'88 韓國自動制御學術會議論文集 1988. 10. 21~22

32 비트(MC 68020) CPU 를 사용한 직접구동방식 로보트의 제어기 설계

이 주 장 윤 형 우 곽 윤 근
한국과학기술대학 로보틱스 연구실

A Controller Design for Direct Drive Arm Robot Using 32-Bit(MC 68020) CPU

Ju-Jang Lee Hyung-Woo Yoon Yoon Keun Kwak
Korea Institute of Technology, Robotics Lab.

Abstract

This paper are the manufacture of controller of direct drive arm robot using 32 bit CPU(MC 68020). The work would draw on KIT of Robotics Laboratory whose extensive experience in 16 bit CPU Controller(MC 68008) in addition to the WHILE languages.

We found that this controller is good for the direct drive arm robot controller for the use of self-tuning algorithms and real time control.

1. 서 론

현재 국내에서는 노동임금의 상승과 상품의 대량생산등 여러가지 원인으로 급속한 공장자동화가 이루어지고 있다. 이러한 공장 자동화에서 산업용 로보트의 역활은 점차 많은 비중을 차지하게 되어 국내 로보트 산업도 지난 수년동안 짧은 연구기간에도 불구하고 비약적인 발전을 이룩하였다. 따라서 산업용 로보트의 제어기에 관한 연구도 꾸준한 발전을 이루고 있다.

직접구동방식 로보트의 중요한 부분을 차지하는 제어기 개발은 세계적으로 개발, 생산되어지는 좀 더 처리 비트수가 높고 고속, 다 기능을 갖는 마이크로프로세서를 점차 수용하게 되어 이미 국내 로보트 제어기에서도 16비트 마이크로프로세서를 채용하여 각종 제어기 소프트웨어 개발에 주력하고 있다[1]. 그러나 이러한 16비트 마이크로프로세서를 사용하는데 있어서도 부동 소숫점 연산 및 실시간 제어를 실현하기 위해서는 여러가지 어려움이 있다[2]. 따라서 고속 다기능을 갖는 32비트 마이크로프로세서 채용이 필요하다. 이와 같이 32비트 마이크로프로세서를 채용함으로써 부동 소숫점 연산 및 실시간 제어가 가능해지고 또한 이제까지 대학이나 연구소에서 컴퓨터 시뮬레이션으로 실험이 끝난 각종 제어시스템을 실제 32비트 제어기에 적용시켜 봄으로써 좀 더 좋은 성능을 갖는 제어기 개발이 기대된다.

본 제어기개발은 SUN-3 워크스테이션을 이용하여 소프트웨어를 개발한다. SUN-3 컴퓨터의 내장 마이크로프로세서와 제어기의 내장 마이크로프로세서는 동일하여 SUN-3 워크스테이션에서 개발한 각종 개발 프로그램은 직접 32 비트 제어기에의 메모리에 실장될 수 있어 소프트웨어 개발의 효과를 높였다.

제어기의 구동 로보트는 직접구동방식 로보트로서 직접구동방식 로보트의 팔은 고탄성 탄소섬유 복합재료로 되어 있어 재료의 비탄성이 높아 로보트의 동역학 특성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 재료의 높은 감쇠값 때문에 로보트의 구조에서 발생되는 진동을 흡수할 수 있다. 뿐만 아니라 고속운동이 가능해 진다. 이와 같은 직접구동방식 로보트를 제어하기 위해서 제어기의 구동 모터수는 4개로 정하고 4개의 모터를 동시에 제어할 수 있는 효율적인 제어기 제작과 제어기 소프트웨어 개발이 요구된다.

제어기의 대상 구동모터는 직류 서보모터이다. 이러한 직류 서보모터를 제어하기 위해서는 위치제어와 속도제어가 필요하므로 위치제어는 업/다운 펄스 카운터 방식을 이용하여 마이크로프로세서에서 처리를 하고 속도제어는 모터가 대형화할 경우 소비전력의 감소를 기대할 수 있는 PWM 방식을 채용하고 속도지령은 마이크로프로세어의 소프트웨어에서 처리하게 된다.

