

차체 레이저 용접 로봇 OLP 적용기술 개발

Application of Off-line programming on laser welding robot in car body

현대자동차 생산기술개발팀
김기순, 이희범, 장인성, 정창호

1. 서론

레이저 용접은 용접속도, 강도 및 외관 등의 여러 측면에서 아크 및 저항 점 용접법에 비해 장점을 가지고 있다. 때문에, 많은 산업 현장에서 이 기술의 적용을 위한 연구를 활발히 진행하고 있으며 특히, 자동차 회사를 중심으로 차체 조립 라인에서 6축 다관절 로봇을 이용한 레이저 용접 시스템이 적용되고 있다.

그러나, 레이저 용접은 저항 점 용접에 비하여 티칭 포인트(Teaching point)가 많으며 로봇의 위치 및 자세가 용접 품질에 큰 영향을 미친다. 그러므로, 온라인 티칭(On-line teaching)을 통해 레이저 용접 작업 로봇 프로그램을 제작 하는 것은 오랜 시간이 필요하다. 따라서, 이러한 문제점을 효과적으로 해결 할 수 있는 해결 방안이 요구된다.

본 연구에서는 레이저 용접 로봇 OLP(Off-line programming) 적용을 통한 선행과 양산의 동시 공학적 개발 프로세스를 구축하여 생산 준비 시간을 단축하고, 레이저 용접 품질 확보 시간을 단축하고자 하였다. 또한, 향후 레이저 용접 기반 라인 구축을 위한 오프 라인 프로그래밍 프로세스를 구축 하고자 하였다.

II. 레이저 용접 로봇의 OLP (Off-line programming)

1. 레이저 용접 모델 라인 구축

레이저 용접 차체 모델 라인의 구축을 위하여 생산 라인에 필요한 각종 틀과 Jig & fixture, 대차 등 구조물을 포함하는 생산 자원들의 2D 및 3D 데이터를 확보하고 각종 생산 장치들의 기구학식을 정의하여 데이터베이스를 구축하였다.

그리고, 이를 이용하여 가상 작업장을 구축하고 각종 생산 장치들을 작업장 내에 배치 하였다. 또한, 로봇에 대한 작업장의 작업 시나리오, 작업량 검증, 각종 생산 장치들의 동작 검증 및 수정을 수행 하였다.

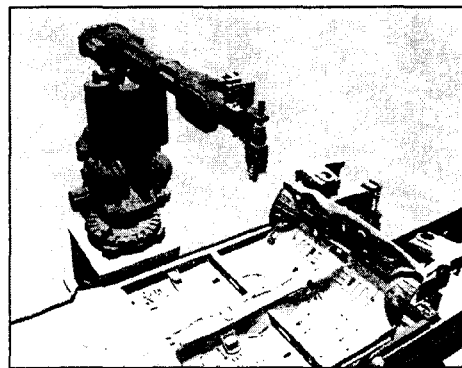


Fig. 1 정밀 가상 작업장 제작 예

2. 캘리브레이션 수행 및 정밀 가상 작업장 제작

OLP(Off-line programming)기술을 이용한 로봇 작업 프로그램의 현장 적용이 가능하게 하기 위해서는 가상 공간 상에서 로봇이 작업한 내용을 현장의 로봇도 동일하게 작업할 수 있어야 한다. 그러나, 로봇을 비롯한 현장의 생산 설비들은 수mm ~수십mm의 설치 및

제작오차를 가지고 있어 도면과 동일하게 모델링 한 가상 공간의 생산 설비와는 오차가 발생할 수 밖에 없다. 따라서, 현장 측정과 수학적 계산 과정을 통하여 가상 공간의 생산 설비를 현장과 동일하게 맞추어 주어야 한다.

이러한 작업을 캘리브레이션(Calibration)이라 하며 레이저 트래커 (Laser tracker) 측정 장치를 이용하여 작업을 수행하였다. 그리고, 캘리브레이션 결과 데이터를 이용하여 레이저 용접을 위해 모델링된 생산 설비의 모든 구성 요소들을 통합하여 정밀 가상 작업장을 구축하였다. Fig.1에 레이저 용접 공정의 정밀 가상 작업장 제작 예를 나타내었다.

3. 시뮬레이션을 통한 공정 검증 및 수정

캘리브레이션 작업을 통해 얻어진 정밀 가상 작업장에서 레이저 용접 설비들의 각종 검증 및 수정을 통하여 설비 레이아웃, 보고대 사양 및 옵틱 헤드의 장착 방향 등을 결정하고 설비의 설치 과정에서 발생할 수 있는 오류를 최소화 할 수 있었다.

그리고, 설치 및 시운전 과정에서 발생하는 문제점을 정밀 가상 작업장에 반영하여 검토 함으로서 단시간 내에 조치가 가능했다. 또한, 이를 이용하여 레이저 용접점에 대한 작업성을 검토 하였으며, Fig.2와 3에 공정 레이아웃 검토 및 로봇트 보고대 사양에 대한 검토 예를 나타내었다.

