

# 레이저 변위 센서를 이용한 4축 자동 용접 로봇 개발 Development of 4 axis automatic welding robot using laser distance sensor

장도영<sup>1</sup>, \*김남수<sup>1</sup>, 권정환<sup>2</sup>, 김태완<sup>2</sup>, 이규열<sup>2</sup>, #김종원<sup>1</sup>  
\*Doyoung Chang<sup>1</sup>, Namssoo Kim<sup>1</sup>, Jeonghan Gwon<sup>2</sup>, Taewan Kim<sup>2</sup>, Kyu-Yeul Lee<sup>2</sup>, and #Jongwon Kim<sup>1</sup>(jongkim@snu.ac.kr)

<sup>1</sup> 서울대학교 기계공학과, <sup>2</sup> 서울대학교 조선공학과

Key words : Automatic welding robot, Shape recognition, laser distance sensor

## 1. 서론

용접 작업은 철골 구조물, 선체 블록 등 대부분의 산업에서 사용되나 그에 비해 작업공간이 협소하고, 작업 시 유해 가스의 방출 등 작업 환경이 매우 열악하다. 이 때문에 사람이 아닌, 작업 환경에도 영향을 크게 받지 않고 용접의 품질을 향상시킬 수 있는 자동화 장치가 필요하다.

용접 작업을 자동화 하기 위한 연구가 촉각 센서, 터치 센서, 초음파 센서, 레이저 센서 등을 이용하여 진행되어 왔다.[1] 허나 이러한 노력에도 불구하고 용접 대상의 형상의 불규칙성이 강하면서 기준면이나 기준선이 없는 경우에 자동으로 용접을 할 수 있는 장치가 아직은 많이 개발되지 않은 상황이다.

따라서 본 논문은 용접을 위한 기준선이나 기준면을 없이 레이저 변위 센서를 이용하여 두 개의 평행한 철판간을 자동으로 용접하는 로봇을 소개하고자 한다.

## 2. 작업 대상물 분석

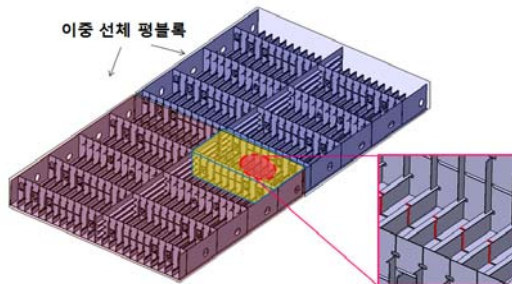


Fig. 1 Work space of automatic welding robot

본 논문에서 소개하는 로봇은 구체적으로 두 개의 이중 선체 블록이 만나는 부분인 'T-bar Longi.의 수직면 맞대기 용접'을 자동으로 수행하기 위해서 개발되었다. 용접 경로는 맞닿아 있는 용접 단면(gap)이 넓기 때문에 위빙(weaving) 용접을 바탕으로 생성하였다. 여기서 맞대기 용접은 서로 수평으로 닿아 있는 대상물을 용접하는 것을 의미하고 위빙 용접은 용접 기법 중 한 방법으로 지그재그 모양으로 토치(torch)를 움직이면서 용접을 하는 기법을 말한다.

그림 2의 좌측은 자동 용접 로봇이 용접을 수행하는 대상물의 전체모습이며, 우측은 로봇이 용접을 수행할 단면의 형상이다.

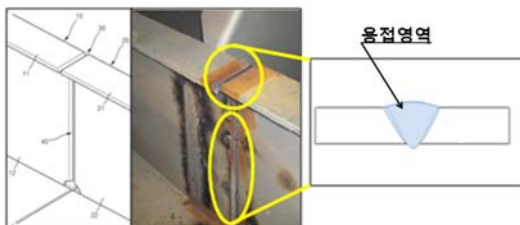


Fig. 2 Task object : Intersection of T-bar Joint

## 3. 용접 로봇

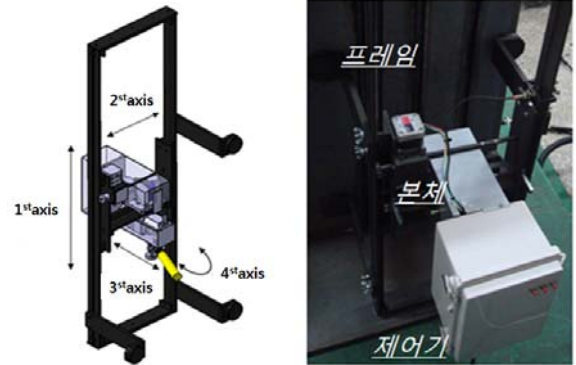


Fig. 3 Automatic welding robot (3D-model and Picture)

로봇은 스캔과 용접을 수행하는 본체를 3차원으로 이동시키기 위하여 3축이 구동되고 위빙(weaving) 용접을 하기 위하여 1축을 구동하여 총 4축을 구동한다. 표 1은 로봇의 구체적인 사양을 나타낸다.

