

# XRayDetector

Detección automática de defectos en piezas metálicas  
mediante análisis de radiografías

26 junio 2013

Adrián González Duarte

agd0048@alu.ubu.es

Joaquín Bravo Panadero

jbp0023@alu.ubu.es

Ingeniería en Informática  
Universidad de Burgos





XRayDetector

# Índice

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas futuras





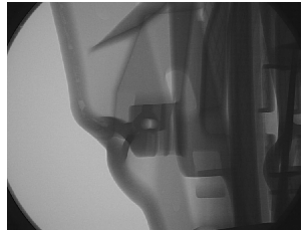
# Introducción

XRayDetector

2

## Ensayos no destructivos (NDT)

- ▶ Evitar destruir la pieza.
- ▶ En concreto, nos referimos a ensayos con **radiografías**.





# Introducción

XRayDetector

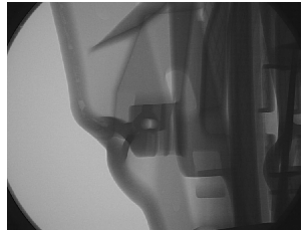
2

## Ensayos no destructivos (NDT)

- ▶ Evitar destruir la pieza.
- ▶ En concreto, nos referimos a ensayos con **radiografías**.

## Ventajas

- ▶ Método efectivo.
- ▶ Se revelan fallos internos.





# Introducción

2

## Ensayos no destructivos (NDT)

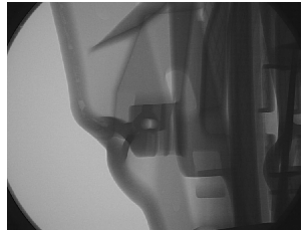
- ▶ Evitar destruir la pieza.
- ▶ En concreto, nos referimos a ensayos con **radiografías**.

### Ventajas

- ▶ Método efectivo.
- ▶ Se revelan fallos internos.

### Desventajas

- ▶ Caro y lento.
- ▶ Personal cualificado.
- ▶ Contradicciones.





# Objetivos

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

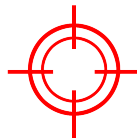
Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



3



- ▶ Rediseñar la aplicación anterior.
- ▶ Ampliar y mejorar la funcionalidad de la aplicación previa:
  - ▶ Mejorar la precisión.
  - ▶ Mejorar el rendimiento.
  - ▶ Añadir segmentación.
  - ▶ Añadir medidas de evaluación.

20



# Conceptos teóricos

## Esquema general visión por computador

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

4

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y herramientas

Planificación

Viabilidad

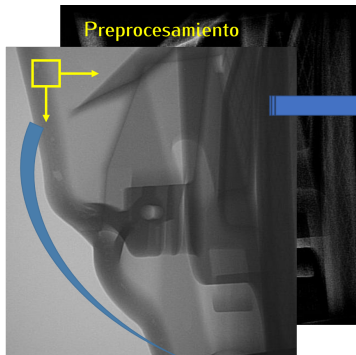
Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas futuras



Segmentación



Extracción

Reconocimiento:

- Construcción de clasificador
- Detección





# Conceptos teóricos

## Preprocesamiento

### XRyDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

**Preprocesamiento**

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras

5

- Transformación de la información para facilitar la fase de análisis.







# Conceptos teóricos

## Preprocesamiento

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

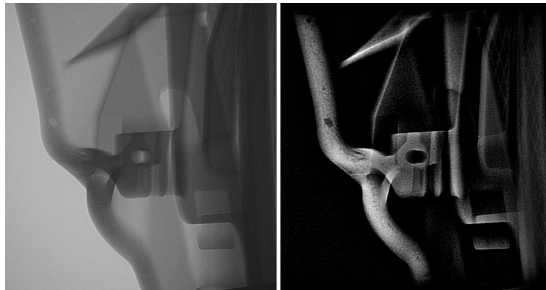
Conclusiones y líneas  
futuras



5

## Saliency Map

- ▶ Transformación de la información para facilitar la fase de análisis.
- ▶ Prominencia visual de una imagen.
- ▶ Identificar qué partes de la información deben ser seleccionadas para analizar.





