

교육용 DNC 시스템의 운영 소프트웨어 개발

서기성*

Development of an Operating Software for Educational DNC System

Ki-Sung Seo

〈Abstract〉

The importance of training for NC, CNC and Machining Center has been greatly increased. This paper presents implementation of a DNC(Direct Numerical Control) operating software for educational system. This system is able to connect 8-32 CNCs to Control PC with RS232 multi-port serial card. Therefore, it allows much efficiency in training even after costs are considered.

The KISCO DNC S/W for above system includes various communication functions, communication parameters setting, program editor and user-friendly environment. This software was developed with C and Windows programming. It was proved in function and stability by iterative field tests.

1. 서론

생산자동화에 대한 수요가 증가하면서, NC(Numerical Controller), CNC(Computer Numerical Controller), 그리고 머시닝 센터 등을 포함한 자동생산 시스템이 많이 도입되고 있다.[1-3] 위와 같은 시스템을 효율적으로 운영하기 위해서는 NC 프로그램의 작성과 관리, CNC의 동작 방법 등에 대한 지식을 가진 인력이 요구된다. 더욱이 가공 프로그램과 기기의 운영방법이 갈수록 복잡해지는 추세이고, 현재의 자동화 인력이 모자라는 형편이므로, 관련 교육기관에서 이에 대한 적절한 교육이 필요한 실정이다.[4]

그러나, 교육 현장에서는 실무 교육에 필요한 기자재가 부족하거나, 낙후된 장비 등으로 인해 효과적인 교육이 이루어지지 않고 있다. 또한 외국산 교육 기자재의 도입이 상당히 이루어지고 있으나, 고가의 비

용과 A/S의 미비 등으로 각 교육기관에서 실제 사용에 커다란 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 시스템 구성 비용을 절감하면서 효율적인 실무 교육을 수행할 수 있는 국산화된 DNC(Direct Numerical Control) 시스템의 도입이 요구된다.

CNC에 비해 공작기계가 상당히 고가인 점을 감안하면 모든 학생들에게 독립된 공작기계를 배당하기가 여건상 어려운 실정이다. 그러므로 공작기계는 호스트 CNC에만 부착하여 교사가 이를 관리하고, 학생들에게는 로컬 CNC만을 배당하여 NC 프로그램의 작성과 편집, 그리고 공구경로의 그래픽 확인 등을 연습하게 하며, 실제 가공물의 절삭 결과는 가공 프로그램을 PC를 경유하여 호스트 CNC로 전송하여 부착된 공작기계에서 확인해 볼수 있는 시스템의 구축이 효과적이다. 따라서, 이와 같이 복수대의 CNC를 관리할 수 있는 교육용 DNC 시스템의 필요성이 높아지고 있

* 서경대학교 산업공학과

다.

본 연구에서는 대학, 공고, 직업훈련원 등의 교육 실정에 적합하게 8대부터 최대 32대의 CNC가 연결 가능한 교육용 DNC 시스템을 구성하였다. 이를 위해 일반 RS232 대신에 인텔리전트 멀티포트 카드(multi-port card) 인 MOXA C218 Card를 사용하였다. 그리고 시스템이 효율적으로 운영되기 위한 다양한 프로그램 송수신 기능 및 편집 기능, 그리고 파라미터 설정 기능 등을 갖춘 DNC 통신 S/W 및 사용자 인터페이스를 구현하였다. 현재 대부분의 사용자 환경이 이미 윈도우즈 환경으로 전환되었거나, 앞으로 전환되는 추세이므로, C 언어와 윈도우즈 프로그래밍을 사용하여 개발하였고, 멀티포트 카드의 드라이버에서 제공되는 윈도우즈용 통신 라이브러리를 이용하였다.

개발된 KISCO(Korea Industrial Systems Coporation) DNC S/W는 필드에서 NC 프로그램의 송수신과 로드·세이프 화면 설정기능 및 기타 부가적인 기능 등이 반복적으로 테스트되었으며, 이를 통해 기능성과 안정성이 입증되었다.