Table 1 Specification of automatic welding robot

레이저변위센서를 이용한 4축 자동 용접 로봇 개발	
용접대상	'T-bar butt 맞대기 용접' Web 면
크기	1122mm(H) x 282mm(W) x 231mm(L)
무게	11.7kg
가반하중	4kg
구동 축	4축(x, y, z, theta)
모터/드라이버	Oriental VEXTA Stepping Motor/Driver (x,y,z,theta)
레이저 센서	CP35MHT80, Wenglor(독일)
근접 센서	PR08-2DN *8, Autonics(한국)
특징	영구자석을 통해 Web 면에 직접 부착 슬래그 제거 수동 와이어 피더 및 토치 미탑재 - 일반 캐리지와 동일 1-D Lasersensor 를 사용하여 용접부위 sensing x,y,z 축: 랙과 피니언을 사용하여 Linear motion 구현

로봇은 크게 두 가지로 구성되어 있다. 로봇의 전체를 유지하고 고정하는 프레임과 실제적으로 스캔과 용접을 수행하는 본체이다.

프레임의 전체 size 는 1122mm(H)x282mm(W)x231mm(L)이다. 로봇의 높이 1122mm(H)는 로봇 본체의 가장 윗부분과 토치(torch)의 축 사이의 간격이 309mm 임을 고려하여 최대 스트로크가 813mm 가 되도록 설정한 것으로 T-bar 의 수직면을 최대 800mm 까지 용접할 수 있도록 하였다. 폭 282mm 는 multi-pass 용접과 관련이 있다. Multi-pass 용접이란 용접 부위의 깊이가 깊고 폭이 넓은 경우 한번에 용접을 할 수 없기 때문에 그림 4 와 같이 여러 번에 나누어서 하는 용접을 말한다.

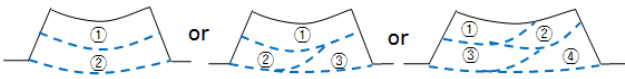


Fig. 4 Multi-pass welding method

그림 4 과 같이 용접을 하기 위해서는 토치(torch)가 T-bar의 수직면에 여러 각도로 작업을 해야 하는데, 필요한 좌우 스트로크는 그림 5의 도면에서 90.32mm 임을 알 수 있다. 여기에 여유를 두어 최대 좌우 스트로크가 120mm 가 되도록 로봇의 폭을 결정하였다.

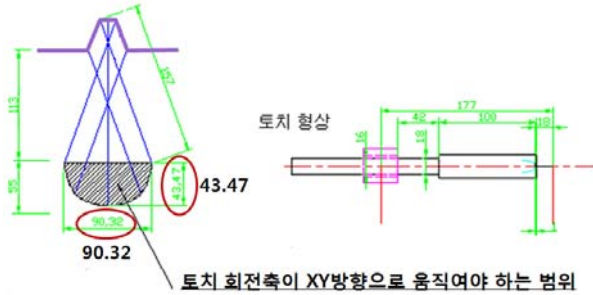


Fig. 5 Decision of stroke (forward-backward, left-right)

또한 그림 5의 도면에서 필요한 전후 스트로크는 43.42mm 임을 알 수 있고 여기에 여유를 두어 전후 스트로크를 55mm로 설정하였다. 로봇의 길이 231mm는 설정한 전후 스트로크의 영역이 필요한 전후 스트로크의 영역을 포함할 수 있도록, 토치(torch)의 길이가 177mm인 점을 고려하여 설정하였다.

