

로봇 레이저용접을 위한 캐드캠 인터페이스에 관한 연구

Study on CAD/CAM Interfacing for Robot based Laser Welding

강희신*, 서정*, 김정오*, 박경택*, 조택동**

* 한국기계연구원 지능생산시스템연구본부

** 충남대학교 기계설계공학과

ABSTRACT Laser welding technology for automobile body is studied. Laser system, robot and seam tracking system are used for 3D laser welding system. The laser system is used 4kW Nd:YAG laser(HL4006D) of Trumpf and the robot system is used IRB6400R of ABB. The seam tracking system is SMRT-20LS of ServoRobot. The welding joints of steel plate are butt and lap joint. The 3 dimensional laser welding for non-linear pipe welding line is performed.

1. 서 론

본 연구에서는 자동차 제조용 지능로봇 시스템에서 가장 필요로 하는 핵심기술인 자동차 차체 레이저 용접기술과 더불어 차체 레이저 용접로봇 적용/응용의 핵심기술인 로봇 path generation 기술, 3차원 용접 자세 제어 기술, CAD/CAM 인터페이스 기술 등에 관하여 연구를 수행하였다. 산업현장에서 로봇을 이용하여 자동 공정을 실현할 때 일반적으로 계획된 로봇 경로를 미리 작업자가 로봇에게 교시(teaching)하여 일련의 작업이 진행 된다. 용접하고자 하는 대상의 용접 경로가 단순할 경우에는 앞서 언급한 교시 작업이 쉽지만 복잡한 용접경로를 갖는 대상물의 경우에는 많은 시간과 시행착오가 필요하다. 특히, 항상 수직으로 빔이 조사되어야 하는 레이저 용접의 특성 상 비선형 형태의 용접물의 경우에는 작업자가 용접면에 수직이 되도록 로봇을 교시하는 작업이 대단히 어려운 작업이 된다. 이러한 어려움을 CAD 데이터를 이용하여 문제점을 해결하고자 하였다. 차체의 CAD 데이터로부터 CAD/CAM 인터페이스 기술을 이용하여 3차원 데이터를 추출하여 로봇 path를 생성하는 일련의 공정과 방법에 대하여 연구를 하였다.

자동차 설계 및 생산방식이 새롭게 개발되면서 자동차 차체 용접에 주로 사용되고 있는 저항 점 용접은 저항 점용접기의 기하학적 구조와 용접특

성으로 인해 적용범위가 한정적이며, 용접효율이 낮음에 따라 경제적·기술적으로 새로운 공정이 요구되고 있다. 자동차의 경량화, 안전도 향상, 생산성 향상을 달성하기 위하여 차체 레이저 용접기술이 자동차 생산공정의 여러 분야에 적용되고 있다. 선진국에서는 기존의 저항 점용접의 차체 접합공정을 레이저 용접으로 대체하여 차체 경량화 및 생산성 향상을 달성하고 있고 국내 자동차 업계에서도 고효율 Nd:YAG 레이저와 6축 로봇을 접목한 3차원 대량 용접 생산기술 개발을 하고 있다.

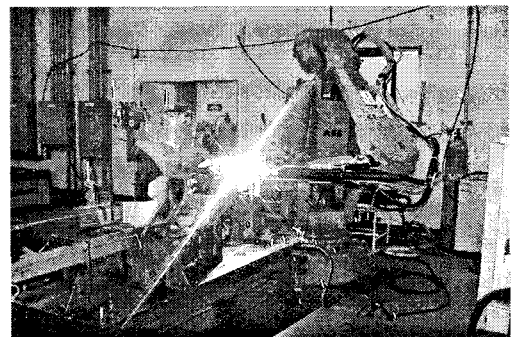


Fig. 1 Laser welding robot system

2. 실험 방법

2.1 용접 부품의 3D 형상 데이터 추출

현재 로봇 및 수치제어 공작기계 분야에서 로봇이나 NC 공작기계는 주어진 용접, 도장 및

가공 작업을 하기 위해서는 주어진 작업 종류에 따라 여러 가지 용접 동작을 하여야 하는 데, 여기에 필요한 정확한 작업 동작을 작업자에 의해 만들어져야 한다. 현재 일반적으로 작업자가 가장 많이 사용하는 방법은 공작물과 공구 사이의 기하학적 관계를 직접 만들어 주는 방법 즉, 티칭 펜던트(Teaching Pendant)를 이용하여 작업경로를 생성하는 것이다. 최근 NC 공작기계나 로봇 시스템 분야에서 OLP(Off Line Program)를 이용하여 작업경로를 생성하는 방법을 도입하여 활용되고 있지만, 대부분의 경우가 2차원 작업 경로에 적용되고 있으며, 특히 3차원 로봇 작업동작에 대한 경로 생성에 관한 연구는 이루어지고 있으나 현장에 적용되는 사례는 그리 많지 않다. 이러한 어려움을 개선하기 위하여 CAD/CAM 인터페이스 기술을 이용하여 차체의 CAD 데이터로부터 3차원 데이터를 추출하여 로봇 path를 생성하고자 하였다.

