 이러한 정보를 시순별로 위성컴퓨터에 다운로드한다. 또한 위성컴퓨터에서 공정이 종료되면 메시지를 작업제어모듈에 전송하여 다음 공작물이 운반되고, 운반과 가공물의 셋업(set up)이 완료되면 다음 작업을 시작할 셀에 프로그램을 다운로드 시킨다. 최종 작업이 완료되면 작업제어모듈은 작업종료를 중앙컴퓨터에 보고한다.

6.4 셀제어 위성컴퓨터 구성

6.4.1 셀제어 위성컴퓨터의 화면구성

Fig.7은 셀제어를 위한 위성컴퓨터의 초기화면을 나타낸 것으로 이 부분은 크게 3가지로 구성된다. 중앙컴퓨터와 통신을 담당하는 부분과 NC가공에 앞서 파트프로그램 에러를 체크하는 부분과 NC공작기계를 가동하는 부분으로 나누어 진다.

6.4.2 주요기능

1) FMS 제어컴퓨터와 통신기능

이 부분은 FMS제어컴퓨터에 들어있는 파트프로그램을 위성컴퓨터 버퍼상에 저장하는 기능과 NC프로그램 에러를 체크하고 수정한 다음 상위컴퓨터에 저장하는 기능과 작업종료 및 가공중의 상태 정보를 상향전송하

는 기능으로 이루어 진다.

2) NC 여러체크 기능

이 부분은 프로그램관리 모듈에서 생성된 선삭프로그램을 실제 가공을 위하여 콘트롤러에 보내기 전에 CRT화면에 화상화 처리하여 공구의 경로를 검색하여 파트프로그램의 오류를 검사하는 기능으로 크게 입력루틴, 해독루틴, 화상화 처리루틴등 3가지의 작은 서브루틴으로 구성된다. 각 루틴별 기능은 다음과 같다.

- 입력루틴

키보드입력과 파일형태의 파트프로그램을 읽어 버퍼에 저장하는 루틴이다.

- 해독루틴

NC 파트프로그램의 구성상 특징을 이용하여, 각 코우드별로 특정한 기능을 수행하도록 하였고, 각 문자 다음의 숫자를 십진법을 이용하여 수치화하여, 특정 장소에 기억시킨다.

- 화상처리화 루틴

이 루틴은 해석된 데이터를 가지고 화면에 화상처리를 한다. 이것은 현재의 커서 위치에서 원하는 지점까지를 화면상에 나타내는 부분이다. 선삭파트프로그램 검사시 가공특성상 공작물의 중심선을 기준으로 중심선이 하한을 표현한다.

○ 좌표계의 설정

실제 가공영역과 G50(시작점 이동)에 의한 공구 초기위치들 모두 한 화면상에 나타내면 가공영역 부분이 너무작게 되므로 가공영역을 (x,z)=(0,-1000)에서 (13000,15000)까지로 하고, 그 이상되는 부분은 OVER를 나타내고, 컴퓨터상의 픽셀(x,y)=(600,400)의 위치에 시작점을 둠.

○ 가공물표시 영역

가공물 표시는 가공물의 반지름과 소재의 길이를 입력하면 가공좌표영역에 중심선 이하 단면으로 표시된다.

○ 급송이송 및 직선보간

NC파트프로그램에서 공구의 직선운동을 나타내는 코우드로는 G00과 G01이 있는데, G00은 급속이송으로써 점선으로 표시되고 G01은 직선보간으로써 일정한 피이드를 가지고 있으며 실제 절삭이 일어나는 부분으로 화상화 처리에서 노란색으로 표시된다.

Fig.8에 중앙컴퓨터에서 하향전송된 프로그램을 화상화처리에 의한 체크기능을 나타낸 것이다.

3) NC 기동기능

이 기능은 NC에러 체크가 끝난 파트프로그램을 버퍼에 읽어들이 각 NC 콘트롤러 특성에 맞는 코드로 변

환하는 부분과 NC 콘트롤러에서 프로그램 전송요구시마다 한 글자씩 내보내는 역할을 한다. 또 NC기동중 기계의 이상 부분을 체크하여 경고를 발생시키는 기능이 있다. Fig.9는 버퍼에 저장된 NC 파트프로그램과 이프로그램을 가지고 EIA 변환하는 것을 나타낸 것이고, Fig.10은 변환코드를 NC공작기계요구에 맞추어 전송하는 부분을 나타내고 있다.

