

〈論 文〉

공장자동화를 위한 확장 DNC 시스템

김영기* · 강무진* · 박지형* · 이재원**

(1994년 1월 21일 접수)

An Extended DNC System for Factory Automation

Young-Gi Kim, Mujin Kang, Ji Hyung Park and Jae Won Lee

Key Words : Distributed Numerical Control(DNC : 분산화된 수치제어), Real-Time Control(실시간 제어), NC Program Management(NC 프로그램 관리), Production Data Acquisition(현황 데이터 수집), Relational Database(Rdb : 관계형 데이터베이스), Local Area Network(근거리 통신망)

Abstract

This paper presents the study on the development of a DNC, system IPIS(Interactive Plant Information System)/DNC, which can manage NC machines and robots as a distributed control method in the machine. processing factory. The IPIS/DNC system is composed of a host computer, satellites and NC machines. A set of software modules are developed on the host computer and the satellites separately. By modularizing each functions of the IPIS/DNC system and using multi-taking method, the functions such as NC program management, NC program distribution, and shop monitoring can be performed on the host computer, and the functions such as NC program transfer to the NC machines, and NC program editing can be performed on the satellite. A Relational database which is linked with job scheduling system is used for IPIS/DNC system.

1. 서 론

소품종 대량생산을 주목적으로 하는 종래의 단위 기기 3또는 작업장 단위의 부분적 자동화에서부터 반도체, 컴퓨터 기술, 정보전달 및 처리기술 등의 발달과 다양화되고 있는 사용자(user)의 요구에 따라서 생산방식에 있어서도 유연성이 좋은 다품종 소량 생산시스템으로 변화해 가고 있다. 따라서 이에 대응하기 위한 기술 및 관리정보의 흐름을 포함하여 공장전체를 일괄할 수 있는 자동화 시스템으로서 공장자동화(FA)라는 개념이 생겨 실용화 단계에 이르게 되었다. 이러한 공장자동화의 개념에

대응하기 위하여 분산제어 방식의 DNC 시스템과 자동운반, 자동창고 시스템과의 유기적인 결합이 이루어져야 하며, 자동조립, 검사기능과 이러한 기능들을 통합 제어하는 소프트웨어에 의해 24시간 연결 자동화운전을 만족시키는 시스템이 필요하게 되었다.

이미 선진 각국에서는 FMS나 CIM 기술개발을 통하여, 생산성(productivity)과 유연성(flexibility)을 동시에 추구하는 노력^(1~4)이 시도되어 왔다. 그동안 국내에서도 NC 공작기계와 제어를 담당하는 컴퓨터(cell computer)사이에 접속(interface)회로를 구성하여, 셀레벨(cell level)에서의 제어를 통한 DNC화를 추구하는 연구들^(5,6,26)이 진행되어 왔다. 그러나, 공장레벨(shop level)에 있는 제조계획 및 통제시스템, CAD/CAM 시스템과 연계되어

*정회원, 한국과학기술연구원 CAD/CAM실

**정회원, 인하대학교 자동화공학과

단위 자동화 기기들과 제어용 컴퓨터들을 하나의 시스템으로 통합화하고, 이들과 연계되어진 데이터 베이스를 공유하여 시스템 내의 정보교환을 원활하게 함으로써 CIM 환경하에서 통합적으로 관리 (management) 하고자 하는 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 독일 엔지니어협회 지침 VDI3424^(7,8)에서 제시하는 DNC의 표준 및 확장기능들로 개발 시스템(이하 IPIS(interactive plant information system)/DNC)의 기능들을 정의하고, 유럽에서 진행하고 있는 ESPRIT 809 프로젝트^(9,10)의 CIM 모델(modele)을 참고로 하여, 기계가공 공장에서 NC 공작기계군을 실시간(real-time) 및 분산제어 방식으로 종합 관리할 수 있는 하드웨어 구성 및 소프트웨어 모듈 구성에 관하여 기술하고자 한다.

2. DNC 시스템의 일반적 기능 및 현황

독일 엔지니어협회 지침 VDI 3424에서는 DNC

시스템을 "디지털(digital) 컴퓨터에 의해 여러 대의 NC 공작기계들을 직접 제어하는 시스템"으로 정의하고 있으며, DNC 시스템이 갖추어야 할 기능들을 크게 두가지 즉, 기본기능들(basic functions)과 확장기능들(extended function)로 분류하고 있다. 이에 의하면, 기본기능은 NC 프로그램의 중앙관리(centralized management)와 NC 프로그램 전송을 의미하며, 확장기능에는 NC 프로그램의 생성(generation) 및 수정, 생산공정으로 부터 현황 데이터의 수집과 이에 의한 공정의 감시 및 제어, 자재 흐름의 제어 그리고 생산일정(scheduling) 및 계획(planing)을 다루는 생산통제(productin control)의 부분기능 등이 속한다. (Fig. 1)

이러한 기능들 외에 기술 및 관리 정보의 흐름을 원활히 수행할 수 있는 데이터전송 시스템(data-transmission system)이 앞서 정의한 DNC 시스템을 구현하는 데 있어서 가장 중요한 요소로 지적되고 있다. 또한 DNC 시스템의 설치에는 막대한 비

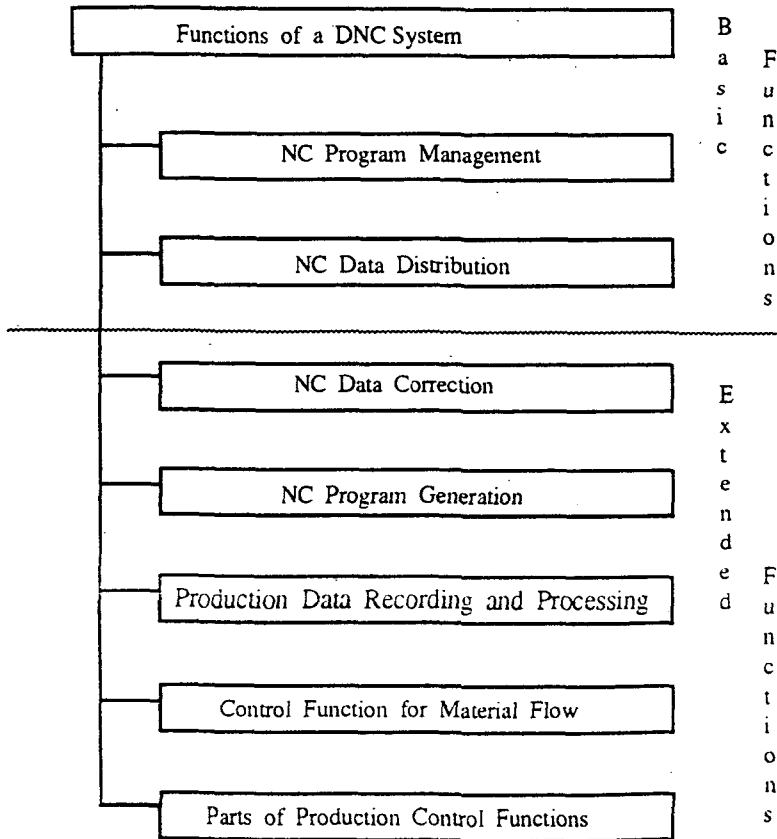


Fig. 1 Functions of a DNC system

용이 소요되기 때문에, 이러한 데이터전송 시스템들은 시스템의 확장이나 변화에 대해 유연성을 지녀야 하고, 각 공작기계들에 대해서도 개별적으로 접속될 수 있도록 설치되어야 한다. 또한 위에서 언급한 일련의 기능들을 충족하기 위해서는 시스템을 기능에 맞도록 여러 개의 작업(task, 들로 분리하여 기능을 설계하는 것이 필수적이다.