2. 시스템 구성

2.1 교육용 DNC 시스템의 특성

DNC(Direct Numerical Control)는 컴퓨터로 여러 대의 CNC를 제어하는 생산시스템이라 할 수 있다. 컴퓨터에서 대용량의 NC 프로그램들을 필요시에 해당 CNC에 전송할 수 있으며, 프로그램의 편집과 관리가 용이하다. 현재는 Distributed Numerical Control의 의미로 통용되며, 여러 대의 CNC를 실시간으로 감시와 제어를 할 수 있는 통합 관리 시스템으로 볼 수 있다. [5]

본 연구에서는 기존의 상용 DNC[6-8]의 기능 중에서 교육에 적합한 기능을 위주로 교육용 DNC 시스템을 구성하고 이의 운영 소프트웨어를 구현하였다. 이 시스템은 다수의 CNC들이 PC를 통해 네트워크로 연결되어 있으며, 상업용에서 볼 수 있는 다양한 기능보다는, 꼭 필요한 기능을 위주로 학생이 실습을 효율적으로 할 수 있도록 하는데 중점을 두었다. 교사는

호스트 CNC와 DNC 소프트웨어가 내장되어 있는 PC를 관리하며, 각 학생들에게는 로컬 CNC가 배당된다. 교사는 학생들에게 예제 프로그램을 전송하거나 학생들로부터 실습 프로그램을 전송받아 호스트 CNC에 부착되어 있는 동작기계를 동작시켜 실제 결과를 확인한다. 이때, 교사는 주로 PC를 조작하여 DNC 시스템을 운영한다. 본 연구에서 교육용 DNC 시스템이 제공하는 주요 기능은 다음과 같다.

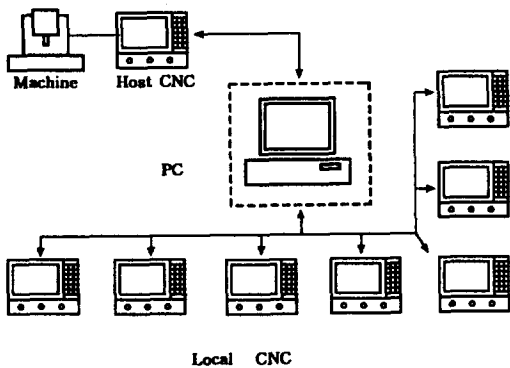
- i) HOST CNC에서 LOCAL CNC로 일괄 송신 기능
- ii) HOST CNC에서 LOCAL CNC로 개별 송신 기능
- iii) LOCAL CNC로부터 HOST CNC에서 개별 수신 기능
- iv) PC에서 CNC로의 일괄 및 개별 송신 기능
- v) CNC로부터 PC에서 개별 수신 기능
- vi) PC에서 NC 프로그램의 내용 확인 및 편집 기능
- vii) PC의 화면상에서 통신 포트의 각종 파라미터의 수정 기능
- viii) PC의 화면상에서 각 통신 포트의 송수신 상태 감시 기능
- ix) 한글 메뉴 및 메세지 기능

2.2 교육용 DNC 시스템 구성

교육용 DNC 시스템은 한국산전의 SYSTEM 200L/M [9-10]을 사용하여 다음과 같이 구성하였다. PC를 중심으로 호스트 CNC와 로컬 CNC들이 네트워크로 연결되어 있다. 호스트 CNC에는 동작기계가 부착되며, 로컬 CNC로부터 전송되어 온 프로그램의 실제 가공을 담당하며, 특정 프로그램을 로컬 CNC로 전송하기도 한다. 로컬 CNC들은 학생들에게 배당되어 NC 프로그램의 작성 및 그래픽 시뮬레이션을 수행할 수 있으며, 통신을 통해 작성된 NC 프로그램을 호스트 CNC로 보내 실제 가공 결과를 확인할 수 있다. PC는 호스트 CNC와 로컬 CNC 사이의 모든 통신 기능을 담당하며, 다양한 메뉴와 사용자 인터페이스를 통해 부가적인 기능을 지원한다. 여기에서 교사는 호스트 CNC와 PC를 조작하여 전체 시스템을 운영한다.

실험을 위한 시스템 구성도는 <그림 1>과 같다. 중앙의 PC를 중심으로 8대의 CNC가 연결되어 있다. 원

쪽 상단에는 호스트 CNC가 있고, 오른쪽에 로컬 CNC 들이 있다. 네트워크의 연결은 PC의 슬롯에 멀티포트 카드인 Moxa RS232 8-Port Card[11-12]를 장착하고, 카드에 연결된 포트 박스와 각 CNC의 시리얼 포트를 RS232 케이블로 접속시킨다. 추후 멀티포트 카드를 32-port용으로 대체하면, DNC 소프트웨어의 수정없이 32대의 CNC로 구성된 DNC 시스템을 구성하고 운영 할 수 있다.



〈그림 1〉 DNC 시스템 구성도

다. RDR은 Reader의 약자이며, PUN은 Punch의 약자이다. 6번째줄은 CNC에서 사용하는 RDR Start 문자를 DC1(Device Control 1, ASCII 표에서 십진수 값으로 17입)으로 정의한다는 의미이다. 그 아래줄도 같은 내용이다. 입출력 구성표는 사용자가 임의로 변경할 수 있다.

