

수평 다관절형 조립용 로봇 컨트롤러의 설계

고 명 삼 하 인 증 이 범 희 김 점 근 최 명 환
김 동 일 이 기 동 고 낙 용 차 도 현

로봇 및 지능 시스템 연구실
서울 대학교 제어계측공학과

A Design of Controller for a SCARA Type Assembly Robot

Myoung Sam Ko, In Joong Ha, Bum Hee Lee, Jum Gun Kim, Myoung Hwan Choi
Dong Il Kim, Ki Dong Lee, Nack Yong Ko and Do Hyun Cha

Robotics and Intelligent Systems Lab.
Dept. of Control and Instrumentation Eng., Seoul National Univ.

A B S T R A C T

A cotroller is designed and implemented for a 4-axis SCARA type assembly robot. The controller is developed for velocity control and precise position control of the AC servo motor and a robot language SNUL-87 is designed using c-language , which is oriented towards an intelligent robot system.

1. 서 론

산업용 로봇은 환경이 나쁜 곳에서의 작업이나 단순 반복 작업을 대신하는 존재로 산업체에서 쓰여왔다. 산업체에서는 또한 생산성 향상을 위하여 자동화 공정의 개발에 관심을 기울여 왔으며 이의 대표적인 예인 조립공정은 정밀도, 안정성, 고속 운전 등을 요구하는데 이 공정에 사용하기 위한 조립용 로봇의 정밀화, 고속화가 계속 연구되어 왔다.^{[1]~[6]} 수평 다관절형 조립용 로봇은 이 요구에 의해 개발된 로봇 형태로 산업체에서는 이미 상품으로 나와 있으며 이의 기술 개발에 힘을 쏟고 있다. 단순한 위치 제어기 형태에서 지능을 갖춘 시스템(intelligent system)으로 진보시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이에 사용되는 센서의

개발에 관심을 기울이고 있다. 본 논문에서는 이러한 연구의 과정에서 수평 다관절형 조립용 로봇의 제어기 시스템의 구성 및 설계에 관하여 논한다. 먼저 전체 구성을 제시하고 각 구성 부분에 대하여 상술하기로 한다.

2. 전체구성

본 로봇 시스템의 전체 구성은 4 부분으로 나누어 진다. 즉, AC 서보 모터 속도 제어기, 위치 오차 제어기, 로봇 언어, 주 모니터 시스템 으로 구성 되어 있다. 그림 1. 에 전체구성을 나타내었다.

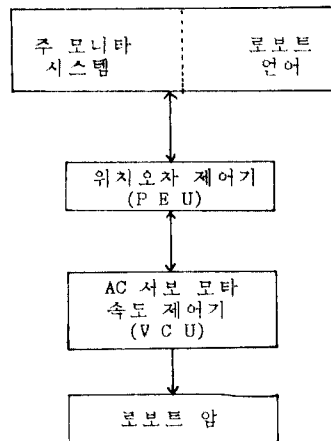


Fig. 1. Block diagram of the robot system

3. 주 모니터 시스템

주 모니터 시스템의 하드웨어 구성은 그림 2.와 같다.

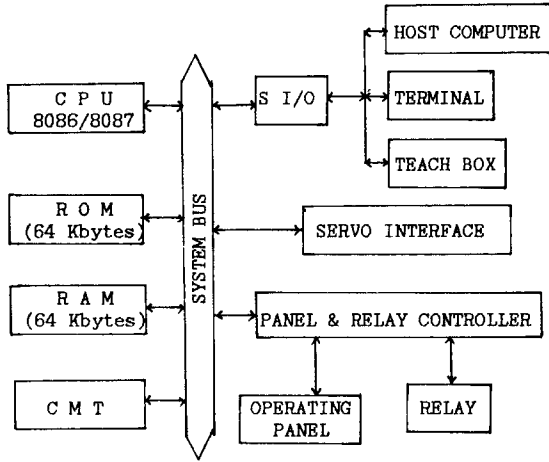


Fig. 2. Hardware diagram of the main monitor system

CPU 로는 8086 프로세서 와 연산 전용 칩인 8087 을 사용하였다. 사용자 영역으로 32K 바이트의 RAM 이 할당 되어 있다. 주 모니터 시스템은 사용자와의 대화 처리, 주변 장치 (기억 장치, TEACH BOX, TERMINAL, HOST COMPUTER) 와의 입출력 처리, 동작 패널 및 릴레이 구동, 시스템 자기 진단, 시스템 에러 처리, 인터럽트 처리 를 실행하는 시스템으로 로봇 시스템을 감시하며 로봇 언어의 수행을 지원하는 시스템이다. 이 시스템은 몇개의 모드로 나누어져 있으며 각 모드 간의 변경은 그림 3. 과 같다.

