

다중 PROCESSOR를 이용한 MULTI-ROBOT용 제어기의 구현에 대한 연구.

김성락 추상원 이충기 임형준 이용중 이인욱
현대 ROBOT 산업(주)

A study on the implementation of new ROBOT CONTROLLER
with MULTI-TASKING and MULTI-ROBOT functions

S.R.KIM S.W.CHOO C.K.LEE H.J.LIM Y.J.LEE I.O.LEE
HYUNDAI ROBOT INDUSTRY CO., LTD.

ABSTRACT

The main subject of this paper is the development of new ROBOT CONTROLLER, which can support MULTI-TASKING and MULTI-ROBOT functions. The system consists of various kinds of CPU modules according to their independent jobs. Acceleration and Deceleration profile is given in order to achieve the smooth robot motion and high cycle time.

Further the communication capacity should be upgraded to meet the various kinds of peripheral FA devices.

1. 서론

국내에 산업용 ROBOT에 대한 관심은 지난 3년간에 걸쳐 지속적으로 심화되었고 최근 생산성향상 및 작업조건 개선의 요구에 따라 급속도로 공장자동화가 이루어지고 있으나 이에 반해 국내의 민간기업 및 연구소에서의 지원은 미흡한 실정이다.

현재 반도체의 발전과 S/W의 개발로 보다 수행속도가 빠르고 기능이 다양해진 ROBOT의 설계 및 운용이 가능해지고 1대의 제어기에 주변 자동화설비 까지 제어하게 하는 종합 SYSTEM 구축을 위한 제어기가 요구되고 있다.

본 시스템은 16 bit의 다중 PROCESSOR를 이용하여 각 기능을 MODULE화 하였으며 산업용 응용에 ARC 및 SPOT 용접 뿐 아니라 특수 응용에도 적용가능하도록 유연한 SYSTEM의 효율을 최대로 실현시켰다.

MULTI-TASK를 가능케하여 현장의 작업효율을 향상시키고자 하였으며 절대위치검출을 실시하여 원점복귀가 필요없도록 하였다.

본 연구에서는 이와 같은 제어기를 구현하기 위해 공장자동화 및 FMS의 각종 시스템 요구를 수용하여 제어기의 능력을 향상시킴으로써 자동화기술의 향상에 이바지할 것이 기대된다.

2. SYSTEM 구성

본 시스템을 기본적으로 MULTI-ROBOT 지원기능을 가져야 하고 한편으로 시간의 관점에서 PLARYBACK중 PROGRAM EDITING이 가능한 MULTI-TASKING 기능도 만족되어야 하므로 CPU의 속도를 고려하고, 독립의 JOB MODULE을 가지면서도 각 MODULE간에 효율적인 통신이 가능한 H/W가 요구된다. 그림 1은 본 시스템 H/W JOB MODULE별 BLOCK DIAGRAM을 나타낸 것이다.

우선 SYSTEM O.S가 탑재되고 HOST COMPUTER, PRINTER 외부 메모리등의 지원이 가능한 MASTER MODULE이 있다. 이 MODULE은 독자 PROGRAM 수행능력을 가지며 TEACHING T-BOX로 부터의 DATA를 저장하고, 각 STEP DATA를 후술한 MOTION PLAN MODULE에 지정하여 ROBOT의 PLAYBACK을 INITIATE 시킨다.

또 추후 USER의 요구에 의한 기능확장 및 SYSTEM SPEED UP을 고려하여 I/O 기능은 MASTER로 부터 독립시켜 독립 I/O MODULE을 구성하였고 주변 자동화 설비와의 인터페이스를 위해 PLC 기능의 내장도 가능하도록 I/O MODULE을 구성하였다.

한편 ROBOT가 TEACHING DATA로써 정상적인 PATH를 경과하기 위해서 PATH-PLANNING, KINEMATICS등의 수치계산이 필요하며 이를 HIGH SPEED로 처리하기 위해 수치 전용 NDP를 사용한 MOTION PLAN MODULE이 있다. 이 MODULE에서는 INTERPOLATION 및 SHIFT 기능에 의한 POSITION 보정을 위한 ALGORITHM을 적용 시킬수 있으며 CONVEYOR 동기용 H/W도 지원한다.

MOTION PLAN MODULE에서 최종계산된 POSITION COMMAND는 SERVO MODULE로 전달된다. SERVO MODULE은 ROBOT 운전 중 기계에 무리를 주지않으면서 빠른 CYCLE TIME을 확보하기 위해 S/W 가감속제어를 행하고 있고, 기타 SERVO ALGORITHM을 유연하게 적용할 수 있다. 또 전체적으로 신뢰성에 큰 영향을 미치는 SERVO AMP 부분의 DETAIL한 진단기능도 담당하여 현장 LINE에서 INTERACTIVE MAINTENANCE가 가능하도록 설계되었다.

