

Detección de defectos en línea basado en Machine Learning

Jorge Rodríguez –Araújo, Antón García-Díaz
AIMEN Technology Center, Porriño, Spain



WGML2016, Santiago, 27-10-2016

Índice

1. Detección de defectos en línea
2. Caso fotovoltaico
3. Caso automoción
4. Resultados
5. Conclusiones

Detección de defectos en línea



Detección de defectos

- Reducción de los costes de producción
- Eliminar reprocesos y reducir desperdicios
- Garantizar la calidad

Inspección

- Multitud de técnicas producen imágenes (electroluminiscencia, infraroja)
- Requieren intervención de un experto para detectar defectos
- Desarrollo de técnicas de aprendizaje para la detección automática de defectos

Dos casos de uso

- Defectos en celdas solares fotovoltaicas
- Defectos en soldadura láser de automoción

Inspección

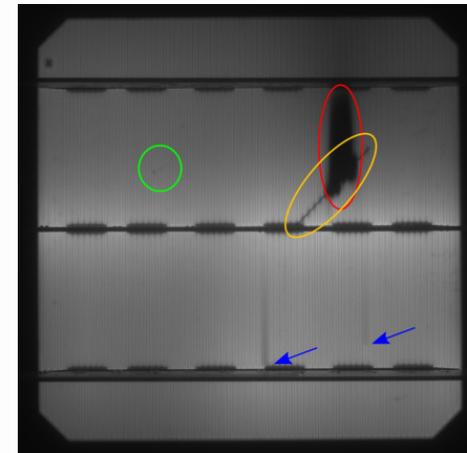
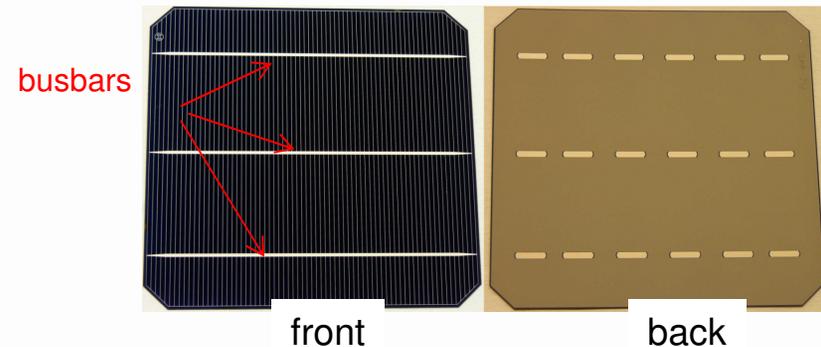
- Imagen de electroluminiscencia

Defectos

- Shunts and Cracks (most frequent) (> 50%)
- Lacks of metallization (less frequent) (< 20%).
- Finger interruptions (reduced effects) (> 58%)

Objetivos

- Reparar Shunts and Cracks cuando sea posible
- Cortar o aislar los defectos mediante tecnología láser
- Obtener celdas reparadas y piezas que puedan ser usadas en el ensamblado de módulos de bajo coste



Soldadura láser en automoción

- Cada coche tiene unas 4000/5000 soldaduras
 - afectan al aspecto, el rendimiento y la seguridad
- El 20% de las soldaduras de automoción son producidas por láser
 - **1000** soldaduras por coche

Defectos

- False Friends (falsa soldadura)

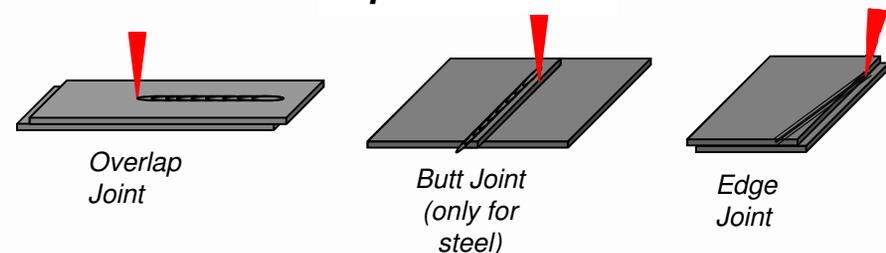
Objetivos

- Eliminar controles de calidad fuera de línea (reducción de los costes)
- Reducir defectos calidad (50%) en la soldadura láser
- Reducir los costes de los sistemas actuales en más de un 50%

