

# 용접선 자동 추적용 일차원 분할 알고리즘 및 시각센서 개발

A Development of New Method of Segmenting One-Dimensional Signal and Vision Sensor

문형순\* · 김재권\*

\* 현대중공업 산업기술연구소 자동화연구실

H. S. Moon, J. G. Kim

**ABSTRACT** This paper presents a new method of segmenting a one-dimensional signal into a set of features of type(line, Vee-groove, Lap-joint and etc.). A set of requirements for the segmentation process result from the application area, which in this case are laser welding, GMAW(Gas Metal Arc Welding), SAW(Submerged Arc Welding) and high speed tack welding. The algorithm is able to detect an exact welding position in the presence of noise and missing data, yet is reasonably economical to implement

## 1. 서론

용접선 자동 추적과 관련된 그루브 형상 인식 및 용접 중심선 인식 알고리즘들은 1980년경부터 개발 및 적용되어 왔으며, 국내·외적으로 사용되는 시각센서 알고리즘은 휴 변환(Hough transform)[1,2], 스케일-스페이스 필터링(Scale-space filtering)[3], 띠 라인 방법(Thin-line method)[4], 리컬시브 디센트 접근방법(Recursive Descent Approach Method)[5], 템플레이터 매칭 방법(Template matching method), 패턴 인식 기법(Pattern Recognition method)[6], 이차 및 일차 미분 방식등이 있다.

본 연구에서는 상기의 알고리즘에서 공통적으로 나타나는 노이즈 문제를 극복하고 또한 신호처리 속도를 최대화하기 위한 알고리즘을 개발하였으며, 아크 용접 및 레이저 용접에 적용이 가능한 시각센서를 개발하였다.

## 2. 시각센서 개발

### 2.1 아크 용접용 시각센서의 구성

아크 용접용 시각센서는 크게 화상데이터 변환용 카메라(Camera), 렌즈, 밴드 패스 필터(Band pass filter), 반도체 레이저(Diode laser), 레이저 전원, 스패터 보호장치(Spatter Shield) 그리고 공압용 용접 흡(Fume)제거장치등으로 구성되어있다. 또한 전 열처리(Pre-heating)공정이 추가되는 용접 및 주변 온도가 고온 혹은 저온일 경우 센서의 열화 방지 및 반도체 레이저 파장대를 항상 일정하게 유지하기 위하여 냉각 시스템, 입열 시스템 그리고 온도 측정을 위한 센서가 구비되어 있다. Fig. 1에 개발된 시각센서의 외형을 나타내었다.

### 2.2 레이저 용접용 시각센서의 구성

레이저 용접의 경우 고속으로 접합이 이루어지기 때문에 냉각 장치를 추가하지 않았으며, 나머지 센서 구성은 아크 용접용 시각센서와 거의 유사하다. 또한 레이저 용접 특성상 용접하고자 하는 용접부 크기가 매우 미소하므로 이를 인식할 수 있는 센서 구성이 필수적이다. 레이저 용접용 센서 구성도를 Fig. 2에 나타내었으며, 최소 0.1mm 갭(Gap)을 인식할 수 있는 구조를 가지고 있다.

