

실시간 공작기계 군관리시스템 개발

○ 송준엽, 김동훈, 이춘식
한국기계연구원 기계자동화연구부

Realtime DNC Management System

○ Joonyeob Song, Donghun Kim, Choonsik Lee
Department of Automation Engineering, KIMM

ABSTRACT

In this study, a DNC(Distributed Numerical Control) management system is designed that can directly control and manage hybrid CNC machine tools on real-time. And management software is developed to inter-communicate field informations with CNC controllers using an interface processor(Intelligent Multi Communication Board, IMCB). Especially, IMCB supports that DNC system sends and receives part program with CNC controllers in the form of real-time multi-tasking.

1. 서 론

생산을 효율화하기 위해서는 공장내의 물건의 흐름과 정보의 흐름을 최적으로 관리하는 작업이 필요하다. 생산에 관련되는 정보에서는 여러가지가 있지만 크게 생산계획·생산관리 등의 상위시스템에서 제공되는 다운로드정보(Down-load Information)와 제조현장에서 발생하는 업로드정보(Upload Information)로 나누어진다.

업로드정보는 다운로드 정보처리에 필요한 정보형태로 바뀌어 하위층에서 상위층으로 전달되어 자료 및 참고데이터로서 제공되는 것이다. 따라서 하위층에 있어서 정보처리의 네트워크는 이

미 구축되어 있는 상위층의 정보처리 시스템과의 일체화를 가능하게 하고 전체적인 정보시스템의 구축에 기반이 된다고 할 수 있다. 그러나 이제까지는 정보처리체계로 보았을 경우 저품질정보를 전제로 하여 톱다운적으로 구축되고 종래의 방식에 기초를 둔 연장선 상에서 전체시스템의 전개가 진행되고 있는 것이 현실이다.

최근에는 이상과 같은 문제점을 해결하여 실수요에 근거한 공장재고의 최적화와 저스트인타임(JIT : Just In Time)생산을 행하며 생산자원(작업자, 부품, 공구, 가공기계, 조립라인 등)의 다이나믹한 최적스케줄을 가능하게 하는 통합생산시스템(Computer Integrated Manufacturing)으로의 전개가 가속화 되고 있다.

그러나 CIM에서 추구하는 구상이 실현되기 위해서는 각 부문에 요구되는 기능을 자립분산화 하고, LAN시스템에 의해 각각의 기능팩케이지가 리얼타임하게 결합되어 통합제어를 지원하는 중간매체로서 DNC(Distributed Numerical Control), POP(Point Of Production) 및 DS(Dynamic Schedule)의 개발이 필요하다[1]. 특히 생산자원 중 제조라인 즉, 가공기계와 연결된 DNC시스템의 개발은 Fig. 1에 제시된 것처럼 관리계의 작업 오더가 제어계의 가공데이터, 가공지시로 직결되고, 제어계의 실적정보가 관리계의 생산계획 수립에 참고데이터로 제공된다는 점에서 우선적인

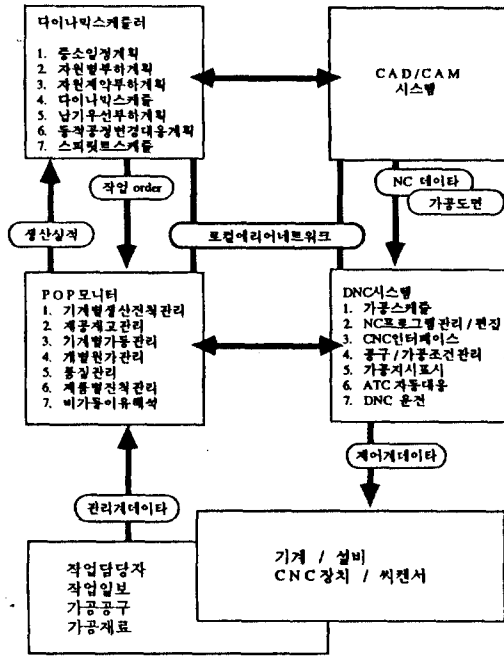


Fig. 1 CIM 지향 DNC시스템의 역할 및 기능

개발이 이루어져야 한다[2,3].