Defects to be detected

pores: diameter of normal pores should not exceed 1.0mm;	"sausage" effect: the work pieces are not connected, with welding at the weld seam straightly extended or piled up;
cavity: pores with diameter greater than 1.0 mm;	irregular weld seam: weld seam is dented or raised;
fusion-weld seam: no welding is present in the seam, which looks like laser fusion weld seam;	scaled piling: the surface of weld seam is not smooth and looks very rough;
poor connection of welding: welding is not connected to the sides of work pieces and the seam at the point of connection looks like "scattered wisps";	problem at the front/end of welding seam: insufficient or excessive infill at the weld seam at the edge of the work piece, or un-melted welding residue is found on the orbit.
single-sided connection of welding: welding is connected to one side only;	

Tipos de unión

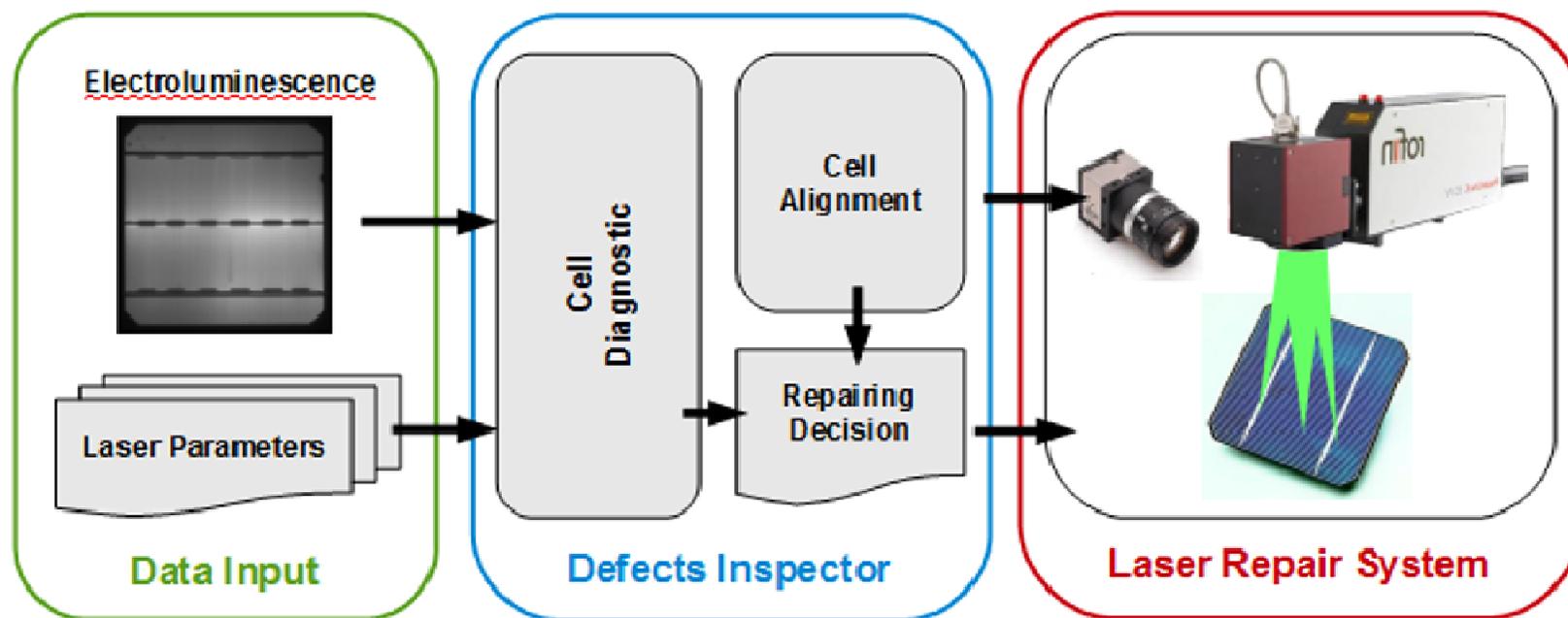


Caso fotovoltaico



Sistema de reparación de celdas láser

- Laser Repair System (proceso láser).
- Defects Inspector (identificación de defectos y control del escáner láser).
- Data Input Block (información de electroluminiscencia).



