

PC를 이용한 이기종 공작기계로 구성된 가공 Cell의 감시/제어

이 승 우, 김 선 호

한국기계연구원 자동화연구부

ABSTRACT

다품종 소량생산체제가 도입되면서 CNC 공작기계도 단일 운전보다는 Cell 단위로 운영하는 것이 일반화되고 있고, 또 현장에서 운용중인 이기종 공작기계들을 Cell 단위로 관리해야하는 필요성이 대두되고 있다.

본 연구에서는 이기종 공작기계로 구성된 가공 Cell을 종합적인 관리가 가능하도록 DOS 환경에서 실시간(Real Time), Multi-Tasking이 가능한 Cell 제어기를 개발하였다. 개발된 Cell 제어기의 현장 적용실험을 위해 2대의 이기종 공작기계로 구성된 가공 Cell을 대상으로 시험 운전을 하였으며 이에 대한 연구결과를 소개하고자 한다.

1. 서 론

종전의 생산시스템에서의 가공작업은 각각의 CNC 공작기계에 작업자가 배치되어 NC 프로그램의 선택, 공구경로 확인, 공구데이터 확인, 기계상태의 감시, 이상상태 발생시 적절한 조치 등의 작업을 행하는 것이 일반적이었다.

최근, 다품종 소량생산체제가 도입이 되면서 CNC 공작기계도 단일 운전보다는 Cell 단위로 운영하는 것이 일반화되면서 가공을 위한 NC 프로그램의 잦은 교환이 필요하게 되었다[1-3].

이러한 환경변화에 대응하기 위해 컴퓨터의 기억장소를 이용하여 NC 프로그램을 파일(File)화 시켜 놓고 이를 RS-232C를 이용하여 CNC 장치로 전송하는 초기의 DNC(Direct Numerical Control) 시스템 및 스케줄 운전, 기계 제어, 공구관리 등과 같은 부가적인 기

능을 포함하는 분산제어(DNC : Distributed Numerical Control) 시스템이 개발되어 현장에 적용되고 있다[4].

그러나 대부분의 기계공장에서 운용중인 공작기계는 동일기종이 아닌 이기종으로 구성되어 있는 실정이며, 심지어는 범용기 및 전용기도 관리해야 될 Cell에 포함되어 있는 경우도 많다. 따라서 이러한 생산시스템에 상용시스템을 적용시키기에는 많은 어려움 및 불가능한 요소들을 가지고 있어 이들을 종합적으로 관리하기 위해서는 별도의 방법이 요구되고 있다[5-6].

본 연구에서는 이러한 이기종 공작기계로 이루어진 가공 Cell을 실시간(Real Time), Multi-Tasking으로 감시/제어하기에 적합한 Cell 제어기를 개발했으며[7], 이는 DOS 환경에서 운용이 가능하며 각 공작기계별로 감시 및 제어 기능을 가지고 있다. 개발된 제어기는 2개의 이기종 CNC 공작기계로 이루어진

가공 Cell에 적용시켜 기능과 성능을 시험했으며, 여기서는 이에 대한 연구결과를 소개한다.

2. Cell 제어기 개발

본 연구에서 개발한 가공 Cell 제어기는 다양한 DNC, FMC 등을 위한 Machine shop Controller로서의 기능 및 이기종 공작기계들로 구성된 Machine shop을 실시간으로 감시하기 적합하도록 설계했다.

이를 위해 DOS에서 Multi-Tasking을 구현했으며, 이기종 공작기계를 물리적으로 연결하기 위해 PLC Network이 사용되었다. 또한, 실시간으로 공작기계의 감시/제어를 수행하기 위해 NC 프로그램을 위한 RS-232C와는 별도로 Multi-Drop 방식의 RS-485라는 전용 통신 라인을 구축했다.

1) Multi-Tasking

다수의 공작기계로 구성된 가공 Cell을 실시간으로 감시/제어를 하기 위해서는 Multi-Tasking 기능을 Cell 제어기가 가지고 있어야 한다. 여기에서의 Multi-Tasking이란 각 기계의 상태를 감시하면서 동시에 기계에 필요한 제어 혹은 NC 프로그램을 전송할 수 있는 능력을 의미한다. 이러한 Multi-Tasking 기능은 '시간분할' 기법을 사용하여 CPU의 작동시간을 각 프로세스에 효과적으로 할당함으로써 가능하다.