따라서 본 연구에서 추구하는 DNC 시스템은 분산처리형시스템으로 구성하는 것을 원칙으로 하여 상위시스템에서 제공하는 NC데이터를 이용하여 가공/제어하고, NC가공기계 측에서 추출한 가공정보(실적정보, 진척도, 가동/비가동정보 등)를 관리측에 제공하는 중간매체 역할로서의 기능과 독자적인 자립운영이 가능토록 시스템을 개발하였다.

2. DNC 제어시스템의 구성

DNC시스템에서는 Fig. 1에 제시된 것처럼 1) 가공스케줄에 의한 가공, 2) NC 프로그램의 관리 및 편집, 3) CNC 인터페이스, 4) DNC 운전 등과 같은 기능이 이루어지며, 기능, 정보처리의 구조 등에 따라 Table. 1처럼 여러 형태로 제어시스템을 구성할 수 있다[4,5]. 그러나 최근에는 CIM를 지향하는 통합제어를 지원하는 중간매체로서의 DNC 구성을 지향하고 있는 실정이다[6].

Table 1 DNC시스템의 구축방법에 따른 분류

분류방법	세부분류 및 기능	비고
1. NC데이터의 관리방법	① 중앙관리형 DNC시스템	
	② 분산처리형 DNC시스템	KIMM
2. NC데이터의 전송방법	① Serial RS - 232C/422 통신	KIMM
	② 종이 Type reader 등	
3. NC공작기계의 제어방법	① NC기계의 내부 메모리 이용	
	② 상위컴퓨터에서 제공하는 데이터 이용	KIMM
4. DNC시스템의 기능	① CAD시스템에서 직접 NC기계로 데이터 제공	
	② CAD시스템과 NC기계가서에서 PC가 개입되어 NC데이터의 저장 및 제어가 이루어짐	
	③ 상기 ①, ② 방법처럼 NC데이터의 제공 및 제어 기능에 NC에서 가공정보를 추출하는 방법	KIMM

따라서 본 연구에서도 상위시스템에서 제공하는 계획정보, NC데이터를 이용한 가공 및 제어기능과 NC가공기계측에서 추출한 가공정보를 관리측에 제공하는 자율분산형 DNC시스템 개발을 위한 제어시스템을 구성한다.

2.1 인터페이스 프로세서 개발

구성할 DNC시스템이 자율분산형으로 앞에서 거론된 기능 중 NC 프로그램의 관리(NC 데이터 송수신), CNC 인터페이스, DNC 운전이 복수대의 CNC 머신과 인터페이스 되고, 실시간이며 Multi-tasking 형태로 운전되기 위해서는 기존의 시스템 환경(DOS 시스템)에서는 불가능하다. 그래서 DNC 컨트롤러의 수준을 UNIX 시스템으로 상향조정하고 있으나 이러한 현상은 DNC 기능의 지원이란 측면에서는 보완되었지만 시스템 구축비용이나 도입. 적용적인 측면에서는 상당한 장애요인으로 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 상기와 같은 문제점을 해결하고, DOS 시스템 하에서의 독자적인 운영을 지원할 수 있도록 인터페이스 프로세서(Intelligent Multi-Communication Board, IMCB)를 개발하였다.

IMCB는 Fig. 2에 제시된 Block diagram에서처럼 1 port를 통해 4개의 RS-232C Driver에서 주고/받는 정보(NC 데이터)를 메모리 영역 00000 ~ 207FF에 Table 2처럼 할당하여 자체 Memory