Bio-inspired texture approach

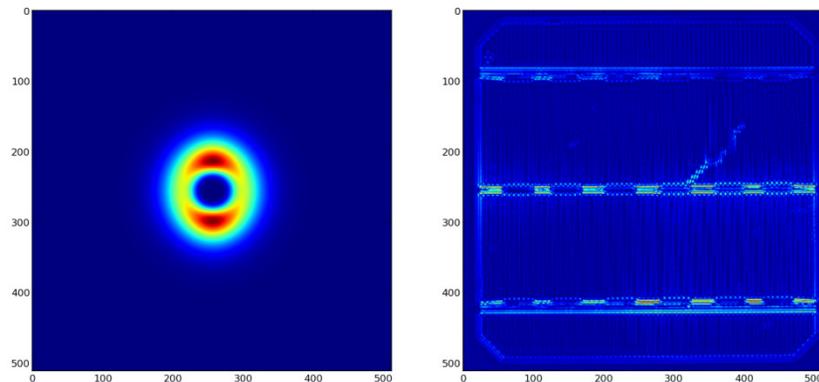
- Expertos humanos examinan las imágenes EL
 - Cambios en la **textura**
 - Escala y orientación de los bordes

} **Defectos**

Log Gabor filters

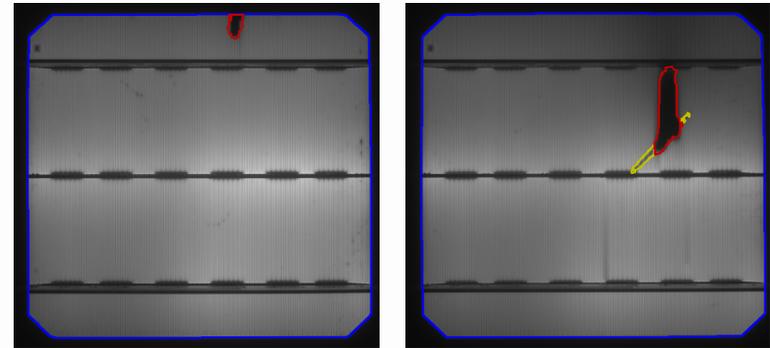
Texture approach

- Diagnóstico de defectos (basado en textura)
 - **Decomposition**: for automatic features generation
 - **Adaptation**: for enhancement of features
 - Pixel level **classification**: for multiclass identification



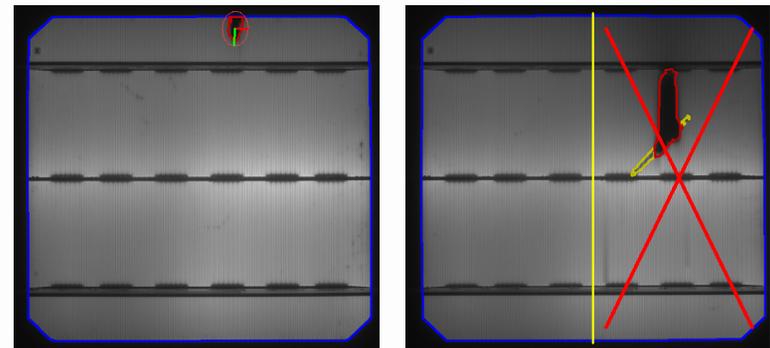
Identificación a nivel de pixel

- Localización de la celda
- Identificación del tipo de defecto
- Cálculo de los contornos
- Marcado de áreas defectuosas



Decisión de reparación

- Reglas de decisión:
 - Aislar shunts no en busbar
 - Cortar shunts en busbar o a menos de 3 mm
 - Cortar en trozos para eliminar cracks