2. 직접구동방식 로보트 제어기 개발

32 비트 제어기의 전체적인 하드웨어 구성의 개념을 도시하면 그림 1과 같다.

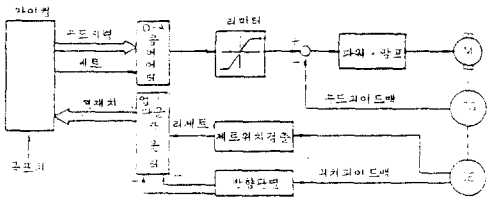

그림 1. 업/다운 카운터 방식

마이크로컴퓨터에서 샘플링 시간동안 움직이는 모터의 이동량에 해당하는 속도지령을 D-A 콘버어터에 하고 있고 D-A 콘버어터에서 출력된 아날로그 전압의 대소에 따라 파워 앰프에 의해 모터속도의 가감속이 이루어지고 모터에 부착된 엔코더와 타코메타에 의해 위치 및 속도제어가 이루어진다.

그림 1과 같은 하드웨어구성에 따라 제어기 개발이 이루어진다. 제어기 구성도를 나타내면 그림 2 - 그림 4와 같다.

그림 2 - 그림 4의 구성도의 각 중요부분을 서술하면 다음과 같다.

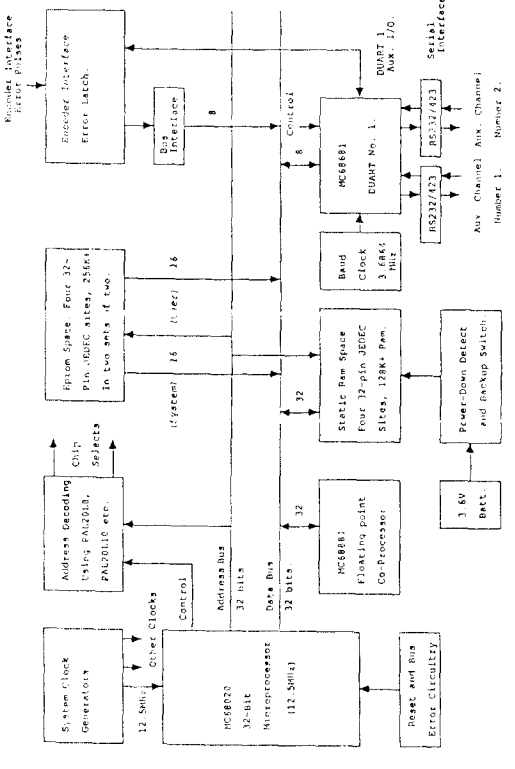

그림 2. 로보트 제어기 구성도(1)

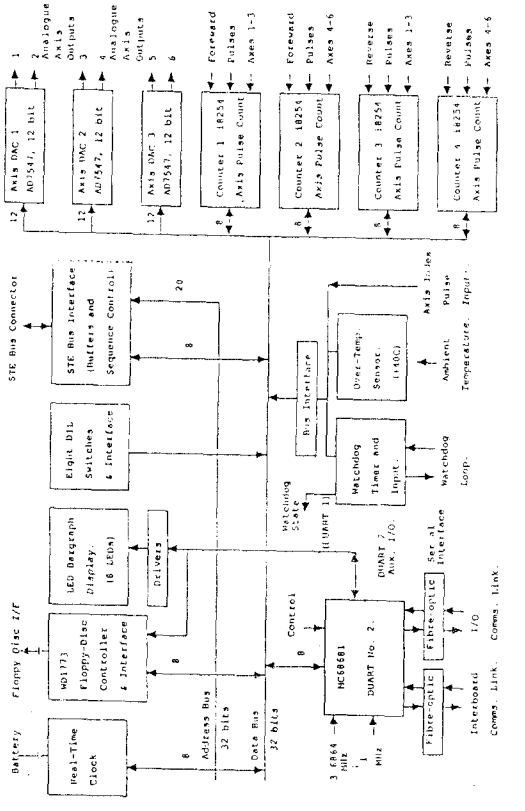

그림 3. 로보트 제어기 구성도(2)

