해양환경안전학회 제13권 제4호, pp. 113-117, 2007. 12. 31. (ISSN 1229-3431)
Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety

위빙기능을 가진 용접선 추적장치의 개발에 관한 연구

김현수*

* 목포해양대학교 기관시스템공학부

A Study on Development of Seam Tracker with Weaving Function

Hyun-Soo Kim*

* Division of Maritime Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 현재 이동용 캐리지에 장착하여 사용하고 있는 용접기의 경우는 용접토치가 고정이 되어 비드 폭이 일정한 부분의 직선용접에 주로 사용되고 있다. 이러한 용접기는 비드 폭이 일정 폭 이상으로 큰 경우는 용접작업이 복잡해지고 여러 번 반복해서 위치를 바꾸어가며 용접을 해야 한다. 본 연구에서는 비드 폭이 넓은 곳에서 용접토치를 일정한 폭으로 움직여주는 기능을 갖도록 시스템을 구성하였다. 반자동 캐리지에 용접선 추적센서, 센서이동용 모터 슬라이드, 위치 추적용 로터리 엔코더 및 MCU(80C196KC)와의 인터페이스회로를 설치하여 자동으로 용접선을 추적할 수 있게 설계하고, 용접기의 위빙실험을 하여 그 성능을 실험적으로 확인하였다.

핵심용어 : 비드 폭, 반자동 이송장치, 위빙, 마이크로 컨트롤러 유닛, 스트레인게이지

Abstract : The study was performed on the development of system in which the bead width can be controlled. In order to control the bead width, we designed the automatic seam tracking device by attaching the probe type strain gauge sensor, motor driving slide and encoder to check the moving distance, and interface card connected MCU(80C196KC) upside the speed controllable carriage. Seam tracking experiments were done by changing the bead width. We compared and analyzed the sampling data which were obtained by output voltage of strain gauge sensor and rotary encoder pulse every 50ms.

Key Words : Bead width, Auto carriage, Weaving, MCU, Strain gauge

1. 서 론

현재 이동용 캐리지에 장착하여 사용하고 있는 용접기의 경우는 용접토치가 고정이 되어 비드 폭이 일정한 부분의 직선용접에 주로 사용되고 있다. 이러한 용접기는 비트 폭이 일정 폭 이상으로 큰 경우는 용접작업이 복잡해지고 여러 번 반복해서 위치를 바꾸어가며 용접을 해야 한다. 본 연구에서는 비드 폭이 넓은 곳에서 용접토치를 일정한 폭으로 움직여주는 기능을 갖도록 시스템을 구성하였다.

여러 종류의 센서 중, 용접 모재에 센서가 접촉을 하여 간단하게 용접선을 검출하는 접촉식 프로브 센서가 가장 많이 사용되고 있다(이와 나, 1993). 본 연구에서는 인장, 압축 시 단면적과 길이 변화에 따라 스트레인게이지의 고유저항이 변하는 성질을 이용하여 프로브 센서형태의 용접선 추적센서를 이용하였다(안 등, 2003; 안 등, 2005; 이, 2005).

반자동 캐리지에 용접선 추적센서, 센서이동용 모터 슬라이드, 위치 추적용 로터리 엔코더 및 MCU(80C196KC)와의 인터페이스회로를 설치하여 자동으로 용접선을 추적할 수 있게 설계하고(표, 2006), 용접기의 위빙실험을 하여 그 성능을 실험적으로 확인하였다. 이를 검증하기 위해 반자동 캐리지의 주행속도를 일정하게 유지하고 비드 폭을 변경하여 용접선 추적실험을 하고, 50ms마다 센서의 출력전압과 엔코더 펄스를 샘플링하여 데이터를 비교·분석하였다.

비드 폭의 크기조정은 센서이동용 모터 슬라이드의 진폭으로 하고, 위빙 모양은 MCU를 통하여 삼각형 모양으로 제어할 수 있는 시스템을 구성하였다.

2. 실험장치

2.1 용접선 추적원리

두 가지 금속재료를 붙이기 위해 일반적으로 아크용접을 많이 사용하고 있는데 모재의 두 부분이 맞닿는 부분 즉, 용접선을 심(seam)이라 하고, 그 심을 추적하는 것이 심 트랙킹(seam tracking)이다.

