

## 연단속 용접 주행로봇의 개발

### Development of Continuous/Intermittent Welding Mobile Robot

강치정\*, 전양배\*\*, 감병오\*\*\*, 신승화\*\*\*, 김상봉\*\*\*\*\*

\* 부경대학교 대학원 메카트로닉스학과, \*\* 기계공학과, \*\*\* 학연기계공학과  
 \*\*\*\*\* (주) FAT 대표이사  
 \*\*\*\*\* 부경대학교 기계공학부

#### ABSTRACT :

Welding processing is used in the various industrial fields such as shipbuilding, car, airplane and steel structure, etc.. But the welding process has a bad working condition and lack of skillful worker. The welding depended on man power causes low productivity and difficulty in keeping continuous and stable quality control.

This paper shows the development results of welding mobile robot with the several functions such as continuous/intermittent welding, initial welding speed control, acceleration control, crater and deceleration speed control in welding end. The robot is developed based on microprocess which is intel 80c196kc.

#### 1. 서론

용접공정은 조선, 자동차, 항공기, 철구조물 등 다양한 산업분야에서 산업 기반기술로서 중요한 위치에 있다. 하지만, 용접공정은 공정의 특성상 열악한 작업환경을 가지고 있으므로 숙련공의 부족은 계속 진행되고 있으며 또한 인력에 의존할 경우 생산성의 저하는 물론 지속적인 품질관리가 곤란하다. 이러한 용접공정의 특성으로 인해 최근 용접공정의 합리화와 자동화를 실현하기 위해, 컴퓨터와 마이크로프로세서를 이용한 용접공정의 자동화가 꾸준히 진행되고 있다.

본 논문에서는 마이크로프로세서(intel 80c196kc)를 기반으로 하여 아날로그회로에서는 구현하기 곤란했던 용접 연/단속 기능, 초기 용접속도 가속 기능, 크레이터 기능, 용접 끝단에서의 감속 기능을 갖춘 용접 주행로봇을 개발한 결과를 보인다.

#### 2. 용접 주행로봇의 구성

##### 2.1 용접 주행로봇의 전체적 구성

Fig. 1은 설계, 제작된 용접 주행로봇의 전체적인 구성을 나타낸 것이다. 용접 주행로봇은 제어부, 구동부, 로봇 본체, 전원 공급부 및 안전장치로 구성되며 제어부는 마이크로프로세서를 포함한 주제어장치, 주행 제어를 위한 DC 모터 드라이버, 용접조건 입력을 위한 조작판으로 구성하였다. 구동부는 주행을 위한 4개의 구동 바퀴와 동력원인 DC 모터, 기계적인 동력 전달부로 구성된다. 로봇 본체는 알루미늄으로 제작하여 경량화를 도모하였으며, 용접토치의 높낮이 조절을 위해 2축의 슬라이더를 개발하였으며, 필렛용접과 아래보기 용접을 수행할 수 있도록 수평축의 슬라이더를 100mm로 설계하였다. 안전장치는 용접중 돌발적으로 발생할 수 있는 모재 끝단이나 용접선 이탈이 발생하면, 자동 정지한다. 또한 주행로봇의 추락 방지를 위해 로봇 바닥에 추락 방지 센서를 탑재하였다.

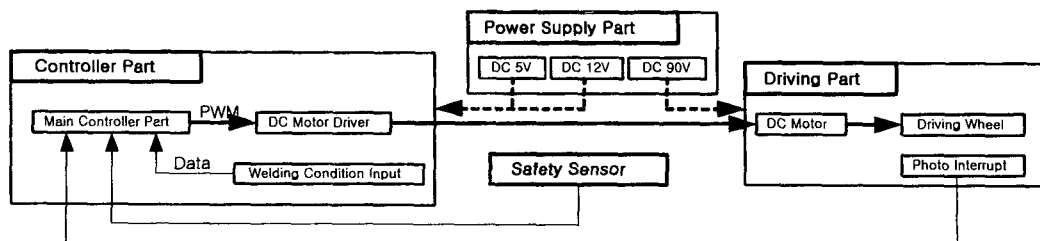


Fig. 1 Block diagram of welding mobile robot for control

## 2.2 제어부 구성 및 설계

Fig. 2는 제어부의 구성을 나타낸다.

주제어장치는 인텔사의 16bit 원칩 마이크로프로세서 80c196kc를 기반으로 설계, 제작 하였다. HSI(High Speed Input)는 안전장치에서 발생된 신호의 입력과 구동 모터의 속도 제어를 위한 포토 인터럽트 센서의 속도 피드백 신호를 입력 받는다. 속도 검출은 포토 인터럽트 센서의 펄스 입력 시간을 측정하는 방법을 사용하였다. HSO(High Speed Output)는 DC 모터 구동을 위해 모터 드라이버에 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 출력한다. 입력 포트는 조작판에서 사용자가 입력한 용접조건을 입력받고 출력 포트는 용접기에 용접 On, Off 신호를 출력한다.