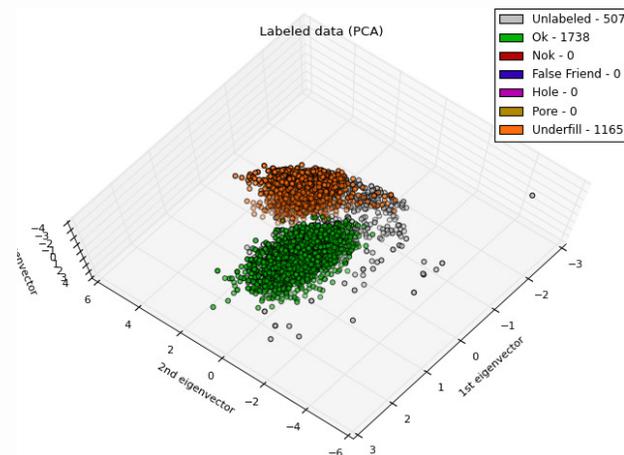


Caso automoción



Arquitectura del sistema

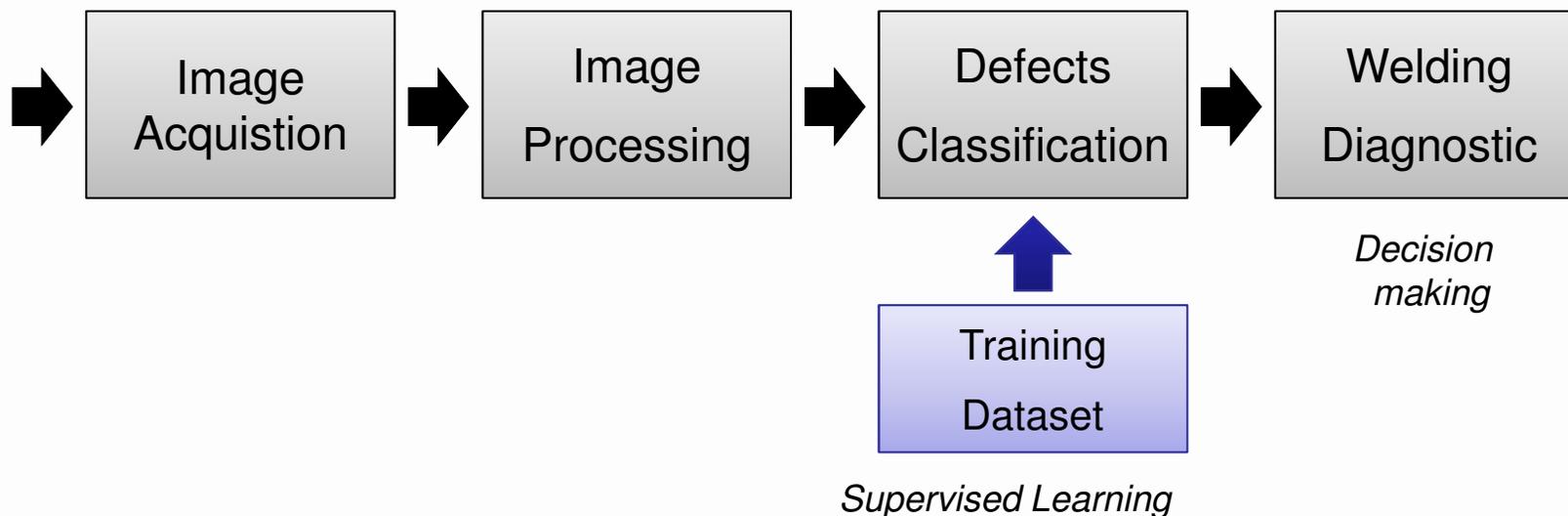
- Basado en procesamiento de imagen
- Y aprendizaje supervisado
- Reducción de características (PCA)
- Clasificador multiclase (SVM)



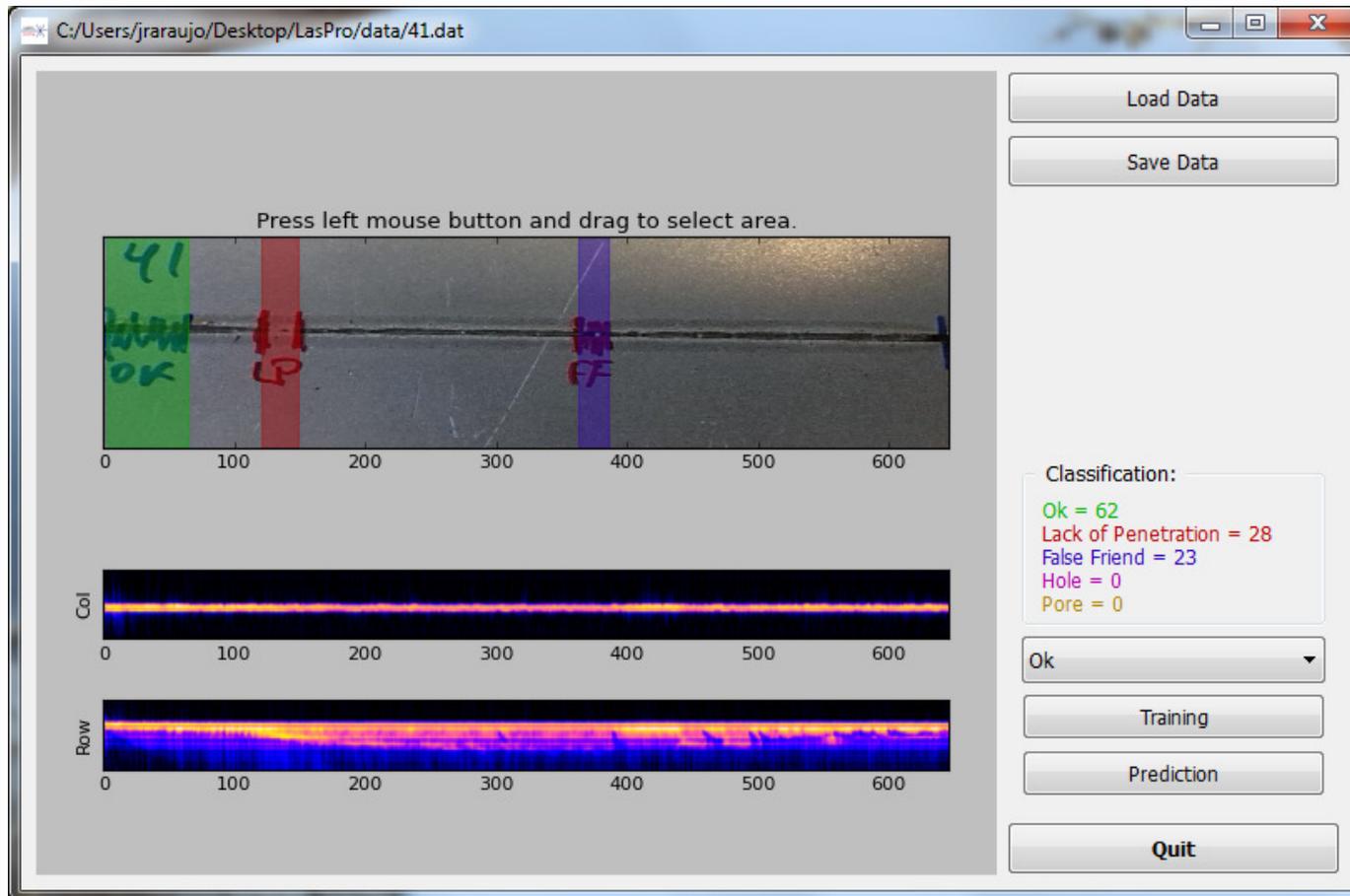
Features extraction (PCA)