1960년대 중반에 DNC 시스템이 미국과 일본에서 처음 설치된 이래 외국에서는 이미 많은 연구가 이루어져 실용화 단계에 있다.

SHOPNET II⁽¹¹⁾(미국)는 NC 공작기계와 CAD/CAM 시스템간의 이더넷(ethernet)방식의 근거리 통신망(LAN)으로 연결하여, NC 공작기계에서 NC 데이터를 직접 전송하고, 작업장의 각종 현황 데이터를 수집하여 모니터링 해주며, NC 데이터의 수정 및 관리, 각 공작기계별 운영 상황 등의 기능들을 제공한다.

FAMOUS⁽¹²⁾(일본)는 토큰-링(token-ring) 방식의 근거리 통신망을 설치하여 현장 단말기를 통해 NC 공작기계로의 NC 데이터 전송, 가동상황 표시, 실적 수집, NC 데이터 관리 및 수정과 공구 경로 표시(display) 등의 기능들을 수행한다.

국내 일부 업체에서도 외국으로부터 이러한 DNC 시스템을 도입 운용하고 있으나 각 산업체에 따라 추가적으로 요구되는 기능 개발에 어려움이 따르고 있고, 도입 가격이 고가이다. 이러한 DNC 시스템들은 대개 NC 프로그램의 관리와 NC 공작기계로의 데이터 전송만을 기본적으로 제공하고 나머지는 추가사항(option)으로 제공함으로써, 전체적인 DNC 시스템을 구축하는 데는 막대한 비용투자가 요구되어 진다. 또한 이러한 시스템들은 상위 레벨로서 생산관리 시스템이나 공정관리 시스템과의 연계가 고려되어 있지 않아 일정계획의 변경이 즉시 생산공정에 반영되지 못하거나, 생산공정에서의 작업 지연, 기계고장 등의 문제점들이 즉시 피드백(feedback)되어 반영되는 측면이 부족한 실정이다.

본고에서 제시하는 확장 DNC 시스템(IPIS/DNC)은 이러한 NC 프로그램 관리 및 공작기계로의 전송과 같은 DNC 시스템의 기본기능들 이외에 다음과 같은 확장기능들을 갖는다. Shop level의 생산계획 및 통제기능을 수행하는 공정관리 시스템인 IPIS⁽¹⁰⁾ 시스템과 연계되어 IPIS에서 수립된 작업 일정계획 job scheduling에 의한 작업지시서와

CAD/CAM 시스템에 생성된 NC 프로그램을 cell level에 있는 위성컴퓨터(IPIS/DNC satellite)에 전달한다. 또한 가동, 미가동, 중단 등과 같은 단위 기기들의 상태와 NC 프로그램의 이력관리 뿐만 아니라 공정관리에 필요한 현장정보, 즉 어떤 설비에서 어느 부품의 어느 공정이 수행되고 있는지 등을 shop level IPIS/DNC 통제컴퓨터에 Ethernet(DECnet)을 통해 전달함으로써 shop내에 있는 각 공정들을 통합적으로 일관되게 모니터링 할 수 있다.

3. 확장 DNC 시스템 — IPIS/DNC

3.1 시스템 구성

본 시스템에서는 DNC 확장기능을 테스트하기 위하여 모델 시스템으로 1대의 IPIS/DNC 통제컴퓨터와 4대의 위성컴퓨터(satellite)를 이더넷(ethernet) 방식의 LAN(DECnet)으로 연결하고, 각 위성컴퓨터에 생산현장에서 널리 쓰이고 있는 NC 공작기계, 산업용 로봇(robot) 등을 RS-232C로 연결함으로써 계층적 구조를 구성하였다.⁽¹³⁾ 이러한 구성의 분산화된 시스템은 IPIS/DNC 통제컴퓨터의 부하를 줄임으로써 실시간(real-time) 성능을 높일 수 있다. 또한 현장에서 사용하고 있는 NC 공작기계, 로봇(robot) 등이 각 제조회사에 따라 고유의 통신체계와 접속방식을 가지고 있기 때문에, 위성컴퓨터를 네트워크(network)와 각 공작기계간의 접속장치(interface unit)의 역할로 사용함으로써 단일화된 네트워크 구성이 가능하고, 현황 데이터의 입력 단말기로도 사용할 수 있는 장점이 있다.

IPIS/DNC 통제컴퓨터로는 VMS 버전 5.40에서 운영되는 VAX-station을 사용하여 다작업(multi-tasking) 및 실시간(real-time) 처리 기능을 구현하였고, LAN 서버(server)로서의 역할도 담당하게 하였다. IPIS/DNC 통제컴퓨터인 VAX-Station에는 19-Inch 칼라모니터가 장착되어져 있어 다양한 그래픽 기능과 멀티-윈도우(multi-window) 기능을 제공하는 VWS(VMS workstation software graphics)를 이용하여 풀-다운 메뉴(pull-down menu)로 화면구성을 하였다.

위성컴퓨터로는 널리 보급되어 있는 IBM-PC를 사용하여 보수 및 시스템의 확장이 용이하도록 구성하였다. 본 시스템에서 사용하는 위성컴퓨터의

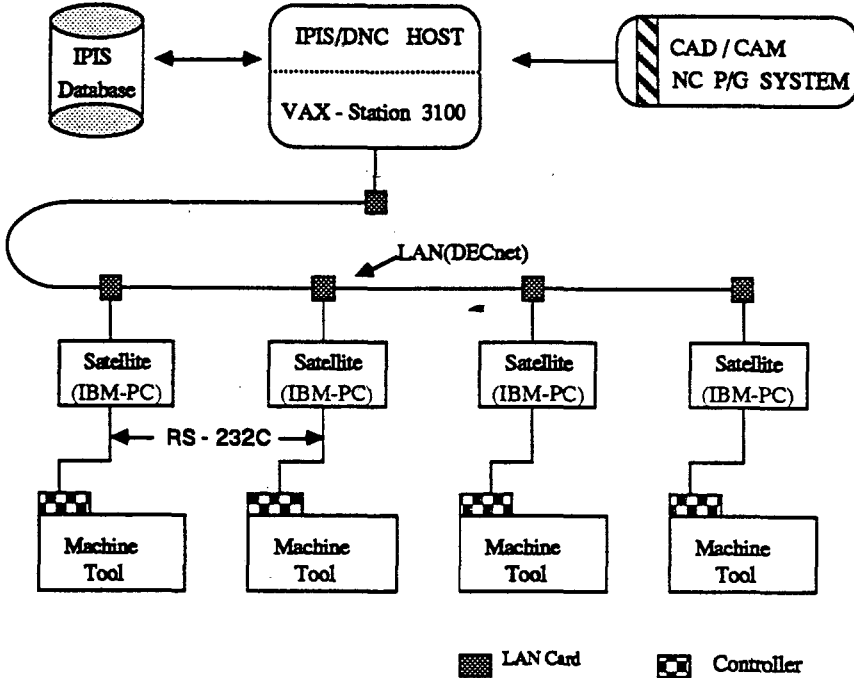


Fig. 2 Hardware configuration of a IPIS/DNC system

운영체제 (operating system)로는 OS/2⁽¹⁴⁾를 사용하여 기존 MS-DOS의 취약점인 다작업 및 실시간 처리기능을 보완함으로써, 여러 대의 공작기계들을 한 대의 위성컴퓨터에 연결하여 운영하거나, 위성컴퓨터가 NC 프로그램을 공작기계들에 전송하는 중에도 IPIS/DNC 통제컴퓨터와의 통신을 수행하도록 하였다.

이러한 IPIS/DNC 통제컴퓨터와 위성컴퓨터들은 디지털사(Digital Co.)의 DECnet⁽¹⁵⁾에 의해 네트워크로 접속되고, 각 공작기계들은 고유의 접속방식에 따라 위성컴퓨터에 RS-232C로 접속된다. Fig. 2는 본 시스템의 하드웨어 구성도다.