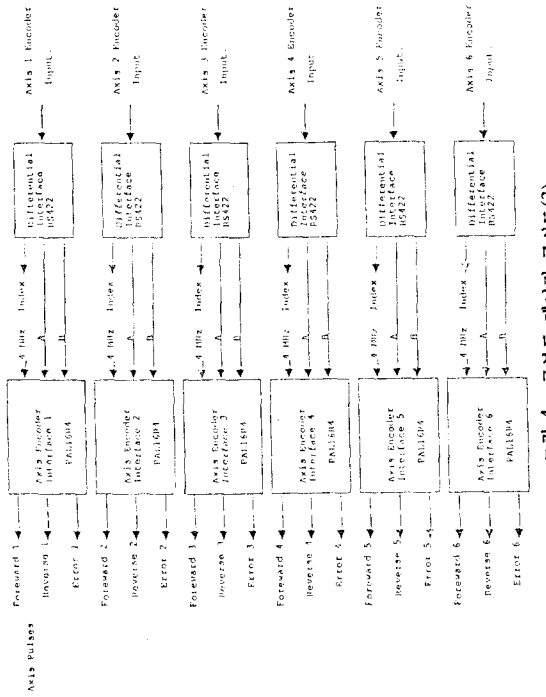

그림 4. 로보트 제어기 구성도(3)

2.1 마이크로프로세서

12.5MHz 의 클럭에서 동작하는 모토롤라 MC 68020 의 32 비트 마이크로프로세서를 채용하였다. MC 68881 의 부동소숫점 처리 IC 가 부착된다.

2.2 메모리

네개의 32 핀 스태틱 램이 사용된다. 이들 램은 각각 32K byte 의 메모리를 가지고 총 128K byte 의 메모리 용량을 가진다. 이들 램은 외부전원이 공급되지 않거나 순간 정전시에도 램내의 메모리 내용이 지워지지 않도록 백업 배터리가 부착되어 있어 내부 메모리 데이타가 최대 3달동안 보존될 수 있다.

2.3 대화 라인

네 개의 비동기 대화 채널이 있다. 이러한 대화는 제어기 내에 설치되는 MC 68681 DUART 를 이용한다. 또한 두개의 보조 채널이 부가된다.

2.4 모터제어

네개의 모터 제어채널이 있다(실제로 6개 이상의 모터제어 채널이 존재). 각 채널은 각 모터로부터 모터에 부착된 엔코더로부터 구형파를 입력하여 PAL 데코더를 지난 후, 정과 역 펄스로 바뀌어져 이 정 혹은 역펄스가 Intel 8254 카운터 IC 에 입력된다.

각 채널은 + 10V 에서 - 10V 까지의 출력범위를 갖는 12비트 DAC IC 인 AD 7547 의 전압 출력선을 갖는다.

2.5 플로피 디스크 제어기

표준 3 과 1/2 인치 플로피 디스크 드라이브를 구동하기 위한 Western Digital 1773 FDC 칩이 부착될 수 있다. 이것은 많은 데이타 저장이 필요할시 이용된다.

2.6 여러가지 기능

위 기능외에 제어기 온도가 섭씨 40도 이상일때 제어기 소프트웨어가 감지할 수 있도록 온도센서가 부착되어 있고 소프트웨어 및 하드웨어에 이상이 있을 때 에러를 감지할 수 있는 감시 타이머 시스템이 있다. 제어기 보드는 산업용 표준 STE 버스(IEEE 1000 버스)에 연결되어 여러가지 보조 보드가 연결될 수 있다. 여덟개의 스위치와 LED 가 제어기 보드의 동작상태 및 여러 목적을 위해 사용하기 위해 부착되어 있다.

3. 자기동조방식을 이용한 제어프로그램 개발[3),4)]

직접구동방식 로보트의 유용성은 그 정밀도에 크게 의존한다. 그러므로 가장 빠른 경로를 갖는 정확한 위치이동을 보장하는 제어프로그램 개발이 요구된다. 현재 간단한 PID 제어기가 여전히 널리 사용되고 있다. 그러나 PID 제어기는 로보트 매니퓰레이터의 완전한 동역학 제어의 실시간 제어를 하는데 있어서는 많은 어려움이 따른다. 따라서 현재 세계적으로 자기동조 제어방식을 적용한 동역학 제어에 많은 관심을 두고 있다. 자기동조 제어방식의 개념은 30년전에 생겨 현재까지 계속 연구중에 있다. 자기동조 제어방식은 제어가 지지할 컴퓨터에 의해 수행된다는 가정하에 기초되어 있어 디지탈 형태의 시스템을 적용시켜 실제 형태의 제어기에 적용시킬 수 있다. 가장 널리 알려진 제어형태가 그림 5 와 그림 6 에 나타난다.

