위빙모션을 갖는 다층용접용 용접선 추적 방법에 대한 연구

A Study on the Weld Line Tracking for Multi-layer Welding with Weaving Motion

*백승환[1], #부광석[1,2], 제우성[3]

*S.H. Baek[1], #K.S. Boo(mechboo@email.com)[1,2] , W.S. Che[3]

[1]인제대학교 기계자동차공학부, [2]인제대학교 고안전차량핵심기술연구소,

[3]경성대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Robot Welding, Laser Vision Sensor(LVS), Multi-layer Welding

1. 서론

본 연구에서는 LVS를 사용한 다층용접용 용접선 추적에 대한 연구를 수행하기 위해 3축의 X-Y 로봇 시스템을 구성하였으며, 다층용접을 위한 위빙모션을 고려한 용접선 추적 알고리즘을 적용하였다. V-Groove 형상의 모재를 용접 대상으로 설정하였으며, 로봇 암의 End-effector에 가상의 용접토치를 적용하고 용접토치의 전방에 LVS를 장착하여 용접선을 측정하였다. LVS는 라인 레이저와 비전 시스템으로 구성하였으며, 용접선에 투영된 라인 레이저의 형상을 비전 센서를 이용하여 획득한다. 용접선에 대한 특징점의 위치를 획득하여 용접을 위한 토치의 궤적을 생성할 수 있도록 알고리즘을 적용하였다.

2. LVS 시스템

2.1 LVS 시스템 구성

LVS 시스템은 아래의 그림 Fig. 1과 같이 직선형태의 구조광을 주사할 수 있는 레이저 모듈과 CCD 카메라, 그리고 레이저의 주사각도를 고정할 수 있는 장치로 구성되어 있다. LVS는 용접 진행방향을 기준으로 용접 토치의 앞에 위치한다. V-Groove에 투영된 레이저는 비전 센서로 획득되며, 획득된 영상은 영상처리 및 거리 측정 알고리즘을 위해 LVS 제어기로 전송된다. Fig. 1은 3차원 LVS 형상을 나타낸다.

LVS 제어기에서는 획득된 영상정보와 로봇 제어기로부터 전송된 로봇의 위치정보를 이용하여 용접선 검출을 위한 연산을 수행한다. 또한 정확하고 신뢰성 있는 측정 데이터의 획득을 위해 비전 센서의 측정 시점을 조절한다.

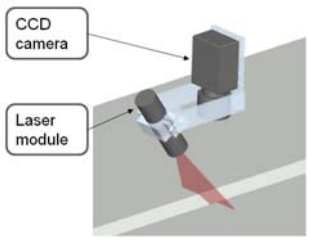

Fig. 1 Laser Vision Sensor

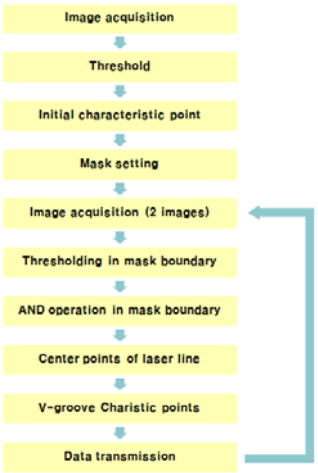

Fig. 2 Image Processing Flow Chart

2.2 영상처리

LVS를 통한 용접선의 3차원 측정은 삼각법을 이용하여 구현된다. V-Groove의 형상은 용접 진행방향을 기준으로 연속적이며, 이 형상에 직선 구조광을 사선으로 주사하면, V-Groove에 대한 고유의 형상을 얻을 수 있다. 획득된 V-Groove 투영 영상은 Fig. 2와 같은 영상처리 과정을 거친다.