제작하였다. 일반적으로 기계 부품이나 자동차 부품은 용접 작업을 요구하는 용접선의 형태가 매우 복잡한 경우가 많다. 용접선은 파이프에 3차원 형상으로 원형 파이프 상에 형성되어 있다.

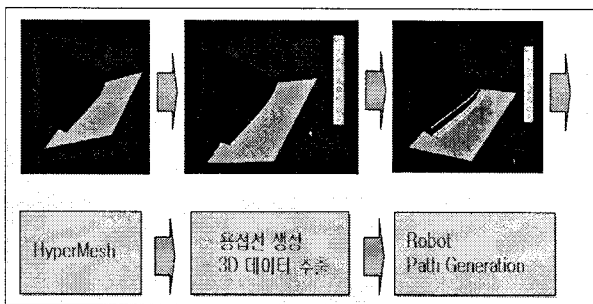


Fig. 2 3D data abstraction process

그림 2는 용접부품의 3차원 형상 데이터를 추출하는 과정을 보여주고 있으며, 그 과정은 다음과 같다.

- (i) CATIA V5 사용하여 용접 부품 모델링
- (ii) 두개의 Surface가 교차하는 형상의 모델 생성 - 용접선
- (iii) 용접선에 대한 평행선 생성
- (iv) HyperMesh를 이용 3개의 평행선에 대한 3D 형상 데이터 추출

2.2 3D 형상 로봇 경로 생성

본 연구는 경로 생성의 알고리즘 개발 단계이므로 비교적 형상이 단순하고 모델링 및 제작이 비교적 쉬운 파이프 타입 형상의 부품을 선택하였다. 그래서 용접작업 경로생성에 대한 실험을 위해 용접 부품 샘플을 그림 3과 같이 별도로

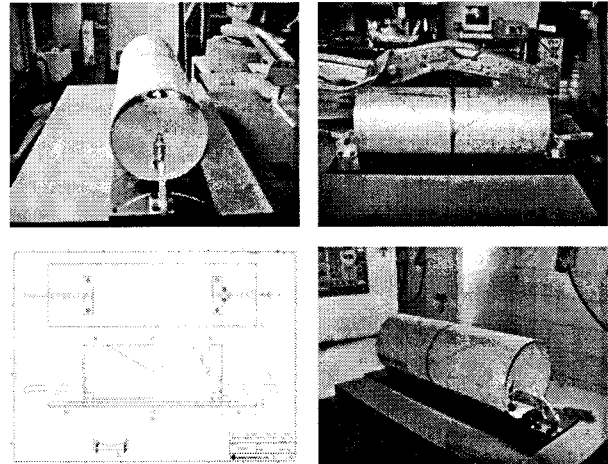


Fig. 3 Pipe specimens for 3D data

실제 CAD 좌표계와 설치된 용접 부품의 좌표계가 차이가 있으나 여기서는 수학적 유도 과정을 간략화 하기 위해 동일하게 본다. 일반적으로 CAD 도면에 따라 제작된 용접 부품을 작업대에 고정하고, 용접 작업을 시작하게 된다. 용접 부품에 생성된 용접 경로의 3차원 CAD 좌표계 데이터와 이에 인접한 3차원 곡선에 대한 3차원 CAD 좌표계 데이터는 로봇 좌표계로 모두 좌표계 변환이 이루어져야 한다. 이것은 로봇이 로봇 좌표계로 되어 있는 좌표계 데이터에 의해 작업 동작을 하기 때문이다.

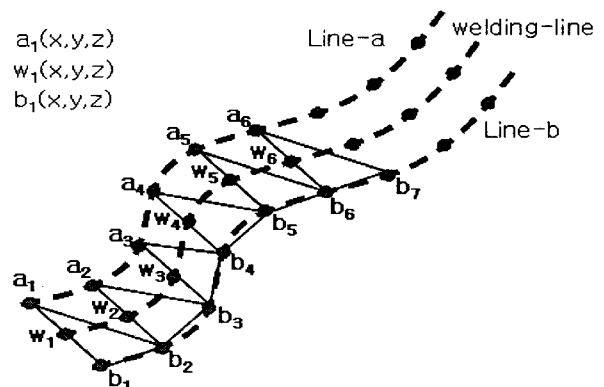


Fig. 4 Welding line and parallel lines

CAD 좌표계와 로봇좌표계 사이의 관계를 알기 위해 그림 4와 같이 용접선과 인접한 평행선에 대한 좌표계를 정의한다. CAD 좌표계에서

Line A 상의 점들을 $(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, \dots)$ 라 하고, Line B 상에 대한 점들의 좌표를 $(b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, \dots)$ 라고 할 때, CAD 좌표계(Workpiece)에서 로봇 좌표계의 좌표계 변환은 각 축에 대한 회전(Rotation)과 각 축에 대한 평행 이동(Translation)으로 이루어진다.