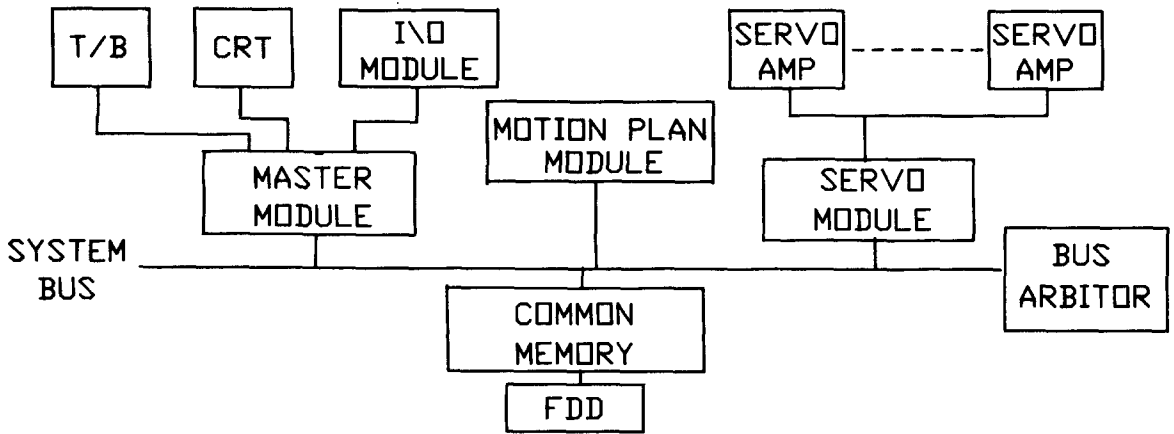


Fig. 1. SYSTEM BLOCK DIAGRAM

1개의 SERVO MODULE로 8축까지의 구동할 수 있으며 최종 SPEED COMMAND는 DIGITAL TO ANALOG 변환기를 거쳐 ANALOG로 각축 SERVO AMP로 배분된다.

본 시스템의 외부 MONITORING을 위해 GDC를 이용한 한글 DISPLAY가 지원되며 3.5" FDD를 사용하여 PROGRAM 저장 뿐만아니라 PALLETIZING 같은 대응량 계산 MEMORY가 요구되는 응용에도 지원가능하도록 구현하였다. 또 MAINTENANCE을 위해 PLAYBACK 시 CRT 화면에 POSITION COMMAND, PRESENT POSITION, 또 I/O 상태의 REAL TIME MONITORING 기능을 제공한다.

3. MODULE간 통신방식

MULTI-PROCESSOR에 있어서의 각 MODULE간 통신방식은 이미 많이 알려져 있다. 본 시스템에서는 크게 2종류의 통신방식을 채택하였고 그림 2와 3은 그 응용 예를 보여준다. 시스템 BUS를 통해 연결되어 있는 MODULE간을 공통 MEMORY를 이용한 MAIL BOX 및 MAIL QUENE 개념을 도입하였고 SYSTEM BUS에 연결되지 않은 I/O MODULE과 MASTER MODULE간은 DUAL PORT RAM 방식을 채택하여 SYSTEM 및 LOCAL BUS 효율을 최대한 높였다.

통신량이 많지않거나 상대적으로 INTERVAL이 긴 정보를 교환할 때에는 MAIL BOX 방식을 이용하여 원하는 COMMAND 및 PARAMETER를 MAILING한 다음 TARGET MODULE에 INTERRUPT를 걸어 통신의 시작을 알린다. 또 정확한 통신의 확인을 위해 RETURN MAIL을 다시 보낸다.

그러나 SERVO MODULE에서와 같이 항상 주기적으로 POSITION COMMAND를 필요로 하는 경우에 MAIL BOX 방식으로 할 경우 불필요한 통신량의 증가로 BUS효율이 대폭 낮아질 가능성이 있으므로 MAIL