+

Classification

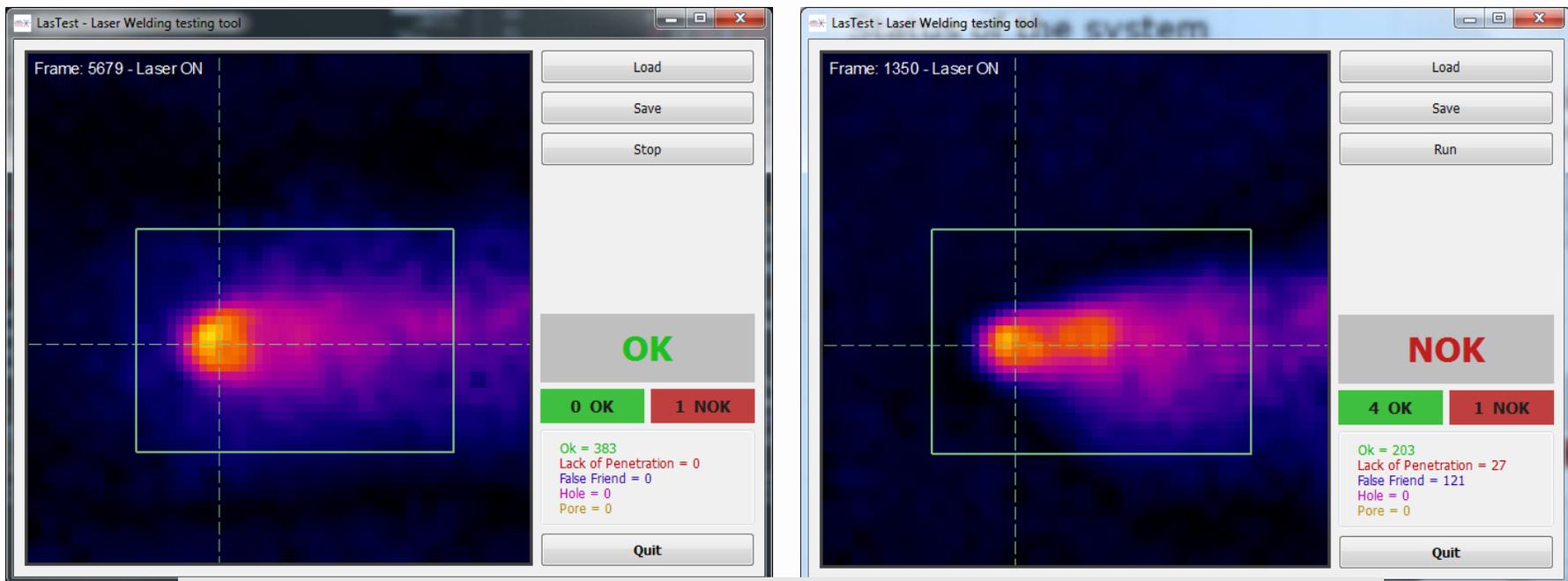


Etiquetado y entrenamiento de defectos



Detección y visualización

- Monitorización de soldadura on-line (1000 fps)
- On-line diagnostic and counting



