



Escuela Politécnica Superior de Elche

**CONTROL DE ROBOTS Y SISTEMAS
SENSORIALES**
4º Ingeniería Industrial

PRÁCTICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL
[Títere]
Práctica 4: Segmentación, Localización y
Reconocimiento de Piezas

Luis Miguel Jiménez

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

ISA-UMH ©

TÍTULO

Segmentación, localización y reconocimiento de piezas

OBJETIVO

El objetivo de la práctica es mostrar al alumno un método para el reconocimiento de varias piezas existentes en el módulo servidor de imágenes, determinando las características más significativas para dicho reconocimiento.

IMÁGENES DE PRUEBA

Las imágenes de trabajo son diversas imágenes reales, captadas del módulo servidor de imágenes. Están disponibles en el bloque "*Imágenes\CargarPrácticas\ImagenPráctica4*"



Hay que trabajar con dos conjuntos de imágenes:

- Imágenes tomadas con la misma resolución: 480x320. Para cada pieza, se han tomado diversas imágenes con dicha resolución, desplazando la posición de "Giro" y "Elevación" 10 unidades con respecto a la posición inicial, y cumpliendo todas ellas la condición de que se visualice correctamente la pieza sin que aparezcan en la imagen los bordes de la caja. Se adquieren por cada pieza al menos cinco imágenes.
- Imágenes tomadas con distinta resolución. A las piezas captadas previamente, se han añadido para cada pieza dos nuevas imágenes: una tomada con resolución 640x480 y otra tomada con resolución 320x240.

La nomenclatura de las imágenes es **nombre_X_R_Y**, donde **nombre**={"tornillo", "arandela", "tornillo alargado" y "tuerca"}, **X** es el tipo={1,2,3,4}, **R** es la resolución horizontal, **Y** es el orden de muestra..

Posteriormente y para comprobar el algoritmo de reconocimiento se tomarán imágenes reales del sistema Títere.

ALGORITMOS UTILIZADOS

Se emplean los siguientes algoritmos:

- Lee las imágenes ya grabadas ("Imágenes/CargarPrácticas/ImagenPráctica4")
- Opening de una imagen ("AlgoritmosBN/Morfologia/Opening")
- Closing de una imagen ("AlgoritmosBN/Morfologia/Closing")
- Definir un área de interés en la imagen ("Imágenes/Manipulación/AreaInterés")
- Umbralizar una imagen ("AlgoritmosBN/Segmentación/Otsu")
- Obtener la inversa de una imagen ("AlgoritmosBN/UnaImagen/Inversa")
- Determinación de las características de los objetos existentes en la imagen ("AlgoritmosBN/Blobs")

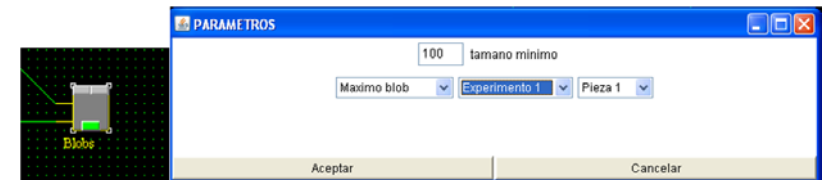
DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Los pasos a realizar son los siguientes:

- El alumno utilizará inicialmente las imágenes almacenadas en el programa. Adicionalmente tomará imágenes reales desde el Servidor de Imágenes para comparar los resultados. Es recomendable repetir la práctica por separado para cada pieza (así se evitan problemas de almacenamiento de imágenes en la memoria del computador).
- Las imágenes captadas deben de ser filtradas, para evitar el efecto del ruido, y también deben de ser homogenizadas, a fin de conseguir zonas más homogéneas. Se recomienda la utilización consecutiva de dos filtros: "*Closing*" y "*Opening*".
- Las imágenes reales suelen poseer algunas filas y columnas de información no válida, por lo que es necesario definir una "**Área de Interés**", en el que por ejemplo se le quiten las 10 primeras y últimas filas y columnas, rellenando esta zona con un valor neutro, por ejemplo 128. A ésta imagen final la denominamos **IMAGEN_TRABAJO**.
- Para segmentar la pieza dentro de la imagen, se debe umbralizar con un nivel. Se recomienda utilizar el bloque de segmentación automática

"*Otsu*". El resultado de este algoritmo es una imagen que vale 255 cuando se supera el umbral (el fondo) y de 0 cuando no se supera el umbral (el objeto). Para un adecuado tratamiento de la información es necesario Invertir esta imagen, designando con el valor 255 al objeto.

