

아크센서를 이용한 로봇트 용접에 관한 연구

대우조선공업(주) 김수영*
삼성중공업(주) 이승영
장영주
안병규
한국과학기술원 나석주

1. 서론

용접중 아크 자체에서 얻어지는 전기적인 신호를 이용하여 가스실드 형식의 플럭스 코어드 와이어를 사용하는 FCAW 공정에서 팁-모재간 거리 변화에 대한 용접전류의 변화를 실험적으로 모델링하였다. 이를 이용하여 2차 곡선 피팅법을 사용한 용접선 추적용 아크센서를 개발하고 이것을 로봇트(ABB-2000 & S3)에 인터페이스하여 V그루브의 맞대기 용접에 적용하고자 하였다.

2. 본론

2-1. 실험적 모델링

적은 횟수의 실험으로 용접전류와 팁-모재간 거리에 대한 관계식을 구하기 위하여 23 법을 사용하여 이들의 관계식을 얻고, 이 결과를 용접선 추적에 이용하였다. 이 때 이용한 변수로는 용접전압, 와이어 공급속도, 팁-모재간 거리로 하였다. 인자에 대한 용접전류의 관계는 상호 2인자 까지의 영향을 고려할 때 아래식으로 표현된다.

$$I = K_1 + K_2V + K_3W + K_4L + K_5VW + K_6WL + K_7VL$$

여기서, K : 상수

I : 용접전류

V : 용접전압

W : 와이어 공급속도

L : 팁-모재간 거리

실험적으로 윗 식에 대한 상수를 결정하기 위한 인자의 구간 및 용접조건은 표 1과 같다.

2-2 그루브의 형상 인식

그루브 내를 용접할 때 팁-모재간 거리는 변하게 되고, 이 때 용접전류값 역시 팁-모재간 거리에 반비례하여 변한다. 용접전류를 시간 $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$ 에서 측정하여 그 값을 $i_0, i_1, i_2, \dots, i_n$ 이라 할 때, 위방식에 측정된 전류값은 2차식으로 표현할 수 있으며, 그 식은 다음과 같이 된다.

$$I = k_0 + k_1*t + k_2*t^2$$

여기서, I : 전류 [A]

t : 시간 [sec]

k_0, k_1, k_2 : 상수

측정한 전류의 데이터로부터 실험식의 상수 k_0, k_1, k_2 를 최소자승법으로 구하였다.

2-3 로봇 인터페이스

인터페이스에 사용한 CPU는 범용으로 쓰이는 인텔 8086 으로 실험에는 시스템 전자의 STM-8086 을 사용하였다. STM-8086의 기능 중 로봇과의 I/O용으로 8255를 이용하고, 데이터 측정 및 로봇 콘트롤 데이터의 출력시 시간 제어용으로 8253 을 이용하였다. 데이터 측정은 셉트저항을 사용하여 앰프와 저역필터를 통과시켜 12비트의 A/D컨버터(ADC574A)를 사용하였다. 로봇은 24V로 입출력이 행하여지므로 로봇과의 I/O 데이터를 주고 받기 위해서 포토 커플러를 이용한 인터페이스 회로를 제작하였다.

표 2는 로봇의 입력단자에 대한 내용을 나타내고 있다. 로봇의 입력단자 17에서 22까지는 높이 수정용으로 입력값의 허용범위는 -31에서 +31까지이다. 여기서 입력단자 22는 부호비트를 나타내며 입력단자 17은 최하위 비트를 표시한다. 입력단자 23이 1일 때 로봇에 주는 데이터의 값이 유효하게된다. 입력단자 24는 용접할 곳의 초기위치를 찾을 때 사용되는 단자이다. 입력단자 25에서 30까지는 가로방향 수정용으로 입력값의 허용범위는 -31에서 +31까지이다. 여기서 입력단자 30은 부호비트를 나타내며 입력단자 25는 최하위 비트를 나타낸다. 입력단자 31이 1일 때 용접선 추적 기능이 발취된다. 입력단자 32는 로봇에 인터럽트할 때 사용하는 단자이다. 로봇에의 입력 17에서 24까지는 로봇의 PORT13을 통해 입력되고, 입력 25에서 32까지는 PORT14를 통해 병렬 입력된다.