Soft Controls		ON
Punch Starts		OFF
Reader Starts		OFF
Leader Count		0
Characters		
RDR Start	DC1	17
RDR Stop	DC3	19
PUN Start	DC2	18
PUN Stop	DC4	20
Abort	DLE	16
End	EOT	4
Leader		0

〈그림 2〉 CNC 입출력 구성표

3. PC와 CNC 간의 통신

3.1 통신 절차

통신은 주로 호스트 CNC와 로컬 CNC사이, 또는 CNC와 PC 간의 NC 프로그램 전송과 CNC의 필요한 상태모드를 설정 또는 복귀시키기 위해 사용된다. CNC와 PC 간의 RS232 통신을 수행하기 위하여 PC와 CNC의 기본 통신 파라미터를 설정한다. 그리고 CNC 고유의 입출력 파라미터를 분석하여 PC와 CNC 간의 통신 프로토콜과 통신절차를 정의한다.

다음은 CNC에서 지원하는 입출력 구성표의 내용이다(그림 2). 여기서, PUN Starts는 Soft Controls가 ON인 상태에서, 최초의 Punch Start 문자를 보낸 후에 CNC가 응답을 기다릴 것인지를 결정한다. Reader Starts는 Soft Controls가 ON인 상태에서, 로드를 하는 동안 RDR Start 문자를 CNC가 보낼 것인지를 결정한다.

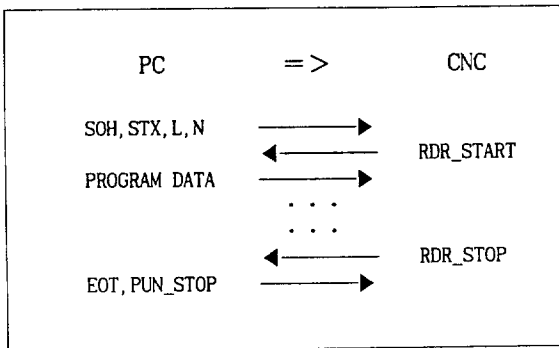
현재 대부분의 DNC에서는 CNC가 프로그램을 송수신할 준비 상태로 되어 있어야만 PC에서 송수신을 시작할 수 있게 되어 있다. 그러나 교육현장에서는 피교육자(학생)들이 일일이 송수신 준비를 하는 방식은 매우 불편하고, 시간이 걸린다. 또한 교사의 입장에서는 피교육자의 수가 많을 경우, 피교육자가 준비 상태에 있는지 확인하기가 어렵다.

따라서 본 연구에서는 피교육자가 어떤 상태에 있는지 교사가 PC로부터 신호를 보내면, 강제로 송수신 준비 상태로 설정될 수 있도록 어셈블리어로 작성된 CNC의 내부 루틴을 수정하였다. 즉 CNC는 일정시간마다 루프를 돌면서 PC로부터 들어오는 신호를 검사하다가 송수신 준비 신호가 도착하면 인터럽트를 이용하여 화면 설정 루틴으로 분기시킨다.

이를 위해, 현재 수동으로 되어 있는 CNC의 로드 및 세이프 메뉴 화면의 설정을 PC에서 신호를 보내

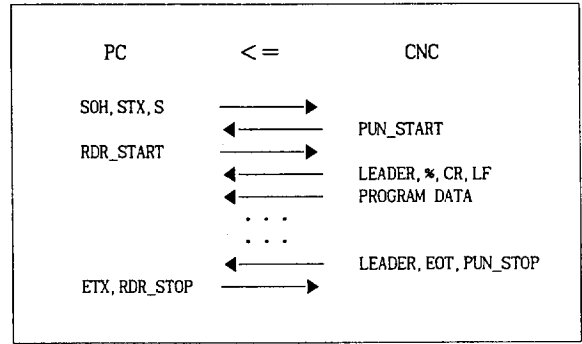
자동으로 설정되도록 송수신 시작 제어신호를 정의하였다. 편의상 CNC를 기준으로 하여, PC에서 CNC로의 Upload를 로드라 하고, CNC에서 PC로의 Download를 세이브라고 칭한다.

