

IMU센서 기반 3차원 용접토치 방향 및 이동속도 측정 시스템에 관한 연구

김원열*, 서동환**

*한국해양대학교 전기전자공학과

**한국해양대학교 전자전기정보공학부

e-mail : kwy00@kmou.ac.kr

A study on Welding Torch Orientation and Speed Estimation System based on IMU Sensor

Won-Yeol Kim*, Dong-Hoan Seo**

*Dept of Electrical and Electronics Engineering,

Korea Maritime and Ocean University

**Division of Electronics and Electrical Information Engineering,

Korea Maritime and Ocean University

1. 연구 필요성 및 문제점

아크 용접은 방전을 통해 전극 사이에 아크를 발생시켜 그 열에 의해서 용작부를 녹이는 용접으로써 대형 항공기, 자동차 제조, 선박 건조, 건축 등 다양한 분야에서 제품의 제조, 수리, 보수 등을 위해 필수적으로 요구되는 기술이다. 이와 더불어 용접 공정에서 용접품질을 향상하고 실시간으로 확인 및 빠른 대처를 위하여, 각 용접 프로세스에 다양한 센서 등을 사용하여 실시간으로 계측 및 결과 분석을 통해 용접부의 품질을 예측, 평가 관리하는 기술인 실시간 용접 모니터링 시스템에 대해 많은 연구가 되고 있다. 실시간 용접 모니터링 시스템은 현재 입열량을 확인하기 위하여 주로 용접의 전류나 전압 파형과 펄스 주파수를 통해 용접의 품질을 실시간으로 판단한다. 하지만 입열량은 전류와 전압뿐만 아니라 토치의 방향과 이동속도도 중요한 파라미터이다. 부적절한 토치 조작으로 인해 슬래그 혼입, 언더컷, 오버랩, 용입불량 등 다양한 용접 결함이 발생할 수 있다[1].

따라서 본 연구에서는 실제 수동 아크 용접 공정에서 실시간 모니터링이 가능하도록 IMU센서 기반 3차원 토치 방향 및 이동속도 측정 시스템을 제안한다.

2. 연구내용과 방법

IMU 센서를 이용한 이동속도측정은 가속도센서를 활용하여 가능하나, 고가의 고정밀 센서가 아닌 센서는 내재적 오차로 인하여 누적오차가 발생하게 되어 측위가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 누적오차를 최소화하며 정밀측위가 가능하도록 IMU 센서기반 Denavit-Hartenberg 방식을 활용하여 3차원 토치 방향 및 이동속도 운동학 모델링을 설계한다. 또한, IMU 센서를 이용한 방향 측위시 발생하는 각속도 및 가속도 센서에서 발생하는 오차를 개선하기 위해 칼만필터를 설계한다. 각 관절에 해당하는 축에 따라 Denavit-Hartenberg 식은 기본변환행렬로써 식(1)과 같으며,

$$T_i = \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i\cos\alpha_i & \sin\theta_i\sin\alpha_i & a_i\cos\theta_i \\ \sin\theta_i & \cos\theta_i\cos\alpha_i & -\cos\theta_i\sin\alpha_i & a_i\sin\theta_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

θ_i 는 이전 축 사이의 각도, d_i 는 이전 축 사이의 거리, α_i 는 다음 축 사이의 각도, a_i 는 다음 축사이의 거리를 의미한다. 7축으로 설계하여 좌표계를 설정하여 팔을 모델링한다.

3. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 실제 수동 아크 용접 공정에서 실시간 모니터링이 가능하도록 IMU센서 기반 3차원 토치 방향 및 이동속도 측정 시스템을 제안하였다. 입열량을 측정하기 위해서 기존의 전류와 전압 측정뿐만 아니라 토치의 방향 및 이동속도 측정이 가능하도록 함으로써 토치의 조작으로 발생할 수 있는 용접결함을 실시간으로 해결이 가능할 것으로 판단된다. 향후 개발된 시스템은 용접 모니터링 시스템에 활용가치가 산업적으로 상당히 높을 것으로 판단되며, 용접 토치의 방향 및 이동속도에 따른 용접결함을 분석하여 전류, 전압 측정에 따른 시스템의 분석을 융합하여 실시간 판별이 가능한 시스템을 설계하고자 한다.

후기

“이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기본연구지원사업의 지원을 받아 수행된 기본연구임(No.2016R1D1A1B03934812)”

참고문헌

[1] W. Zhang, J. Xiao, H. Chen, and Y. Zhang “Measurement of three-dimensional welding torch orientation for manual arc welding process,” Measurement

Science and Technology, Vol. 25, No. 3, pp.
035010-031527, 2015.