심을 찾기 위해서는 센서가 필요하고 심 트랙킹을 위한 시스템의 기본 구성은 Fig. 1과 같다. 센서는 크게 나누어 모재에 대한 센서의 접촉여부에 따라서 접촉식과 비접촉식으로 나누어지는데, Fig. 1은 접촉식 프로브 센서에 의한 용접선의 추적원리를 간단히 설명하고 있다. 센서를 용접 모재의 용접할 홈에 접촉한 상태로 진행시키면 용접선의 좌우 위치변화를 아날로그 신호로 출력하게 된다.

* 대표저자 : 정회원, blue@mmu.ac.kr 061-240-7087

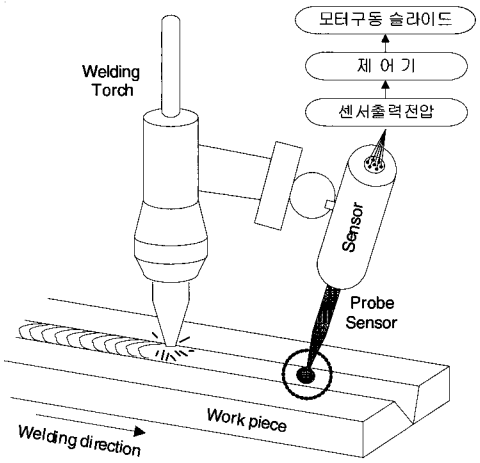


Fig. 1. Seam tracking using probe sensor.

2.2 위빙

용접선을 따라가면서 용접봉을 이동시키면 직선비드가 얻어진다. 이에 대하여 폭넓은 비드를 만들기 위해서 아크를 좌우로 움직이면서 용접선 위를 이동하는 것을 위빙(Weaving)이라 한다. 이러한 위빙은 다층용접이나 두꺼운 판을 덧붙이는 경우에 큰 용착금속을 얻기 위하여 흔히 쓰이는 방법이다.

위빙의 방법은 여러 가지 방법이 있으나 본 연구에서는 반자동 캐리지 이동방향과 직각으로 장착된 슬라이드를 앞뒤로 움직이면서 삼각파 형태의 위빙을 하도록 하는 방법을 이용하였다.

Fig. 2는 프로브 센서를 사용하여 위빙을 하면서 용접선을 추적하는 원리를 설명하기 위해 Fig. 1의 점선으로 그려진 원 부분을 상세하게 그린 그림이다. 센서가 A지점에서 B를 지나 C의 위치에 도달하면, 다시 A위치로 이동시키면서 용접선을 추적하게 된다.

Fig. 3은 반자동 캐리지를 정지시키고 실시한 위빙실험을 나타내고 있다. 슬라이드는 왕복운동을 하나 시간의 경과에 따른 센서로드 및 엔코더의 변화량은 삼각파 형태의 위빙모양을 나타나고 있다.

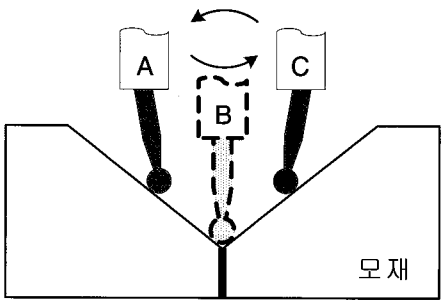


Fig. 2. The principle of seam tracking by weaving.

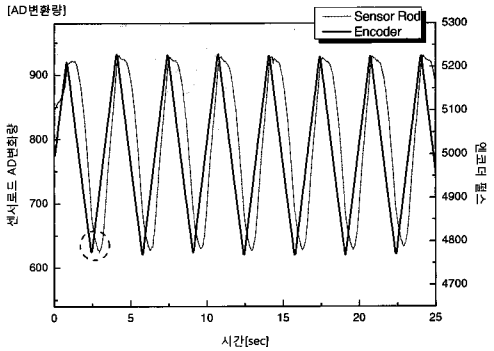


Fig. 3. Triangular weaving form.

Fig. 3의 점선부분에 표시한 것과 같이 센서로드와 엔코더의 변화량에 차이가 나타나는데 이는 센서로드를 움직이는 슬라이드와 구동기어모터의 백래시(Backlash)에 기인한 것으로 여겨진다. 센서로드의 위치에 따라 엔코더의 펄스 출력이 잘 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있다.

2.3 시스템의 구성

본 연구에서 사용할 위빙기능을 가진 용접선 추적시스템을 Fig. 4에 나타내었다. 시스템은 직진 이동이 가능한 반자동 캐리지에 용접선 추적센서, 모터구동 슬라이드, 증폭기, 모터 드라이버, MCU와의 인터페이스회로로 구성하였다.