3.2 확장 DNC 시스템의 기능

IPIS/DNC 통제컴퓨터에서는 CAD/CAM 장비에서 생성된 NC 프로그램을 입력받아 저장, 관리하고, 생산지시 정보와 함께 온-라인(on-line)으로 각 공정으로 전달하여 작업이 수행되도록 한다. 또한 각 공정으로부터 위성컴퓨터를 통해 현황 데이터(production data)를 입력받아 현장(shop)을 모니터링(monitoring)하고, 상위 시스템인 플랜트 통제 시스템(IPIS: interactive plant information system)⁽¹⁶⁾의 일정계획(scheduling) 모듈에 현황

정보를 제공함으로써, 현장에 대한 동적계획(scheduling)에 반영할 수 있도록 하였다. 이러한 일련의 일들은 비동기(asynchronous)적으로 발생할 뿐만 아니라 실시간으로 처리되어야 하므로 IPIS/DNC 통제컴퓨터에서는 실시간 제어(real-time control)를 구현하기 위해 2개의 분리된 작업(task)인 IPIS/DNC-master task와 PDA(production data acquisition)task로 나누어 기능들을 구현하였다.

IPIS/DNC-master task에서는 NC 프로그램의 관리와 일정계획 모듈에서 수립된 일정에 따라 각 위성컴퓨터로 NC 프로그램을 전송해주며 수집된 현황 데이터에 의해 그래픽 및 텍스트 화면형태로 진도를 관리하는 것이 가능하다.

PDA task에서는 위성컴퓨터로부터 전송되어 오는 각 공정(process)에 대한 현황 데이터의 수집과 데이터베이스로의 저장을 수행하는 기능을 담당하며, 그래픽정보를 IPIS/DNC-master task에 전달한다. 이 두 작업(task)들간의 정보전달은 메일 박스(mailbox)를 이용함으로써 비동기적으로 발생하는 사건(event)들을 처리하였다.

위성컴퓨터에서는 IPIS/DNC 통제컴퓨터로부터 일정계획에 따라 NC 프로그램을 전송받아 각 위

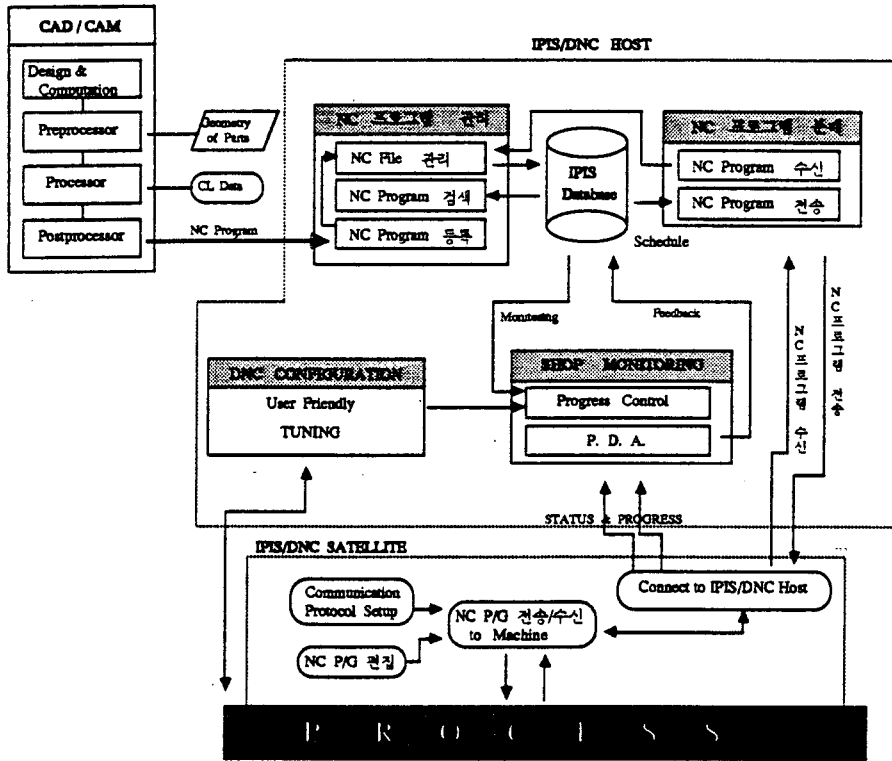


Fig. 3 Information flow of a IPIS/DNC system

성컴퓨터에 접속된 NC 공작기계, 로봇(robot) 등으로 전송(download)하여 작업을 수행하고, NC 프로그램을 수정할 수 있는 편집(editing) 기능을 제공한다. 또한 공정의 시작과 완료, 공작기계의 고장발생 및 고장원인 등의 데이터를 실시간으로 IPIS/DNC 통제컴퓨터에 전송함으로써 현장 전체를 모니터링할 수 있도록 개발하였다.

IPIS/DNC 통제컴퓨터의 기능은

- DNC configuration
- NC 프로그램 관리
- NC 프로그램 분배
- 작업현황 관리

등의 IPIS/DNC-master task와

- 현황 정보 수집

PDA Task로 이루어진다.

위성컴퓨터 (IPIS/DNC satellite)는

- 통신 프로토콜(protocol) 설정
- NC 프로그램 전송(download)/수신(upload)
- NC 프로그램 편집
- 현황정보(status data) 전송

등의 기능을 갖는다.

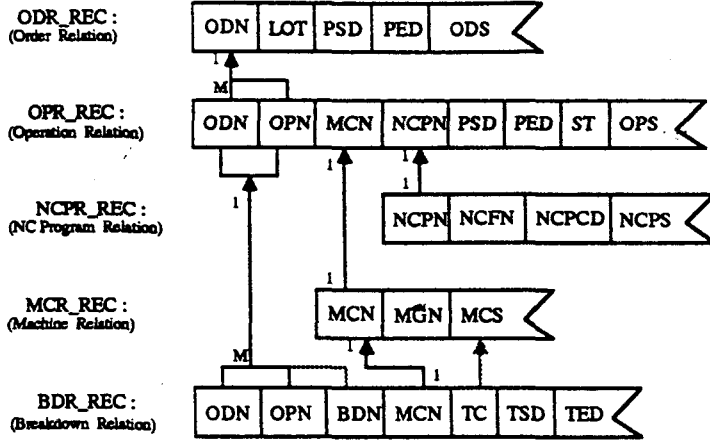
Fig. 3은 IPIS/DNC 시스템 내에서의 정보의 흐름 및 모듈간의 상호관계를 나타내며 각 모듈들이 공통의 데이터베이스를 사용하고 있음을 보여주고 있다.

3.3 데이터 구조

IPIS/DNC 시스템을 구성하기 위하여 사용되는 정보로는 크게 생산관리 정보, NC 프로그램 정보, 현황정보의 3가지로 나눌 수 있다.

생산관리 정보는 작업의 우선순위(priority)나 일정(schedule)과 같이 작업 오더(order)와 관련되는 정보들이고, NC 프로그램 정보는 전송 예정 날짜와 시간 등의 NC 프로그램 관리 및 분배정보이며, 현황 정보로는 각 공정의 상태나 시스템에 있는 각 공작기계의 상태와 같은 공정이 진행됨에 따라 피드백(feedback)되어져 돌아오는 정보들이다. 시스템에서 사용하고 있는 생산관리 정보들은 플랜트통제 시스템(IPIS system)의 일정계획을 통해 생성된 데이터들을 이용한다.