그리고 프로그램의 송수신을 위해서 먼저, PC측과 CNC측에 대해서 각각 서로 주고 받는 신호를 정의한다—SOH, STX, L, N, S. 이에 따라 로드시의 통신 절차는 다음과 같다. PC에서 CNC로 로드 시작신호(SOH,STX,L,N)를 보내면, CNC는 로드 준비상태로 설정된다. 이때 CNC는 시작신호를 받았다는 것을 RDR_START를 보냄으로써 알려주고, 그러면 PC가 NC 프로그램을 전송하기 시작하고, CNC에서 수신이 끝나면 RDR_STOP 문자를 보낸다. PC에서는 마지막으로 로드 완료신호(EOT,PUN_STOP)를 CNC로 보내 CNC의 상태를 다시 주화면으로 복귀시킨다. 여기서 SOH, STX는 시작 신호이고, L은 로드화면을 설정하는 CNC의 내부루틴을 호출하는 기능이고, N은 새 NC 프로그램 번호를 설정하는데 사용된다.



〈그림 3〉 PC에서 CNC로의 로드 절차

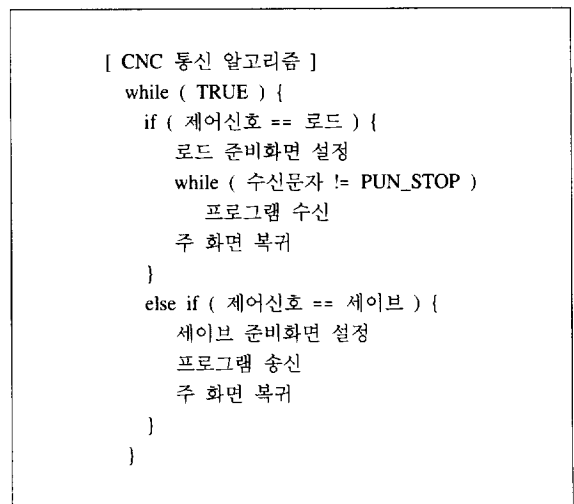
세이브시의 통신 절차는 다음과 같다. PC에서 CNC로 세이브 시작신호(SOH,STX,S)를 보내면, CNC는 세이브 준비 상태로 설정된다. 여기서 S는 세이브 화면을 설정하는 CNC의 내부루틴을 호출하는 기능을 의미한다. 그리고 프로그램의 송수신이 끝나면, PC에서는 마지막으로 세이브 완료신호(ETX,RDR_STOP)를 CNC로 보내 CNC의 상태를 다시 주화면으로 복귀시킨다.



〈그림 4〉 CNC에서 PC로의 세이브 절차

3.2 통신 알고리즘

CNC는 자체적으로 작업을 수행하다가 PC로부터 제어신호가 오면 해당되는 화면을 설정시킨다. 만일, 로드에 대한 제어신호를 받으면 프로그램을 로드할 수 있는 준비 상태로 대기 시킨 다음, PC로부터 프로그램을 전송받는다. 전송이 끝나면 주 화면으로 복귀한다. 전체적인 알고리즘이 아래 〈그림 5〉에 나와 있다.



〈그림 5〉 CNC 통신 알고리즘

PC는 사용자의 전송 요구에 따라 각 CNC에 제어신호를 보내어 해당 모드를 설정시키고, 프로그램을 송신하거나 또는 수신한다. PC의 통신 알고리즘은 다음과 같다.

```
[ PC 통신 알고리즘 ]
while ( TRUE ) {
    if ( 사용자 입력 모드 == 프로그램 송신 ) {
        로드화면설정 제어신호 전송
        while ( 수신문자 != RDR_START )
            NULL 문
            프로그램 송신
            송신완료 신호 전송
        }
    else if ( 사용자 입력 모드 == 프로그램 수신 ) {
        세브화면설정 제어신호 전송
        while ( 수신문자 != PUN_START )
            NULL 문
            RDR_START 전송
            프로그램 수신
            수신완료 신호 전송
        }
    }
}
```

〈그림 6〉 PC 통신 알고리즘

3.3 NC 프로그램 전송 방법

PC와 CNC 간의 송수신의 경우 크게 다음의 4 가지로 구분할 수 있다. 다음은 각 경우에 대한 수행 절차를 나타낸다.

1) 호스트 CNC에서 로컬 CNC로의 전송

호스트 CNC에서 로컬 CNC로 프로그램을 전송할 경우에는, 먼저 프로그램을 수신할 로컬 CNC를 선택한다. 이때, 로컬 CNC들은 일괄적으로 선택되거나, 개별적으로 선택될 수 있다. 이때, PC는 호스트 CNC로 신호를 보내 세브 모드를 설정시키고, 프로그램을 전송받는다. 그리고 로컬 CNC로 신호를 보내 로드 모드를 설정시킨 다음, 프로그램을 전송한다.