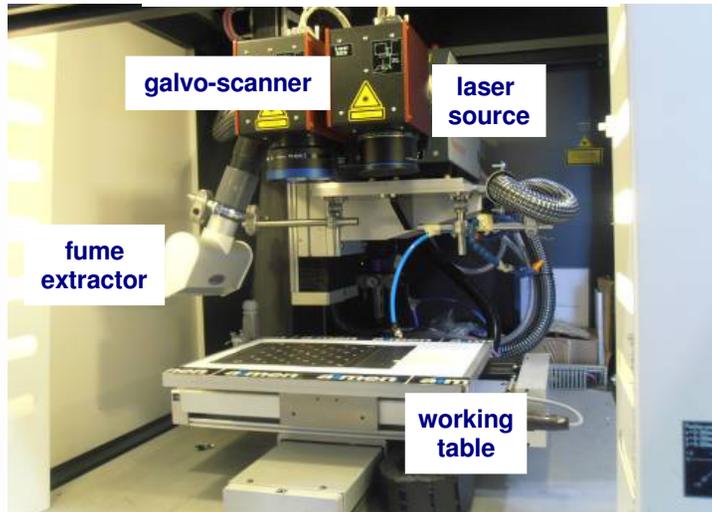
Example of dynamic phenomena associated to defect