데이터베이스는 VMS에서 운영되는 관계형 데이터베이스(relational database)를 이용하여 구축하



Field Definition :

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| ODN : Order Number | ODS : Order Status |
| OPN : Operation Number | OPS : Operation Status |
| MCN : Machine Number | MCS : Machine Status |
| BDN : Breakdown Number | NCPS : NC Program Status |
| NCPN : NC Program Number | NCPCD : NC Program Create Date |
| NCFN : NC Program File Name | LOT : Lot Size |
| ST : Standard Time | TC : Trouble Code |
| PSD : Planned Start Date | TSD : Trouble Start Date |
| PED : Planned End Date | TED : Trouble End Date |

Fig. 4 Data structure of a IPIS/DNC system

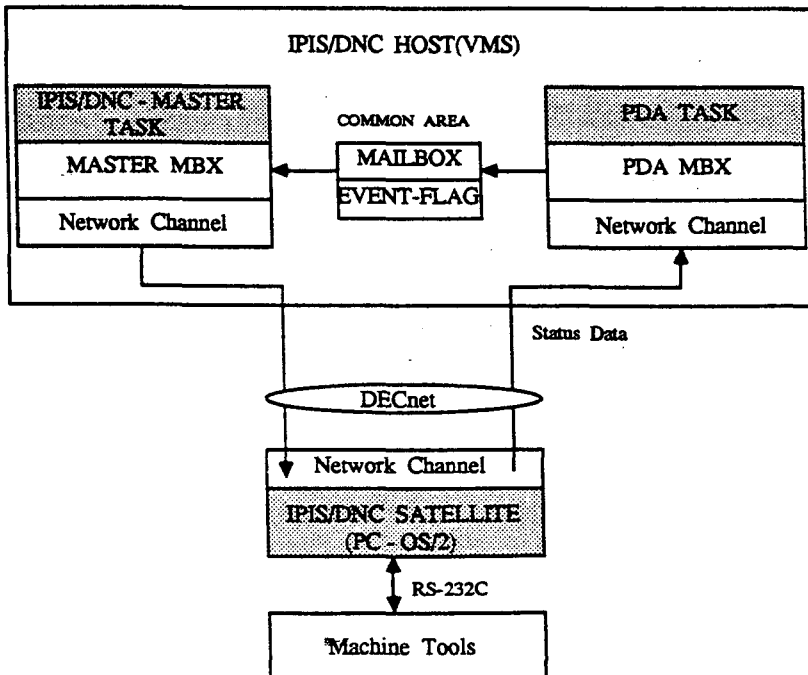


Fig. 5 Communication flow in a IPIS/DNC system

였으며, 각각의 기능 수행에 필요한 데이터들은 최대한으로 중복(redundancy)을 줄여, 데이터베이스 내에 릴레이션(relation)이라 불리는 여러 개의 테이블(table) 형태에 레코드(record)와 필드(field)들로 나누어 저장, 관리된다.

Fig. 4는 데이터베이스를 구성하는 릴레이션 및 각 릴레이션 내부의 데이터 필드와 릴레이션간의 연결을 나타내고 있다.

3.4 시스템의 정보연결 작업

본 시스템에서는 기본적으로 다수의 공작기계들을 실시간 제어·관리하기 위하여 IPIS/DNC 통제 컴퓨터 내에서 각 작업(task)들이 독립적으로 수행 되면서도 각 작업들간의 효율적인 정보연결이 이루어

어져야 할 뿐만 아니라, IPIS/DNC 통제컴퓨터와 위성컴퓨터, 위성컴퓨터와 공작기계간의 원활한 정보연결 작업이 필요하다.

IPIS/DNC 통제컴퓨터 내에서 각 작업들간의 통신은 공통의 영역(common memory)에 메일박스(mailbox)와 이벤트플래그(event flag)를 설치하여 상호 정보연결 및 동기화(synchronize)를 기하였다. 이와 같은 일들은 VMS 운영시스템에서 제공하는 비동기 시스템 트랩(asynchronous system trap) 루틴들을 이용하여 수행한다. (17,18)

IPIS/DNC 통제컴퓨터와 위성컴퓨터간의 통신은 디지털사의 LAN 소프트웨어인 DECnet-OS/2(19)에서 제공하는 Socket Interface 루틴들을 이용하여 위성컴퓨터와 IPIS/DNC 통제컴퓨터의 PDA Task

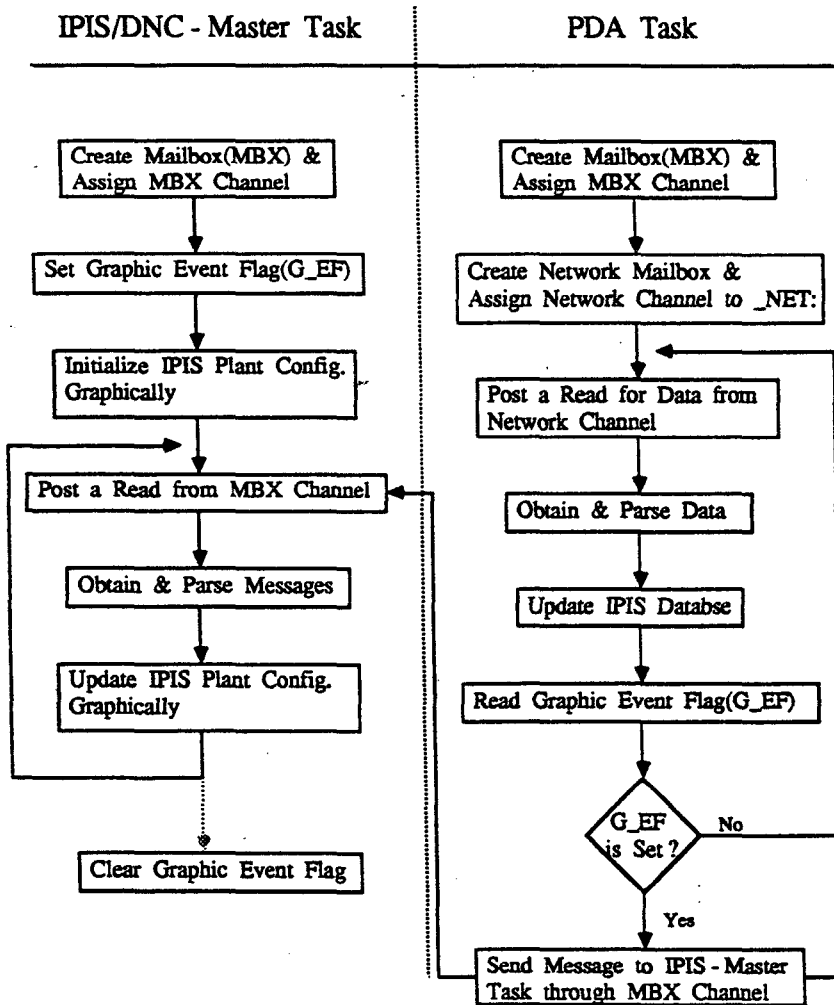


Fig. 6 Process flow between a IPIS/DNC-master task and a PDA task

에서 각기 네트워크 인터페이스 프로그램(network interface program)⁽²⁰⁾을 작성하여 현황정보를 송수신한다.

위성컴퓨터와 각 공작기계간은 RS-232C^(21,22)로 접속하여 RS-232C 프로토콜(protocol)에 따라 NC 프로그램을 전송한다.

Fig. 5에 IPIS/DNC 시스템내에서의 각 작업들간의 정보흐름을 도시하였으며 Fig. 6은 IPIS/DNC 통제컴퓨터내에서 두 작업들간의 정보연결 흐름을 도시하였다.

4. IPIS/DNC 통제컴퓨터의 기능

4.1 DNC 구성

현장에 설치되어 있는 각 공작기계들의 배치(layout)를 심볼(symbol)화하여 정의한 아이콘(icon)을 선택하여, 대화식으로 사용자가 시스템 구성(configuration)을 설정(set up)하는 기능을 수행한다. (Fig. 7) 현장마다 각 공작기계의 종류나 수가 다르고 동일 현장내에서도 공작기계의 변경이 생길 수 있으므로 이때마다 쉽게 갱신(update)하는 작업을 지원함으로써 시스템의 변경에 유연하게

대처할 수 있도록 개발하였다.