# Conceptos teóricos

## Segmentación

### XRyDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras

6

- ▶ Particionar una imagen en múltiples segmentos.
- ▶ Localizar objetos y bordes.
- ▶ Asignación de los píxeles a regiones (segmentos).





# Conceptos teóricos

## Segmentación

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras

6

- ▶ Particionar una imagen en múltiples segmentos.
- ▶ Localizar objetos y bordes.
- ▶ Asignación de los píxeles a regiones (segmentos).

## Thresholding

- ▶ Umbral para binarizar la imagen.
- ▶ **Métodos locales:** umbral en cada píxel.
  - ▶ MidGrey.
  - ▶ Mean.





# Conceptos teóricos

## Extracción

### XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras

7

- ▶ Imagen lista para ser analizada.
- ▶ Trabajamos directamente con los píxeles.





# Conceptos teóricos

## Extracción

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



7

## Descriptores

- ▶ Imagen lista para ser analizada.
- ▶ Trabajamos directamente con los píxeles.

### ▶ Simples

- ▶ Media.
- ▶ Desviación estándar.
- ▶ Primera y segunda derivadas.

### ▶ De textura

- ▶ Haralick.
- ▶ Local Binary Patterns (LBP).



# Conceptos teóricos

## Reconocimiento de imágenes

### XRyDetector

- Introducción
- Objetivos
- Conceptos teóricos
  - Preprocesamiento
  - Segmentación
  - Extracción
  - Reconocimiento de imágenes
- Técnicas y herramientas
- Planificación
- Viabilidad
- Aspectos relevantes
- Trabajos relacionados
- Demostración
- Comparativa
- Conclusiones y líneas futuras

8

- ▶ Entrenar un clasificador para predecir dónde estarán los defectos.
- ▶ Aprender a partir de imágenes de ejemplo.



20



# Conceptos teóricos

## Reconocimiento de imágenes

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

8

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

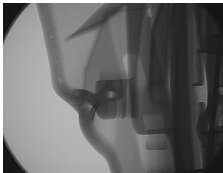
Conclusiones y líneas  
futuras



- ▶ Entrenar un clasificador para predecir dónde estarán los defectos.
- ▶ Aprender a partir de imágenes de ejemplo.

## Construcción del clasificador

- ▶ Máscara de cada imagen (**ground truth**):



- ▶ Recorrer la imagen con una **ventana** (aleatoria o deslizante).
- ▶ Generación de vectores de características en ficheros **ARFF**.



# Conceptos teóricos

## Reconocimiento de imágenes

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras

## Estrategias de etiquetado

- ▶ Píxel central más región de vecinos.
- ▶ Porcentaje del total de la ventana.







# Conceptos teóricos

## Reconocimiento de imágenes

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



## Estrategias de etiquetado

- ▶ Píxel central más región de vecinos.
- ▶ Porcentaje del total de la ventana.

## Clasificador

- ▶ Bagging de REPTrees.

9

20



# Conceptos teóricos

## Reconocimiento de imágenes

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

9

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



## Estrategias de etiquetado

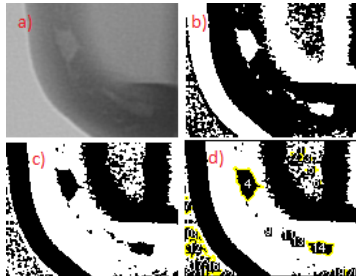
- ▶ Píxel central más región de vecinos.
- ▶ Porcentaje del total de la ventana.

## Clasificador

- ▶ Bagging de REPTrees.

## Estrategias de detección

- ▶ Normal.
- ▶ Normal más umbrales locales.
- ▶ Píxeles blancos en umbrales locales.