반자동 캐리지의 이동방향과 직각으로 장착된 슬라이드는 왕복운동을 하며 용접선을 따라 움직일 수 있도록 직류전동기에 의해 구동된다. MCU인 제어기는 센서의 전압신호를 입력받아 슬라이드 구동용 직류전동기의 회전방향을 제어하는 역할을 한다.

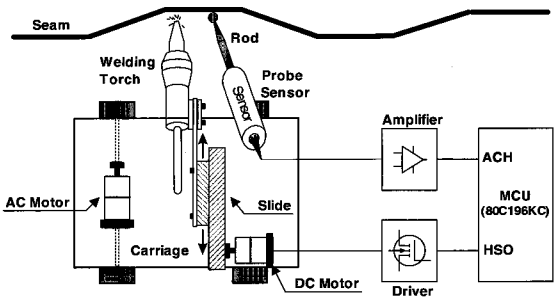


Fig. 4. Seam tracking system with developed sensor.

2.4 제어프로그램

Fig. 5에 전체적인 용접선 추적 및 위빙을 위한 알고리즘을 나타내고 있다.

센서 전압신호의 A/D변환 값을 10회 평균한 값을 저장한다. 저장된 값은 센서로드의 현재 위치의 디지털 값이다. 센서로드의 위치 값을 미리 설정된 위치 값과 비교하여 슬라이드 모터를 정회전 혹은 역회전 시켜 센서로드가 일정한 간격을 두고 움직일 수 있도록 제어를 하였다. 그 결과 용접선의 변화에 따

라서도 센서로드가 용접선 위를 일정한 간격으로 움직이므로 자연스레 용접선을 추적하면서 위빙을 할 수 있다.

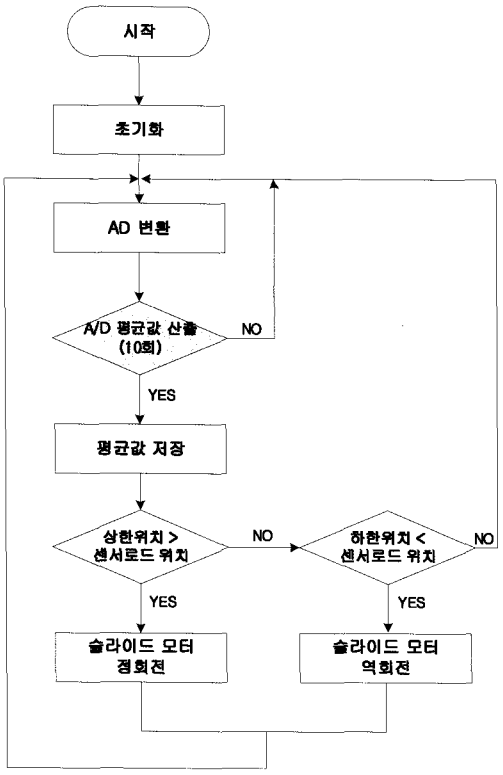


Fig. 5. Flowchart of seam tracking by weaving.

3. 실험 및 고찰

3.1 실험장치

Fig. 6은 본 연구에서 제작한 용접선 추적센서, 모터구동 슬라이드, 인터페이스 회로를 설치한 실험 장치를 나타낸다. 반자동 캐리지의 주행속도는 1100mm/min까지 조정 가능하며, 한 개의 용접 토치를 장착할 수 있는 홀더를 가지고 있다.

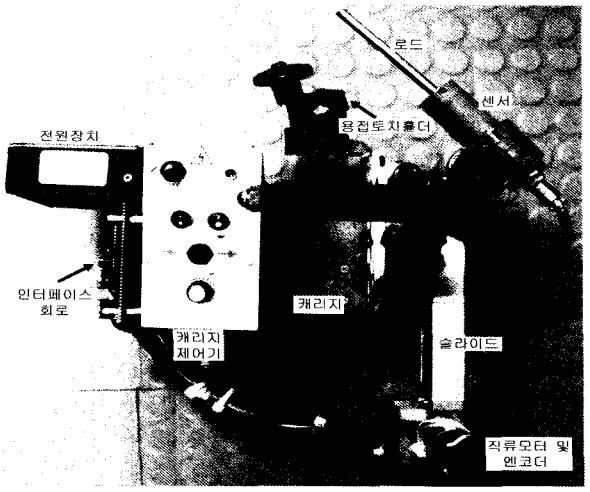


Fig. 6. Photograph of seam tracking system.