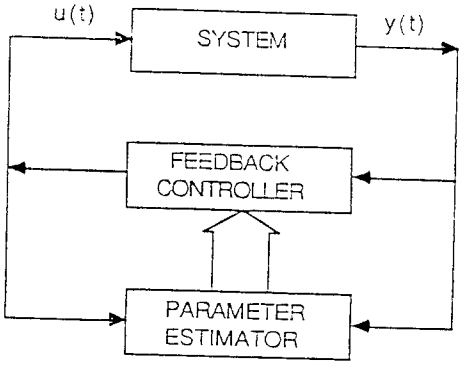

그림 5. 내재된 자기동조구조

자기동조 제어방식을 이용한 제어시스템 개발에서 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

1) 자기동조 제어방식이 요구되는 샘플시간내에 처리될 수 있는가
2) 이 방식이 요구되는 성능에 얼마나 접근하는가
3) 다른 제안되는 제어방식과 어떻게 비교되는가
4) 자기동조방식의 어떤 면이 본 제어기의 특수목적을 위해 좀 더 해석되고 개발되어야 하는가 등이다

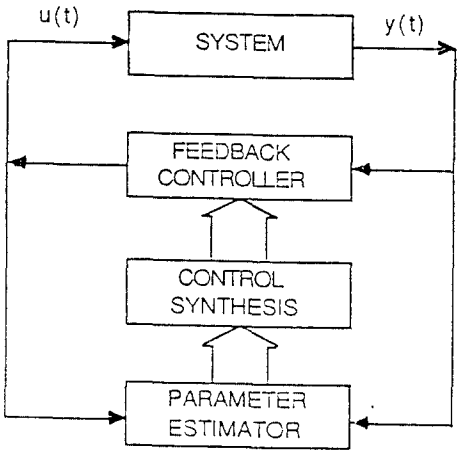

그림 6. 외재된 자기동조구조

4. 검토 및 결론

본 제어기 구성은 마이크로프로세서로 32비트 CPU 의 MC 68020 을 사용하였다. 따라서 로보트 제어에 필요한 동역학 해석 및 모든 계산을 샘플 시간내에 처리가 가능하게 되고 부동소숫점 처리를 MC 68881 을 사용하여 제어기의 처리속도가 더욱 빨라지는 잇점이 있게 하였다. 여러가지 기능을 첨가하여 고속 다기능의 실시간 제어기 구성이 이루어졌다.

로보트 제어프로그램 개발에서 자기동조 제어방식을 사용하여 이제까지의 고전적인 제어방식의 문제점을 해결할 수 있는 개선된 제어기 개발에 많은 도움이 기대된다.

References

[1] Ju-Jang Lee, Yang-Hann Kim and Hyung-Woo Yoon, "Design of Digital Controller of Six Degree of Freedom Industrial Robot Using 16 bit CPU and Modula-2 Language", Proceeding of the 1987 KACC, vol. 1, Oct., 1987

[2] Ju-Jang Lee, Dai Gil Lee and Hyung-Woo Yoon, " Development of the Robot Control Software for the 16 bit Controller Using Modular-2 and 68000 Assembler Languages", Proceedings of KIEE Fall Conference, vol. 10, No. 1, Nov., 1987

[3] ANEX, R.P. and HUBBARD, M : Modelling and Adaptive Control of a Mechanical Manipulator, Trans. ASME, J. of Dyn. Syst., Meas. and Control, Vol. 106, pp 211-217, Sept. 1984.

[4] ASTROM, K.J., BORISSON, U., LJUNG, L. and WITTENMARK, B. : Theory and Application of Self-tuning Regulators, Automatica, pp 457-476, 1977