이 모듈에서 설정되어진 화면구성은 작업현황관리 모듈에서 현장을 모니터링하는 데 효과적인 그래픽 기능을 제공한다.

4.2 NC 프로그램 관리

일정계획에서 수립된 일정에 따라 해당 공작기계에서 작업이 이루어질 수 있도록 NC 프로그램 관리를 위한 NC 프로그램 정보의 등록, 수정, 삭제 및 조회기능을 제공한다.

4.2.1 NC 프로그램 등록 및 관련정보 입력

CAD/CAM 장비에서 생성된 NC 프로그램을 IPIS/DNC 통제컴퓨터에 등록한 후, 이 NC 프로그램을 해당 공정과 작업이 수행되어질 날짜 및 공작기계에 연결시키기 위하여 필요한 데이터들을 입력한다. 이 결과로써 3.3절 데이터 구조에서 설명한 데이터베이스의 NC 프로그램 릴레이션(relation)을 구성한다. 이 릴레이션은 NC 프로그램을 관리하기 위한 여러 개의 필드들로 구성되어 있으며, 이러한 필드들의 복합적인 조합에 의해 NC 프로그램의 효율적인 관리와 빠른 액세스(access)

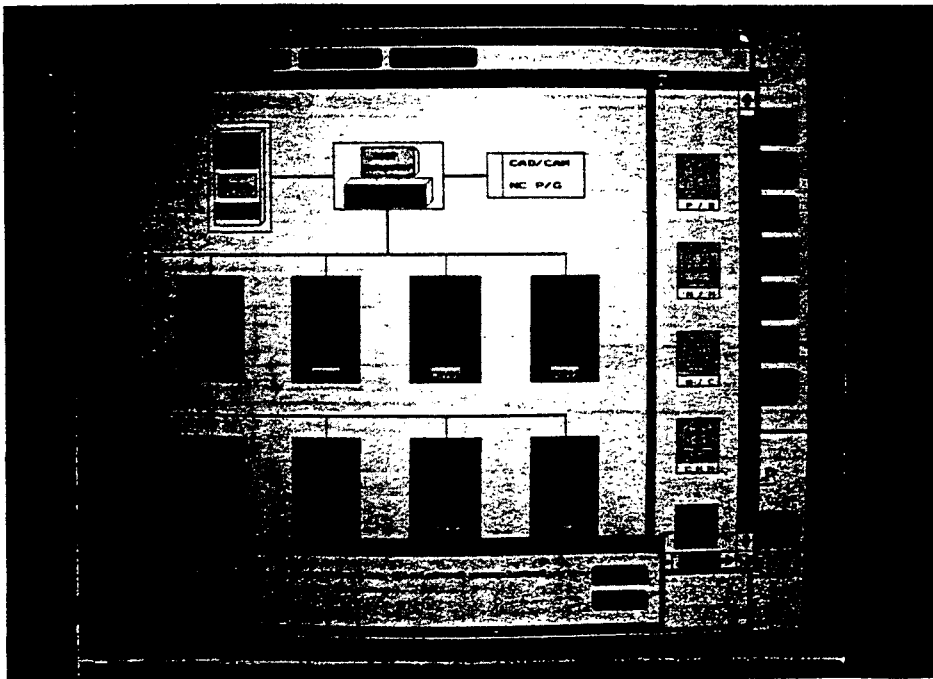


Fig. 7 Example of DNC configuration module

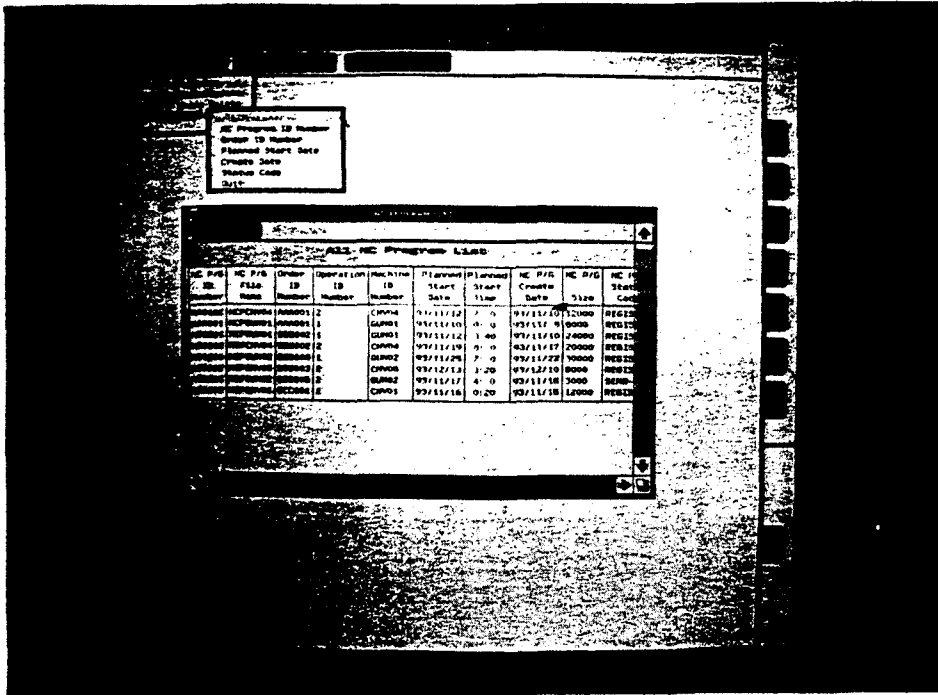


Fig. 8 Example of NC program enquiry module

를 제공한다.

4.2.2 NC 프로그램 목록 조회

조회하고자 하는 키워드(keyword)를 입력하여 등록되어진 NC 프로그램과 관련정보를 출력(display)한다. 주어진 키워드에 따라 다음과 같은 내용을 조회해 볼 수 있다. (Fig. 8)

- 등록된 전체 NC 프로그램과 관련 정보
- 해당 작업 날짜별로 각 공정으로 전송될 NC 프로그램과 관련 정보
- 하나의 부품(component)를 완성하기 위해 수행할 공정들과 NC 프로그램
- 가공이 완료된 NC 프로그램 및 NC 프로그램의 생성 및 날짜별 조회

4.3 NC 프로그램 분배

일정계획에서 수립된 일정에 따라 해당 위성컴퓨터로 NC 프로그램을 전송하는 기능을 수행한다. 해당 작업날짜를 입력하면 수행되어질 공정과 이에 할당된 공작기계, NC 프로그램을 선택함으로써 전송이 완료된다. (Fig. 9)

NC 프로그램의 전송은 DECnet의 File service

기능을 이용하여 이미 해당 위성컴퓨터를 위하여 할당된 IPIS/DNC 통제컴퓨터내의 한 디렉토리(directory)로 NC 프로그램이 복사(copy)된다. 이후 위성컴퓨터는 통제컴퓨터내에 있는 NC 프로그램을 마치 자기 디렉토리에 있는 파일(file)과 같이 사용할 수 있다.

4.4 작업현황 관리

작업현황 관리는 PDA task를 통해 수집된 현황 데이터에 의해 공정 및 공작기계의 상태(status)를 관리(monitoring)하는 기능들로 구성된다.

4.4.1 작업현황 조회

본 시스템에서는 여러 개의 공정(operation)을 거쳐 완성되는 하나의 부품(component)을 오더(order)로써 관리하고 있다. 이 모듈에서는 전체 현장(shop) 내에서 수행해야 할 오더와 각 오더에 관련되어 수행되는 공정의 진행상태를 텍스트(text) 화면구성으로 출력한다. (Fig. 10) 오더 및 공정의 상태는 대기, 진행, 완료, 문제발생(기계고장) 그리고 지연으로 정의되고, 공작기계의 상태는 대기, 기계고장, 진행의 3가지로 정의되어 관리된다.