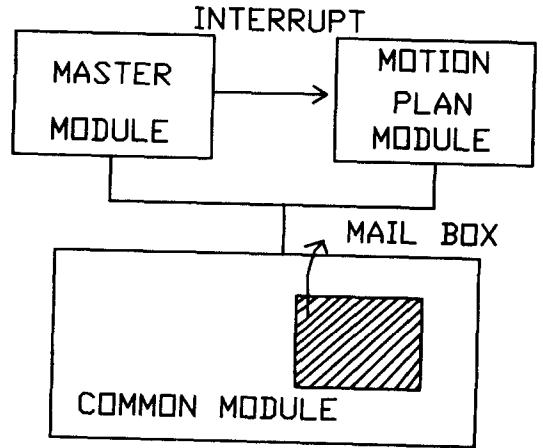


Fig. 2. BUS COMMUNICATION USING MAIL BOX

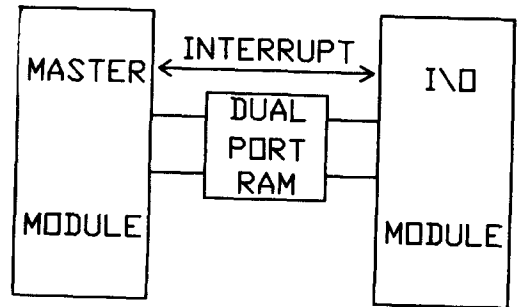


Fig. 3. BUS COMMUNICATION USING DUAL PORT RAM

QUEUE를 지정하여 수신과 송신이 독립적으로 이루어지게 하였다.

한편 자동화 SYSTEM의 INPUT/OUTPUT MODULE은 다양하고 또 PORT 수가 많으므로 그것과 MASTER간의 통신을 SYSTEM BUS로 하는 것은 비효율적이다. 따라서 MASTER MODULE의 DUAL PORT RAM을 통하여 I/O

EVENT 발생 여부와 그 조치상태를 효율적으로 송·수신할 수 있게 하였다.

T-BOX와 MASTER MODULE간은 RS422 혹은 RS232C를 사용하여 장거리 송수신 ERROR를 극소화하도록 구성하였다.

4. 위치 제어 SYSTEM

1) SERVO MODULE

SERVO MODULE은 MOTION MODULE에서 만든 POSITION COMMAND DATA와 RESOLVER에서 검출한 SIGNAL을 WAVE SHAPING을 거쳐 만든 현재치 POSITION DATA로서 가감속 ALGORITHM을 적용하여 SPEED COMMAND를 D/A와 S/H를 거쳐 시분할 방식에 의해 각 AMP에 분배한다. 그리고 각 AMP에 해당하는 RESOLVER, S/H의 SYNC. SIGNAL은 그림 4와 같이 CPU 연산속도에 의거하여 SAMPLE AND HOLD의 HOLDING TIME 20msec를 충분히 유지가능하였다. POSITION DATA와 D/A CONVERTER의 BIT수는 기계적 정도 $\pm 0.2mm$ 를 충분히 만족하도록 선정하였다.

1개의 CPU로서 4축 구동이 가능하고, SERVO MODULE 내에는 2개의 CPU가 있으므로 8축 구동이 가능하고 BOARD 1장 더 추가시에는 본 SYSTEM으로 16축까지도 구동 가능하다.

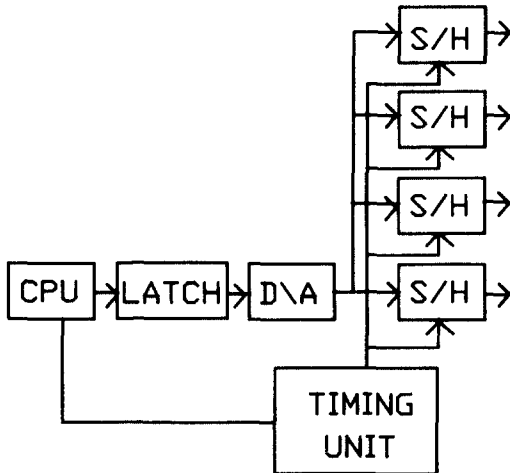


Fig. 4. SERVO CPU 주변 BLOCK DIAGRAM

2) SERVO AMP

그림 5는 SERVO AMP의 CONTROL LOOP를 보여주고 있다. 여기서 AC SERVO DRIVER는 모터가 대형화할수록 소비전력 감소를 기대가능한 PWM 방식에 의해 POWER TRANSISTOR로 구동되도록 되어있어 광범위의 가변속제어, 주송제어가 가능하다. 또, ROTOR POLE 위치를 감지하기 위해 RESOLVER를 채택하였으며 전류 FEEDBACK을 얻기위해 HALL DEVICE를 사용했다.

AMP에는 OVER SPEED, OVER LOAD, OVER CURRENT,

POWER ERROR 등의 보호기능이 있어 MOTOR에서 이러한 ERROR가 발생시 그림 6과 같이 최소의 INTERFACE LINE으로 이의 발생과 그 종류를 알려주어 INTERACTIVE MAINTENANCE가 가능하다.

