

IR 및 UV센서를 이용한 아크 용접 품질 모니터링에 관한 연구

A Study on On-line ARC Welding Monitoring using IR and UV sensor

윤 충 섭

한밭대학교, 생산가공전공

ABSTRACT : 이 논문에서는 아크 용접시 발생하는 IR신호와 UV호의 상호 관계를 알아보려고 레이저 용접진단에 사용되는 IR-UV 센서 모니터링 시스템을 적용하였다. 그 결과 IR신호 크기는 용접 폭에 관련이 있고, 펄스 형태의 UV신호는 IR신호 증가율이 임계값을 넘으면 나타나는 것을 알 수 있다.

1. 서 론

용접 공정은 제품 생산에 가장 중요한 요소 중에 하나이다. 이는 품질과 생산성에 직접 영향을 주어 기업의 부가가치 생산에 중요한 역할을 하고 있다. 특히 발달된 컴퓨터나 그에 버금가는 전용 프로세서의 개발로 저가, 소형화로 산업현장에 빠르게 적용되어가고 있다. 로봇이나 자동화 설비로 생산하는 경우에는 작업자가 직접 용접 품질을 감시할 수 없기 때문에 용접 품질을 모니터링하는 기술 및 장치의 중요성이 높아진다. 모니터링은 용접 후 샘플 검사를 벗어나 전 시편을 대상을 100% 용접 품질을 확인 할 수 있으므로 생산성, 경제성 측면에서 절대적으로 유리하다. 그러나 용접은 열원, 재질, 보호가스 등에 매우 복잡한 동적 특성과 물리 현상을 가지고 있어 선형적인 방법으로는 해석이 불가능하다. 이러한 비선형적인 요소들을 다양한 측정기술을 이용하여 공정에 필요한 알고리즘을 개발하는 노력을 경주하고 있다.

이러한 측정 변수로는 용접전류, 전압, 아크 광, 음향, 온도 그리고 영상 등이 있다. 용접현상의 복잡성 때문에 한 개의 센서로부터의 의존하여 모니터링을 하기 보다는 다중의 센서를 적용하여 모니터링 알고리즘을 개발하고 있다. 그중 대표적인 전압과 전류는 용접부의 강도 및 생산성에 중요한 인자이다¹⁻⁵⁾. 아크광은 용접시 방출하는 빛의 세기로 용접 결함을 찾아내는 방법이다⁷⁾. 반면 영상은 카메라를 이용하여 용접부의 폭을 측정하거나 적외선 카메라를 이용하여 용접부의 온도 분포 등을 측정하여 용접 품질을 예측하는 방법이다⁸⁻¹³⁾. 영상 처리방법은 고가의 하드웨어 및 소프트웨어가 필요하기 때문에 전압 및 전류를 측정하는 모니터링 방법을 주

로 사용하고 있다.

반면 레이저 용접에서는 기존 용접과 달리, 킥홀 동적 거동이 레이저 용접에 중요한 매개 역할을 하는 것으로 알려져 있는데¹⁴⁻¹⁶⁾, 킥홀에서 생성 소멸의 반복되는 과정에 발생하는 플라즈마와 열원의 열전달로 킥홀 주변에 생성되는 용융 풀에서 발생하는 광을 이용한 모니터링 기술이 발전되어 왔다. 용융풀에서 발생하는 신호는 주로 재료의 용융 및 응고 과정에서 발생하는 신호는 비교적 일정한 주기를 가지고 있는 반면에 킥홀 동적 거동에 의해 발생하는 신호는 매우 짧고 불규칙적이다. 적외선(IR)신호는 용접풀에서 발생하는 신호는 IR이고 대역폭은 약 0.72-1000 μm 범위에서 관찰되고, 자외선(UV)신호는 0.01-0.4 μm 대역폭으로 킥홀의 생성 및 용입 정도를 측정하는데 사용 된다¹⁷⁻¹⁹⁾

본 논문에서는 레이저 용접 모니터링으로 개발된 IR-UV 센서 시스템을 아크 용접시 발생하는 IR신호와 UV신호의 상호 관계를 알아보았다.

2. 개발된 모니터링 시스템

Fig. 1은 본 연구에서 개발된 시스템의 구성도를 나타내는데, 센서헤드, 백보드 그리고 DSP 보드로 구성되어 있다.

센서헤드(Fig. 2)에는 2개의 포토다이오드와 집속렌즈로 구성되어 있고, IR 센서의 대역폭은 0.8-1.8 μm 이고 UV센서의 대역폭 0.19-0.55 μm 이다.