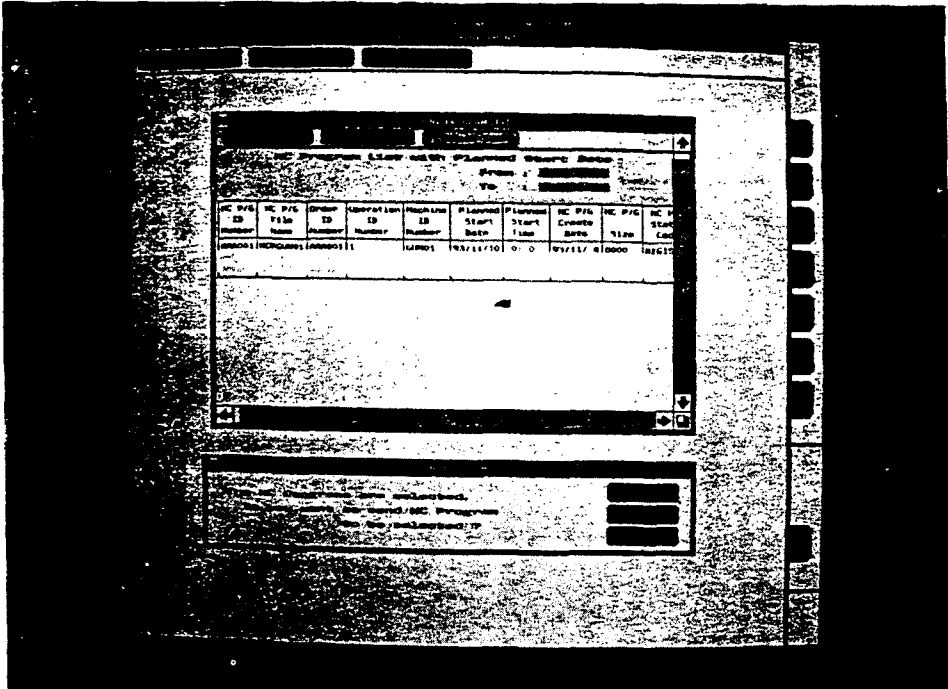


Fig. 9 Example of NC program distribution module

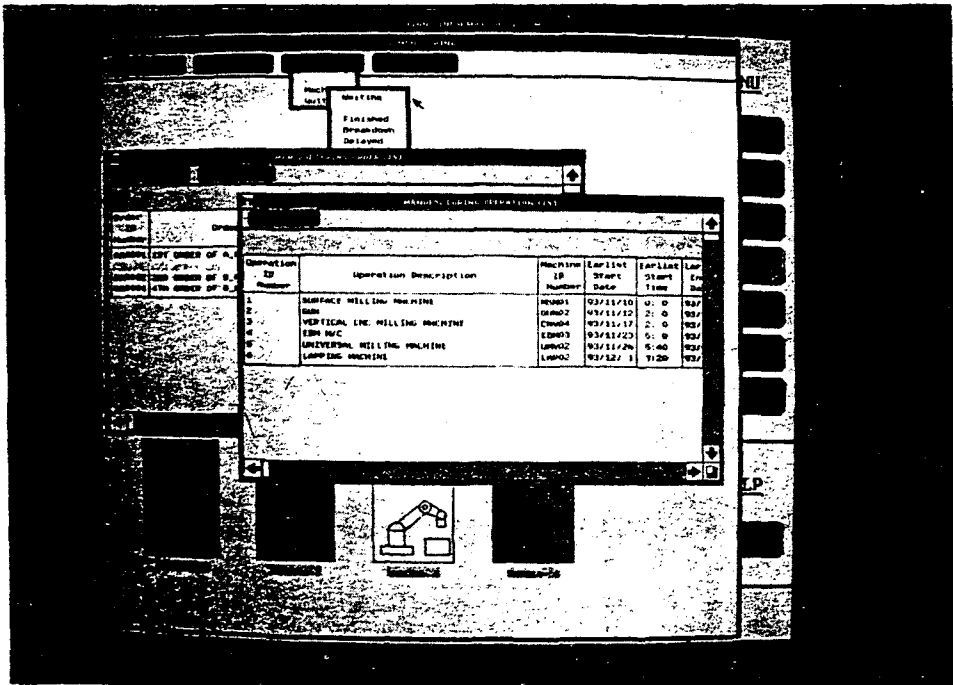


Fig. 10 Example of operation module

4.4.2 기계부하 조회

이미 화면상에 심볼화되어 있는 공작기계를 선택 하던 일정기간에 걸쳐 해당 공작기계에 부하(load)로서 할당되어 있는 공정들과 공정의 일정을 출력해 볼 수 있다.

4.5 현황 데이터 수집

공정의 진행상태나 공작기계의 상태를 모니터링

(monitoring)하기 위하여, 위성컴퓨터로부터의 실시간으로 전송되어오는 현황 데이터를 받아 데이터 베이스에 저장하고 공작기계의 상태를 그래픽으로 출력하는 기능을 수행한다. 이 기능은 PDA task에서 수행되어 진다.

Fig. 11은 IPIS/DNC 통제컴퓨터와 위성컴퓨터 간의 현황 데이터의 송수신을 보여주는 흐름도이다.