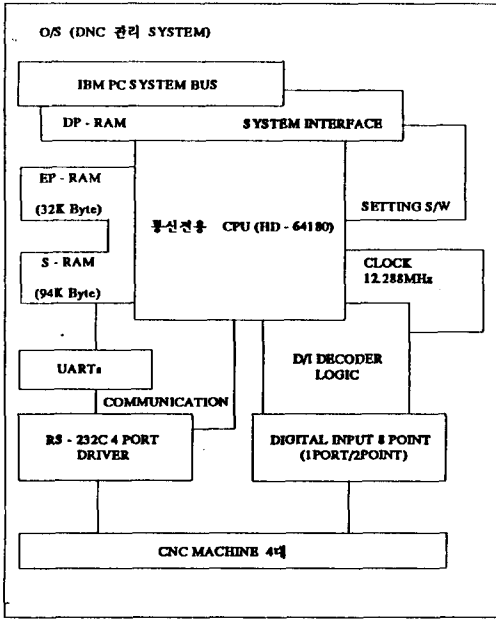


Fig. 2 Intelligent Multi-Communication Board의 Block Diagram

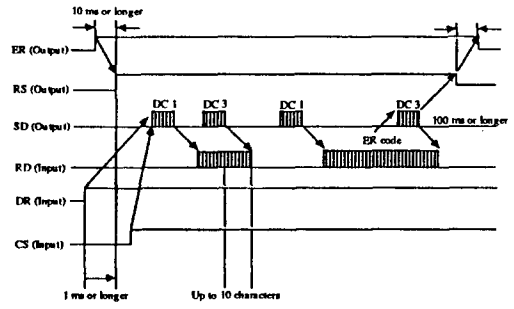
Table 2 인터페이스 프로세서의 Memory Map

메모리 영역	용량
• [00000 - 07FFF] ROM MEMORY	32 KBYTE
• [08000 - 0FFFF] BASE MEMORY	32 KBYTE
• [10000 - 13FFF] PORT 0 MEMORY	16 KBYTE
• [14000 - 17FFF] PORT 1 MEMORY	16 KBYTE
• [18000 - 1BFFF] PORT 2 MEMORY	16 KBYTE
• [1C000 - 1FFFF] PORT 3 MEMORY	16 KBYTE
• [20000 - 207FF] COMMUNICATION MEMORY	2 KBYTE

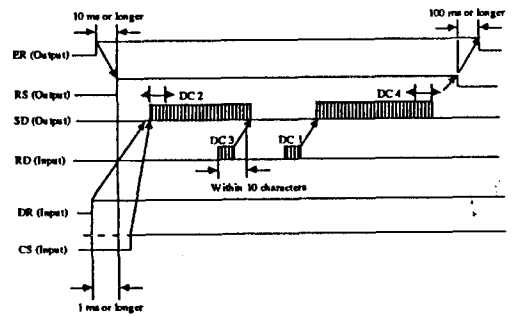
Map에 저장한다. Memory Map에 저장된 정보는 Fig. 3의 CNC 프로토콜(protocol)[7,8]에 의한 DNC 컨트롤러와 IMCB의 인터페이스로 실시간적으로 NC 공작기계군이 통제, 관리된다. Fig. 4는 본 연구에서 구성하여 4대의 CNC 공작기계를 관리하는 DNC 제어시스템의 구성도이며, 정보의 처리시간을 단축하고자 CNC 인터페이스 프로토콜을 IMCB에 Firmware로 구성[9]하였다.

2.2 가공정보 처리구조

DNC시스템은 생산현장(가공기계, 작업자, 설비 등)에서 가공정보를 추출, 관리하고, 상위 시스템의 진척관리, 가동관리, 설비관리 등과 같



(a) NC데이터 다운로드용



(b) NC데이터 업로드용

Fig. 3 CNC인터페이스용 프로토콜 및 Time chart

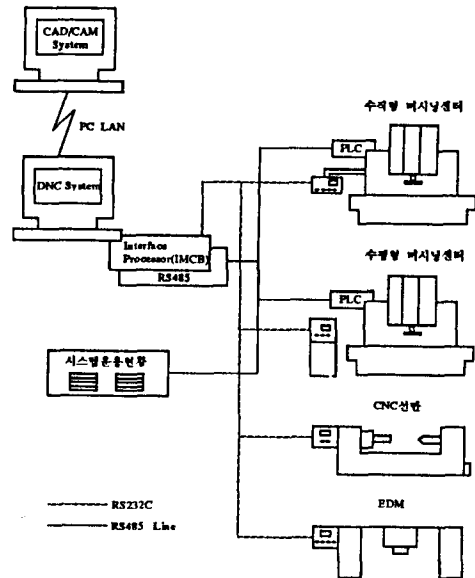


Fig. 4 DNC 제어시스템의 구성도

은 관리시스템에 정보를 제공하는 기능을 수행하여야 한다. 그러나 이제까지는 생산현장과의 정보전달체계가 일보/집계표, 순회, 경험을 통하여 이루어져 관리시스템에 장애요인으로 초래되어 왔다.