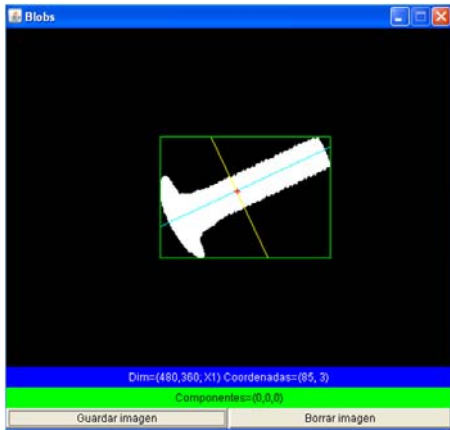
- Las características de los objetos presentes en la imagen se realiza mediante el bloque "**Blobs**". Este algoritmo agrupa y etiqueta los pixels de la imagen suministrando valores numéricos de las características de los objetos presentes en la imagen. Los objetos (o blobs) pueden ser agrupados de las siguientes formas:
 - Obteniendo todos los objetos presentes en la imagen, cuyo tamaño supere un umbral (Esta opción no es la recomendada, pues no modifica el panel de reconocimiento).
 - **Obteniendo el máximo objeto** presente en la imagen. (Esta opción es una de las recomendadas, pues si modifica el panel de reconocimiento)
 - Obteniendo la unión de todos los objetos presentes en la imagen, cuyo tamaño supere un umbral. (Esta opción es una de las recomendadas pues si modifica el panel de reconocimiento). Se recomienda un valor de 100 para el mínimo tamaño que debe tener un objeto.



A fin de realizar un correcto almacenamiento de los datos calculados es necesario suministrarle al bloque información de la pieza y del experimento realizado (se almacenan sólo unos datos por cada pieza y por cada experimento, perdiéndose los anteriores).

El algoritmo necesita dos imágenes: la primera la imagen segmentada (el objeto debe estar al valor 255), y la segunda una imagen con información de intensidad (en este caso la **IMAGEN_TRABAJO**).

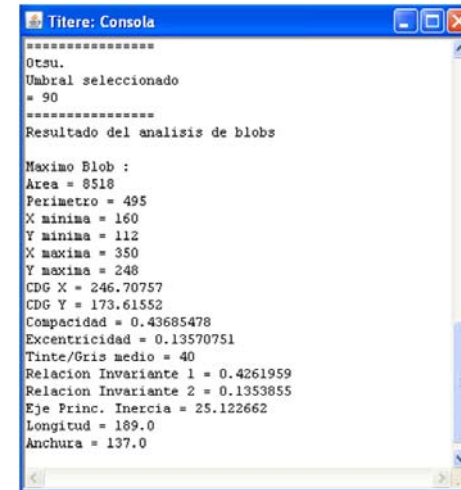
El resultado visual es una imagen etiquetada en la que se indican los objetos con su rectángulo envolvente, CDG, y eje principal de inercia.



Las características calculadas por el bloque, son las siguientes:

- Área
- Perímetro
- Mínima X
- Mínima Y
- Máxima X
- Máxima Y
- Centro de gravedad eje X
- Centro de gravedad eje Y
- Relación de compacidad
- Excentricidad
- Valor del tinte (imagen en color) o del nivel de gris (imagen en blanco y negro).
- Relación Invariante 1
- Relación Invariante 2
- Eje Principal de Inercia
- Longitud
- Anchura