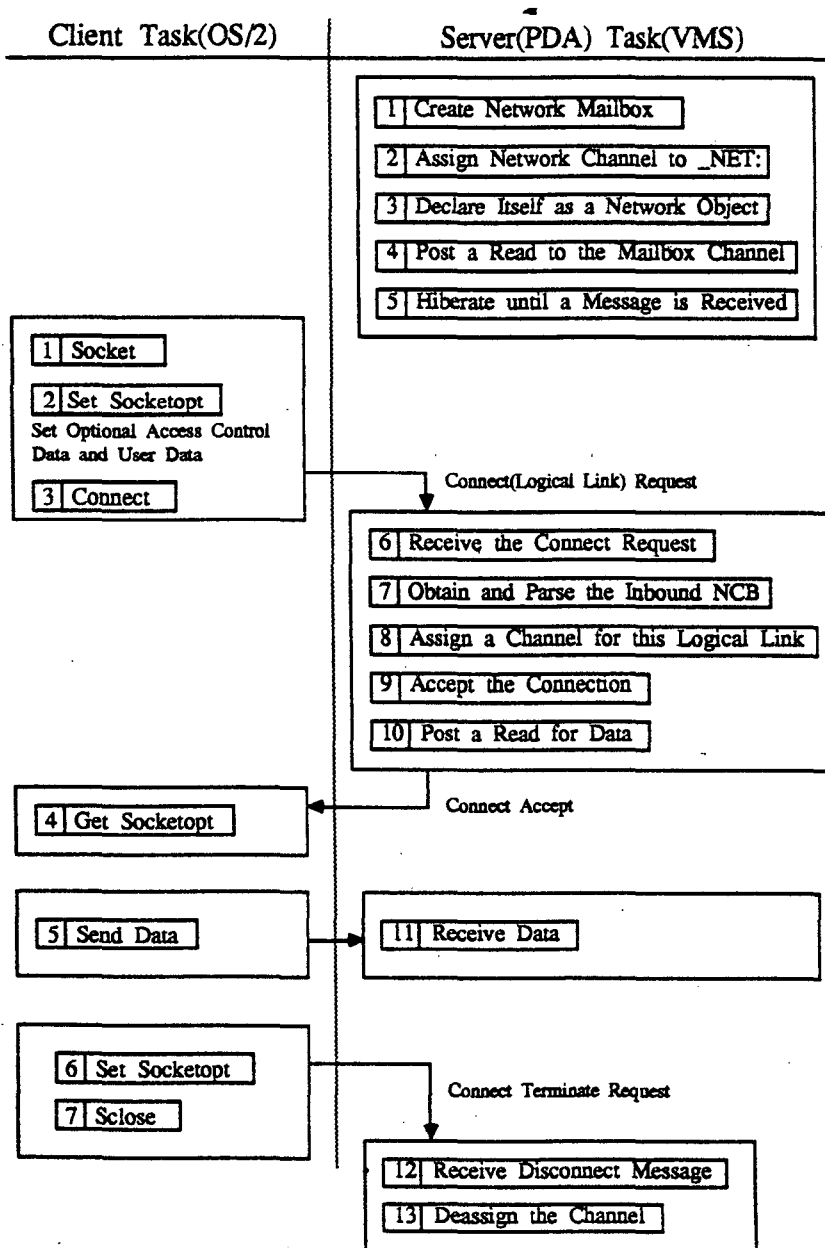


Fig. 11 Network process flow between a IPIS/DNC computer and satellites

5. IPIS/DNC 위성컴퓨터의 기능

위성컴퓨터의 소프트웨어는 현장에 있는 작업자가 위성컴퓨터인 IBM-PC에서 운영되는 메뉴(menu)방식의 그래픽화면 구성⁽²³⁾을 통해 선택함으로써, 위성컴퓨터로부터 NC 공작기계, 로봇(robot) 등으로의 NC 프로그램 전송/수신, NC 프로그램의 수정 그리고 현황 데이터의 입력을 수행하는 모듈들로 구성된다.

각 모듈에서의 입력은 화면상에 출력되는 메뉴들을 선택하도록 하여 작업자의 키보드(keyboard) 입력을 최소화함으로써 입력오류의 발생소지를 줄이도록 구성하였다.

5.1 통신 프로토콜 설정

위성컴퓨터에 접속된 NC 공작기계, 로봇(robot) 등과 NC 프로그램을 전송 또는 수신하기 위하여 통신 프로토콜(protocol)을 설정하는 기능을 수행한다.

위성컴퓨터에는 각기 다른 통신 프로토콜을 가진 공작기계들이 접속될 수 있고, 각 공작기계마다 통신 프로토콜을 재 설정해야 하므로, 이때마다 통신

프로그램을 수정해야 하는 번거로움을 줄이고 작업자가 메뉴방식에 의해 대화식(interactive)으로 통신 프로토콜을 설정하도록 하였다. (Fig. 12)

5.2 NC 프로그램 전송/수신

IPIS/DNC 통제 컴퓨터로부터 전송되어온 NC 프로그램을 위성컴퓨터(IPIS/DNC satellite)에 접속된 NC 공작기계, 로봇(robot) 등의 제어기(controller)로 전송 또는 수신하는 기능을 수행한다. 이 모듈에서 수행되는 통신 프로그램은 MS-C와 OS/2의 API(Application Program Interface) 함수들로 작성하였다. OS/2에서 제공하는 API 함수중에는 Device I/O을 제어하는 장비 입출력 제어함수(Device I/O control function, DevIOctl)가 있으며, 이들은 DOS환경에서 지원하는 바이어스(basic input/output system, BIOS) 입출력함수와 같은 기능을 제공한다.

본 모델시스템에서는 Cincinnati Milacron 5축 CNC 머시닝 센터와 FANUC 로봇에 대해 실험 가공을 수행하였다.

Cincinnati 머시닝 센터와 위성컴퓨터와의 통신은 문자 흐름 제어규약인 XON/XOFF를 사용하였으며, 송수신에 XOFF신호가 검출되면 XON신호

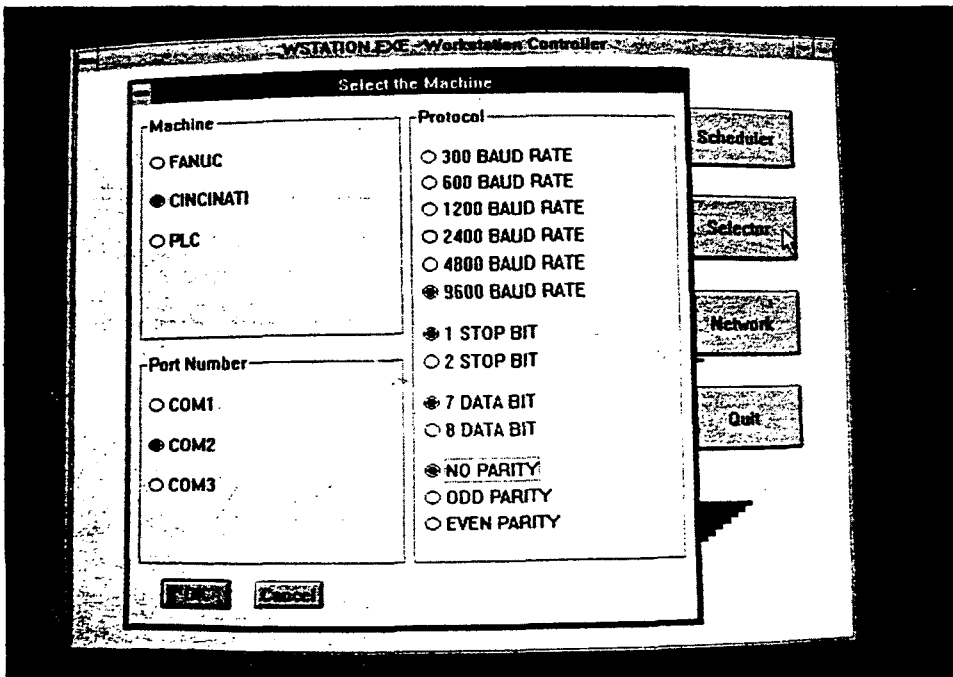


Fig. 12 Example of communication protocol setup module

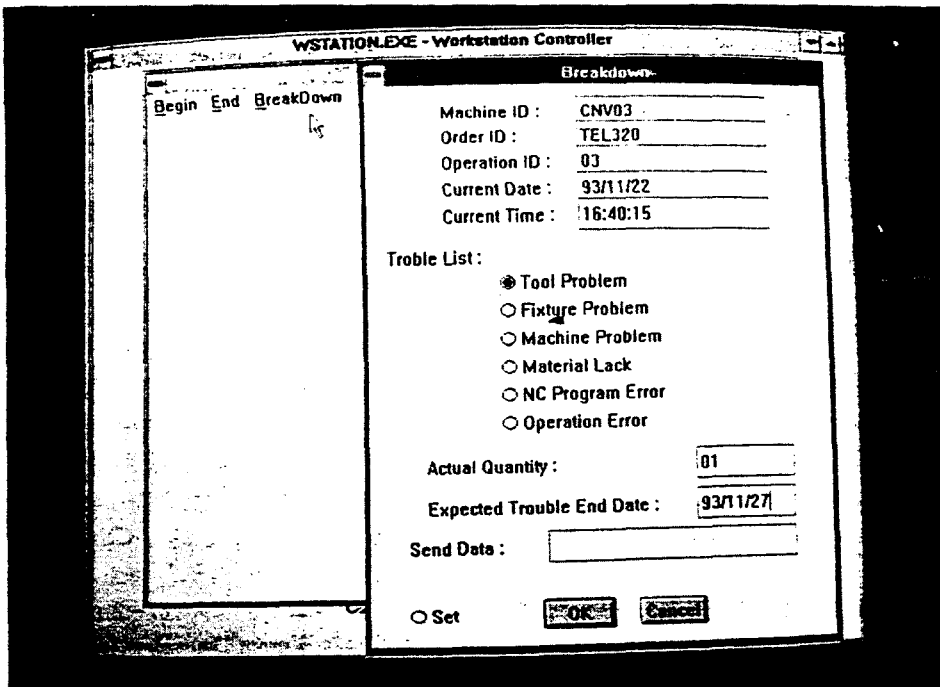


Fig. 13 Example of production data acquisition module

가 검출될 때까지 대기하다가 XON 신호가 검출되면 다시 송수신을 재개한다.

