

레이저 비전 센서를 이용한 용접부 외관 검사에 대한 연구 A study of inspection by laser vision in welding

한양대학교 기계공학부 이희준, 성기은, 이세현

기아 자동차 오영근, 박현성

I. 서론

용접공정은 비교적 손쉬운 방법을 사용해 각종 구조물의 접합에 널리 적용되고 있다. 용접을 사용한 구조물은 이음의 형상이 자유롭고 그 구조가 간단하며, 이음의 두께에도 제한이 없는 장점이 있다. 그러나, 공정의 특성상 외부 조건의 변화에 따라 용접 품질이 쉽게 변하는 단점이 있다. 이와 같은 변화는 용접 구조물의 필요한 접합 성능과 용접 구조물의 사용성능을 만족시켜 주지 못하고, 용접 이음 파괴의 원인이 될 수 있다. 이처럼 용접부에 발생한 외관상 및 성능상의 불만족으로 보이는 각종 결함을 용접 결함이라고 하는데, 용접 공정에서 해결하기 어려운 문제점 중의 하나가 결함의 방지이다. 따라서 이 결함의 정확한 평가를 통해 그 해결책을 찾으려 하고 있다. 용접 결함에 대한 위치, 종류, 방향 등의 정량적 정보를 비파괴 시험을 통해 얻고 있다.

일반적인 X-ray와 같은 방법을 이용하여 용접부 내부의 기공이나 크랙을 검출하고 있다. 이와 같은 방법은 용접 후에 용접부의 한 부분을 대해 검사하고 다시 다음 부분의 검사를 수행하므로 많은 시간의 소모를 가지므로 생산현장에 적용하기에는 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 생산현장에서 효과적으로 적용 가능한 레이저 주사 빔을 이용한 레이저 비전 센서를 사용하여 용접부 외관의 형상으로부터 용접 비드 결함을 검출하는 방법을 제시하였다. 레이저 비전 센서를 이용하여 외관을 보는 것은 용접 공정 In-line중에 판단이 가능하고, 용이하게 외관의 검사를 할 수가 있으므로 실용성이 높다.

본 연구의 레이저 비전 시스템은 용접 비드의 표면에 레이저빔을 주사하여 그 정보를 화상카메라로 개측한다. 이 정보를 이용하여 용접 비드의 형상을 3차원으로 재형성하고, 이를 통해 용접부 결함을 판단하는 알고리즘을 개발하였다. 그리고, 효과적으로 용접공정에 적용할 수 있는 레이저 비전 시스템을 구현하였다.

II. 실험 장치 및 외관 검사 알고리즘

1) 실험 장치

본 연구에 사용된 레이저 비전 센서는 Fig-1)에서 보는 바와 같이 용접 표면에 주사되는 레이저광과 이를 검출하는 화상카메라로 구성된다.

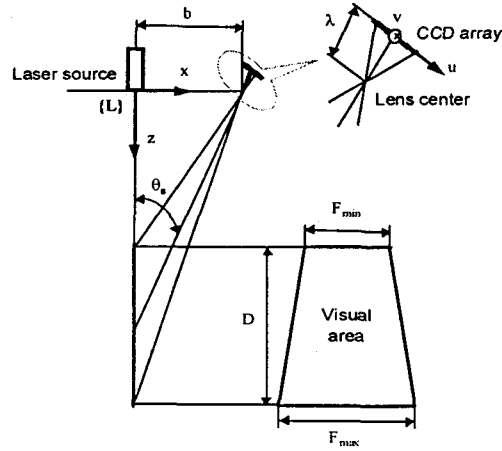


Fig-1. 레이저 비전 시스템

레이저 비전 시스템에서 얻어지는 Range data는 다음과 같은 식을 통해 얻어진다.

$$\begin{aligned}
 X &= 0 & D &= \frac{4b\lambda H}{4\lambda^2 \sin^2 \theta_s - H^2 \cos^2 \theta_s} \\
 Y &= \frac{-bv}{u \cos \theta_s + \lambda \sin \theta_s} & F_{\max} &= \frac{2bV}{2\lambda \sin \theta_s - H \cos \theta_s} \\
 Z &= \frac{-b(\lambda \cos \theta_s - u \sin \theta_s)}{u \cos \theta_s + \lambda \sin \theta_s} & F_{\min} &= \frac{2bV}{2\lambda \sin \theta_s + H \cos \theta_s}
 \end{aligned}$$