용접선 추적센서의 출력 값에 따라 슬라이드 구동용 직류전동기의 회전방향을 제어하여 캐리지 주행방향과 직각으로 용접토치와 추적센서를 이송시키면서 용접선을 추적한다. 그리고 슬라이드 구동용 직류전동기에 로터리 엔코더를 설치하여 용접선의 이동궤적을 확인할 수 있도록 하였다.

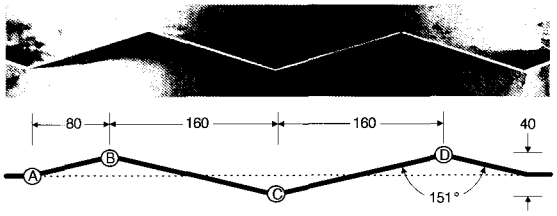
3.2 용접선 추적실험 및 결과

1) 실험조건 및 방법

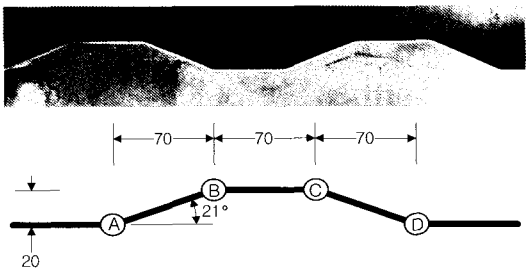
Fig. 7의 (a)는 용접선 추적실험을 위한 삼각파 형태의 용접선 형상을, (b)는 컨테이너 박스의 외부 철판의 용접선 형상을 가진 모재의 사진과 그림을 나타내고 있다(표, 2006).

반자동 캐리지는 A에서 D방향으로 직선주행을 하고, 센서는 A, B, C, D 방향으로 용접선을 추적하고, 슬라이드는 캐리지의 진행방향과 직각방향으로 움직이면서 위빙을 하게 된다. 반자동 캐리지의 주행속도를 150mm/min으로 설정하고 비드 폭을 변경하여 용접선 추적실험을 하였다.

MCU의 A/D 컨버터 분해능은 10비트로 설정(V_{REF} : 5V)하였고, 50ms마다 센서의 출력전압과 엔코더 펄스를 샘플링하여 데이터를 분석하였다.



(a) Triangular wave form(Unit : mm)



(b) Container box's seam type(Unit : mm)

Fig. 7. Photographs and schematics of seam type.

2) 위빙기능을 가진 용접선의 추적실험

Fig. 8~Fig. 10은 위빙을 하면서 삼각파 형태의 용접선을 추적하는 그래프를 나타내고 있다. x축은 시간 축을 나타내고 있고, 좌측의 y축은 센서 로드의 이동양을 디지털 값으로 변환한 값을 나타내고 있으며, 우측의 y축은 엔코더의 펄스의 수를 나타내고 있다. 전반부 점선으로 된 부분은 센서로드가 용접선의 최초 위치로 진행하는 사이드 트랙(side track)을 하는 구간이다.

Fig. 8은 반자동 캐리지 주행 중 위빙 폭의 변화를 위해 센서로

드의 AD 변화폭을 150 제한하고, Fig. 9와 Fig. 10은 200과 300으로 각각 제한한 그래프이다. 위빙을 하면서 용접선을 추적할 때 반자동 캐리지는 직선주행을 하고 슬라이드는 왕복운동을 한다.

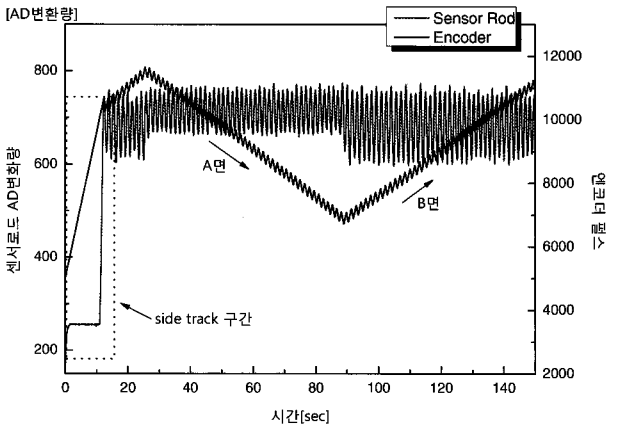


Fig. 8. Moving transition of sensor rod and encoder(AD conversion duration is 150, Triangular wave form).