2) 로컬 CNC에서 호스트 CNC로의 전송

로컬 CNC에서 호스트 CNC로 프로그램을 전송할 경우에도 위와 유사한 절차를 거친다. 로컬 CNC에서 프로그램을 수신할 준비가 되면, PC에서 해당 로컬 CNC들에게 신호를 보내 세브 모드를 설정시키고,

프로그램을 전송받는다. 그리고 호스트 CNC로 신호를 보내 로드 모드를 설정시킨 다음, 프로그램을 전송한다.

3) PC에서 CNC로의 전송

PC 내에 하드 디스크에 저장되어 있는 프로그램들 각 CNC로 송신한다. 먼저 프로그램을 수신할 각 CNC를 선택한다. 이때, 각 CNC들은 일괄 또는, 개별적으로 선택될 수 있다. 그리고 PC에서 각 CNC로 신호를 보내어 로드모드를 설정시킨다. 이어서, PC에서 디렉토리에 있는 원하는 프로그램 파일을 선택한 다음, 해당 CNC로 프로그램을 전송한다.

4) CNC에서 PC로의 전송

PC에서 대상 CNC를 선택하고, 신호를 보내어 세브 모드로 설정시킨다. 그리고 CNC에서 송신할 프로그램을 선택하고, 이를 PC로 전송한다. PC는 CNC로부터 프로그램을 받아 하드 디스크의 해당 디렉토리에 저장한다.

4. 프로그램 구성과 사용자 인터페이스

4.1 프로그램 구현

개발된 시스템은 KISCO(Korea Industrial Systems Coporation) DNC라 칭한다. 프로그램 개발은 Pentium PC와 MS-Windows 3.1 환경에서 Visual C 2.0 Compiler를 사용하여 개발하였다. 프로그램 구현은 C 언어와 Windows API Library를 사용한 Windows Programming을 위주로 하였고, CNC와의 통신 루틴은 Moxa Serial Communication Library를 사용하였다.

다음은 주로 사용되는 Moxa 통신 라이브러리의 예이다.

sio_init(): 윈도우즈 드라이버를 초기화한다.

sio_open(), sio_close(): 송수신하는 포트를 열고, 닫는다.

sio_getch(), sio_putch(): 한 문자를 읽고 쓴다.