# Técnicas y herramientas

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

**Técnicas y herramientas**

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa




Conclusiones y líneas futuras



Ingeniería en Informática  
Universidad de Burgos

10

20

Técnicas		
<b>Programación</b>	Java	
<b>Tratamiento de imágenes</b>	ImageJ	
<b>Diseño</b>	UML	
<b>Minería de Datos</b>	Weka	
Herramientas		
<b>Planificación y diseño</b>	PIVOTAL TRACKER	
<b>Desarrollo y documentación</b>		
		
<b>Otras librerías</b>		
		
<b>Pruebas</b>		



# Planificación

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



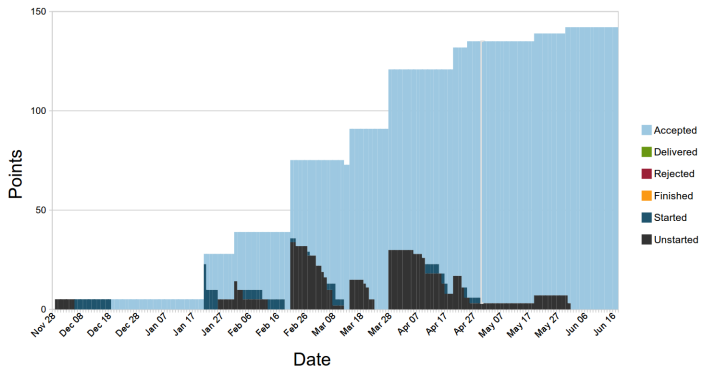
Ingeniería en Informática  
Universidad de Burgos

11

20

- ▶ **SCRUM.**
- ▶ *Product Backlog* con 42 **historias de usuario.**
- ▶ 11 iteraciones (**sprints**).
- ▶ Estimación basada en **puntos.**

## Points breakdown chart





# Viabilidad

## Viabilidad económica

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

12

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



## Análisis de costes

Tipo	Coste
Personal	19.065,60 €
Software	56,25 €
Hardware	333,33 €
Otros	3.016,00 €
<i>Total</i>	<i>22.471,18 €</i>



## Análisis de costes

Tipo	Coste
Personal	19.065,60 €
Software	56,25 €
Hardware	333,33 €
Otros	3.016,00 €
<i>Total</i>	<i>22.471,18 €</i>

## Análisis de beneficios

- ▶ Destinado a uso industrial.
- ▶ Coste licencia: 500 €.
- ▶ **Punto muerto:** 45 licencias.





# Viabilidad

## Viabilidad legal y técnica

XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

13

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



20

## Viabilidad legal

- ▶ Licencia GNU.
- ▶ Heredada por librerías de terceros.





XRayDetector

# Viabilidad

## Viabilidad legal y técnica

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras



13

## Viabilidad legal

- ▶ Licencia GNU.
- ▶ Heredada por librerías de terceros.



## Viabilidad técnica

- ▶ El software utilizado en el proceso de desarrollo **perdura** en el tiempo.
- ▶ Software con utilidad **real**.
- ▶ **Viable** desde el punto de vista técnico.

20





# Aspectos relevantes

## XRyDetector

- Introducción
- Objetivos
- Conceptos teóricos
  - Preprocesamiento
  - Segmentación
  - Extracción
  - Reconocimiento de imágenes
- Técnicas y herramientas
- Planificación
- Viabilidad
- Aspectos relevantes
- Trabajos relacionados
- Demostración
- Comparativa
- Conclusiones y líneas futuras

14

- ▶ Desconocimiento de la base teórica.
- ▶ Complicaciones para entender el proyecto anterior.
- ▶ Funcionalidad novedosa e innovadora.



20



# Trabajos relacionados

## XRayDetector

- Introducción
- Objetivos
- Conceptos teóricos
  - Preprocesamiento
  - Segmentación
  - Extracción
  - Reconocimiento de imágenes
- Técnicas y herramientas
- Planificación
- Viabilidad
- Aspectos relevantes
- Trabajos relacionados**
- Demostración
- Comparativa
- Conclusiones y líneas futuras

15

- ▶ No existen aplicaciones comerciales.
- ▶ Gran cantidad de estudios y artículos.
- ▶ Proyecto europeo MAGCAST.