주 모니터 시스템은 terminal 과 동작 패널을 동시에 구동하도록 되어 있어서 필요에 따라 선택 사용할 수 있는 유연성을 가지고 있다. 시스템 자기 진단 기능은 시스템 전원이 켜졌을 경우의 하드웨어 체크, battery back-up RAM 의 시스템 변수 체크, 주변 장치와의 통신 에러 체크, 로봇

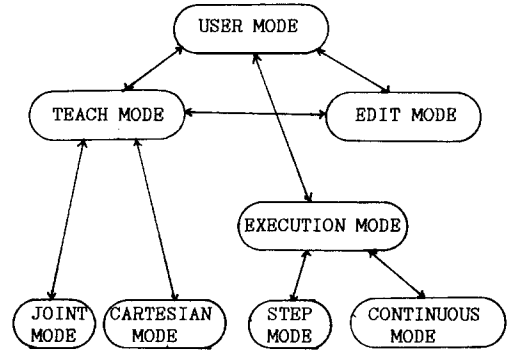


Fig. 3. Inter-relation of each mode

암의 제한 영역 초과 체크, 수행 모드에서의 이상 상태 감지 등을 처리하여 시스템의 안정성을 향상 시켜 준다. 또한 풍부한 사용자 명령어를 통하여 위치, 파일 및 시스템 변수의 상태를 변경, 추가, 삭제할 수 있도록 되어 있으며 특히, 위치 데이터의 입력은 terminal 을 통해 관절 좌표계에서의 각도 또는 직각 좌표계에서의 좌표값으로 설정할 수 있으며 teach box 를 사용하여 각 위치를 기억시킬 수 있다. 즉시 수행 명령어를 사용하여 사용자 모드에서 로봇 언어로 암을 구동시킬 수 있다. vision 이나 force/torque 센서 처리를 위하여 상위 기종의 host computer 에서 이러한 센서 신호를 처리하여 on-line 으로 로봇 암을 구동 할 수 있도록 host computer 에게 수행 모드를 개방 시키고 작업을 지원하도록 설계되어 있다.

3. 로봇 언어 SNUL-87

본 로봇 시스템의 프로그래밍 언어로서 SNUL-87 을 구성 하였다. SNUL-87 은 그림 4. 와 같이 3 부분으로 구성되어 있다.^[7]

편집기는 line editor 형태로써 사용자가 명령어를 입력할 때마다 구분 체크를 하도록 되어 있어 사용자가 프로그래밍을 잘못 하지 않도록 도와

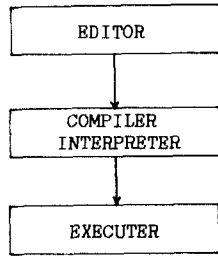


Fig. 4. Structure of the SNUL-87

준다. 사용자의 편의를 위하여 teach box 를 사용하여 편집할 수 있는 기능을 가지고 있어서 위치 및 ptp, cp 명령어 및 grip 개폐 명령어를 직접 teach box 를 이용하여 암을 구동 시키면서 프로그램을 작성할 수 있도록 되어 있어 프로그램 작성을 쉽게 할 수 있다. SNUL-87 은 수행시킬 때 compiler 및 interpreter 의 2 가지 형태로 사용할 수 있다. 즉, 미리 프로그램을 compile 하여 프로그램 내에서의 위치 미지정 에러, 변수 미지정 에러 속도 설정 에러 등을 암 구동 이전에 미리 체크할 수 있다. 이러한 compile 형태는 암 구동 이전의 프로그램 에러 체크, 수행 시간의 단축 등의 이점을 준다. 또한 step option 을 통하여 프로그램을 step 으로 동작시켜 프로그램 debugging 을 수행할 수 있는데 이 때는 interpreter 로서 동작하게 되어 있다. SNUL-87 에 들어 있는 명령어로는 READY, MOV, MOVS, CLOSEI, OPENI, 등의 로보트 구동 명령어, PAUSE, GOS, GOTO, FOR_NEXT, IF_THEN, 등의 프로그램 제어 명령어, IFS, GOI 등의 외부 입출력 동기 명령어, SET, SETI 등의 변수 설정 명령어, SHIFT 등의 위치 조정 명령어를 들 수 있다. 또한 한 프로그램 내에서 다른 여러 프로그램을 수행시킬 수 있다.

주 모니터 시스템과 로보트 언어 SNUL-87 은 C-언어를 사용하여 개발되었기 때문에 새로운

명령어의 추가, 기존 명령어의 변경 및 삭제가 용이하며 로보트 암 변경에 따른 시스템 변수의 변경을 쉽게 할 수 있다. 또한 새로운 주변 장치의 부가가 가능하며 다른 기종의 시스템으로 이식이 쉽게 이루어질 수 있다.