백보드는 센서로부터 나오는 미세한 전류를 크게 할 수 있는 증폭단과 신호 앨리어싱(alising)을 방지하기 위한 저주파 필터 회로 구성되어 있다. 또한 백보드를 최

대 4개까지 병렬로 설치가 가능하여 8개의 포토다이오드 또는 다른 센서를 설치할 수 있도록 하였다.

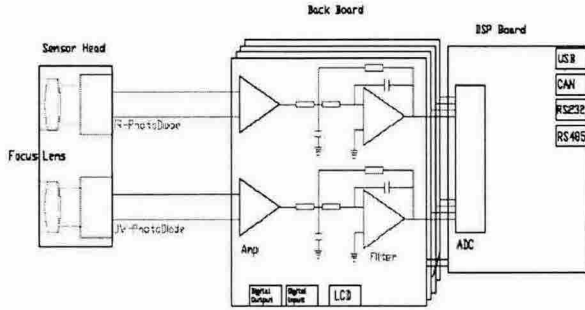


Fig.1 Schematic diagram of designed IR/UV monitoring system.



Fig. 2 IR & UV sensor header

DSP보드에서는 TI사의 TMS320LF2406을 사용하였고, 산업용 통신(SPI, CAN 2.0B, RS232C 등), 10비트 ADC, PWM, USB등이 포함되어 있다. 이 보드는 4층의 기판으로 제작하여 외부노이즈에 대한 영향을 최대한 줄이도록 하였다(Fig. 3).

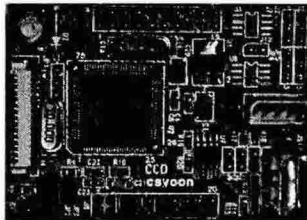


Fig. 3 DSP board (45mm x 60mm)

3. 실험 및 신호해석

본 연구에 사용된 용접기는 MIG/MAG 겸용의 펄스형이다. Fig. 6은 용접전류를 130A -> 90A -> 140A -> 80A로 변경하여 용접한 결과와 40kHz로 샘플링한 IR과 UV의 신호이다.

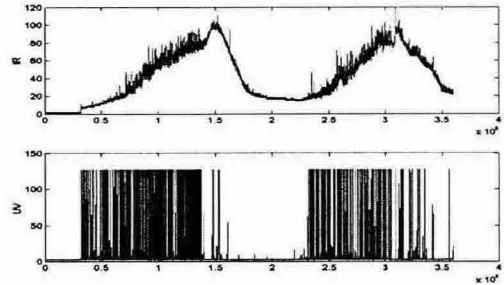


Fig. 4 IR and UV signals

Fig. 4에서 IR신호의 크기는 용접 폭에 비례하는 것을 보여준다.

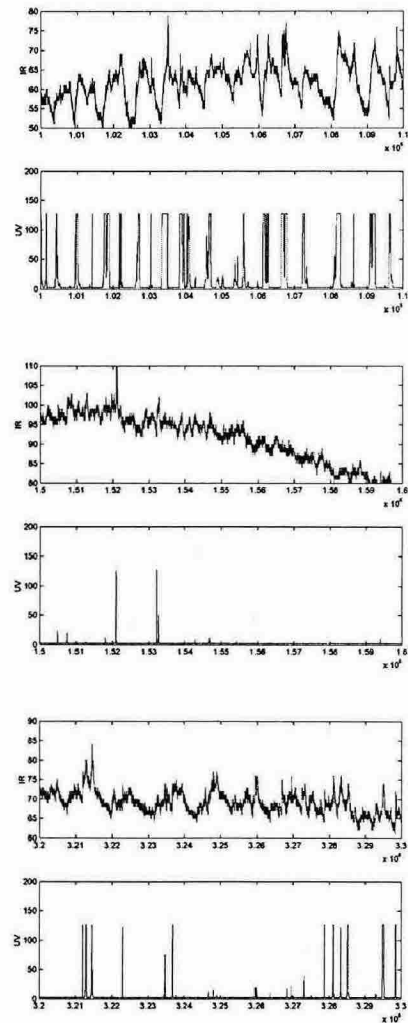


Fig. 5 IR and UV signals at 1, 1.5, 3.2x10⁵

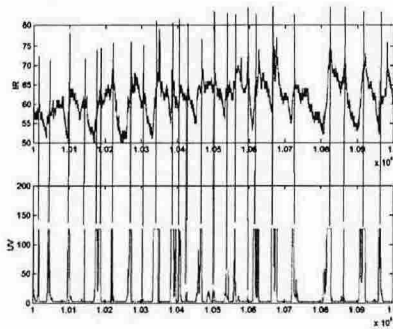


Fig. 6 Line up a point of UV pulse

Fig. 5는 1×10^5 , 1.5×10^5 , 3.2×10^5 에서 10^4 의 데이터를 나타내는데, UV가 펄스가 되는 지점에서 IR의 기울기는 증가하는 것을 알 수 있다(Fig. 6). 즉, IR의 증가율이 어느 값 이상이면 UV는 펄스 형태로 나타내는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