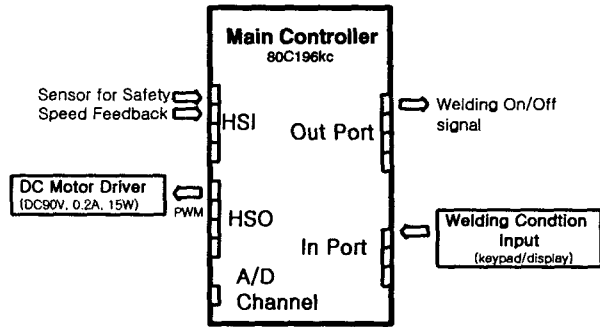


Fig. 2 Block diagram of main controller

## 3. 소프트웨어 알고리즘

Fig. 3은 용접 주행로봇의 연/단속 용접 기능, 초기 용접속도 가속 기능, 용접 끝단부의 감속 기능 크레이터 시간 설정 기능에 대한 전체적인 알고리즘을 나타낸다.

### 3.1 연/단속기능 알고리즘

박판 또는 과도한 입열이 제한된 용접 조건의 경우 단속 용접이 적용되는데 용접거리와 비용접거리를 사용자가 임의로 설정한다. 작업성을 높이기 위해 용접을 행하지 않는 구간에서 주행 로봇은 200cm/min으로 주행하며 용접구간에서는 모터 축에 부착된 포토 인터럽트를 이용하여 속도를 피드백 제어한다. 이 때 샘플링 타임은 1 msec이다. 제어 알고리즘은 식 (1)와 같이 표현할 수 있다. 사용된 변수는 Fig. 3에 보인 것과 같다

[  $p$  는 PWM 발생을 위한 상수, ( $k=1,2,3 \dots$ ) ]

$$V(\text{current})_{k+1} = V_{\text{weld}} + p \times (V_{\text{weld}} - V(\text{current})_k) \quad (1)$$

### 3.2 가감속 구간 용접 속도제어

용접 시작부는 모재의 온도가 낮은 상태에서 용접이 시작되기 때문에 용입이 충분히 이루어지지 않는다. 따라서, 모재와 용융 금속의 융합 불량을 초래하게 된다. 이에 대한 대책으로는 엔드 탭(End Tap)을 사용하거나, 백스텝(Back Step)법을 이용하여 용접을 행하는데, 본 연구에서는 용접조건에 따라 사용자가 임의로 가속 구간을 설정하여 초기 용입을 제어할 수 하도록 하였다. 또한 용접 끝단부의 비드 함몰을 방지하기 위해 크레이터 처리를 행하는데 이 구간 또한 용접조건에 따라 크레이터 처리만으론 부족한 경우 용접 끝단부의 감속 구간 설정할 수 있게하였다. 식 (2)은 가속 알고리즘을 수식으로 표현한 것인데, 가감속의 크기는 가감속구간의 초기 용접 속도와 종료 용접 속도 설정에 따라 결정된다.

사용된 변수는 Fig. 3을 참조 [  $k$  는 PWM 발생을 위한 상수 ]

$$V(\text{current}) = V_{\text{first}} + k \times \frac{V_{\text{weld}} - V_{\text{first}}}{D_{\text{up}}(\text{set})} \quad (2)$$

### 3.3 크레이터 처리기능

용접 끝단부의 비드 함몰을 막기 위해 크레이터 전류로 용접을 마무리 하는데, 이 때 크레이터 처리 시간은

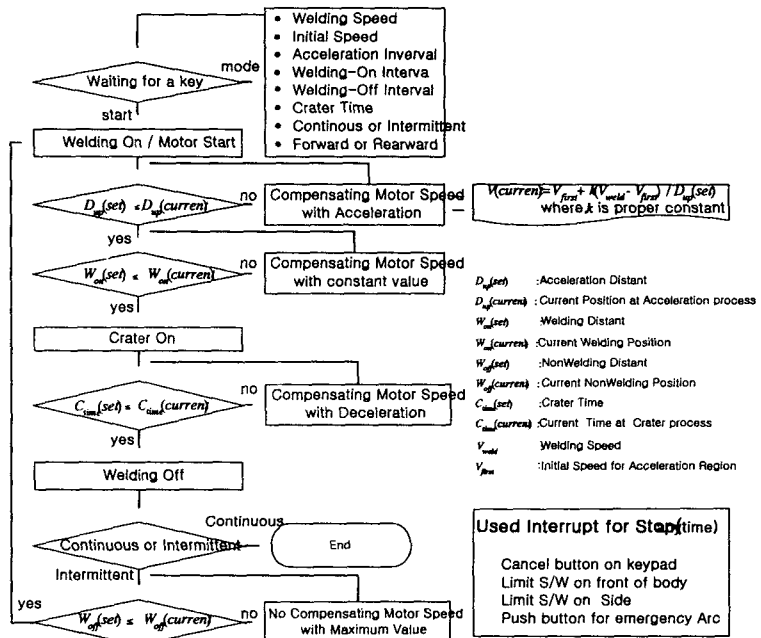


Fig. 3 Block diagram of algorithm for intermittent welding function

각각의 용접 조건에 따라 다르다. 따라서 용접 주행로봇은 다양한 조건에서 적용이 가능하도록 크레이터 시간을 사용자가 임의로 설정한다. 또한 용접 중 모재의 끝이나 비상 정지가 발생하면 자동적으로 크레이터를 수행한 후 정지하게된다.