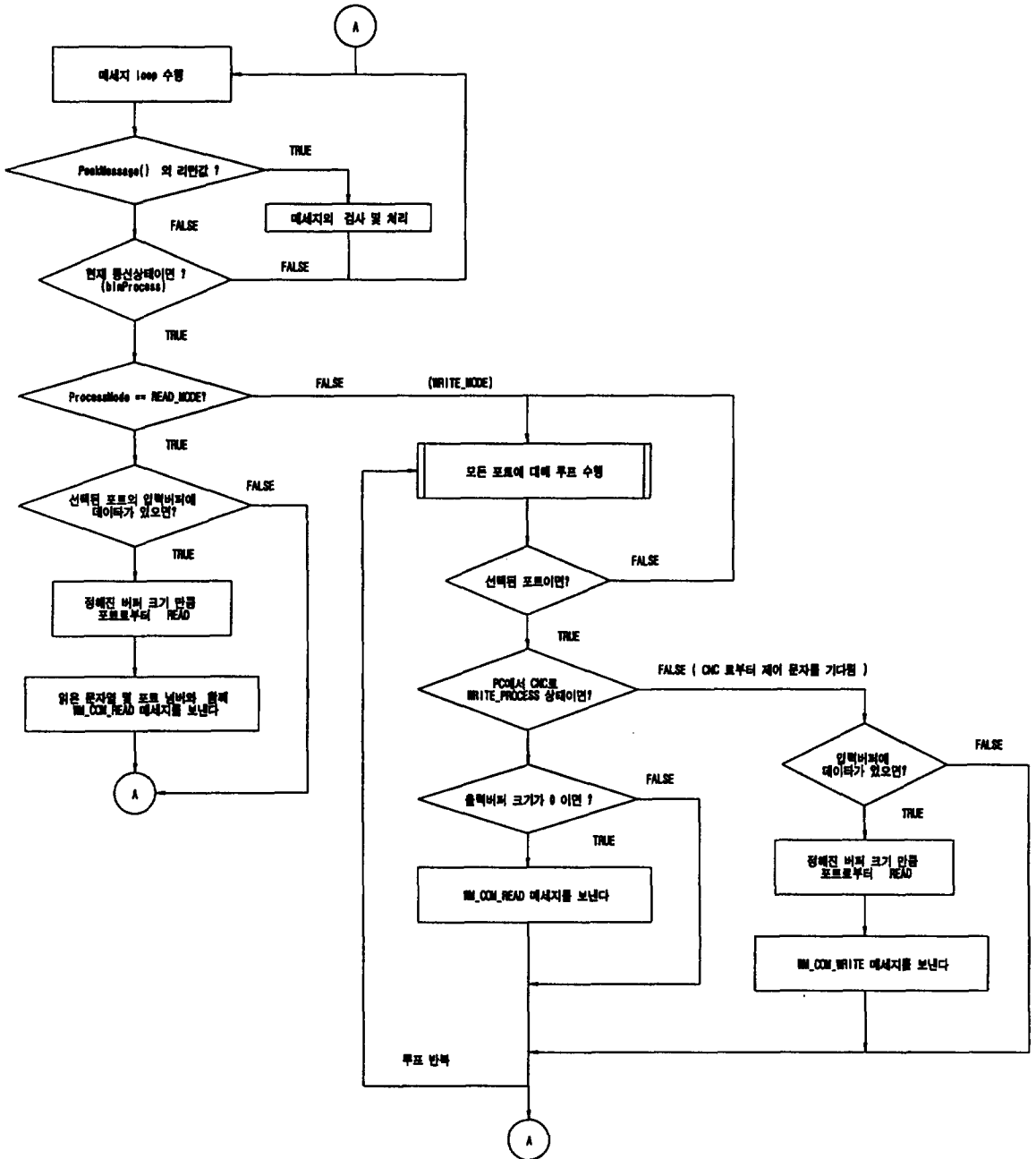
sio_read(), sio_write(): 정해진 크기만큼의 데이터

를 읽고 쓴다.

공된다.

위 함수들은 C 언어에서 일반 함수와 같이 호출하여 사용하며, DLL(Dynamic Link Library) 형태로 제

전체 프로그램 소스 코드는 약 4500줄로 되어 있고, C file, RC file, DEF file 및 Header file로 구성되어 있다. 주 프로그램에서 WinMain() 함수 내의 메세지

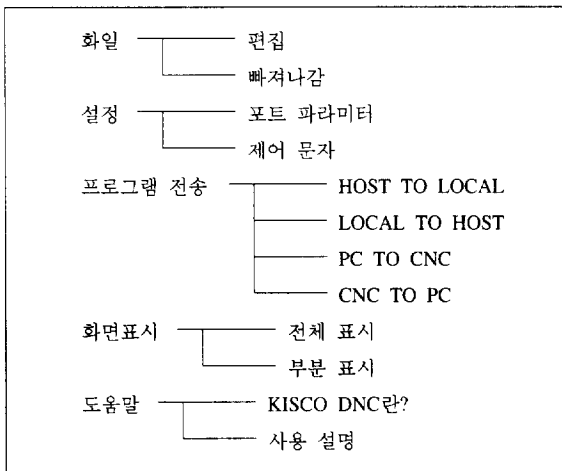


〈그림 7〉 메세지 처리 루틴의 흐름도

처리 루틴에 대한 흐름도가 <그림 7>에 나와 있다. 메세지 루프에서 전달되는 메세지를 검사하여 해당되는 기능을 수행한다.

4.2 KISCO DNC 메뉴

메뉴는 화면 상단에 배치하고, 사용자가 마우스나 키보드에 의한 단축키를 사용함으로써 원하는 기능을 수행토록 한다. 서브 메뉴는 풀-다운 방식으로 구성된다. 아래에 메뉴 구성도가 나와 있다. 주 메뉴는 화일, 설정, 프로그램 전송, 화면표시, 그리고 도움말로 구성되어 있다. 화일메뉴는 편집과 프로그램을 종료시키는 기능이 들어 있다. 설정메뉴에는 전송률(baud rate), 패리티(parity), 정지 비트(stop bit)에 관한 파라미터들을 사용자가 프로그램 내에서 설정할 수 있고, 제어신호 문자에 대한 설정이 포함된다. 그리고 전송 메뉴는 호스트 CNC와 로컬 CNC간 또는 PC와 CNC간의 프로그램 송수신을 담당하며, 선택에 따라 일괄 송신과 개별송신, 그리고 수신 기능을 수행한다. 화면표시는 연결된 CNC의 대수가 8대를 넘을 경우 한 화면에 상태정보를 일부분만 표시하도록 상호 전환 모드이다. 마지막으로 도움말은 프로그램의 설명과 간단한 도움말이 들어 있다. <그림 8>에 메뉴 구성도가 나와 있다.



<그림 8> KISCO DNC 메뉴 구성도

5. 구현결과 및 분석

실제 구성된 DNC 시스템에 대해서 개발된 KISCO DNC 소프트웨어를 8대의 CNC를 연결하여 프로그램의 송수신 기능, 로드·세이브 화면 설정 기능, 통신 파라미터 설정기능 등을 중심으로 테스트 하였다.