4. 위치 오차 제어기 (PBU)

위치 오차 제어기는 Z-80 시스템을 기본 H/W 로 하고 있다. PBU 의 주변 기능은 AC 서보 모터 속도 제어기에서 출력되는 모터의 절대 위치를 받아 처리하여 전 동작 영역에서의 절대 위치로 변환 시키며 주 모니터 시스템에서 출력되는 목표 위치 정보와 비교하여 계산된 에러를 처리하여 속도 제어기에 출력한다. 이러한 절대 위치 제어 방법은 신호 잡음에 강하며 전원 투입시 초기 위치 선정에 관계없이 원하는 동작을 얻을 수 있다. 또한 디지털 필터에 의하여 신호 잡음을 제거하여 안정된 동작을 얻도록 하고 있다. 또한 속도 제어기를 감시하여 이상 상태 발생시 자체적으로 처리함과 동시에 주 모니터 시스템으로 알려준다.

5. AC 서보 모터 속도 제어기

AC 서보 모터는 1) 응답 특성이 뛰어나며 2) 안정된 속도 및 위치 제어를 할 수 있고 3) 구조가 단순하며 4) 과부하 보호가 확실하며 5) 정비성이 우수한 특성때문에 로보트 암의 관절 구동부로 점차 널리 쓰여왔다.^[8] 제어 방법이 종래에는 아나로그 방법으로 매우 복잡하였으나 본 제어기는 레졸버 구동 및 위상 검파 부분을 디지털화 하여 간단하면서도 정밀하게 설계하였다. AC 서보 모터 구동부는 PWM 방식에 의한 MOS FET inverter 로 구성되며 위치 및 속도 정보는 모터 측에 부착된 레졸버 신호를 디지털 및 아나로그로 처리하여 얻고 있다. 또한, hall 센서를 사용하여 각 상 전류를 측정하여 전류 feedback 제어를 하고 있다. 위치

본해능은 현재 4096 pulse/rev 이다. 그림 5. 에 위치 오차 제어기 및 AC 서보 모터 속도 제어기의 전체 구성을 나타내었다.

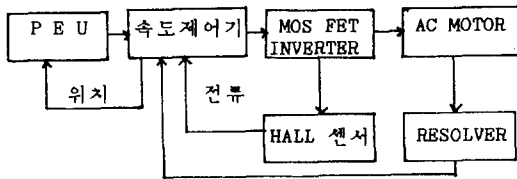


Fig. 5. Block diagram of PEU and VCU

6. 결론

본 로봇 제어 시스템을 설계함에 있어 기존의 제어기보다 사용자에게 더 편리하며 또한 유연성 있으며 보다 지능을 갖춘 시스템을 고려하였다. 이러한 지능이 있는 로봇 시스템으로의 지향을 위하여 상위 계산기와의 통신 기능 강화 및 시스템 일부를 개방할 수 있도록 하였으며 독자적으로도 외부 입.출력과 프로그램 동기를 위한 명령어를 강화하였다. DC 서보 모터보다 성능이 우수한 AC 서보 모터의 속도 및 정밀한 위치 제어를 실현하였다. 또한 단순한 위치 에러만 발생시키는 기존의 위치 오차 제어기의 기능을 강화하여 디지털 필터 및 다양한 제어 방법을 실현하도록 PEU 를 설계하여 제어성을 향상시켰다.

REFERENCES

- [1] 김대원, 이종수, 김종일, 고명삼, 권육현, "로봇 프로그래밍 시스템의 설계에 관한 연구", 대한 전기 학회 제 20 회 계측 제어 시스템 연구회 학술 회의, 11월, 1984.
- [2] 김대원, "디버깅 특성을 고려한 로봇 매니퓰레이터의 언어에 관한 연구", 서울 대학교 공학 석사 학위 논문, 1985.
- [3] 김종일, 김동일, 김경환, 고명삼, 권육현, "다중 프로세서 방식에 의한 산업용 로봇 제어기 설계에 관한 연구", 대한 전기 학회 제 20 회 계측 제어 시스템 연구회 학술 회의, 11월, 1984
- [4] 서울 대학교 공과 대학 생산 기술 연구소, 다관절형 산업용 로봇의 제어부 설계, 1984
- [5] 서울 대학교 공과 대학 생산 기술 연구소, 산업용 로봇 기술 개발, 1985.
- [6] 김경환, "VAL-컴파일러를 이용한 로봇 프로그래밍 시스템의 설계", 서울 대학교 공학 석사 학위 논문, 1985.
- [7] 이기동, "SCARA형 로봇의 프로그래밍 언어 구성에 관한 연구", 서울 대학교 공학 석사 학위 논문, 1987.
- [8] 김동일, 고명삼, "위상 검파 방식에 의한 AC servo motor 속도 제어 시스템의 구성에 관하여", 대한 전기 학회 하계 학술 회의 논문집, 1984.