

LaserWel: 레이저용접 모니터링 및 용접불량 분석 시스템

A Laser Welding Process Monitoring & Fault Classification System



LaserWel: 레이저용접 모니터링 및 용접불량 분석 시스템 (A Laser Welding Process Monitoring & Fault Classification System) 은 실시간 레이저 용접 공정에서 발생하는 물리적 용접 신호를 이용하여 작동됩니다. 기존의 수학적 모델 기반 고장진단 시스템과 달리 본 시스템은 이전의 모니터링 데이터를 이용하여 용접 불량 패턴 및 확률을 분석함으로써 사용자가 좀 더 쉽게 소프트웨어를 작동할 수 있습니다.

수집된 용접 신호 모니터링 데이터를 다양한 불량 검출 알고리즘으로 선행 학습 시킨 후, 학습된 정보를 이용하여 실시간 레이저 용접 모니터링에 사용 할 수 있습니다.

용접 공정 및 용접 불량 검출 학습 정보를 프로젝트화 함으로써, 실제 공정 및 실험에서 이전에 사용했던 설정들을 빠르게 재사용 가능합니다.

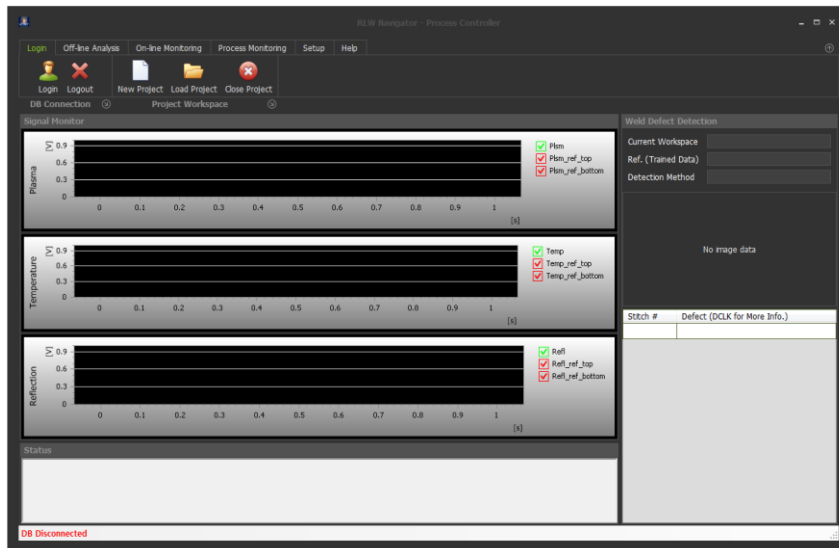
시스템 구성

- 모니터링 프로젝트 생성 및 관리 (Monitoring project files)
- 오프라인 용접 불량 분석 (Offline weld defect analysis)
- 실시간 용접 불량 검출용 알고리즘 학습 프로젝트 생성 및 관리 (Training project files for online weld defect detection)
- 온라인 용접 공정 모니터링 (Online weld process monitoring)
- 각 용접 결과 별 세부 분석 그래프 (Specified weld process analysis graphs)
- 실시간 용접 변수 제어 (Online weld process parameter adjustment)

UNIST System Design & Control Engineering

Smart Factory Lab

E902, Engineering Building 1(104)
UNIST-gil 50
Ulsan, Republic of Korea
689-798
P: +82 052 217 2713
E: dykim@unist.ac.kr
sf.unist.ac.kr



메인 화면

RLW Navigator – Process Controller 의 메인 화면은 좌측의 그림과 같으며, 실시간 용접상황 모니터링 및 불량 검출을 위해 다양한 기능을 제공하고 있습니다. 또한 용접 시 발생하는 용융풀의 온도, 플라스마 세기, 그리고 레이저 반사광의 세기를 실시간으로 확인 할 수 있습니다.

실시간 용접공정 모니터링을 위해서는 프로젝트 파일을 생성하고, 상황에 맞는 불량 검출 알고리즘을 선택 및 학습하여야 합니다. 프로젝트 파일 생성 및 용접 신호 저장을 위해서는 분석을 위한 모니터링 데이터 베이스(MySQL– MariaDB)연동이 필요합니다.

모니터링 프로젝트 파일 생성

용접 신호 모니터링 및 불량 검출 시스템에서 최상위 개념인 모니터링 프로젝트를 생성합니다. 이 프로젝트는 프로젝트 이름, 용접하는 파트의 이름, 생산 날짜, 용접부의 사진을 저장 및 관리합니다.

현재 생성된 프로젝트와 불량검출 알고리즘 학습 결과 및 실시간 용접 모니터링 결과가 연계되어, 이후 총 공정 결과를 확인하거나 불량 분석을 하는 경우에 보다 쉽고 체계적으로 관리 할 수 있습니다.