<그림 9>~<그림 12>까지 KISCO DNC 소프트웨어의 실행 결과 화면이 나타나 있다. <그림 9>는 초기 화면을 보여준다. 주화면이 총 32개 사각형의 서브 윈도우로 구성되어 있으며, 각 서브 윈도우는 CNC에 대한 상태 정보를 나타낸다.

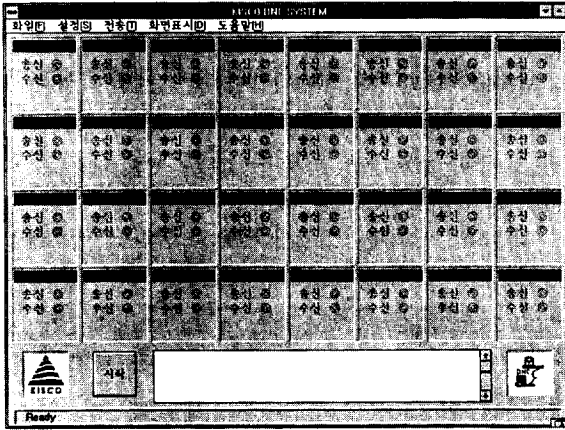
<그림 10>에는 통신파라미터 설정메뉴를 선택한 결과 화면으로, 사용자는 각 통신 포트에 대한 전송률, 데이터 비트, 패리티 등의 파라미터를 변경할 수 있다.

<그림 11>은 호스트 CNC에서 로컬 CNC로 NC 프로그램을 전송하는 모드로서, 화면 중앙에 대상 CNC를 선택하는 다이아로그 박스가 나와 있다.

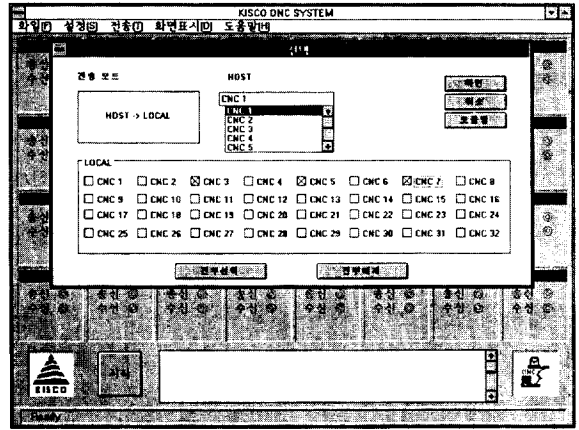
<그림 12>는 호스트 CNC(CNC1)에서 로컬 CNC(CNC3, CNC5, CNC7)로 프로그램을 송신한 결과가 나타나 있는 화면이다. 호스트 CNC와 선택된 로컬 CNC에 대한 서브 윈도우가 액티브 상태로 되어 있고, 상세한 상태정보를 포함하고 있다. 그리고 화면 우측 하단과 최하단의 메세지 창에는 수행 과정에서 전송되는 제어신호와 상태정보를 나타내는 메세지들이 출력되어 있다.

개발된 KISCO DNC S/W를 8대의 CNC로 구성된 DNC 시스템상에서 테스트하였다. 먼저 PC에서 CNC로 로드, 세이브 화면을 설정시키는 시작신호를 보냈을 때, CNC의 화면이 설정되는 응답성에 대해 수십회 반복적인 실험이 이루어졌다. 그 결과 화면이 설정되는 데는 문제가 없었으며, CNC 내부에서 폴링방식으로 신호를 인식하기 때문에 CNC의 응답시간이 조금씩 차이가 났을 뿐, 정상적인 기능을 수행함을 알 수 있었다.

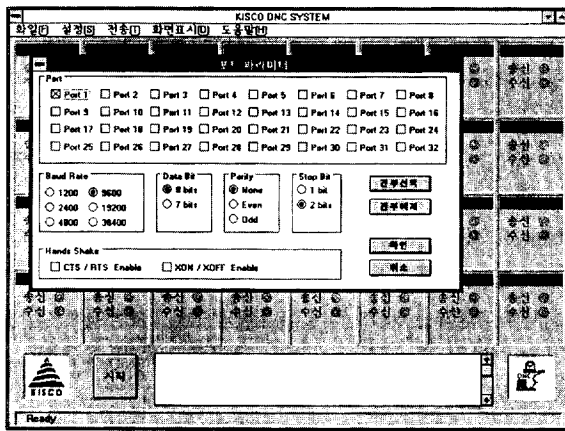
그리고 Host_to_Local, Local_to_Host, PC_to_CNC, CNC_to_PC의 4가지 전송모드에 대해 다양한 크기의 (수 K - 수백 K) NC 프로그램을 송수신하는 반복 실험을 해본 결과, CNC측에서 키 조작을 정상적으로 할 경우 거의 문제가 발생하지 않을 정도로 안정성이 있