Resultados

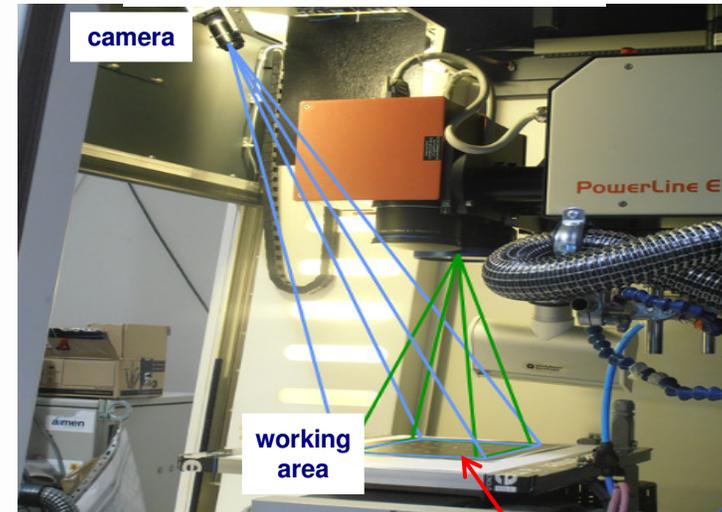


Unidad de reparación láser

Laser repair system



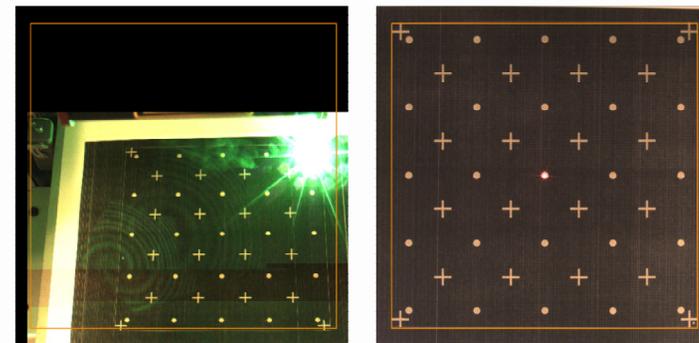
Camera perspective



Calibración del sistema

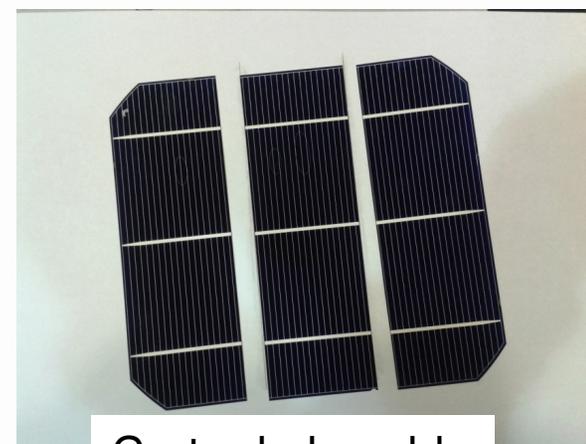
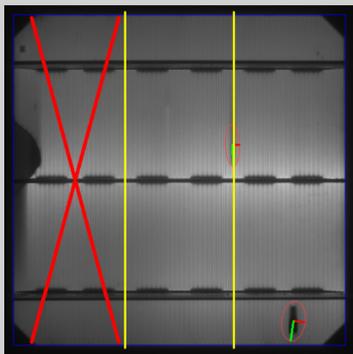
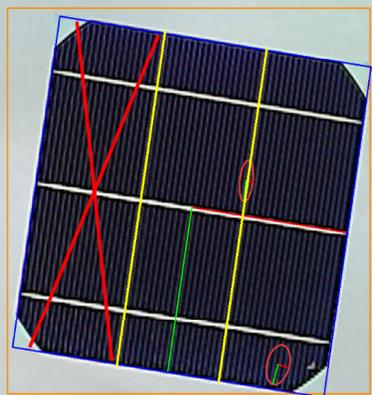
Calibración cámara/escaner

Corrección de perspectiva



Resultados

- 47 celdas consideradas
- 45 celdas reparadas
- 69% de reducción de desperdicios



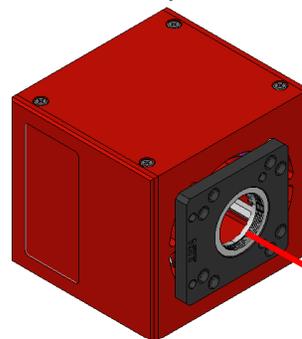
Corte de la celda



Aislamiento

Equipamiento láser

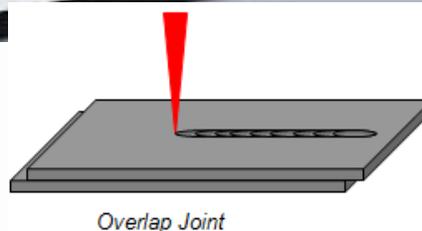
- NIT Tachyon 1024 (instalación directa)
 - MWIR uncooled sensor
 - Hasta 10000fps
 - Resolución (32x32)



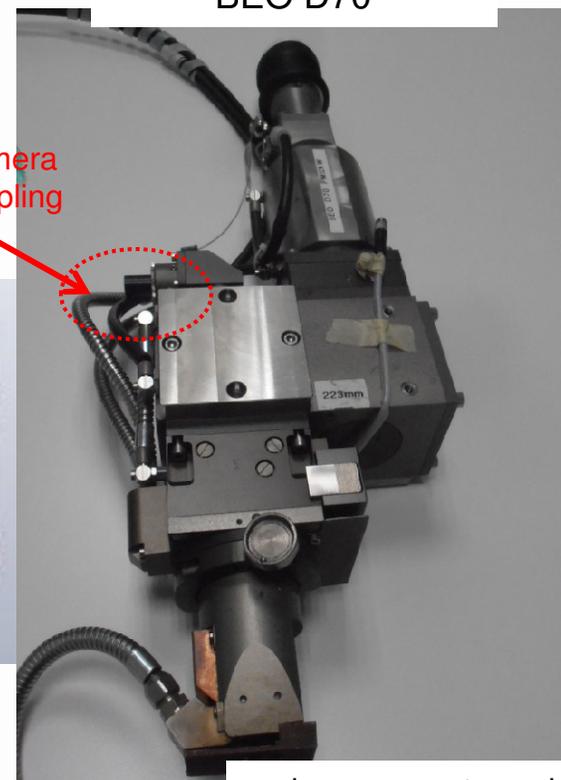
- Disk Laser Trudisk
 - Fiber coupled
 - Spot size (400um)
 - 4 kW / 100 mm/s



