

비전을 이용한 SAW 용접선 추적 장치의 개발

An Application of SAW Seam Tracking System Using Vision System

한용섭*, 허주호, 홍진철, 홍태민, 민기업
대우중공업(주) 생산자동화연구소

1. 서론

최근 생산성 향상과 인력의 절감을 위하여 용접선 추적에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 수직 이음 용접에는 기계적인 용접선 추적 장치가 많이 사용되고 있지만, 평판 맞대기 이음 용접은 용접선 외에 추적 기준면이 없기 때문에 비접촉식 비주얼 센서의 사용이 요구된다.

평판 맞대기 이음 용접에 많이 이용되는 SAW 용접은 흠이 발생되지 않고 아크광이 직접 노출되지 않으므로 비주얼 센서를 이용한 용접선 추적 시스템의 적용이 특히 유리하다. SAW 용접선 추적에 레이저 센서나 레이저 비전 등이 많이 응용되고 있으나, 이러한 장치는 갭이 없는 용접선에 대해서는 잘 동작하지 않는 등의 문제점을 가지고 있다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 레이저나 특별한 필터를 사용하지 않는 그레이 레벨 영상만 이용하여 I-개선에 대한 용접선 인식, 가접이나 실링비드의 판별 및 추적 알고리즘을 제안하고, 직선부 주판 맞대기 이음 용접부의 적용 사례 및 연구 결과를 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 시스템의 개요

자동 용접선 추적 장치의 개요는 다음의 그림1과 같다. 용접선의 화상은 CCD 카메라를 통해 입력되어, DSP칩인 TMS320C50이 장착된 비전보드에서 용접선 위치 및 추적 에러가 검출된 후, 486DX4가 장착된 IBM-PC로 전송된다. IBM-PC는 위치조정용 모터의 입력을 가변하여 용접선을 추적하게 된다. 그림1의 사진은 실제 장비에 설치, 사용중인 그림이다.

이와 같은 기능을 블록다이어그램으로 나타내면 다음의 그림2와 같다. 그림 1과 그림 2에서 점선으로 표시된 부분은 X축 및 Y축 모터에 부착된 엔코더를 나타낸다.

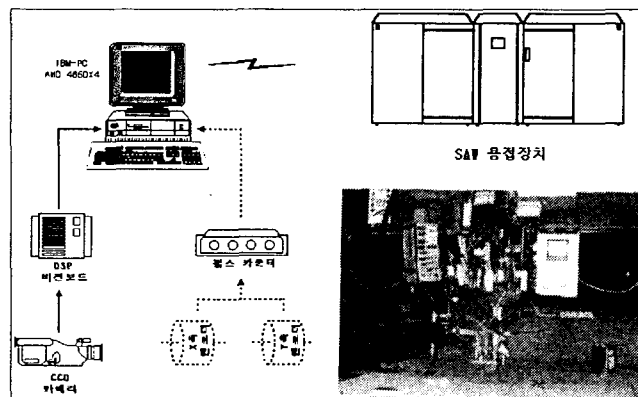


Fig.1 Schematic diagram of seam tracking system

2.2 용접선 인식 및 추적 알고리즘

용접선을 추적하기 위한 알고리즘은 그림3에 도시하였으며, 본 연구에 적용되는 맞대기 용접용 주판은 거의 직선으로 절단을 하게 되는데, 절단은 주로 가스절단을 하기 때문에 절단선이 검게 변할뿐 아니라, 맞댄 부분은 좁은 Gap으로 인해 좁고 긴 그림자 영역에 위치하게 된다. 따라서 CCD를 통하여 입력된 화상 중 검은 직선부분을 용접선으로 인식할 수 있다. 이러한 화상은 필터링을 거친 후, '그레이 레벨 연산(Gray level operation; 음영 연산)'과 '외곽선 추출 연산(바이너리 연산)'을 마친 후 두 연산 결과를 적당한 가중치를 두어 서로 더한다. 여기서 외곽선 추출은, 'I'개선인 경우 주위의 무늬(texture)에 의한 외란을 줄이고 선명한 용접선을 찾을 수 있게 해 주며, 'V'개선의 경우 개선 경계를 명확히 해 준다. 각종 연산을 통해 추출된 결과는, 가접이나 쉘링비드인 경우에는 사용할 수 없다. 이런 경우, 가접이나 쉘링비드에 의해 용접선이 보이지 않게 되므로 추출된 결과는 '믿을 수 없는' 결과일 것이기 때문이다. 그러면, 이러한 가접이나 쉘링비드는 어떻게 판단하는가? 본 실험에서는 추출된 결과가 다음의 3가지 경우에 가접이나 쉘링비드로 판단했다.

- ① 개선폭(Groove width)이 너무 좁거나 너무 넓다.
 - ② 예리값이 갑자기 커진다. 즉, $e(t) > \delta$
 - ③ Q 값이 너무 크거나 작다.