FANUC 로봇과의 통신은 요구확인방법(request-acknowledge method) 형태로 전송하려는 데이터의 앞뒤에 특수문자들을 첨가하여 이들을 전송하는 방법을 사용하였다.

5.3 NC 프로그램 편집

현장의 작업자가 플랜트 통제컴퓨터에서 전송되어 온 NC 프로그램을 일부 수정하거나 현장에서 간단한 NC 프로그램을 작성할 수 있는 기능을 제공한다. 이 모듈에서는 NC 프로그램 편집기능을 위해 OS/2의 PM(presentation manager)⁽²³⁾을 이용하여 구성된 텍스트 윈도우를 사용한다.

5.4 현황 데이터 전송

이 모듈에서는 공작기계에서 수행되어지는 공정의 상태를 시작(begin), 완료(end), 중단(break-down) 및 복구(recover)의 4가지로 구분하여 공정의 시작, 완료, 중단 발생 및 원인 등의 현황 데이터를 실시간으로 IPIS/DNC 통제컴퓨터로 전송하는 기능을 수행한다.

현황 데이터를 전송하기 위한 전송 프로그램은

MS-C와 DECnet-OS/2의 Socket Interface Call 루틴들을 이용하여 작성하였으며 현황 데이터의 데이터 포맷(format)은 다음과 같다.

```

struct {
    char Oper_Status;           // Operation Status
    char Order_ID[7];          // Order ID
    int Oper_ID;               // Operation ID
    int Quantity;              // Order Quantity
    char Machine_ID[6];        // Machine ID
    char Cur_Date[9], Cur_Time[6]; // Current Date & Time
    int Trouble_Code;          // Trouble Code
    char Tb_Date[9], Tb_Time[6]; // Trouble Date & Time
} PDA_Socket;
    
```

현황 데이터를 입력하는 화면 구성의 예는 Fig. 13과 같다.

6. 결 론

본 논문에서는 생산현장에서 널리 사용되고 있는 단위 자동화 기기(NC 공작기계, robot)들과 이들

을 제어·관리하는 위성컴퓨터들을 공장레벨(shop level)에서 하나의 시스템으로 통합화하여 제어·관리할 수 있는 확장 DNC시스템(IPIS/DNC)에 대하여 기술하였다. IPIS/DNC는 중·단위 제조계획 및 통제 시스템인 플랜트통제 시스템(IPIS)과 연계되어진 데이터베이스를 공유하여, 플랜트통제 시스템에서 수립된 일정을 현장의 각 공정들에 직접 반영시킬 수 있다. 또한 각 공정들로부터 현황 정보들은 실시간으로 수집되어 모니터링되고 일정 계획에 제공되어 동적으로 일정이 재조정되고, 재조정된 일정이 신속하게 현장에 반영될 수 있다.

IPIS/DNC에서는 공정을 직접 수행하는 각 동작 기계들과 전공정을 관리·감독하는 IPIS/DNC 통제컴퓨터 사이에 위성컴퓨터를 둬으로써, IPIS/DNC 통제컴퓨터의 성능(performance)을 향상시키고, 제조회사에 따른 단위 동작기계들의 고유 통신체제와 접속방식에서 발생할 수 있는 문제점들을 각 위성컴퓨터에서 동작기계에 따라 개별적으로 해결하였다. 이와 같은 방법을 통하여 단일화된 네트워크 구성이 가능하고, 시스템에 새로이 추가되는 기계들에 대해서도 전체 소프트웨어 및 하드웨어 구성에 영향을 주지않고 시스템의 확장이 용이하다.

개발된 IPIS/DNC 시스템이 Stand-alone으로도 널리 사용될 수 있기 위해서는 작업계획의 최적화(optimal scheduling)을 위한 기능 보완과 기계 감시제어(machine diagnosis) 시스템과의 온 라인(on-line) 접속을 통한 모니터링 기능이 보완되어야 할 것이다. 이러한 기능 보완을 통해 외국으로부터 DNC 시스템의 도입에 따르는 막대한 비용투자의 절감효과와 단위 자동화 기기들의 무인 운영을 위한 기반 확립에 크게 기여할 수 있을 것이다.

후 기

본 논문은 과학기술처 특정연구개발사업 "CIM 기술 개발"의 일환으로 수행된 "금형 플랜트통제 시스템 개발" 과제(과제번호 2-2N0762A) 연구결과의 일부분이며, 본 연구를 지원한 과학기술처에 감사드립니다.

참고문헌

1) Kochan, D., 1986, *CAM Developments in Computer Integrated Manufacturing*, Springer-

Verlag.

- (2) George H. Schaffer, 1987, "CIM Support through DNC," *American Machinist*, 12, pp. 73~74.
- (3) Hatschek, R. L., 1984, "Experimental FMS on-line at NBS" *American Machinist*, No. 1, pp. 75~77.
- (4) Detlef Langhammer and Reinhard Willinger, 1983, "Flexible Manufacturing Systems-Information Flow and Control Components," *Siemens Power Engineering*, No. 4, pp. 187~190.
- (5) 하성도, 이종원, 김상국, 1987. 10, "일반적인 NC 동작기계의 CNC화에 관한 연구," 한국자동제어학술회의 논문집, pp. 237~241.
- (6) 배용환, 이석희, 1989, "CNC 동작기계의 DNC 형성에 관한 연구," 대한기계학회 '89년 추계학술대회초록집, pp. 267~270.
- (7) VDI 3424, Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Verlag.
- (8) Manfred Weck, 1984, *Handbook of Machine Tools*, A Wiley Heyden Publication, Vol. 3.,
- (9) "ESPRIT 809 WORKSHOP," 1990.
- (10) Higgins, P. and Browne, J., 1990, "The Monitor in Production Activity Control Systems," *Production Planning & Control*, Vol. 1, No. 1, pp. 17~26.
- (11) SHOPNET II-Guide to Operation, 1988, Numeridex Inc.
- (12) "FAMOUS DNC S/W" 제안서, 1989, Fasotec Co.
- (13) 김영기, 강무진, 이재원, 1991, "공장자동화를 위한 확장 DNC 시스템 개발에 관한 연구," 대한기계학회 '91년 춘계학술대회초록집, pp. 632~636.
- (14) Robert Lafore and Peter Norton, 1988, "Peter Norton's Inside OS/2," Brady books.
- (15) *DECnet Network Management*, 1991, DEC Co.
- (16) 강무진 외 4인, 1991, 9, "플랜트통제 시스템 개발," 한국과학기술연구원, 과학기술처연구보고서, N0762(A)-4284-2.
- (17) "VMS System Service Manual," 1988, DEC Co.
- (18) Seok-Hee Lee, 1985, "The Real-Time Control of a Robot-Based Flexible Manufacturing Sys-

- tem," Ph. D. Thesis, UMIST.
- (19) "PATHWORKS for OS/2-DECnet Programmer's Reference Manual," 1991, DEC Co.
- (20) "Introduction to Network Programming," 1991, DEC Co.
- (21) "RS232C 인터페이스 사용법 I, II," 1989, 가남사.
- (22) "IBM personal computer XT/AT hardware library," 1986. 3, IBM Co.
- (23) Charles Petzold. 1989, "Programming the OS/2 Presentation Manager," Microsoft Press.
- (24) "Acramatic A950 serial data interface application manual," 1989, Cincinnati Milacron.
- (25) "FANUC Robot A model I communication manual." 1984, FAUNC Co.
- (26) "Turbo DNC 시스템 소개서," 1994, (주)터보테크.