#### 4. 실험 결과

본 연구에서 개발된 용접 주행 로봇의 성능을 시험하기 위해 Table 1과 같은 조건으로 용접을 행하였으며 Fig. 4는 실험 장치의 구성을 나타낸다. Photo 1은 주행 로봇이 실제 용접 작업을 수행하는 사진이고 Photo 2는 실제 연/단속 용접된 작업물의 사진이다. Table 2는 개발된 용접 주행로봇의 사양을 나타낸 것이다.

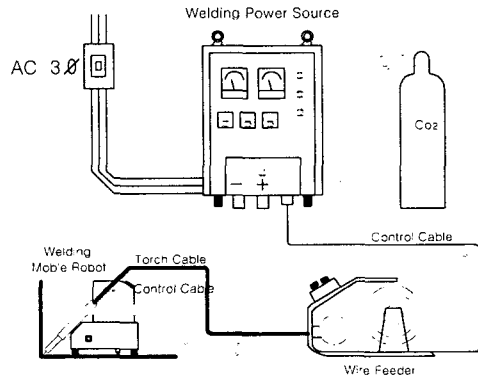


Table 1 Welding condition

Work Piece	Mild Steel 4t (mm)
Welding Wire	1.4φ Flux Cored Wire
Welding Current	200A
Welding Voltage	25V
Welding Speed	45cm/min
Sliding Gas	18 l /min CO2
Welding/Non-Welding Distance	50mm - 200mm

Fig. 5 Composition of welding mobile robot

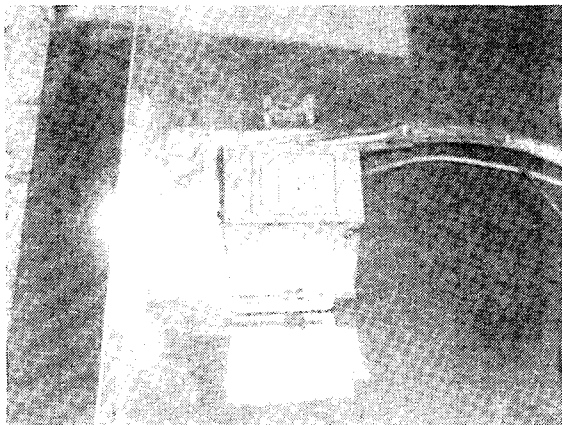


Photo 1 Photograph of welding Mobile robot

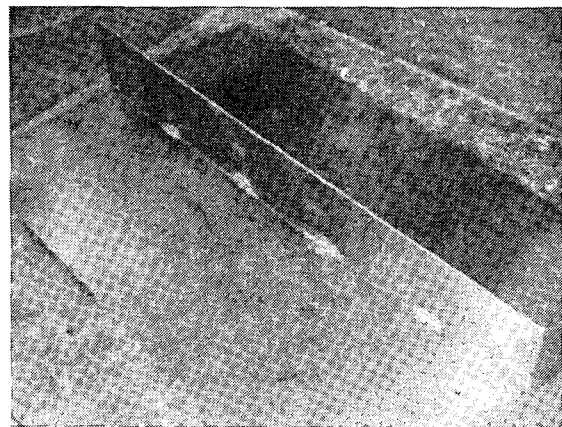


Photo 2 Photograph of Intermittent welding bead

Table 2 Specification of welding mobile robot

Body	Size	145×200×285(W×L×H)
	Weight	6kg
	Driving method	DC Motor, 4 Wheel
Fuction	Welding speed	100~1000mm/min
	Welding distance	10mm ~ 10m
	Nonwelding distance	10mm ~ 10m
	Initial acceleration distance	1mm ~ 100mm
	End deceleration distance	1mm ~ 100mm
	Crater time	0.1sec ~ 10sec
Input Power	110/220V	

#### 5. 결론

마이크로프로세서를 이용하여 연속/단속 용접을 자유롭게 수행할 수 있는 용접 주행로봇을 개발하여 현장이 적용하였다. 또한, 크레이터 처리 기능을 포함하여 우수한 작업성 및 고품질의 용접부를 얻을 수 있었다. 차후의 과제로는 용접중 용접 현상을 스스로 판단하여 속도 및 토치자세를 제어하는 지능형 캐리지의 개발에 있다.