- Unión transparencia
 - Acero galvanizado
 - 0,8 mm + 0,8 mm
 - 0,8 mm + 1,5 mm



Laser Head TRUMPF
BEO D70

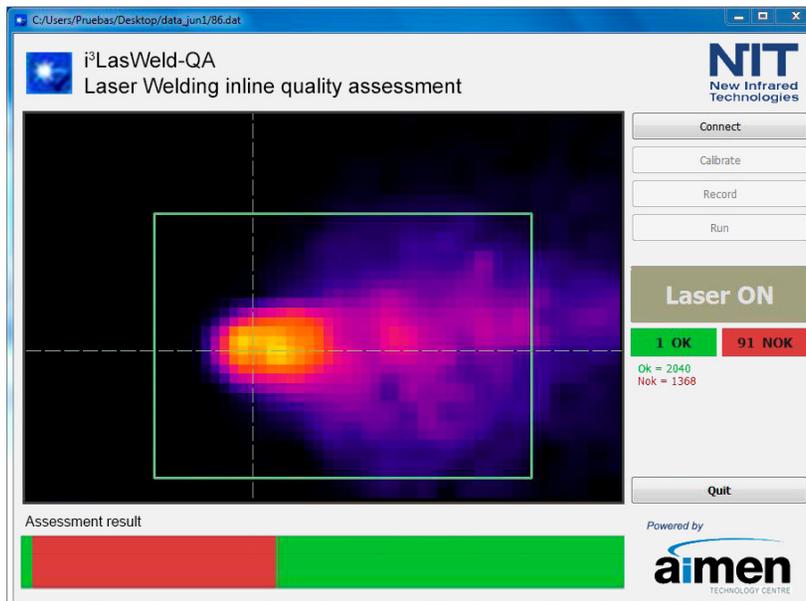


Camera coupling

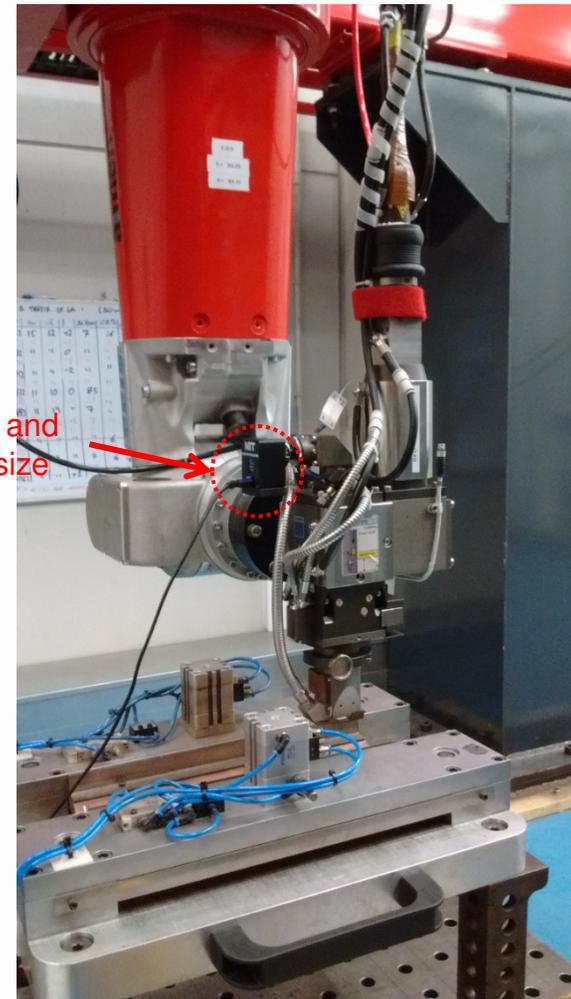
replaces current coaxial camera systems

Resultados

- Testeado en instalación industrial (TRL6)
- Clasificador entrenado para los defectos más relevantes (e.j. False Friend)
- Defectos provocados (por separación entre chapas)



Low-cost and reduced size



Conclusiones



Conclusiones

- El Machine Learning junto a la visión artificial ofrecen nuevas herramientas para la detección automática de defectos en línea
- Las soluciones pueden ser aplicadas en línea
- Las soluciones convencionales de ML presentan limitaciones a la hora de discriminar defectos
- Necesidad de registrar y entrenar con más datos

Trabajo futuro

- Ambos sistemas están siendo testeados próximos a producción (TRL7-TRL8)
- Pueden ser potenciados a través del incremento de registro de datos
- La aplicación de Deep Learning puede potenciar los resultados



AIMEN – Central y Laboratorios
c/ Relva 27 A
36410 – O PORRIÑO (Pontevedra)
Telf.+34 986 344 000 – Fax. +34 986 337 302

Delegación Tecnológica A Coruña

Fundación Mans – Paideia
Pol. Pocomaco - Parcela D-22 - Oficina 20A
15190 – A CORUÑA (A Coruña)
Telf. +34 617 395 153

Delegación Tecnológica Madrid

Avda. del General Perón, 32, 8 A
28020 – MADRID (Madrid)
Telf.+34 687 448 915

Thank you for your attention

Jorge Rodríguez Araujo | Research Engineer

Ph +34 986 344 000 | jorge.rodriiguez@aimen.es

www.aimen.es | aimen@aimen.es