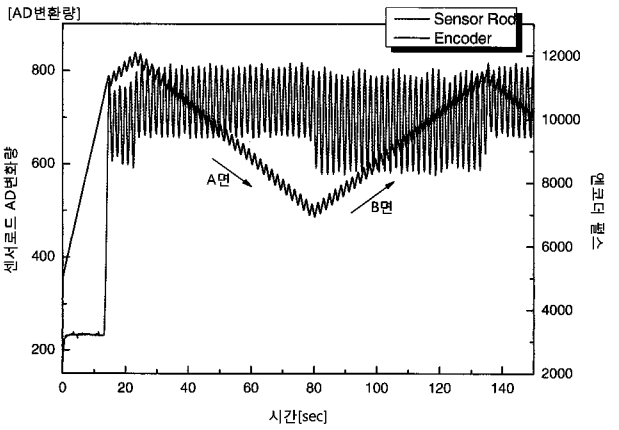


Fig. 9. Moving transition of sensor rod and encoder(AD conversion duration is 200, Triangular wave form).

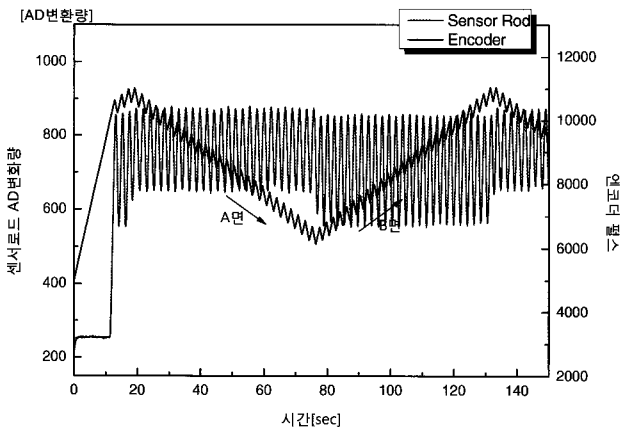


Fig. 10. Moving transition of sensor rod and encoder(AD conversion duration is 300, Triangular wave form).

Fig. 8~Fig. 10에서 A면에서는 슬라이드가 빠져나오는 도중에도 캐리지는 주행을 하므로 센서로드의 하한 경계 값에 도달하는 시간이 B면보다 빨라 센서로드의 변화량에 차이를 보이는 것으로 사료된다. 센서로드의 위치변화와 엔코더 펄스의 변화추이를 볼 때, 세 그래프 모두 위빙을 하면서 잘 추적하는 것을 알 수 있다.

Fig. 11~Fig. 13은 위빙을 하면서 컨테이너 박스 형태의 용접선을 추적하는 그래프를 나타내고 있다.

Fig. 11은 반자동 캐리지 주행 중 위빙 폭의 변화를 위해 센서로드의 AD 변화폭을 150으로 제한한 그래프이며 Fig. 12는 200, Fig. 13은 300으로 제한하였다.

Fig. 11에서 A→B, B→C, C→D로 캐리지가 이동할 때 센서로드의 변화량에 차이가 보이는데, 이는 경사면에 있어서 캐리지의 이동과 센서로드의 위치변화에 따른 특성이라 볼 수 있다. 센서로드의 위치변화와 엔코더 펄스의 변화추이를 볼 때, 변곡점 부분인 A, B, C, D 점의 용접선 변화에 대해서도 용접토치가 잘 추적함을 알 수 있다. Fig. 12와 Fig. 13에서도 Fig. 11과 같은 추이를 보이며 용접선의 변화에 잘 추적함을 알 수 있다.

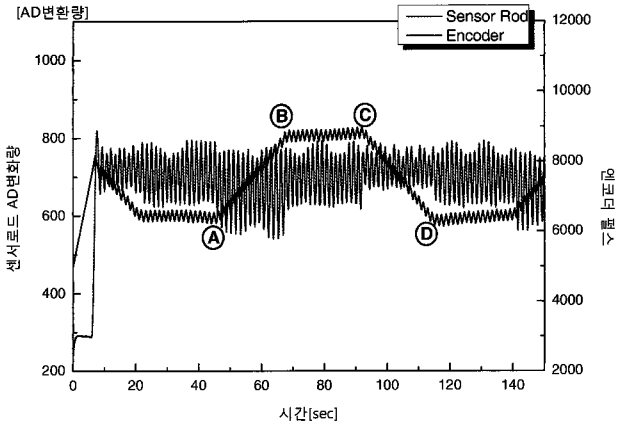


Fig. 11. Moving transition of sensor rod and encoder(AD conversion duration is 150, Container box's seam type).