7. 결 론

본 연구는 기존의 제조회사가 각각 다르고, 통신프로그램이 각각 다른 시스템을 계층적구성을 통하여 FMS 제어모듈을 실험하였고, 다음과 같은 결론에 도달할수 있었다. 첫째, 계층화된 컴퓨터시스템에서 정보전달 및 작업제어를 위해서는 이들간의 순차적인 메일(mail)전달이 체계적으로 이루어 져야 한다. 둘째, 본 제어모듈에 워싱턴컴퓨터를 증설함으로써 시스템의 확장이 용이함을 알수 있었다. 셋째, FMS에서 효율적인 정보전달을 위해서는 각 기능이 분산화된 서브모듈로 구성되어야 하고, 생산D/B는 정보전달이 용이한 구조를 가져야 한다.

8. 참 고 문 헌

- [1] Mikell P.Groover, "Automation, Production System, and Computer Aided Manufacturing" Prentice-Hall, pp206-217, 1980.
- [2] Roger S. Pressman and John E.Williams "Numerical Control & Computer Aided Manufacturing", John.Wiley & Sons, pp3-17, 1977.
- [3] 이병룡, "FMS 제어를 위한 DNC 시스템의 형성에 관한 연구", 부산대학교, 1988.
- [4] 하성도, 김상국, "일반적인 NC공작기계의 CNC화에 관한 연구", 87한국자동제어학술회의, 1987.
- [5] 이석희, "CAM-PC를 이용한 생산자동화", 대한기계학회, 1987

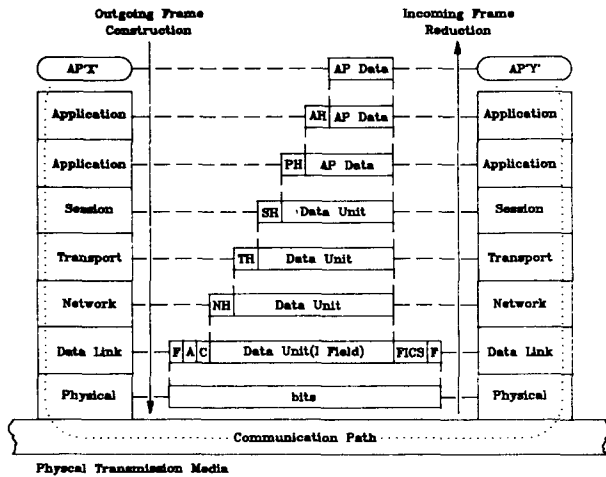


Fig.1 MAP 7 layers architecture

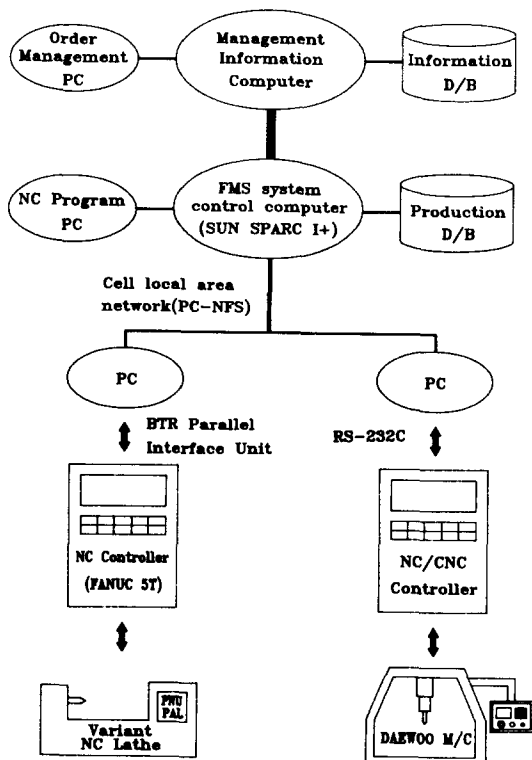


Fig.2 System configuration for FMS control

No	Ord-Date	Due-Date	Part Name	Part No	ITT	Order Name	GT Code
001	920901	920908	downplate	PT001	S45C	Lee.S.H	1234567890123
002	920903	920910	upplate	PT002	S15C	Jan.K.S	2874377437447
003	920907	920915	pully	PT003	S25C	Woo.Y.H	5484595288585
004	920911	920918	shaft	PT004	S35C	Lee.H.K	8938987478741
005	920914	920919	spur gear	PT005	SCM	Choi.H.T	3898438840488
006	920918	920921	key	PT006	SUS27	Lee.J.W	3774378347834
007	920920	920926	king pin	PT007	S45C	Kim.J.H	3483844894398
008	920927	920931	holder	PT008	S15C	Man.K.H	4389943984381
009	921003	921008	spline	PT009	SUS	Park.J.W	8287373737773
010	921008	920918	screw	PT010	S45C	Park.J.J	9477463736631

