

아크 용접 로봇에 의한 관 용접 시스템 연구

A Study on Pipe Welding System by Arc Welding Robot

·홍성진, 문승빈, 양승원, 김충영, 김영상, 김세환·

삼성전자 생산기술센터 자동화연구소

·삼성중공업 생산기술연구원

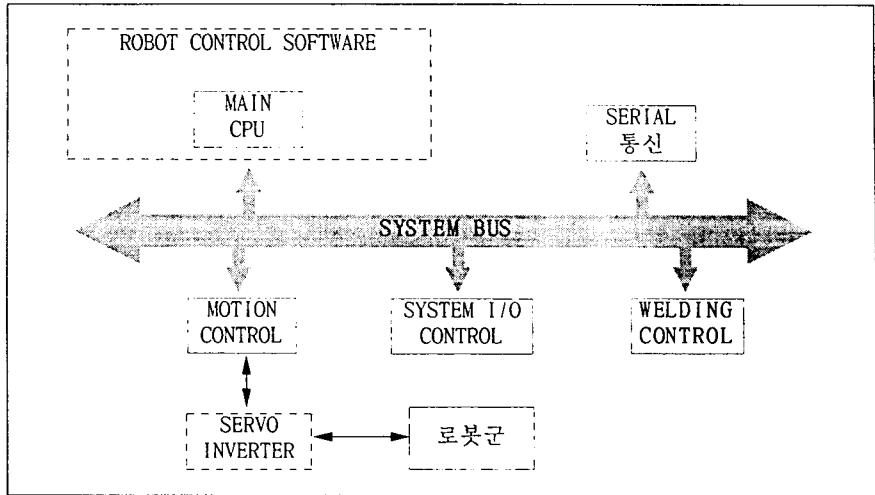
1. 서론

아크 용접 공정을 자동화하고 무인화하는 것은 용접 품질 향상 및 생산성 향상에 기여할 뿐만 아니라 용접 숙련공의 감소문제에도 대처함으로써 로봇을 이용한 자동화가 어느 분야에서도 활발히 진행되고 있다. 대표적으로 자동차업계, 조선 선박 용접업계 등에서 사용되어지는 아크 용접용 로봇은 일본, 유럽 등 해외 선진사들과의 기술 제휴로 생산되고 있는 현실이다. 최근들어 용접용 로봇의 국산화 노력이 많은 제조회사에서 이뤄지고 있으나 뚜렷한 실적이 미비한 상황이다. 본 내용에서는 최근 삼성전자에 아크 용접용 로봇 및 제어기를 순수 국산화하여 적용한, 관 용접 로봇 시스템의 제어기술 및 용접 관련 기능을 살펴봄으로써 국산 용접용 로봇 시스템 적용 내용을 살펴보고자 한다.

2. 용접 로봇 시스템 구성

포지셔너, 지그 등을 포함하는 현대 이상의 로봇군을 제어하는 제어기는 하드웨어적으로 MAIN CPU PART, MOTION CONTROL PART, SYSTEM CONTROL PART로 구성되며 이들을 REAL TIME CONTROL하기 위한 REAL TIME OS상에서 프로그램된 소프트웨어로 이루어진다. 실제 용접 작업을 수행하는 로봇은 고장력 알루미늄 주물로 설계된 가반중량 6, 10Kg급의 모듈형 수직다관절 로봇으로, MAIN FRAME을 5 BAR LINKAGE 구조로 설계하여 로봇 몸체의 강성을 높였고 구동 메카니즘의 단순화로 신뢰성을 높였다.

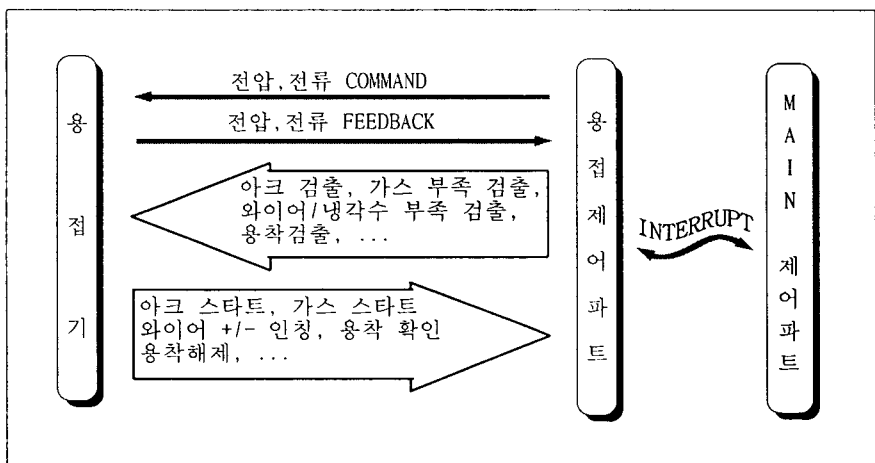
로봇 제어기는 이들 로봇군을 동기로 제어하기도 하며 개별적으로 제어하면서 서로간의 운동 및 데이터들을 공유하면서 하나의 로봇 시스템을 이룬다. 여기에 용접기 및 용접 부가장비들이 인터페이스된 용접 로봇 시스템은 용접에 필요한 용접기와의 INTERFACE를 위하여 필요한 하드웨어 및 소프트웨어로 구성되며 이들은 아래 그림과 같은 SYSTEM을 이루어 필요한 작업을 수행한다.