3. 3축 로봇 시스템

자동 용접의 구현을 위해 사용된 시스템은 3축 X-Y 테이블을 이용한 로봇시스템이다. 이 로봇은 X축의 선형 모션과 Y축의 선형 모션, 그리고 Z축 방향의 회전 모션을 포함하고 있으며, 실시간 시스템을 이용하여 각 축의 모션을 제어하였다. X축과 Z축의 회전에 사용된 모터는 스테핑 모터이며, Y축에 사용된 모터는 AC 서보모터이다. RS-232 시리얼 통신을 이용하여 LVS 제어기와 통신하며, LVS와의 통신으로 영상처리된 좌표정보를 획득한다. 또한 LVS로 영상 획득 시점을 알려준다.

4. 경로생성 알고리즘

LVS를 통해 생성된 경로는 로봇 시스템에 연속적인 경로를 제공하기 위하여 경로생성 알고리즘을 거친다. 경로생성 알고리즘은 위빙모션을 고려하여 생성되며, Fig. 3과 같이 통신시간을 고려한 위치 보상이 이루어져야 한다. 용접선 추적 제어 시스템은 LVS에서 측정된 위치 정보와 Robot의 현재 위치 정보를 절대 위치 정보로 변환하여 용접 로봇의 이동 경로를 생성한다.

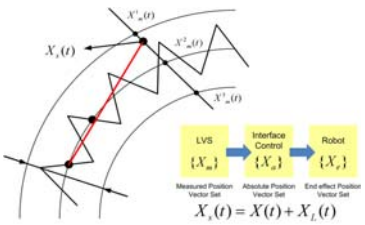

Fig. 3 System Information for Path Generation

5. 실험 결과

Table 1 Parameters for Test with Weaving Motion

Weld velocity (V_{const})	$2mm/s$
Distance between measured points ($d_{measure}$)	$6mm$
Weavinig width ($2d_w$)	$4mm$
Step time (t_{step})	$0.2\sec.$

(a) X Distance Error (b) Y Distance Error

Fig. 4 Distance Error between Target and Torch Path

6. 결론

본 연구에서는 LVS를 사용한 다층용접용 용접선 추적에 대한 연구를 수행하였다. 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 다층용접은 위빙 모션을 포함하고 있으며, 용접 자동화 시스템의 구성을 위해 3축의 X-Y 로봇 시스템을 구성하였다.

2. V-Groove 형상의 용접 모재를 고려하여 영상처리 알고리즘을 구현하였으며, 영상처리과정에서 비트 연산을 통해 외부 환경에대한 노이즈를 감소시킬수 있도록 알고리즘을 적용하였다.

3. 경로 생성 알고리즘은 엄밀한 실시간 시스템으로 구성되어 위빙모션과 신호처리로 발생하는 시간 지연에 대한 보상 알고리즘을 적용하였다.

4. LVS로부터 획득된 용접선의 중심선 추출과 위빙모션의 생성, 그리고 로봇 모션의 생성에 사용된 알고리즘은 유기적으로 작동하였다.

5. 용접선 추적오차는 최대 0.6mm를 넘지 않아 위빙모션을 이용한 V-Groove의 다층용접에 적합한 수준이었다.

참고문헌

1. 김호학, 부광석, 조형석, "아크 용접공정에서의 용접선의 실시간 추적을 위한 시각 시스템," 대한기계학회 춘추학술대회, pp. 115-119, 1989.
2. 이정익, 이세헌, "레이저 비전 센서를 이용한 용접 비드의 외부결함 검출에 관한 연구," 대한 용접학회지, Vol. 17, No. 2, pp. 115-122, 1999.
3. J. Wu, J.S. Smith and J. Lucas, "Weld bead placement system for multipass welding [using transputer-based laser triangulation vision system]," Science, Measurement and Technology, Vol. 143, No. 2, pp. 85-90, 1996.
4. J. E. Agapakis, "Approaches for recognition and interpretation of workpiece surface features using structured lighting," The International Journal of Robotics Research, Vol. 9, No. 5, pp. 3-16. 1990.