로봇의 본체는 토치(torch)가 용접을 하는데 필요한 좌우 스트로크, 전후 스트로크를 만족하고, 상하로 이동해야 하므로 x축 방향(좌우), y축 방향(전후), z축 방향(상하)으로 총 3축의 자유도를 가진다. 이를 랙-피니언 매커니즘을 사용하여 스테핑 모터로 구현하였다. 여기에 토치(torch)가 위빙 용접을 하도록 스테핑 모터에 토치를 직접 연결하여 1축(theta)의 자유도를 추가하였다. 이렇게 본 로봇은 좌우, 전후, 상하로 움직이는 3축(x축, y축, z축)과 토치(torch)의 위빙 운동을 위한 1축(theta축), 총 4축의 자유도를 가진다.

3축의 각 가이드 양 끝에는 limit sensor가 부착되어 있어 각축의 원점과 끝점을 인식하도록 하였다. 그 중 z축의 limit sensor는 다양한 T-bar Longi의 높이에 대응할 수 있게 z축을 임의로 이동할 수 있도록 설계하였다.

#### 4. 알고리즘

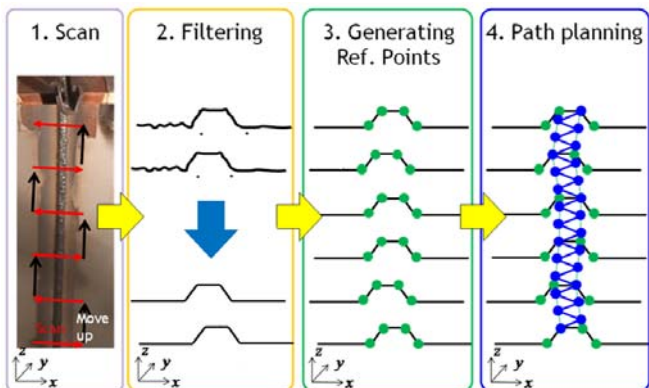


Fig. 6 Flow chart of the sensing & path planning algorithm

알고리즘은 그림 6에서 보는 것과 같이 크게 네 가지의 단계로 이뤄져 있다. 우선, 레이저 변위 센서를 이용하여

작업 대상물과 레이저 센서와의 거리를 측정하는 스캔(scan)작업을 한다. 다음으로는 스캔하여 얻은 데이터에 포함된 노이즈를 제거하는 필터링(filtering) 작업을 수행하고, 이를 바탕으로 필터링된 데이터로부터 용접대상물의 형상을 얻는 기준점 생성(generating ref. points)을 수행한다. 최종적으로 이들 기준점을 바탕으로 용접경로를 생성(path planning) 하게 된다[2],[3].

위의 알고리즘을 바탕으로 제어기를 설계하였다. 제어기의 CPU로 AVR(Atmega128)을 사용하였다. 하나는 모터 모션의 제어, 다른 하나는 알고리즘의 연산에 쓰인다.

#### 5. 결론

지금까지 두 개의 평행한 철판의 맞대기 용접을 하기 위하여 개발한 4축 자동 용접 로봇에 대하여 설명하였다. 이 로봇은 기준면이나 기준선이 필요 없이 레이저 변위 센서를 이용하여 형상이 불규칙한 곳을 용접 부위를 스캔하고 용접을 수행할 수 있다.

그림 7는 자동용접로봇을 사용하여 용접을 실험한 결과이다. 두 개의 평행한 철판의 맞대기 용접이 성공적으로 수행되었음을 확인할 수 있다.

추후에 용접의 품질을 더 높이고, T-bar의 수직면뿐 아니라 수평면까지 용접할 수 있는 로봇이 설계된다면 맞대기 용접에 대하여 현재의 열악한 작업환경을 개선하는데 큰 기여를 할 것이다.



Fig. 7 Welding result using automatic welding robot

#### 후기

이 연구는 ㈜대우 조선해양 산학연 협력산업 '이중 선체 조립 및 탑재용 지능형 로봇 개발'에 의해 지원되었습니다.

#### 참고문헌

1. 김창현, 최태용, 이주장, 서정, 박경택, 강희신, "용접 형상 측정용 시각 센서 모듈 개발," 한국정밀공학회 06 춘계학술대회 논문집, pp285-286, 2006
2. 장도영, 손동훈, 이정우, 이동훈, 이규열, 김태완, 김종원, "용접 경로 생성을 위한 레이저 변위센서 이용 형상 인식 알고리즘" 한국정밀공학회 09 추계학술대회논문집, pp 353-354, 2009
3. 이정우, "1 차원 레이저 센서를 이용한 T bar 맞대기 용접용 위빙 용접 경로 생성 알고리즘 개발," 서울대학교 석사 학위 졸업 논문, 2009