WELDING ROBOT CONTROL SYTEM

3. 용접 제어기 구성

삼성전자 제어기에서는 MAIN 기능에서 80486 CPU를 채용하고 있으며 용접기의 CPU는 80286 계열인 V50을 적용하고 있다. 여기에서 각 파트의 제어부분은 독립적으로 작업을 수행하면서 필요한 부분이 있을때 MAIN 부분과의 INTERRUPT을 이용하여 정보를 교환한다. 용접 파트 하드웨어에서는 용접기와의 인터페이스를 통해 실제 용접 작업에 필요한 데이터를 주고 받을 수 있으며 MAIN에서의 관련 프로그램으로 전체 용접 SEQUENCE가 이루어진다.



WELDING CONTROL SEQUENCE

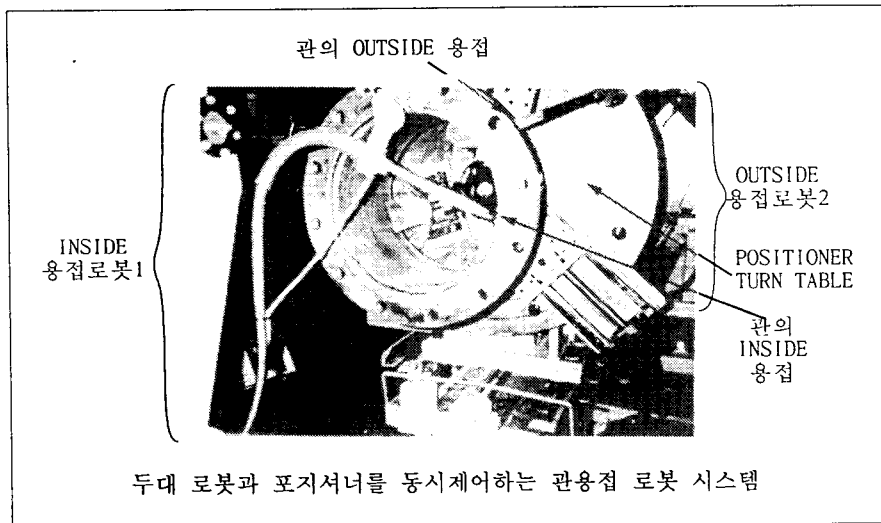
용접기는 국내/외의 다양한 메이커들로 구성되며 이들 용접기의 성능차이가 있겠지만 로

봇 제어기와의 인터페이스를 통해 용접 작업에 필요한 SIGNAL은 대부분 위의 그림에서와 같이 아날로그 및 디지털 신호로 구성된다. 용접 전압, 전류의 입출력 포트를 위한 아날로그 신호처리 부분은 실제 용접 작업의 진행 및 모니터링에 중요한 요소이고 특히 아크센서 기능에 중요한 신호부분이다. 용접기와 로봇 제어기와의 아날로그 신호에 의한 용접 전압, 전류 값은 서로 간의 대응이 일치하게 튜닝과정을 거치는데 이는 용접기 종류, 와이어, 보호가스 등에 따라 튜닝 정도가 다르며 이 작업 이후 용접 시스템에 적용할 수 있다.

4. 관 용접 로봇 시스템 제어

조선 선박 및 보일러 시스템 등에서 볼 수 있는 관 용접 시스템은 우선 관의 회전을 위한 포지셔너가 구성되어야 하고 이를 로봇 제어기를 통해 제어한다. 포지셔너는 용접용 로봇군과의 인터페이스를 위해 동기제어가 필요하며, 특히 용접 작업을 수행하는 로봇에서 용접 전류, 전압 조건이 변화될때 포지셔너의 모션 및 속도 프로파일 변형이 실시간으로 이뤄져야 한다.

로봇 제어기와 용접기와의 인터페이스가 완료되고 두대의 6축 로봇 및 포지셔너를 위한 하드웨어 구성이 완료되면 대상물인 관 샘플의 크기 및 각장에 따른 용접 조건을 최적화하고 용접작업을 진행하는데 필요한 용접로봇의 여러 기능들이 구체적으로 구현되어야만 한다.



관 용접에 적용되는 용접기 제원은 500A DAIDEN 용접기이며 TOUCH SENSOR를 적용하기 위한 400-440V HIGH VOLTAGE GENERATOR이다. 그리고 여기에 VERTICAL 용접에 유리한 1.4φ FLUX CORED WIRE 및 가격 조건에 합당한 CO₂ 보호가스를 적용한다. 이후에 적용되는 용접 기능으로는 부가장비가 따로 들어가지 않는 용접 기능으로 ARC SENSOR 및 TOUCH SENSOR를 적용하고 그 외에 열 영향으로 인한 용접 비드의 흐름을 막고 균일한 용접 비드를 위한 관 회전 포지셔너의

속도제어 등이 필요하다. 다음은 관 용접 시스템의 최적화를 위한 용접 기능 및 조건을 제시하였다.