아크광의 IR신호와 UV신호의 상관관계를 알아보았다. 또한 IR신호의 크기는 용접 폭에 밀접한 관계가 있어 용입의 형태를 판별하는데 매우 유용한 도구가 될 수 있음을 알 수 있었다.

향후 IR/UV신호와 전류신호의 상관관계의 변화를 고려한 용접결합의 형태를 분석하면 실시간으로 보상할 수 있는 용접 자동화 시스템 개발에 적용할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. S. J. Na, H. S. Moon: Signal Processing Algorithm for Analysis of Welding Phenomena, J. of KWS, 14-4, (1996), 24-32, (in Korean).
2. Y.-J. Kim and etc. : A Study of Seam Tracking by Arc Sensor Using Current Area Difference Method, J. of KWS, 14-6, (1996), 466-474, (in Korean).
3. S. H. Cho, J. W. Kim : Monitoring and Adaptive Control of Arc welding Process by Using Electric Arc Signal, J. of KWS, 16-6, (1998), 7-16, (in Korean).
4. S.-M. Cho and etc. : Trends of Monitoring Technology for the Arc Welding Quality, J. of KWS, 18-4, (2000), 417-423, (in Korean).
5. J. M. Kim, C. D. Yoo : Weld Quality Assessment Method for Short-Circuit Mode in GMAW, International J. of KWS, 1-2, (2001), 1-6, (in Korean).
6. S.-M. Cho : Waveform Analysis for Quality Improvement of Arc Welding in Automobile Industries, J. of KWS, 21-7, (2003), 733-739, (in Korean).

7. T. D. Cho, S. M. Yang. : A Study on On-Line Quality Monitoring Using Arc Light in Gas Metal Arc Welding, J. of KWS, 18-4, (2000), 495-499, (in Korean).
8. K. Y. Bae and etc. : A Study on control of weld pool and torch position in GMA welding of steel pipe by sensing systems. J. of KWS, 16-5, (1998), 463-477, (in Korean).
9. J.-I. Lee, S.-H. Rhee : A Study of Inspection of Weld Bead Detects using Laser Vision Sensor, J. of KWS, 17-2, (1999), 115-122, (in Korean).
10. I.-S. Kim, and etc. : Development of Algorithm for Controlling Welding Bead Using Infrared Thermography, J. of KWS, 18-6, (2000), 726-732, (in Korean).
11. J. Lee and etc. : Measurement of GMAW Bead Geometry Using Biprism Stereo Vision Sensor, J. of KWS, 19-2, (2001), 200-206, (in Korean).
12. H.-J. Song : A Study on Seam Tracking and Weld Defects Detecting for Automated Pipe Welding by Using Double Vision Sensor, J. of KWS, 21-1, (2003), 60-65, (in Korean).
13. H. Lee and etc. : Inspection of Weld Bead using High Speed Laser Vision Sensor, International J. of KWS, 3-2, (2003), 53-59, (in Korean).
14. E. Beyer, and etc. : Plasma Fluctuation during Laser Machining with cw-CO₂-Laser, SPIE, 801, High Power Laser, (1987), 178-184.
15. W. Gatzweiler and etc. : On-line Plasma Diagnostics for Process Control in Welding with CO₂ laser, SPIE, 1020, High Power CO₂ Laser Systems and Applications, (1988), 142-148.
16. W. Gatzweiler and etc. : Model of Dynamic Behaviour in Laser Beam Welding, SPIE, 1132, High Power Laser and Laser Machining Technology, (1989), 157-167.
17. K.-D. Lee: Quality Monitoring System for Tailored Blank Welding, J. of KWS, 18-1, (2000), 293-301, (in Korean).
18. J.-D. Kim: Fundamental Study on the Weld Defects and Its Real-time Monitoring Method, J. of KWS, 20-1, (2000), 26-33, (in Korean).
19. S. Y. Bang: Process Monitoring in Laser Welding with Photodiodes, Proceeding of Korea Society of Precision Engineering, (1996), 474-478, (in Korean).