표 3는 로봇의 출력단자에 대한 내용을 나타내고 있다. 로봇의 출력단자 17은 오른쪽에서의 멈춤(dwelling)을 나타낸다. 즉, 로봇이 위빙시 오른쪽 끝단에 도달했을 때 1이고 왼쪽 방향으로 움직이기 시작될 때 0이 된다. 출력단자 18은 왼쪽에서의 멈춤을 나타낸다. 즉, 로봇이 위빙시 왼쪽 끝단에 도달했을 때 1이고, 오른쪽 방향으로 움직이기 시작할 때 0이 된다. 출력단자 19는 용접이 시작됐음을 말한다. 즉, 아크가 시작될 때 1이고 용접이 끝나기 직전에 0이 된다. 출력단자 20은 로봇 레지스터의 정보를 아크센서에 전달할 때 사용된다. 이 때 데이터는 로봇 데이터 버스인 출력단자 25에서 32까지를 통해서 전달된다. 로봇에서의 출력 17에서 24까지는 로봇의 PORT3을 통해 출력되고, 출력 25에서 32까지는 PORT4를 통해 병렬 출력된다.

2-4 실험

개발된 아크센서를 이용한 로봇의 용접을 하기위한 전체 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 우선 용접할 시편의 경로를 로봇에서 프로그래밍한 후 각 용접조건 및 센서 데이터를 입력한다. 용접시작시 로봇 콘트롤러는 용접기를 주어진 용접 데이터에 따라서 제어하게 된다. 로봇의 출력 단자로부터 TRACK 및 DWELL 신호를 읽어 위빙이 시작되는 순간부터 데이터를 샘플링하여, 곡선피팅후 위빙 양단에서의 전류 측정 값에 따라 정정 데이터를 로봇에 입력 하였다. 로봇의 TRACK 신호가 0일때 용접이 끝났음을 인지하고 용접선 추적을 완료하도록 하였다.

3. 결론

(1) 실제 용접에서 용접조건이 변화할 때 효율적인 아크센서의 역할을 기대할 수 있도록 용접전류와 팁-모재간 거리에 대한 관계를 구하기 위해 2³법을 사용하여 실험결과와 잘 일치하는 관계식을 도출할 수 있었다.

(2) 개발된 FCAW용 아크센서를 로봇트에 인터페이스 하였고, 로봇트로 용접선 추적이 가능케 하였다.

Table 1. Welding Condition for 2³ Factorial Experiment

| Fator | 0 | 1 |
|-----------------------------|---------------------------------|------|
| Welding Voltage V [V] | 28.0 | 34.0 |
| Wire Feed Speed W [m/min] | 5.1 | 8.9 |
| Tip-to-Work Distance L [mm] | 15.0 | 25.0 |
| Welding Speed | : 4 mm/s | |
| Shielding Gas | : 100% CO ₂ , 35 CFH | |
| Welding Wire | : ER71T-1, DIA.1.2mm | |

Table 2. Robot Input Terminal Description

| ROBOT INPUT | DESCRIPTION |
|-------------|-------------|
| 17 | HEIGHT-D0 |
| 18 | HEIGHT-D1 |
| 19 | HEIGHT-D2 |
| 20 | HEIGHT-D3 |
| 21 | HEIGHT-D4 |
| 22 | HEIGHT-SIGN |
| 23 | DATA VALID |
| 24 | SEARCH |
| 25 | SIDE-D0 |
| 26 | SIDE-D1 |
| 27 | SIDE-D2 |
| 28 | SIDE-D3 |
| 29 | SIDE-D4 |
| 30 | SIDE-SIGN |
| 31 | TRACK READY |
| 32 | INTERRUPT |

Table 3. Robot Output Terminal Description

| ROBOT OUTPUT | DESCRIPTION |
|--------------|-------------|
| 17 | DWELL RIGHT |
| 18 | DWELL LEFT |
| 19 | TRACK ON |
| 20 | DATA TOGGLE |
| 21 | N/A |
| 22 | N/A |
| 23 | N/A |
| 24 | N/A |
| 25 | ROBOT-D0 |
| 26 | ROBOT-D1 |
| 27 | ROBOT-D2 |
| 28 | ROBOT-D3 |
| 29 | ROBOT-D4 |
| 30 | ROBOT-D5 |
| 31 | ROBOT-D6 |
| 32 | ROBOT-D7 |

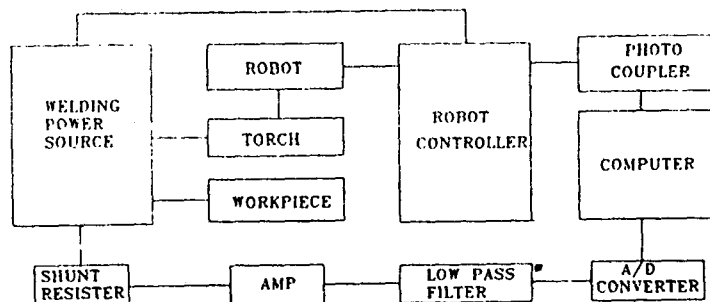


Fig.1 Schematic Diagram of the Seam Tracking System in Robot