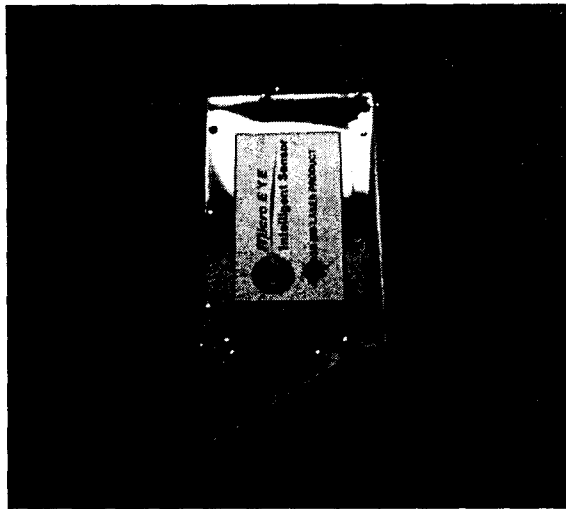


Fig. 1 Picture of vision sensor for arc welding

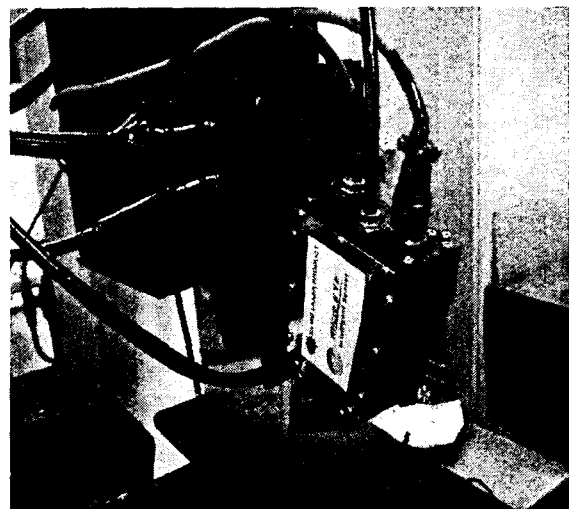


Fig. 2 Picture of vision sensor for laser welding

### 3. 시각센서의 영상 처리

조인트 인식을 위한 절차는 다음과 같다. 우선 카메라로부터 획득한 영상의 좌·우측에서 3개의 픽셀을 선정한다. 선정된 3개의 픽셀을 1차 최소 자승법을 이용해 직선을 형성한 후 최소 자승법에 사용된 3개 픽셀 이후 연속되는 3개 픽셀을 선정하여 1차 최소자승법에서 구한 직선 방정식과의 선정된 3개 픽셀 사이의 수직 거리를 구한다. 계산된 수직거리가 노이즈 범위를 넘지 않은 경우 이전 3개 픽셀과 거리 계산에 사용된 3개 픽셀을 합쳐 다시 최소 자승법으로 직선방정식을 구한다. 만일 계산된 수직거리가 노이즈 범위를 초과하는 경우 거리 계산에 사용된 픽셀 이후의 3개 픽셀과 이전에 구한 직선방정식과의 수직거리를 구해 노이즈 판단 여부를 결정한다. 상기의 과정은 1차 최소 자승법에 의해 결정된 직선방정식과 연속되는 픽셀 데이터 사이의 수직 거리가 그루브 에지(Edge) 영역 안에 포함될 때까지 계속 수행한다. 이 과정을 통해 노이즈와 용접 조인트의 위치를 동시에 결정할 수 있다. Fig. 3, Fig.4, Fig.5 및 Fig.6에 조인트 인식 결과를 나타내었다.

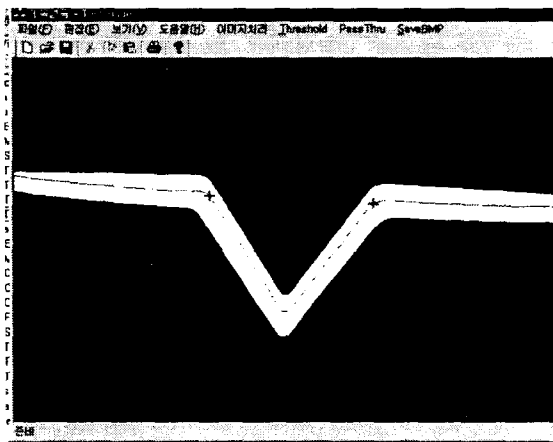


Fig. 3 Result of image processing (w/o noise)

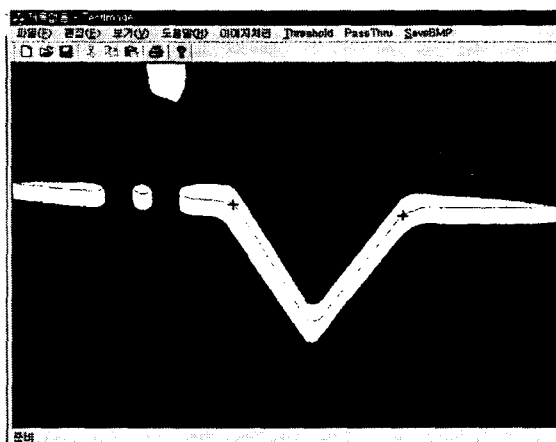


Fig. 4 Result of image processing (w/ noise on the specimen)