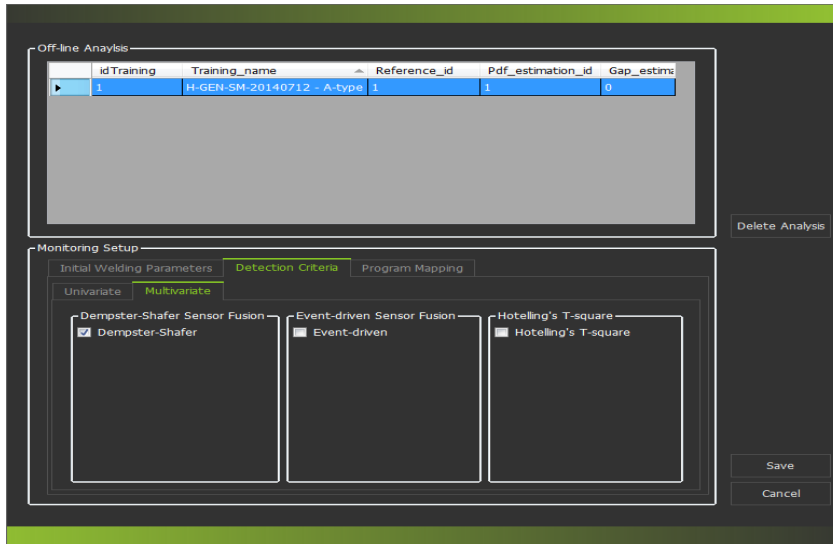
용접 불량 검출 알고리즘 학습 (Training)

실시간 용접 공정 모니터링(불량검출)을 위해서는 이전에 선행된 용접 신호들을 이용하여 프로그램을 학습시키고 학습된 데이터를 이용하여 실시간 용접 모니터링에 선택적으로 사용합니다.

프로그램의 학습에는 이전에 수집했던 데이터를 데이터베이스 또는 외부 파일(txt, csv)에서 불러올 수 있습니다. 또한 다양한 용접 불량 검출 알고리즘을 제공함으로써 상황에 맞는 불량 검출 알고리즘을 선택할 수 있습니다. 제공되는 불량 검출 알고리즘은 다음과 같습니다.

- 단일 센서(Univariate)를 이용한 용접불량 검출 학습
 - ✓ Reference curve 생성
- 다수 센서(Multivariate)를 이용한 용접불량 검출 학습
 - ✓ 확률분포와 Dempster-Shafer 이론을 이용한 특성인자 생성
 - ✓ 인공신경망 학습을 이용한 reference curve 생성
 - ✓ Event-driven fault detection 방법을 이용한 학습

학습된 내용 및 정보는 분석 프로젝트의 이름으로 저장되며, 이후 용접 불량 검출 설정창에서 선택하여 실시간 용접 모니터링에 이용 할 수 있습니다. 분석 프로젝트는 현재의 모니터링 프로젝트 하위 개념으로 귀속되지만 새로운 모니터링 프로젝트에서도 학습된 분석 프로젝트를 사용 할 수도 있습니다.



용접 불량 검출 설정

초기 용접로봇 속도 및 레이저 세기, 현재 공정에 사용되는 로봇의 이동 프로그램 등 실제 모니터링에 필요한 전반적인 설정을 할 수 있습니다. 또한 학습된 분석 프로젝트를 이용하여 실제 모니터링에 사용 할 불량검출 방법을 선택할 수 있습니다.

- 단일 센서를 이용한 용접불량 검출 (Univariate fault detection)
 - ✓ Maximum Magnitude limit checking
 - ✓ Maximum Area limit checking
 - ✓ Error frequency rate checking
 - ✓ Integral checking
- 센서 융합을 이용한 용접불량 검출 학습(Multivariate fault detection)
 - ✓ 확률분포와 Dempster-Shafer 이론을 이용한 불량 검출
 - ✓ Hotelling's T-square 기법을 이용한 불량 검출
 - ✓ Event-driven fault detection 기법을 이용한 불량 검출



실시간 용접 공정 모니터링(불량 검출)

현재 용접 공정에 대한 불량 검출 모니터링을 할 수 있습니다. 세 개의 신호를 확인 할 수 있으며 각 용접점 별로 불량 유무를 확인 할 수 있습니다. 또한 각 용접점에 대해서 현재 사용하는 불량 검출 알고리즘의 결과를 상세하게 확인 할 수 있습니다.

About SF Lab

Smart Factory Laboratory (SF Lab) develops methodologies for optimal system configuration, speedy failure detection and system reconfiguration, and design sustainable manufacturing systems through digital techniques.



“본 소프트웨어는 ‘2011 년 친환경 자동차 생산을 위한 원격 레이저용접 프로세스 제어 기술 개발 과제 지원 사업’의 지원을 받아 개발되었습니다”