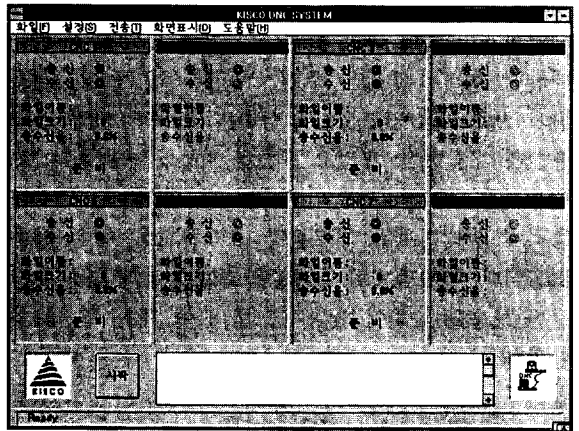
<그림 9> 실행 초기화면



<그림 11> Host to Local 전송모드 선택화면



<그림 10> 통신 파라미터 설정화면



<그림 12> 송수신 실행화면

음을 확인하였다.

앞으로는 다양한 조건하에서 통신의 신뢰성을 위해 확보하기 위해서는 다음과 같은 문제점이 해결되어야 한다고 생각된다.

첫째, CNC 측에서 송수신 제어문자를 인식할 때 폴링 방식보다는 인터럽트를 이용하여 신호를 인식하는 방식의 도입이 요구된다. 둘째, CNC에서 정식 통신 프로토콜이 정의되어 있지 않아 전송되는 프로그램의 크기가 클 경우 제대로 전송 받았는지의 여부를 알 수가 없다. 따라서 이에 대한 개선이 필요하다.

6. 결론

본 연구에서는 효율적인 NC의 실습교육을 위하여 교육용 DNC 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 한국산전의 CNC 200L/M 복수대를 PC를 이용하여 네트워크로 구성하였으며, DNC 운영에 필요한 통신 및 사용자 인터페이스 S/W를 구현하였다.

다양한 송수신 기능 및 편리한 사용자 인터페이스 기능이 있으며, 윈도우즈 환경에서 동작된다. 실제 DNC 시스템상에서 프로그램의 송수신 기능 및 부가 기능을 테스트하였으며, 그 결과 통신의 안정성 및 기

능의 유용성을 확인하였다. 따라서 부가가치가 높고, 사용자에게 친숙한 환경을 제공하는, 효과적인 교육용 시스템의 구성이 가능하다.

추후로, Cycle Start/Stop 기능과 리모트 기능 등의 실제적인 DNC 기능의 추가와 통신의 신뢰성 향상, 그리고 타사의 CNC에도 연결이 가능하도록 통신 프로토콜에 대한 지원 등에 대한 연구가 필요하다고 본다.

【참고문헌】

[1] 이승우, 김선호, "Machining Cell Controller 개발", IE Interfaces, 제8권, 제4호, pp. 121-128, 1995. 11

[2] 이방희, "공작기계 자동화 LINE의 가동관리 시스템", IE Interfaces, 제7권, 제1호, pp. 37-46, 1994. 3

[3] 김두근, "CNC 컨트롤러의 개발사양 결정방법에 관한 연구", IE Interfaces, 제7권, 제1호, pp. 5-12, 1994. 3

[4] 홍태화, "NC 검증 및 모의가공 시스템 개발", IE Interfaces, 제7권, 제1호, pp. 30-36, 1994.

[5] M. P. Groover, Automation, Production Systems, and

Computer Integrated Manufacturing, Prentice Hall, 1987.

[6] 터보테크, TURBO DNC 사용자 설명서, 1994.

[7] Manusoft, BOX-NET DNC, 1995.

[8] NCPC, DMICS DNC, 1995.

[9] 한국산전, SYSTEM 200 설치설명서, 1995.

[10] 한국산전, SYSTEM 200 취급설명서, 1995.

[11] Moxa Technologies, C218 High Performance 8 Port Async Card 설명서, 1993.

[12] Moxa Technologies, RS232 Application Programming Interface 설명서, 1993.



서기성

1986년 연세대학교 전기공학과 학사
 1988년 연세대학교 전기공학과 석사
 1993년 연세대학교 전기공학과 박사
 현 재 서경대학교 산업공학과 조교수
 관심분야 공장자동화, FMS, 컴퓨터 응용.

96년 5월 최초 접수, 96년 9월 최종 수정