그러나, Multi-Tasking 기능은 일반적으로 DOS에서는 실현 불가능하기 때문에 DOS에서 동시작업 기능이 가능한 'XINU' 라이브러리를 이용하여 응용 프로그램을 개발하였다 [8]. 응용 프로그램은 C 코드로 작성되었고 Turbo-C 컴파일러를 사용하여 응용 프로그램을 생성하였다. 프로세스간의 통신 및 시분할은 message queue와 semaphore를 사용하여 구현하였다. 이러한 시분할의 개념을 그림 1.에 나타내었다[5,6].

2) PLC Network

각 기계의 CNC 장치와 Cell 제어기와의 연결을 위해 PLC를 이용한 RS-485 통신 네트

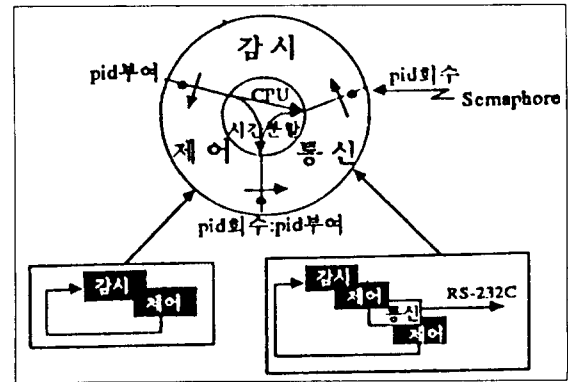


그림 1. 시분할을 이용한 Multi-Tasking.

워크를 구축하였다.

이는 이기종 공작기계 사이의 감시 및 제어 정보를 종합적으로 관리하기 위한 방법으로 CNC의 PMC(Programable Machine Control) 프로그램을 수정하여 각 입/출력 접점을 외부의 PLC(Programable Logic Controller)와 연결 하였다.

각 기계에 부착된 PLC(삼성항공, SPC-300, 1 Block PLC Program/0.75 Micro Sec)들은 RS-485 통신을 이용한 Muti-Drop 방식으로 Cell 제어기와 연결되어 있다[9]. 이를 통해 연속적으로 각 PLC의 CPU 레지스터 내용을 실시간으로 파악하여 감시가 가능하며, 필요한 경우 레지스터 내용을 수정하므로써 각 기계를 제어할 수 가 있다 본 연구에서 대상으로 한 감시 및 제어 내용은 표 1.과 같다.

3) 실시간 감시 및 제어

일반적으로 NC 프로그램의 송/수신은 실시간 개념이 희박하지만 각 기계의 가공상태를 감시하고 이에 대응하는 적절한 조치를 위해서는 실시간의 개념이 매우 중요하다.

실시간(Real Time)이란 "이상상태에 의한 가공기계의 치명적인 파괴나 어떤 이상상태가 발생되기 이전에 즉, 허용 응답시간전에 이상을 회피하는데 필요한 제어동작을 완료시킬 수 있는 시간"으로 정의할 수 있다. 이에 대한 중요한 요소로서 통신시간과 통신방법을 고려할 수 있는데, 통신속도 9600 bps의 환경하에서 약 300 ± 30 msec 정도의 시간을 나타내므로 충분히 실시간 처리가 가능하다고 사려된다. 통신 방법에 있어 8 bit 를 1 Word 단위의 통신 방법을 택하므로써 bit 단위의 통신보

표 1. 감시 및 제어 정보

구분	내 용
제어	.Mode 선택(Edit, Tape, Memory 등) .Power On/Off .Cycle Start(외부 Start) .Spindle On/Off .비상정지 .비상정지 해제 .Feed Hold .NC 프로그램 호출 .CNC 메모리 Protect 해제 .CNC 외부 Reset
감시	.Mode 상태 .Cycle Start .비상정지 신호 .Feed Hold 신호 .NC 프로그램 호출 완료 신호 .Machine Ready 신호 .Servo Ready 신호 .각종 Alarm(Over Travel, Servo, Over Heat, Battery 등)

다 통신 처리시간을 줄이는 효과를 가져왔으며, 이는 시스템의 확장에 따라 송/수신할 접점수가 증가하더라도 통신에 소요되는 시간은 급속히 증가하지 않음을 의미한다.

본 연구에서는 실시간 감시/제어를 위해 Cell 제어기와 기계와의 연결에 NC 프로그램 전송용 RS-232C와 시스템 감시/제어용 RS-485 통신선으로 이원화 하였다. 예를 들어 하나의 통신선만을 사용하는 경우 NC 프로그램의 전송중 기계를 제어해야 할 상황이 발생한다면 이는 실시간으로 제어하는데 상당한 어려움이 있을 것이다. 따라서 통신기능의 종류를 정보(NC 프로그램) 전송과 감시/제어의 기능을 각각의 서로 다른 통신선을 이용함으로써 통신효율의 향상 및 실시간 처리 구현을 가능하게 하였다.