여기서, Q값은 화상의 Gradient의 총계 값으로, 선정방법이나 임계치는 실험적으로 구했다.

$$Q = \sum_{i=0}^N \left(\frac{f_i(x,y)}{\partial x} + \frac{f_i(x,y)}{\partial y} \right)$$

$f_i(x,y) : (x, y)$ 의 화소값

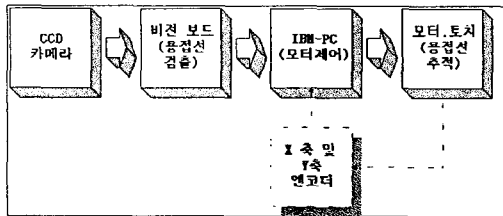


Fig.2 Block diagram of seam tracking system

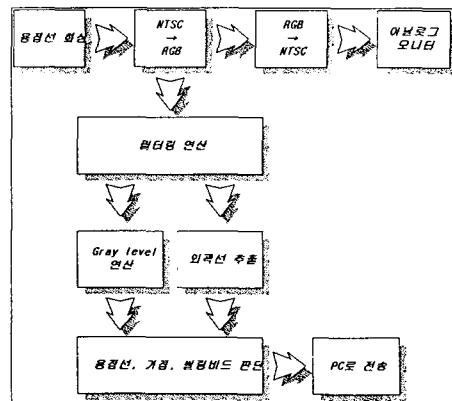


Fig.3 Block diagram for seam recognition

2.3 조명의 영향에 대한 연구

비전 시스템은 시각 시스템이므로, 조명의 영향을 크게 받는다. 실험결과에 따르면, 조명의 영향은 크게 두가지가 있다.

- ① 주위의 조도 : 용접선 판단의 정밀도가 저하
- ② 광원의 방향 : 용접선의 왜곡

주위의 조도는 유입되는 화상이 전체적으로 밝거나 전체적으로 어둡게 되는 것을 말하는 것으로, 주위의 조도가 너무 높거나 너무 낮아지게 되면, 용접선과 그 외의 부분의 경계선이 모호해져서 용접선 인식의 정밀도가 저하되게 된다.

또한, 그림4와 같이 광원의 방향이 미치는 영향과, 그림5와 같이 'V'개선이나 'I'개선에서 단차가 있는 경우에, 조명에 의한 그림자로 인하여 용접선이 왜곡되어 보여진다. 특히 24시간 계속적으로 행해지는 작업장에 사용될 경우 이에대한 문제는 중요한 문제가 된다.

이러한 조명의 영향을 줄이기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다.

- ① 조도의 영향을 줄이기 위하여 추적 초기에 입력된 전 화상(Full image; 512x512=256KB)에 대하여 전체적인 조도와 화소간의 차이를 검사하여 조도가 낮으면 높이는 방향으로 조도가 높으면 낮추는 방향으로 LUT(Look-up Table)을 조정하여 자동셋팅하였다.
- ② 비전 시스템을 광원의 방향을 알 수 없으므로, 광원방향의 영향을 줄이기 위하여 용접선 추적 초기 셋팅시 사용자의 수동 입력을 도입하여 광원의 영향을 받지 않도록 하였으며, 추적 진행 중에는 초기 셋팅한 값을 근거로 지속적인 추가와 변형을 통하여 광원의 영향을 줄이일 수 있었다.

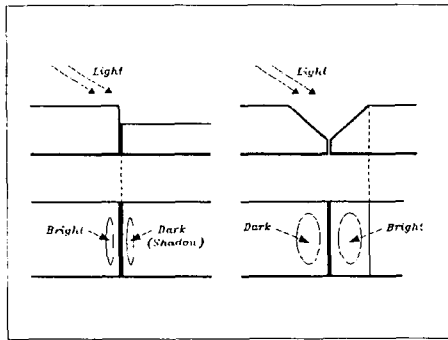


Fig4. Effect of light direction

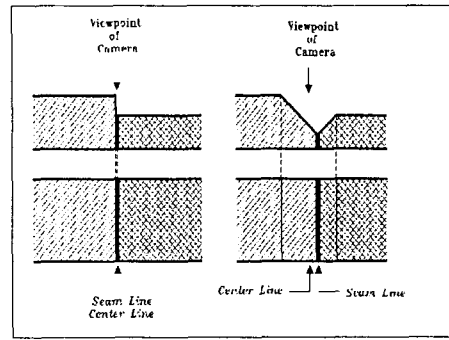


Fig.5 Seam distortion in gap of thickness

3. 결론

위의 시스템으로 길이 20M의 'I'개선된 철판을 100mm내에서 들어지게 둔후 추적과 용접실험을 실시한 결과, 추적오차는 $\pm 1\text{mm}$ 이내에서 양호한 결과를 낼 수 있었다. 그러나, 이러한 시스템은 갭량의 크기나 조명의 조건에 따라, 추적 정도에 큰 영향을 미칠수 있음을 알 수 있었으며, 이러한 비전 시스템은 복잡한 화상처리를 하기 때문에 화상을 처리하는 시간과 용접속도, 또는 주행방향에 대한 용접선의 기울기 정도에 따라 오차범위가 커짐을 알 수 있었다.