레이저 비전 시스템을 이용한 용접부 검사를 아크 용접한 시편과 레이저 용접한 시편에 적용하였다. 아크 용접한 시편은 표면 비드를 검출을 하였고, 레이저 용접한 시편은 이면 비드에 대해서 외관 검사를 실시하였다.

2) 용접 결함의 판단 기준

A. 아크 용접

아크 용접의 결함 판단은 표면 비드의 균일성을 기준으로 하였다. 표면 비드가 불규칙한 모양을 갖춘 위치와 그 불규칙 정도에 따라 결함의 종류를 판단하였다.

B. 레이저 용접

레이저 용접의 결함 판단은 이면 비드의 생성 여부, 균일성, Fluctuation을 기준으로 하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

레이저 비전 센서를 이용하여 용접 결함을 판단하는 경우, 비전 시스템을 통해 용접 비드

형상 데이터를 얻고, 이를 이용해 다시 비드 형상을 삼차원으로 재형성한다. 형성된 비드 정보를 통해 용접 결함의 위치와 종류를 빠르고, 정확하게 찾아내어 용접 품질 판단을 할 수 있다.

재형성된 3차원 비드 형상과 용접 결함의 위치, 종류를 판단하는 시스템은 Fig.2와 같다.

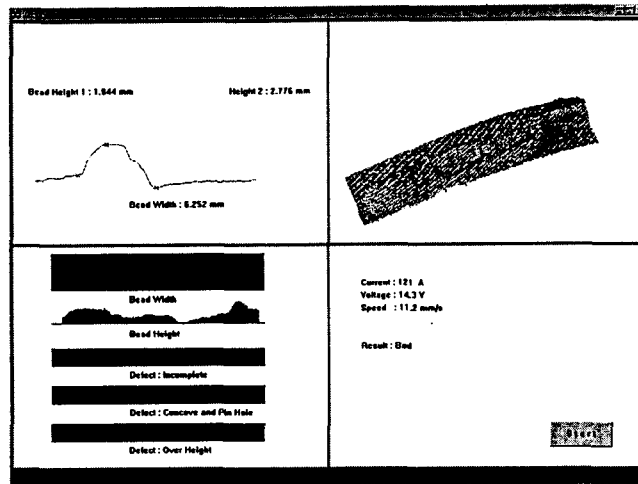


Fig-2. 용접 외관 검사 프로그램

IV. 결론

본 연구에서는 레이저 비전 센서를 이용하여 용접부 외관 검사를 실시 하였다. 용접 비드의 표면 데이터를 이용해 비드 형상을 3차원으로 형성하여 용접 결함을 찾는 알고리즘을 개발 하였고, 이 알고리즘을 통해 용접부 품질판단을 하였다. 이와 같은 결과를 용접부 외관 검사에 적용할 경우, 용접공정의 자동화와 용접공정이 필요한 분야의 생산성 향상에 크게 기여할 수 있을 것이다.

V. 참고 문헌

1. Z. Smati, D. Yapp, and C. J. Smith, " laser guidance system for robot" , Robotics welding, springer-Verlag, 1987
2. 조택동, 양상민, 전진환, " 비전센서를 이용한 용접선 자동추적에 관한 연구" , Journal of KWS, Vol. 16, No. 6 December, 1998
3. 박현구, 김명철, 김승우, " 슬릿광 3차원 형상측정에서 측정분해능 최적화를 위한 시스템 설계 및 카메라 보정, 대한 기계학회 논문집, vol.18, No.5, 1994
4. Servo robot Inc., " Bip-60 User' s manual" , Oxford, 1994
5. Pyunghyun kim, and Sehun Rhee, " Automatic teaching od welding robot for free-formed seam using laser vision sensor" . Optics and Lasers in Engineering, Vol.31, 1999