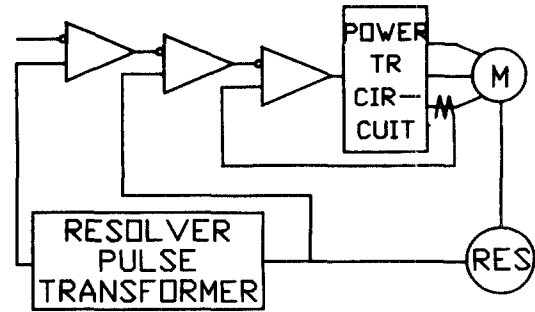


Fig. 5. SERVO AMP의 CONTROL LOOP

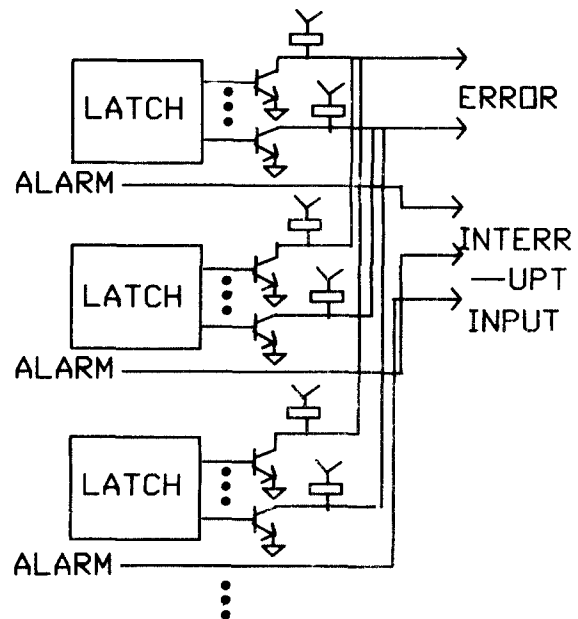


Fig. 6. INTERFACE SCHEME

3) SERVO MOTOR, SENSOR

본 SYSTEM에 사용될 MOTOR는 아래와 같은 장점때문에 BRUSHLESS SERVO MOTOR를 채택하였다.

- GOOD ACCELERATION PERFORMANCE
IRON이나 COPPER를 ROTOR로 된 DC MOTOR보다 BS MOTOR는 ROTOR가 영구자석으로 되어있어 ROTOR INERTIA가 적어 가속성능이 좋다.
- HIGH EFFICIENCY
ROTOR WINDING, IRON CORE, BRUSH CONTACTOR가 없으므로 ROTOR에서의 POWER LOSS, FRICTION LOSS가 없어 고효율적이다.

- HIGH COOLING CAPACITY
BS MOTOR의 열원은 STATOR WINDING인데 이것은 냉각에 용이하다.
- LARGE RATIO OF PEAK TO RATED TORQUE
TORQUE LIMIT 요소로 BS MOTOR는 DEMAGNETIZING 전류임에 비해 DC MOTOR에서는 기계적인 COMMUTATION LIMIT에 의해 전류가 제한된다.
- MAINTENANCE FREE
위 치검출장치로서는 사용방법은 다소간 복잡하지만 높은 정밀도를 낼 수 있는 RESOLVER를 사용하여 변환기를 통과하여 ABSOLUTE DATA를 얻었다.

5. 결론

본 시스템은 16BIT CPU 8086(8MHZ)를 다중으로 사용하여 처리속도 향상 및 MULTI-TASKING을 실현 시켜서 MULTI-ROBOT 뿐만아니라 주변 자동화설비의 동시 제어가 가능하도록 구현하였다. S/W로 SERVO 가감속제어를 원활히 수행하여 빠른속도에도 기계 본체에 부리가 가해지지 않으면서 CYCLE TIME을 줄이는 효과를 얻을 수 있다. 16축까지 동시 제어가 가능하도록 확장기능이 있으며 ARC, SPOT, GRINDING, SEALING 등의 다양한 응용에 적용이 용이하도록 I/O MODULE를 강화시켰다.

앞으로 제어기에 HOST COMPUTER 및 공장자동화의 통신규격의 변화에 따라 통신기능을 강화해야 하고 32BIT PROCESSOR 사용 및 주변 기능 IC의 채택으로 제어기의 부품수를 줄여 신뢰성을 높이는 한편 시스템 스피드 및 효율을 극대화하는 것이 필요하다.

참고문헌

- (1) YU-CHENG LIU, GLEM A.GIBSON, "MICROCOMPUTER SYSTEM2, PREATICE HALL, 1984
- (2) R.PAUL, "ROBOT MARIPULATORS MATHEMATICS, PROGRAMMING AND CONTRAL", THE MIT PRESS, 1982
- (3) KUO, TAL, "INCREMENTAL MOTION CONTROL", SRL, 1978