3. Cell 제어기 기능

개발된 Cell 제어기의 기능은 크게 감시, 제어 및 통신기능으로 분류할 수 있고, 각 기능 사이를 오가며 작업할 수 있다. 각 기능에 대

한 상세 내용은 다음과 같다.

1) 감시 기능(Monitoring Module)

각 공작기계의 PMC 상태를 공작기계에 설치된 PLC(입력 접점 32점) 입력 모듈을 통해 Word 정보로 받아 기계의 상태를 파악할 수 있다. Word로 입력된 정보는 Cell 제어기에서 Binary 값으로 분해되어 기계의 상태를 감시한다. 감시된 값은 CRT를 통해 한글로 표시되며, 감시요소가 변할때 마다 실시간으로 변화를 표시한다.

2) 제어 기능(Control Module)

기계에 이상상태가 발생되어 이를 제어하거나 CNC 메모리에 있는 NC 프로그램을 호출하여 운전을 할 경우에는 PLC(출력 접점 48점) 출력 모듈의 값을 변경하므로써 가능하다. 여기에서는 다음의 네 항목을 주요 제어항목으로 정했다.

- ① Cycle Start 실행
- ② Feed Hold 실행
- ③ 비상 정지 실행
- ④ NC 프로그램 호출 및 운전

NC 프로그램 호출의 경우 CNC마다 방법이 조금씩 다르다. 예를 들어, FANUC 11MA의 경우는 15자리의 이진수를 이용하지만, 0M의 경우에는 BCD(Binary Coded Decimal)를 이용하여 NC 프로그램을 호출한다.

3) 통신기능(Communication Module)

그림 1.에서 보는 것과 같이 RS-232C를 통해 NC 프로그램을 전송하기 위해서는 일련의 제어 작업이 선행되어야 하며, 0M의 경우 다음과 같은 제어 순서가 필요하다.

- ① STL(Cycle Start)이 아닌것을 확인
- ② Key Protect 해제
- ③ MINP DATA 외부입력 기동(STL 확인요)
- ④ ERS(CNC 외부 Reset)
- ⑤ NC 상황 체크

이때에는 반드시 자동운전 Mode이어야 하며 운전중이 아니어야 한다. 참고로 11MA는 Background에서 Editing이 가능하기 때문에 STL 상태를 고려하지 않아도 된다. NC 프로그램을 CNC로 전송하기 위하여 간단한 통신 규약(Protocol)인 XOn/XOff를 기법을 사용하

였다.

위와 같은 기능을 가지는 Cell 제어기의 운영 예를 그림 2.에 나타내었다.

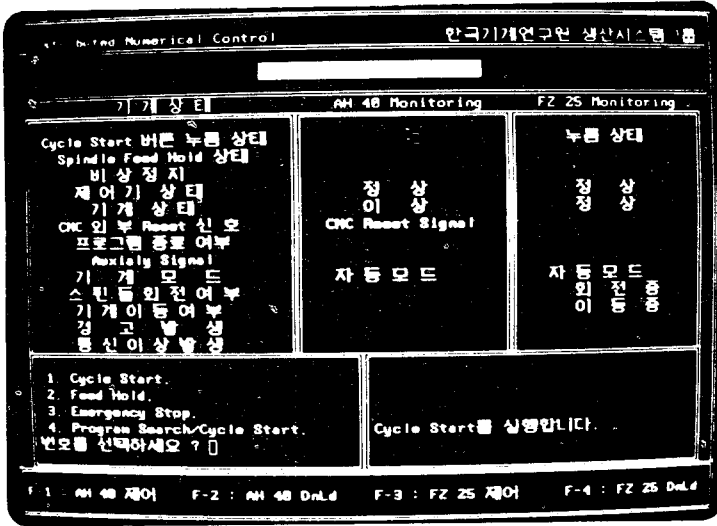


그림 2. Cell 제어기 운영

4. 가공 Cell의 구성

개발된 Cell 제어기의 적용 실험은 두대의 머시닝센터로 구성된 가공 Cell을 대상으로 하였다. 이를 그림 3.에 나타내었다.