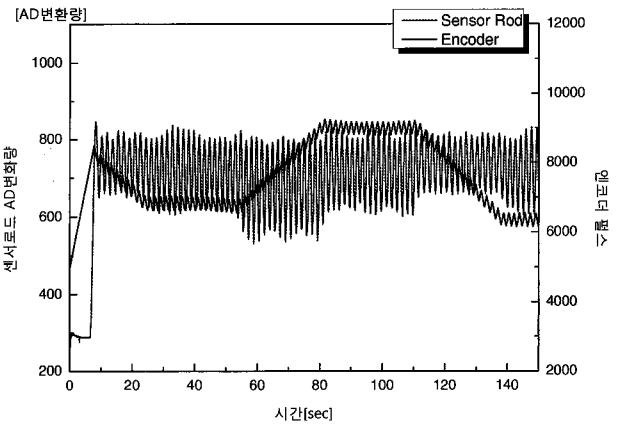


Fig. 12. Moving transition of sensor rod and encoder(AD conversion duration is 200, Container box's seam type).

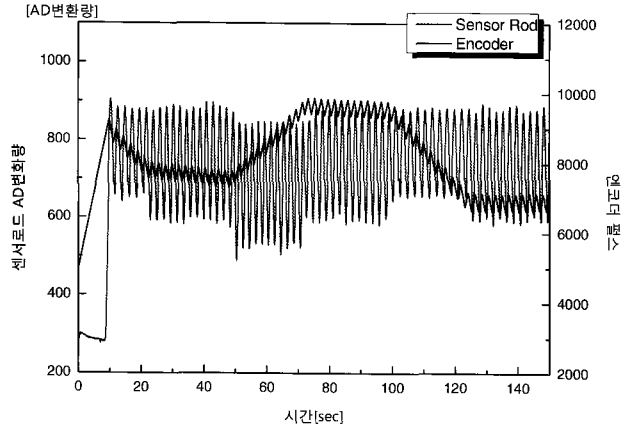


Fig. 13. Moving transition of sensor rod and encoder(AD conversion duration is 300, Container box's seam type).

4. 결 론

위빙기능을 부가한 용접선 추적시스템을 구성하여 삼각파 형태의 위빙 폭 변화를 위해 센서로드의 AD 변화량을 3가지 패턴으로 변경하여 실험한 결과 추적상태가 양호한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 비드 폭이 넓은 부분의 용접도 한 번의 진행으로 용접을 할 수 있어 작업시간의 절약뿐 만 아니라 생산성 향상 등의 공정개선에도 도움이 될 것으로 사료된다.

또한 현 용접선 추적시스템은 접촉식 센서를 통하여 실시간으로 용접선을 추적할 수 있으며 임의의 패턴을 가진 용접선을 용접할 수 있는 장점을 가지고 있다.

그리고 모재의 용접위치(경사도)에 따른 위빙 폭의 정확한 대칭 제어를 위해서는 슬라이드 모터의 개선과 캐리지의 이동속도를 구간별로 제어할 필요성을 알게 되었으며 이는 향후 연구로 진행할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] 안병원·배철오·김현수(2003), 스트레인 게이지를 이용한 접촉식 용접선 추적 센서에 관한 연구, 한국해양정보통신학회지, 제7권 5호, pp. 1019-1025.

[2] 안병원외 5인(2005), 스트레인게이지를 응용한 용접선 추적센서, 특허 제0495788호

[3] 이용우(2005), 오토캐리지의 용접선추적센서에 관한 연구, 목포해양대학교 대학원 공학석사학위논문, pp. 4-10

[4] 이철원·나석주(1993), 용접자동화를 위한 시각센서, 대한용접학회지 제11권, pp. 10-21.

[5] 표종우(2006), 절곡된 모재의 용접선 추적거동에 관한 연구, 목포해양대학교 대학원 공학석사학위논문, pp. 14-15, pp. 27-28

원고접수일 : 2007년 11월 08일
원고채택일 : 2007년 12월 12일