Fig.3 Record structure of order information

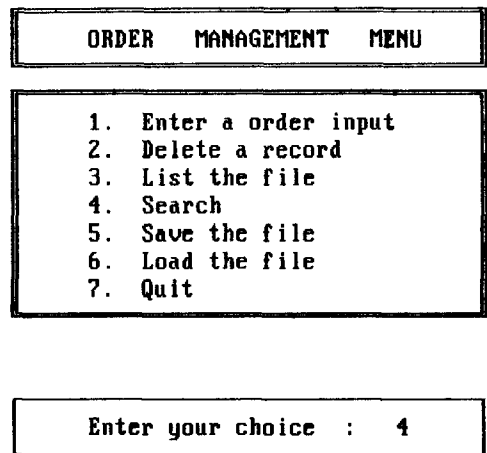


Fig.4 Menu of order management module

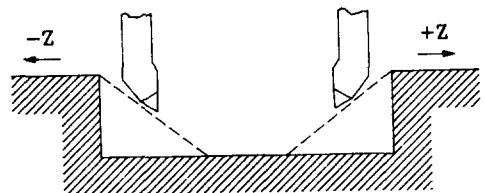


Fig.5 The method of tool path conclusion (Tool No.1, 2)

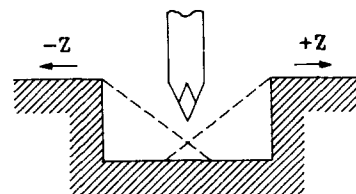


Fig.6 The method of tool path conclusion (Tool No.1, 2, 3)

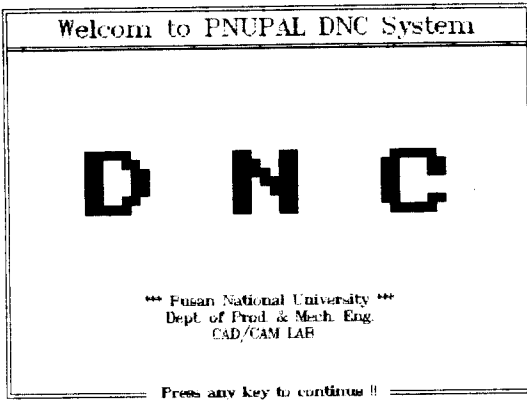


Fig.7 Initial display of cell control computer

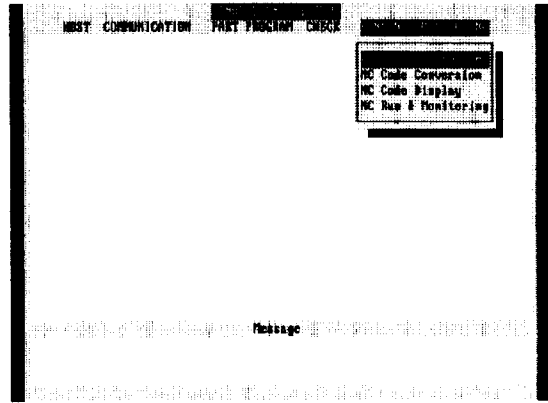


Fig.9 Main menu of cell control computer

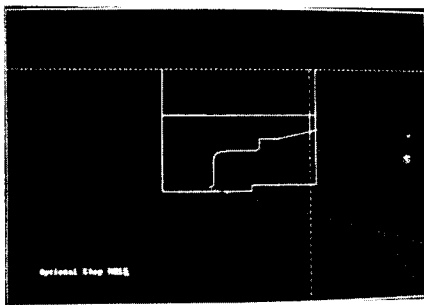


Fig.8 NC code error check by the tool path display

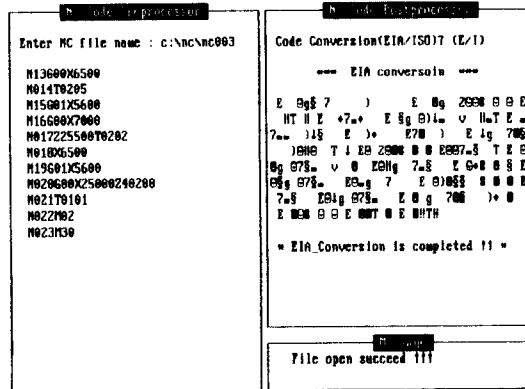


Fig.10 NC code conversion display