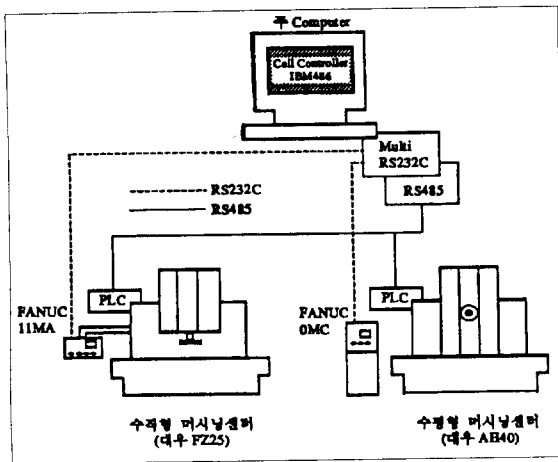


그림 3. 가공 Cell의 하드웨어 구성도

가공 Cell은 수직형(대우 FZ25, FANUC 11 MA) 및 수평형(대우 AH40, FANUC 0MC) 머시닝센터 두대로 구성되어 있으며 각 기계의 CNC 장치와 Cell 제어기와의 감시/제어 및 NC 프로그램 송/수신을 위해 RS-232C 및 RS-485를 이용하여 연결하였다.

NC 프로그램 송/수신에는 PC가 기본적으로

보유하고 있는 두개의 RS-232C 시리얼 통신 포트를 이용하였으며, 시스템의 확장에 따라 추가적으로 Multi 통신장치를 추가할 수 있다. 표 1.은 수직형 머시닝센터에 부착된 PLC와 PMC의 접점내용 일부를 나타낸 것이다.

표 1. 수직형 머시닝센터의 PLC 접점 내용

입력 Register	출력 Register	인터페이스 내용	비고
R00 000	M00 000	STL Cycle Start	Pulse
R00 001	M00 001	SPL Feed Hold	
R00 002	M00 002	EMG Emergency stop	
R00 003	M00 003	SA Servo Ready	
R00 004	M00 004	MA Machine Ready	
R00 005	M00 005	RST CNC Reset SG.	
R00 006	M00 006	M00 001	
R00 007	M00 007		
R00 008	M00 008	M20 M30 P/G End	
R00 009	M00 009	AUX.Fun MA.BF.TF.	
R00 010	M00 010	MD 1 NC Mode	*
R00 011	M00 011	MD 2 NC Mode	*
R00 012	M00 012	MD 4 NC Mode	*
R00 013	M00 013	OTALM Over Travel Alarm	
R00 014	M00 014	BAT Battery Alarm	
R00 015	M00 015	SVALM Servo Alarm	

(NC Mode 상태 표시)

	EDIT	MEM	MDI	JOG	Handle
M00 010	1	1	0	1	0
M00 011	1	0	0	0	0
M00 012	0	0	0	1	1

운용결과, Cell 제어기에서 기계 Mode, 제어기 상태, 각종 Alarm 등과 같은 감시정보와 CNC 메모리에 있는 NC 프로그램의 호출, 비상정지, NC 프로그램 다운로드 등과 같은 제어동작이 실시간 및 Multi-Tasking으로 작업할 수 있었다.

5. 결 론

본 연구에서는 이기종으로 구성되어 있는 현장의 가공 Cell을 종합적으로 관리하기 위하여 DOS 환경에서 실시간, 동시작업이 가능한 Cell 제어를 개발했으며, 이를 2개의 이기종 CNC 공작기계로 이루어진 가공 Cell에 적용/운영 하였다.

개발된 시스템의 특징은 다음과 같다:

- . DOS에서의 동시작업 구현,
- . 2중 통신회선(RS-485, RS-232C)을 이용한 실시간 처리 및 통신효율 향상,
- . CNC에 대한 높은 확장성 및 범용성.

참 고 문 헌

- [1] Kopp, A.N., "FMS Work Center Management", SME MS90-149, 1990.
- [2] Harriger, B.C., "Implementing CNC Communications", SME MS90-377, 1990.
- [3] Buckley, C.P., "DNC: The First Step Towards Factory Floor Data Communications", SME MS90-342, 1990.
- [4] FANUC, "FANUC SYSTEM F-Model D Mate, Operator's Manual", 1990.
- [5] 김선호, 이승우, "분산제어(DNC) 실현을 위한 빠른 기계상태 정보수집 및 제어방법", 대한산업공학회 춘계학술대회 논문집, pp232-pp235, 1994.4.
- [6] 김선호, 이승우, "이기종 CNC로 구성된 가공 Cell의 감시/제어", 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp366-pp370, 1994.5.
- [7] 김선호 외, "DNC 시스템 개발", 한국기계연구원, 통상산업부, 1995.1.
- [8] Douglas Comer, et al, "Operating System Design : The XINU Approach", Prentice-Hall, 1988.
- [9] 삼성항공, "SPC300, 사용자 설명서", 1992.