따라서 본 연구에서는 관리시스템이 생산현장의 정보에 근거하여 실시간으로 paperless하게 생산활동을 지원할 수 있도록 Fig. 5처럼 정보처리 구조를 개발하였다. DNC시스템이 Fig. 5와 같은 정보처리를 지원할 수 있도록 CNC 인터페이스 기능에 디지털 입/출력 디코더(입출력 접점: 8점)를 구성시켰다. 디지털 입/출력 8점은 Fig. 6에 제시된 DNC 통신용 케이블 커넥터 중에서 채널(공작기계)당 2 접점을 할애하고, 공작기계측의 open collector, relay 접점을 이용한 인터페이스와 Fig. 5의 발전부에서 발생시키는 5 종류의 Digital TAG를 이용한 회수, 시간, 채널별 정보를 수집하여 추후 가공정보의 처리 및 관리에 활용한다.

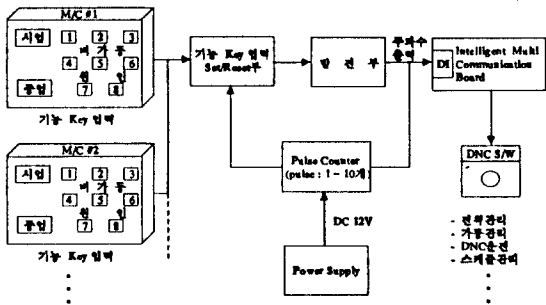


Fig. 5 DNC시스템의 가공정보 처리구조

3. DNC 관리소프트웨어 개발

DNC시스템은 상위시스템(CAD/CAM, MRP 등)에서 제공하는 정보의 처리(다운로드 기능) 및 생산현장에서 발생하는 정보의 관리와 상위시스템으로 제공(업로드 기능)하는 기능을 보유하며, 이상과 같은 기능수행에 필요한 정보관리 소프트웨어의 개발이 필요하다[10,11].

채널 번호명	DNC 시스템				NC 공작기계				채널 번호명	DNC 시스템				NC 공작기계							
	R5485		RS232C (9pin)		RS232C (25pin)		R5485			RS232C (9pin)		RS232C (25pin)		R5485		RS232C (9pin)		RS232C (25pin)			
	RD	SD	RS	CS	GND	D1	D2	GND		D1	D2	RD	SD	RS	CS	GND	D1	D2	GND	D1	D2
CH1	1																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
	6																				
	7																				
	8																				
	9																				
CH2	10																				
	11																				
	12																				
	13																				
	14																				
	15																				
	16																				
	17																				
	18																				
19																					
CH3	20																				
	21																				
	22																				
	23																				
	24																				
	25																				
	26																				
	27																				
	28																				
CH4	29																				
	30																				
	31																				
	32																				
	33																				
	34																				
	35																				
	36																				
	37																				

Fig. 6 DNC통신용 케이블 커넥터

따라서 본 연구에서는 앞장에서 기술된 DNC 시스템의 정보처리구조를 통해 다운로드/업로드 된 정보, 즉 NC 프로그램의 다운로드/업로드, 가동/비가동 여부, 실적정보 등 DNC시스템 구성에서 이제까지 정보처리의 Bottle-neck 이라고 할 수 있는 NC 프로그램의 관리, 진척관리, 가동관리를 실시간으로 paperless 하게 수행할 수 있는 정보관리 소프트웨어를 개발하였다.

개발한 소프트웨어는 C언어와 한글 라이브러리 「한」을 사용하여 기능에 따른 모듈별 구성을 원칙으로 하여 2개의 주 모듈과 20여개의 서브모듈로 구성된다. 또한 저가의 PC에서 운용될 수 있도록 DOS 베이스로 개발하였으며, 소규모의 시스템에서도 독자적인 운용이 가능하도록 개발하였다.

3.1 NC 프로그램 관리

NC 프로그램 관리모듈은 NC 프로그램의 작성/수정, 파트 프로그램의 다운로드/업로드, NC 데이터 파일의 관리 기능들을 수행한다. 생산계획에 의해 작업개시 전까지 작성되어야 하는 NC 프로그램은 본 시스템에서 지원하는 편집기능을 이용하여 편집하거나, CAD/CAM 시스템에서 작성되어 제공된다. 한편 본 모듈은 시스템 운영정책에 따라 기능분담이 이루어져 DNC 컴퓨터에서 관리토록 하였다. 본 관리모듈을 구성하는 대표적인 기능은 다음과 같다.