20



# Demostración

## XRayDetector

- Introducción
- Objetivos
- Conceptos teóricos
  - Preprocesamiento
  - Segmentación
  - Extracción
  - Reconocimiento de imágenes
- Técnicas y herramientas
- Planificación
- Viabilidad
- Aspectos relevantes
- Trabajos relacionados
- Demostración**
- Comparativa
- Conclusiones y líneas futuras

16



20





# Comparativa

## Mejoras

### XRayDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

Demostración

Comparativa

Conclusiones y líneas  
futuras

- ▶ Mejoras sobre el código fuente.
- ▶ Mejoras sobre la estructura.
- ▶ Mejoras en la precisión.
- ▶ Mejoras en el rendimiento.
- ▶ Mejoras sobre la interfaz.
- ▶ Mejoras en la documentación y ayuda.
- ▶ Mayor funcionalidad.



17



20



# Comparativa

## Métricas

### XRyDetector

Introducción

Objetivos

Conceptos teóricos

Preprocesamiento

Segmentación

Extracción

Reconocimiento de imágenes

Técnicas y  
herramientas

Planificación

Viabilidad

Aspectos relevantes

Trabajos relacionados

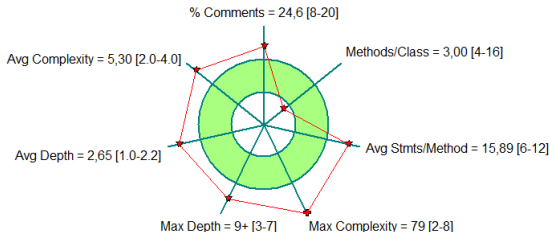
Demostración

Comparativa

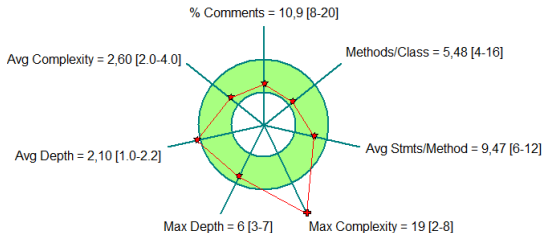
Conclusiones y líneas  
futuras



**Kiviat Metrics Graph: Project 'XRyDetector antiguo'  
Checkpoint 'Baseline'**



**Kiviat Metrics Graph: Project 'XRyDetector'  
Checkpoint 'Checkpoint1'**





# Conclusiones

## XRayDetector

- Introducción
- Objetivos
- Conceptos teóricos
  - Preprocesamiento
  - Segmentación
  - Extracción
  - Reconocimiento de imágenes
- Técnicas y herramientas
- Planificación
- Viabilidad
- Aspectos relevantes
- Trabajos relacionados
- Demostración
- Comparativa
- Conclusiones y líneas futuras

- ▶ Aprendizaje de nuevas técnicas y herramientas.
- ▶ Proyecto de carácter científico. Experimentación.
- ▶ Se han satisfecho todos los objetivos marcados.
- ▶ Experiencia enriquecedora y positiva.





# Líneas futuras

## XRyDetector

Introducción  
Objetivos  
Conceptos teóricos  
Preprocesamiento  
Segmentación  
Extracción  
Reconocimiento de imágenes  
Técnicas y herramientas  
Planificación  
Viabilidad  
Aspectos relevantes  
Trabajos relacionados  
Demostración  
Comparativa  
Conclusiones y líneas futuras



- ▶ Clasificación de los defectos en tipos.
- ▶ Cálculo de nuevas características.
- ▶ Nuevas estrategias de detección.
- ▶ Uso de operadores morfológicos (dilatación y erosión).
- ▶ Ejecución en un supercomputador.
- ▶ Ampliación a otros campos.
- ▶ Arquitectura cliente-servidor.



# Agradecimientos

## Tutores

- ▶ Dr. César I. García Osorio.
- ▶ José Francisco Díez Pastor.

## Otros

- ▶ Profesores de la carrera.
- ▶ Otros compañeros.
- ▶ Familiares y amigos.



# Preguntas



Muchas gracias por su atención