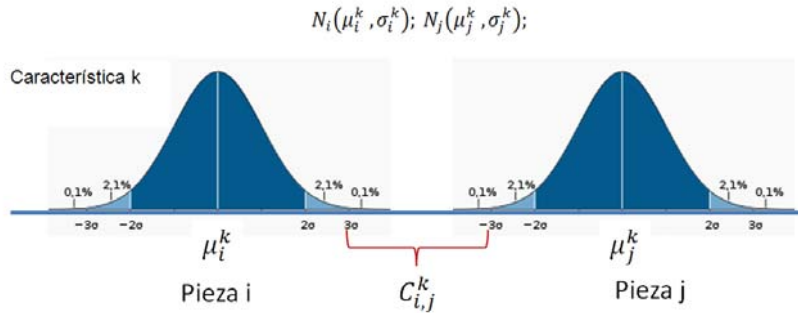
Estos datos se pueden visualizar en la consola (botón con el símbolo i)



- En cualquier momento del desarrollo de la práctica se puede solicitar información de los datos de almacenamiento al Panel de Reconocimiento (Icono con una linterna). Se representa para un determinado experimento de una determinada pieza el valor de todas las características calculadas, así como para todos los experimentos de la pieza seleccionada la media, la desviación típica (supuesta una distribución Gaussiana) y el recorrido de los datos. Es necesario cuando se almacenado nuevos datos pulsar el botón "Actualiza Datos". El botón "Borra Datos", borra los datos del experimento de la pieza seleccionada. El boton "Graba Datos" almacena en modo texto los datos almacenados que pueden ser importados a Excel para su análisis. El botón WEKA almacena los datos formateados para el programa WEKA (análisis de datos y clasificación).

Parametros	Ultimo valor	Media	Dev. tipica	Recorrido
Area	0.0	8877.0	0.0	0.0
Perimetro	0.0	490.0	0.0	0.0
X minima	0.0	160.0	0.0	0.0
Y minima	0.0	112.0	0.0	0.0
X maxima	0.0	350.0	0.0	0.0
Y maxima	0.0	248.0	0.0	0.0
CDG X	0.0	246.10048	0.0	0.0
CDG Y	0.0	173.76524	0.0	0.0
Compacidad	0.0	0.46460503	0.0	0.0
Excentricidad	0.0	0.12967367	0.0	0.0
Tinte/Gris	0.0	42.0	0.0	0.0
Rel Invar 1	0.0	0.41045702	0.0	0.0
Rel Invar 2	0.0	0.123269185	0.0	0.0
EjePInercia	0.0	25.052088	0.0	0.0
Longitud	0.0	187.0	0.0	0.0
Anchura	0.0	146.0	0.0	0.0

- Generación del "Coeficiente de Separación entre Clases para cada Característica". Este coeficiente, que deberá ser realizado manualmente por el alumno, suministra información de cómo dos Clases de objetos son separables con una determinada característica, adquiriendo un mayor valor cuanto más separadas sean sus distribuciones. Así para dos Clases i , j con distribuciones Gaussianas en la característica k :



Se define el Coeficiente de Separación entre las Clases i, j con la característica k como:

$$C_{i,j}^k = \frac{\text{Mínima Distancia } \{(\mu_i^k \pm 3\sigma_i^k) | (\mu_j^k \pm 3\sigma_j^k)\}}{\mu_i^k + \mu_j^k}$$

$$C_{i,j}^k = \frac{|\mu_i^k - \mu_j^k| - 3(\sigma_i^k + \sigma_j^k)}{\mu_i^k + \mu_j^k}$$

La característica más adecuada para separar dos objetos es la que maximiza el coeficiente de separación entre clases. Este coeficiente puede ser positivo (distribuciones no se solapan) o negativo (distribuciones se solapan).

Se recomienda al alumno exportar los datos a un fichero de texto y utilizar el programa Excel para realizar el análisis estadístico (medias, desviaciones típicas, coeficientes de separación entre clases)

MÉTODO DE EVALUACIÓN

Apartado 1:

El alumno deberá presentar un informe con el esquema títere los datos en una tabla Excel y el análisis de las distintas características: Área, Perímetro, Compacidad, Nivel de Gris, Relaciones invariantes, que mejor separan cada una de las piezas (tuerca, tornillo, tornillo largo, arandela), según el "Coeficiente de Separación entre Clases para cada Característica":