기능	내용
편집	NC프로그램의 작성 및 수정
다운로드	NC데이터를 CNC에 다운로드
업로드	CNC에서 NC데이터를 업로드
파일관리	NC데이터 파일의 삭제/등록
통신	4대의 CNC머신을 동시에 운용

특히 통신기능은 본 연구에서 개발한 인터페이스 프로세서(IMCB)를 통하여 실시간 Multi-tasking 형태로 지원된다(Fig. 7 참조).

NC프로그램의 관리가 DNC 시스템에서 관리됨으로서 NC 데이터의 효율적이며 체계적인 관리가 이루어질 수 있으며, 신속한 작업의 진행, 작업환경의 개선 등 기능향상을 도모할 수 있다.

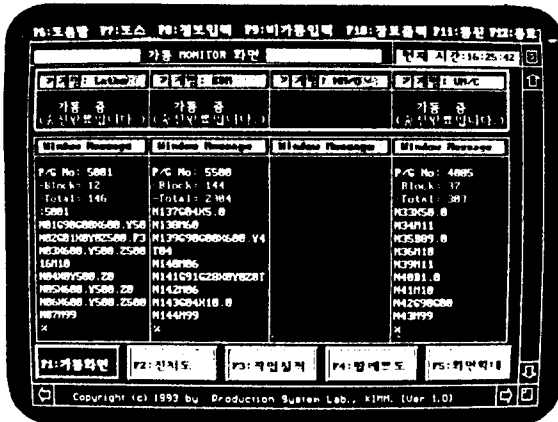


Fig. 7 NC 프로그램의 실시간 통신화면

3.2 실적관리 및 가동관리

실적관리란 현재 워크의 종류, 번호, 생산목표 갯수(롯드사이즈), 기계번호 등의 정보를 상위시스템에서 제공받아 DNC제어시스템에서 자동 집계되는 실적정보를 가공하여 현재 진행되고 있는 공정 진척상태를 제공하는 모듈이다. 또한 가공 실적관리를 위해서는 Fig. 8의 작업실적 모니터 화면에서 집계되는 실가공수의 정보 외에 가공기계의 가동관리가 동반되어야 한다.

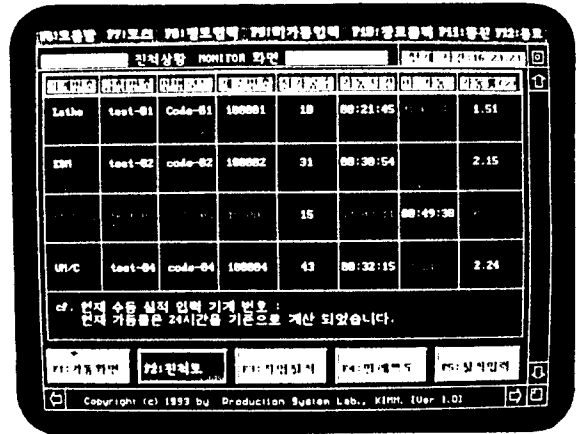


Fig. 8 작업실적 모니터 화면

따라서 본 연구에서는 DNC 제어용으로 개발한 IMCB의 디지털 입/출력 접점(Fig. 6의 D1~D8)을 통해서 가공기계의 상태를 체크하여 정상 가동시간, 비가동시간, 가동율 등을 집계할 수 있도록 하였다(Fig. 9 참조). 특히 비가동 시에는 Fig. 5의 정보처리 구조 중 기능키(Key #1~#8)를 이용하여 비가동원인을 입력 제공받을 수 있도록 준비하였다.