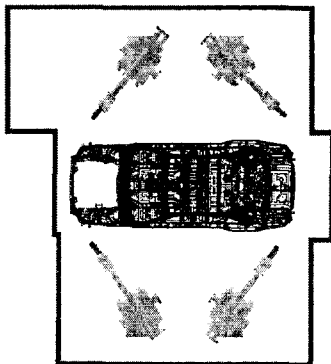


Fig. 2 공정 레이아웃 검토 예

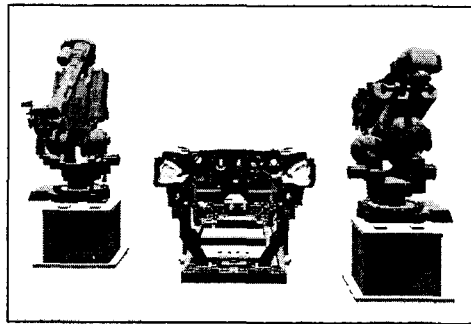


Fig. 3 로봇트 보고대 사양 검토

4. 레이저 용접 OLP 적용 기법 표준화

상기 절차에 의해 제작된 설비 레이아웃 및 톨을 기준으로 레이저 용접점의 오프 라인 프로그래밍(Off-line programming)을 수행 하였으며, 생성된 로봇트 프로그램을 현장에 적용하였다.

그 결과로서, 오프 라인 (Off-line) 및 온 라인(On-line)의 연계를 통하여 레이저 용접을 위한 OLP (Off-line programming) 적용 프로세스 확립 및 표준화가 가능 하였으며, 향후 차종 적용 시 생산 준비 기간 단축 및 비용 절감을 예상 할 수 있었다.

Fig.4에 오프 라인 프로그램으로

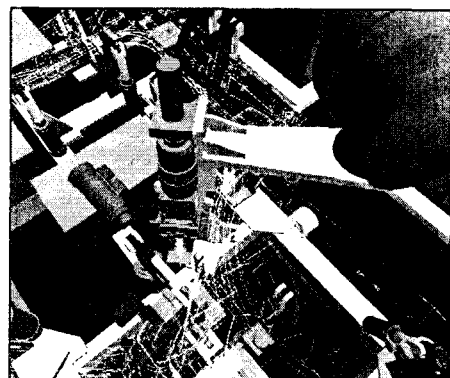


Fig. 4 시뮬레이션을 통한 작업성 검토 예

작업성을 검토한 예를 나타내었으며 Fig. 5에 레이저 용접점의 티칭 작업 예를 나타내었다.

III. 문제점 및 개선 방향

1. 광케이블 거동의 시뮬레이션

본 연구에서 사용된 레이저 용접 4.0kW급 Nd:YAG 레이저로서 발전기에서 생성되는 레이저가 광케이블을 통해서 이송되고 광케이블이 용접 헤드에 접속 되므로 서 최종적으로 피용접물에 레이저가 도달하여 용접이 된다.

따라서, 로봇의 모션에 따라 거동하는 광케이블의 처짐이나 운동식, 케이블의 꼬임을 예측하는 것이 매우 중요한데, 이러한 광케이블의 운동 특성을 시뮬레이션에 적용시키기는 매우 어렵다.

이러한 문제를 극복하기 위해서 시뮬레이션에서 작성된 로봇 프로그램은 온 라인(On-line) 에서 수정하는 단계를 거쳤으며 그 결과를 다시 오프 라인에 적용 시키므로 서 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

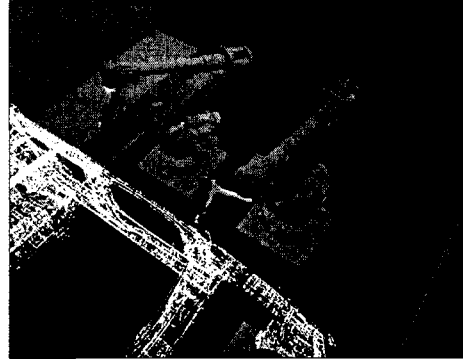


Fig. 5 레이저 용접점 오프 라인 티칭 예

2. 위치 오차 발생

오프 라인 프로그램을 로봇에 적용시켜 프로그램을 구동시켰을 때 약2~5mm의 위치 오차가 발생하였다.

이러한 오차 발생의 원인으로서는 세 가지를 생각 할 수 있는데, 차체의 조립공차, 생산 설비들의 조립오차 그리고 캘리브레이션 수행시 발생할 수 있는 캘리브레이션 오차 등을 들 수 있다.

따라서, 양호한 용접품질을 얻기 위하여 정밀한 티칭이 요구되는 레이저용접의 특성상 온라인에서 미세 티칭 작업이 요구되어 졌다.

IV. 결론

차체 레이저 용접 공정에 오프 라인 프로그래밍(Off-line programming)을 적용 함으로서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 정밀 가상 작업장에서의 레이저 용접 공정 및 장치들의 각종 검증, 수정 작업을 수행하여 실제 현장에서 발생할 수 있는 설계 및 설치 과정에서의 오류를 최소화 할 수 있었다.
2. 오프 라인 시뮬레이션을 수행하여 로봇 프로그램을 작성함으로써 작업성을 향상시킬 수 있었으며 온라인(On-line)에서 로봇 티칭 시간을 단축할 수 있었다.
3. 레이저 용접을 위한 오프 라인 프로그램의 프로세스 구축 및 표준화로 향후 차종의 생산 준비 기간을 단축할 수 있는 토대를 구축 할 수 있었다.

V. 참고 문헌

1. R.P.Paul : Robot Manipulator, Mathematics, Programming and Control, The MIT Press, Cambridge.(1981)
2. J.Crag : Introduction to Robot Mechanics and Control, Addison Wesley. (1996)
3. 범진환 : 아크 용접 로봇의 오프라인 프로그램응용을 위한 효과적인 캘리브레이션 방법 연구, 한국정밀공학회지, 제13권 (1996)
4. 박현성, 이상원, 이창연, 신현일 : 오프라인 프로그래밍을 이용한 자동차 용접로봇의 정밀티칭, 대한용접학회지, 제21권 7호 (2003)