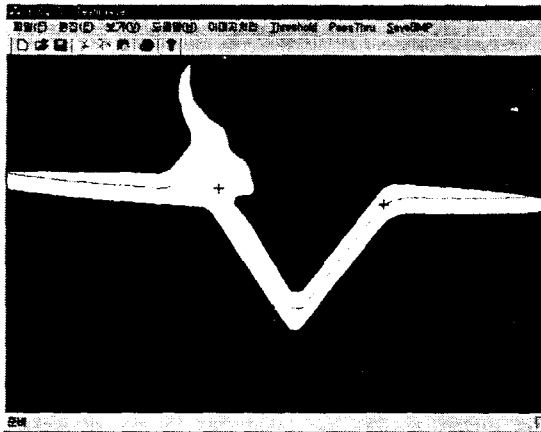


Fig. 5 Result of image processing (w/ noise in groove)

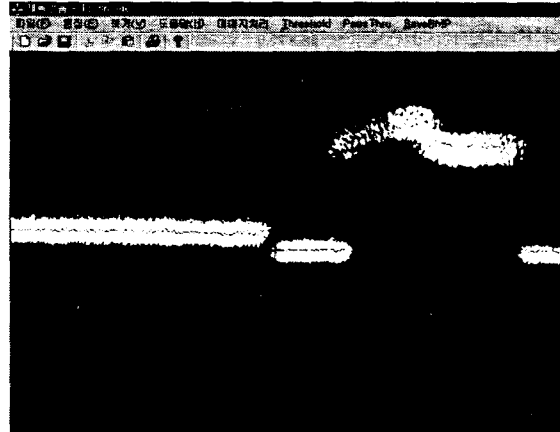


Fig. 6 Result of image processing in the case of butt joint

#### 4. 결론

시각센서의 경우 90년대를 기점으로 하여 기능과 가격 면에서 상당한 발전을 거듭하고 있다. 하지만 시각센서 시스템을 외국으로부터 도입할 경우 아직까지도 고 비용을 지불해야 하며 이로 인해 제품의 제작 단가가 매우 높아지는 문제가 있다. 또한 수입에 따른 기술종속으로 인해 시스템 유지·보수 및 기능상의 변경사항이 발생할 경우 추가 비용을 지불해야 하는 단점이 있다. 국내에서는 시각센서의 이미지 처리와 관련된 논문은 많이 발표되고 있으나 노이즈처리와 관련된 부분은 극히 적은 실정이며, 실제 상용화하기에는 많은 문제점을 안고 있다. 시각센서 헤드의 경우 아직 기초적인 수준에 머물러 있으며, 센서 내부 온도를 보상함으로써 센서 신뢰도 및 인지도를 향상시키고자 하는 노력은 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 입열 및 냉각 기능이 포함된 시각센서 시스템을 개발하였으며 또한 노이즈가 개재된 경우의 신호처리 알고리즘을 제시하였다. 이를 통해 점진적으로 현장 적용이 가능한 시스템을 확보할 수 있었으며, 향후 외국 선진업체와 동등한 시각센서 시스템을 구축하고자 한다.

#### [참고 문헌]

1. P. V. Hough, "Method and means for recognizing complex patterns", U.S. Patent 3069654, 1962
2. 정규철, 김재용, "GMA 용접에서 용접선 추적용 시각센서의 화상처리에 관한 연구", 대한용접학회지, Vol. 18, No. 3, 2000, pp.321-328
3. A. P. Witkin, "Scale-space filtering", Proc. IJCAI-83, 1983, pp.1019-1022
4. S. H. I. Hung and I. Kasvand, "Linear approximation of quantified thin lines", NATOASI 14, Pictorial Data Analysis, 1983, pp.15-28
5. R. J. Popplestone and A. P. Ambler, "Forming body models from range data", Research Rpt. 46. Dept. of A.I., University of Edinburgh, 1977
6. Servo-Robot 시각센서 매뉴얼