본 연구에서는 로봇과 용접 부품 사이의 위치 관계를 가능한 단순화하기 위해 로봇과 용접 부품 사이에서 회전과 평행 이동이 없는 것으로 하여 로봇의 경로, 즉 End-effector의 동작 궤적을 계산하였다. 이러한 결과를 그래프로 표현된 것이 그림 5와 같다. 실제 로봇 시스템에 적용할 경우 정확한 작업경로를 얻기 위해 로봇과 용접 부품 사이의 정확한 기하학적 관계를 찾을 필요가 있다. 또한, 공구가 갖는 부가 축에 대한 기하학적 제한 사항을 고려하여야 한다.

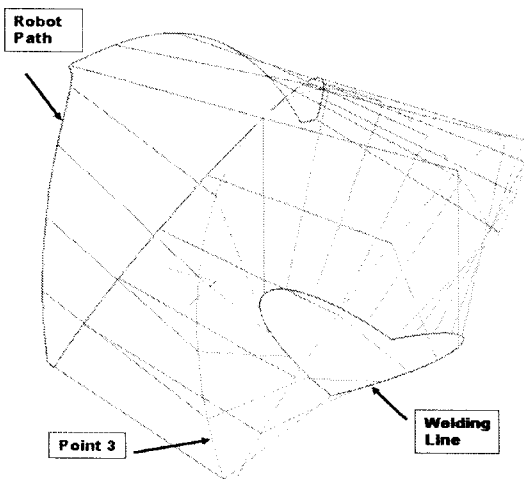


Fig. 5 Robot path generation

2.3 로봇 path를 이용한 레이저 용접

4kW급 Nd:YAG 레이저와 로봇의 인터페이스를 토대로 3차원 레이저 용접 시스템을 구축하고, 레이저 용접 시스템의 기초 성능시험 및 평가를 수행하였다. 그림 6은 본 연구를 통하여 구성된 3차원 레이저 용접시스템이다. 레이저 발전기는 TRUMPF사 4kW급 Nd:YAG(HL 4006D) 레이저이며, 로봇은 ABB사의 IRB 6400R을 활용하였다. 일련의 과정을 통해 생성된 로봇 경로를 로봇제어기에 전송하여 로봇이 파이프 상의 3차원 용접선 경로를 따라 용접을 수행하였다. 용접 path 생성 소프트웨어에 의해 계산된 로봇 경로는 도면상의 원점을 기준으

로 계산된 값이다. 즉 이 계산된 로봇 경로를 실제 사용하기 위해서는 로봇의 Base좌표와 물체가 놓인 위치를 보정해 주어야 한다.

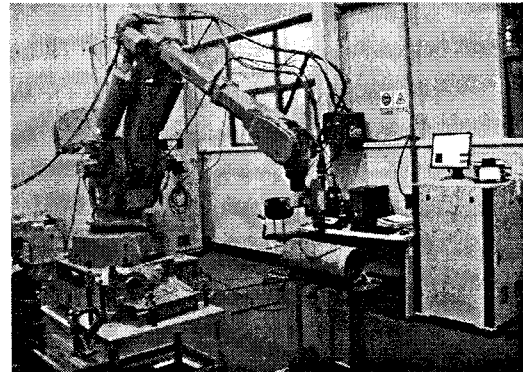


Fig. 6 Laser welding test using generated robot path

4. 결 론

차체의 레이저 용접 시 로봇 경로 생성을 위하여 작업자가 티칭 펜던트(Teaching Pendant)를 이용하여 작업경로를 생성하는 트라이-앤-에러(Tray and Error) 방식의 문제점을 개선하고자 CAD 데이터를 이용한 로봇 경로 생성에 관하여 연구를 하였다. CAD/CAM 인터페이스 기술을 이용하여 3차원 데이터를 추출하여 로봇 경로(path)를 생성하였고, 4kW급 Nd:YAG 레이저 및 로봇과의 인터페이스를 토대로 3차원 레이저 용접 시스템을 구축하여 레이저 용접 시스템에 대한 성능시험 및 평가를 실시하였다.

후 기

본 연구는 산업자원부에서 지원한 성장동력사업의 연구비로 수행되었습니다. 감사드립니다.

참고문헌

1. F.Coste et al : A Rapid Seam TRacking Device for YAG and CO₂ High Speed Laser Welding, Proc. ICALEO 85, (1998), 217-223
2. T. Eimermann : Hem Flange Laser Welding, 25th ISATA Symposium, No. 921089, Florence Italy, (June 1992)
3. Z. Abermen : Doors and Hoods Laser Welding Replace Gluing or Spot Welding, 25th ISATA Symposium, No. 921025, Florence Italy, (June 1992)