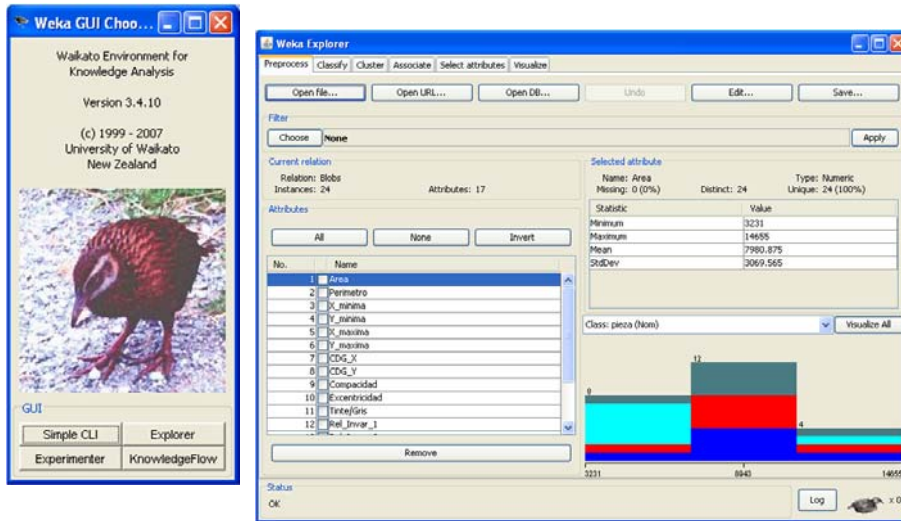
- 1) Imágenes de la misma resolución:
 - a) Pieza 1 (tornillo) - Pieza 2 (arandela)
 - b) Pieza 1 (tornillo) - Pieza 3 (tornillo largo)
 - c) Pieza 1 (tornillo) - Pieza 4 (tuerca)
 - d) Pieza 2 (arandela) - Pieza 3 (tornillo largo)
 - e) Pieza 2 (arandela) - Pieza 4 (tuerca)
 - f) Pieza 3 (tornillo largo) - Pieza 4 (tuerca)
- 2) Imágenes con distinta resolución:
 - a) Pieza 1 (tornillo) - Pieza 2 (arandela)
 - b) Pieza 1 (tornillo) - Pieza 3 (tornillo largo)
 - c) Pieza 1 (tornillo) - Pieza 4 (tuerca)
 - d) Pieza 2 (arandela) - Pieza 3 (tornillo largo)
 - e) Pieza 2 (arandela) - Pieza 4 (tuerca)
 - f) Pieza 3 (tornillo largo) - Pieza 4 (tuerca)

Apartado 2:

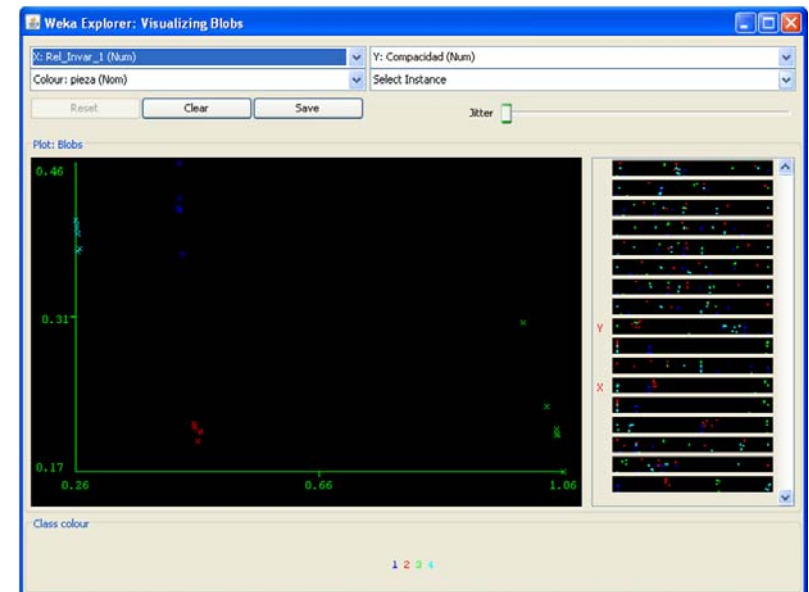
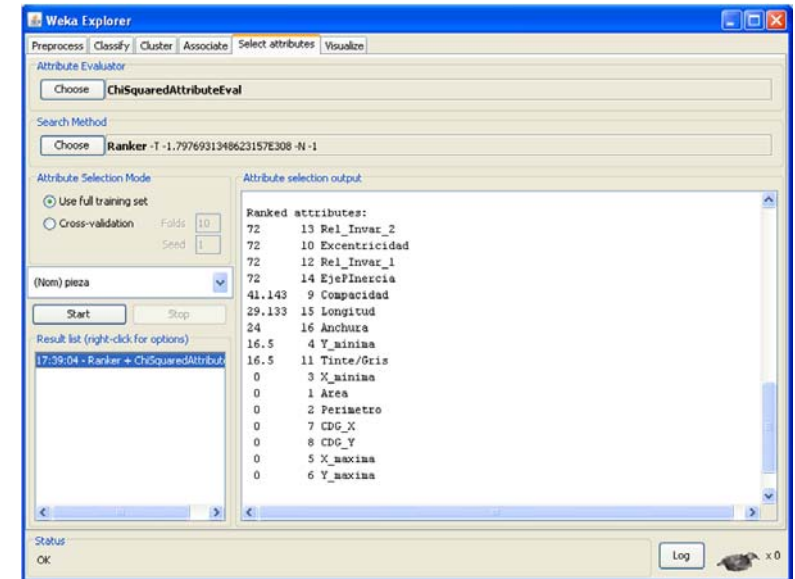
Exportar los datos al programa WEKA y realizar un análisis completo bidimensional de los datos utilizando diferentes clasificadores: bayesianos,....

1) Selección de características:

Dentro de WEKA, Entrando en Explorer y seleccionando **Open File** cargaremos el fichero de datos.arff con los datos obtenidos de para las cuatro piezas.

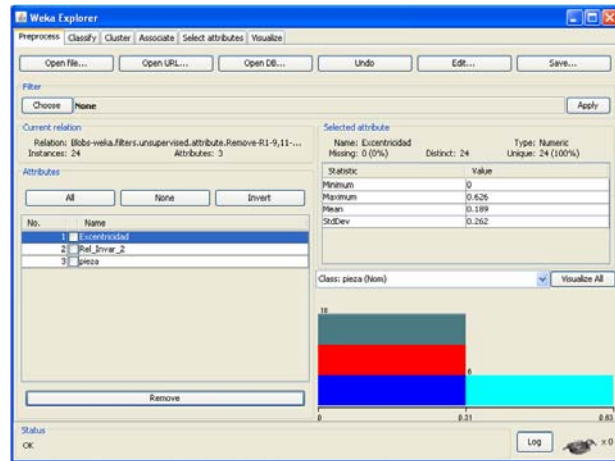


En principio, no es necesario realizar ningún preprocesado de los datos. A continuación, el alumno deberá elegir un conjunto de características que le permitan separar convenientemente sus objetos. Para ello se utilizará la pestaña denominada **Select Attributes**. WEKA es capaz de elegir las características que mejor separan los datos, por ejemplo, utilizando la opción **ChiSquaredAttributeEval**. Utilizando el menú **Visualize**, podemos ver en detalle cómo se distribuyen los objetos en función de las características elegidas (de forma similar a la práctica 4 de Visión).



2) Diseño del clasificador:

Nos quedamos con las características elegidas en el menú anterior. Para ello, seleccionamos las características elegidas en el menú **Preprocess**, incluyendo el número asociado a cada objeto y, a continuación, lo guardamos con el nombre **training.arff**. Hacemos lo mismo con los datos de prueba (imágenes capturadas con el sistema Títtere), guardándolos con el nombre **test.arff**.



En el menú **Classify** elegimos la opción **NaiveBayes**. En las opciones de datos de Test seleccionamos **Supplied test set** donde indicaremos el fichero con las datos obtenidos para imágenes capturadas desde el sistema títtere.