이러한 가동관리는 Fig. 9 및 Fig. 10처럼 가공기계의 상태를 시간대별, 설비별, 비가동원인별로 구분 분석할 수 있기 때문에 현재의 작업상황을 실시간으로 제공하고, 어떠한 비가동사유에 의해 어느 시간에 집중적으로 비가동되었는지를 파악하여 예방보전할 수 있어 설비의 가동율을

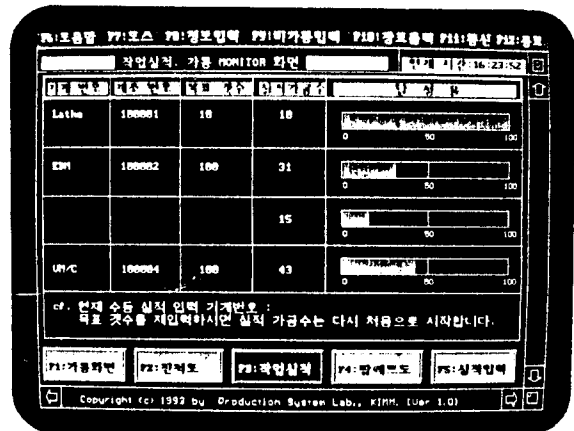


Fig. 9 진척상황 및 가동모니터 화면

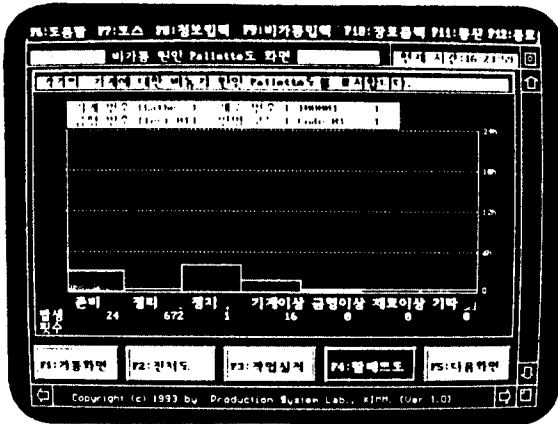


Fig. 10 설비별 비자동원인 Palette도

높이고 가공실적에 따른 관리사이드의 계획수립에 확실적인 정보를 제공할 수 있을 것이다. 또한 기계의 가동율은 작업시간 24시간/일을 기준으로한 가동시간으로 표기하였으며, 현재 상태를 바 그래프로 표현함으로써 효율적으로 설비의 가동관리 및 가공실적관리를 실시할 수 있도록 그래픽 모니터화면을 제공한다.

4. 결 론

본 연구에서는 상위시스템에서 제공하는 계획정보를 이용한 가공, 제어기능과 생산현장에서 발생하는 가공정보를 추출하여 관리하고 계획사이드에 제공하는 자율분산형이며 독자적 운영이 가능한 실시간 공작기계 군관리시스템을 개발하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

- 1) DOS 환경 하에서 실시간이며 Multi-tasking 형태로 공작기계군의 DNC 운전을 지원하는 Intelligent Multi-Communication Board (IMCB) 개발
- 2) 생산현장의 가공정보를 실시간이며 paperless하게 추출하여 제공하는 정보처리 구조 구성
- 3) DNC시스템의 독자적인 운영과 계층적 시

스템 구성을 지원하는 관리소프트웨어 개발

- 4) 생산시점관리시스템(Point Of Production) 개발을 위한 기반기술 마련

참 고 문 헌

- [1] 일본POP연구회, "CIM을 겨냥한 실천 POP시스템.구축 매니얼", 한국능률협회(1990)
- [2] Yoram Koren, "Computer control of manufacturing systems", McGRAW-HILL(1983)
- [3] R. S. Pressman, J. E. Williams, "Numerical control & computer aided manufacturing", John Wiley & Sons(1977)
- [4] "DNC시스템導入普及事業報告書", 金型事業協同組合(1987)
- [5] 안재봉, "CIM을 위한 FA시스템", 기술(1991)
- [6] C. P. Buckley, "DNC : The first step towards factory floor data communication", SME MS-90-342(1990)
- [7] "RS-232C/RS-422 Interface connecting manual", FANUC(1987)
- [8] "FANUC 10/11/12-Model A : Operator's manual", FANUC(1987)
- [9] 永井正武, "データ通信プロトコル入門", CQ出版社(1991)
- [10] 이춘식, 송준엽, "FMS 요소기술 개발", 과학기술처(1993)
- [11] 이춘식, 송준엽, "금형공장의 관리 및 제어 시스템 개발", 과학기술처(1992)