- 다양한 크기 및 종류에 따른 관의 정도 및 포지셔너 CHUCKING 장치의 오차 등에 의한 용접 초기점 검출을 하나의 TEACHING으로만 정확히 찾아내는 고전압 TOUCH SENSOR 기능을 두대 로봇에 동시적용.
- 관의 정도 및 포지셔너 360도 회전시 생기는 위치 편차를 실시간으로 보정해주는 ARC SENSOR 기능을 관 회전시 두대 로봇에 동시 적용. 이때 관은 360도 회전을 이루며 두대 로봇은 제자리에서의 위빙 동작을 진행.
- 관이 360도 회전 완료하기 2/3 정도의 위치부터 전체 관의 열 영향으로 인한 용접 전압, 전류 조건 변경 및 관 속도 변환을 실시간으로 제어. 관 종류에 따른 계산으로 각각의 로봇에 조건 변환 시그널을 넘겨주고 동시에 관 포지셔너는 등가속 구간을 주어 속도 변환.

관 용접 로봇 시스템에서는 용접시 용접 비드의 흐르는 문제 해결을 위해 INSIDE 용접 위치가 중요하며 이를 위해 완전 VERTICAL 용접을 진행해야만 한다. 이에 따라 OUTSIDE 용접 위치가 정해지며 그 이후 안팎의 동시 용접에 따른 열영향에 의해 용접 품질의 안정화를 이루어야 한다. 이를 위하여 용접 비드의 흘러넘침을 방지하기 위한 관 포지셔너 다단계 속도 변환 및 용접 조건의 실시간 변경 기능을 추가하였다. 본 용접 로봇 시스템에 적용되는 구체적인 제원 및 용접 조건들은 다음과 같다.

관 용접 시스템의 적용 제원

- FARACON SRC 로봇 제어기 1대 : 두대 로봇 및 포지셔너 동시 제어
- FARAMAN ASI ROBOT 2대 : 용접용 6축 수직다관절
- 관 CHUCKING POSITIONER : 전체 3축으로 구성된 관 제어용
- 고전압 TOUCH SENSOR GENERATOR 2대 : 교류 400V 까지의 고전압 발생
- 그외 SHOCK SENSOR, WIRE CUTTER, 유/공압 장치 등..

적용 용접조건

- FLANGE INSIDE 용접 전류, 전압, 각장 : 170~230A, 21~27V, 6~13mm
- FLANGE OUTSIDE 용접 전류, 전압, 각장 : 185~260A, 23~29V, 7~14mm
- 관 전체 용접의 CYCLE TIME : 15~20분/1EA
- FLUX CORED WIRE : 1.4mm DW-100V YFW-C5ODR

5. 요약과 결론

본 관 용접 로봇 시스템은 삼성 중공업 거제 조선소의 대관 용접 LINE에 실제 적용중인

시스템으로 로봇 두대를 이용한 관 안팎 동시용접은 조선업계에서 세계최초로 시도된 LINE이다. (조선소측에서는 다수의 관련 제안서 및 특허 출원중) 본 시스템이 적용되기 이전에는 실제 포지셔너로 돌리면서 용접 치구장치 및 용접 전용기를 이용하여 용접을 진행하더라도 두명의 작업자가 필요하고 공정상 INSIDE 및 OUTSIDE로 나뉘서 진행하는 것이 효율적이었기 때문에 개별 작업을 진행하였다. 그러나 두대 로봇을 이용한 동시 용접 작업에서의 문제점은 열 영향이며, 또한 INSIDE에서의 JOINT GAP 문제가 심각히 대두된다. GAP은 최대 3~4mm까지 생길 수 있으며 이로인하여 등각장을 내기 어려운 문제가 생기게 되었다. 차후 이를 보완하기 위하여 GAP SENSING ARC SENSOR를 개발하는 일 그리고 LASER SENSOR를 이용한 GAP SENSING 용접 기능 적용 등이 과제로 남게 되었다.

6. 참고문헌

1. 문승빈, 윤명균, 홍용준, 홍성진, 황찬영, 김동일, "6축 로봇트를 이용한 자동용접에서의 Arc Sensor 개발", 대한용접학회 1995 춘계학술발표회
2. Lynx OS User's Manual, Lynx Real-Time Systems. ins., 1993
3. Y. Kiyohara, "Application of latest arc welding robot with synchromotion and sensor", Robot, pp.37-43, vol.102, Jan. 1995
4. 김진오, 신정식, 김성권, 박문호, 김세환, "조선 소조립 용접 로봇 시스템 설계", 대한용접 학회지, 14권 1호, 1996, pp 30-37
5. 문승빈, 홍성진, 황찬영, "아크 용접 로봇트 제어기 구조", 대한용접학회지, 14권 4호, 1996, pp 1-6