

Clasificación E Identificación De Artrópodos Mediante Procesamiento Digital De Imágenes.

Francisco J. Buchelly¹ y Leonairo Pencue Fierro²

¹Ingeniería Física, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia

²Profesor, Grupo de Óptica y láser, Universidad del Cauca.

FRAJA_FBI@hotmail.com, leonairo@unicauca.edu.co

RESUMEN

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos de la elaboración de un conjunto de algoritmos basados en redes neuronales para clasificar varios tipos de artrópodos, utilizando procesamiento digital de imágenes. Se describen tanto los algoritmos empleados como las características conocidas y creadas obtenidas de las imágenes. Finalmente, se muestran algunos ejemplos de imágenes, sus características, su clasificación e identificación, así como el desempeño general de los algoritmos, el cual fue cercano al 96%.

Palabras clave: Redes neuronales, Procesamiento Digital de Imágenes.

ABSTRACT

In this work, the obtained results from the elaboration of a set of algorithms are shown, which are based on Neural Networks to classify several kinds of Arthropods, by using Digital Image Processing. The used algorithms are described as well as the known and created characteristics obtained from the images. Finally, some examples of images are shown, with their characteristics, classification and identification as well as the general performance of the algorithms, which was near to 96%.

Keywords: Neural Networks, Digital Image Processing.

1. INTRODUCCIÓN

En las ciencias biológicas, una importante área de estudio es la taxonomía de las especies, la cual sirve para clasificar distintos tipos de seres vivos según características o rasgos comunes. Con esto se pueden agrupar las distintas especies en categorías taxonómicas, partiendo de los reinos (características generales) hasta llegar a las familias y los géneros (similitudes de tipo genético). La utilización de sistemas automáticos de clasificación de seres vivos dentro de las categorías taxonómicas generales es una gran ayuda, en cuanto a rapidez y eficiencia, para biólogos o científicos que trabajan en esta área, puesto que se puede dedicar más tiempo al análisis manual de características específicas.

El procesamiento digital de imágenes es uno de los métodos más empleados hoy en día para la clasificación y el reconocimiento de objetos en general, dentro del conocido concepto de visión artificial, visión de máquina o visión por computador. Este trabajo muestra el proceso de diseño e implementación de conjunto de algoritmos, en el cual es posible aplicar las técnicas de procesamiento digital de imágenes a la clasificación taxonómica de algunos artrópodos. Los tipos a diferenciar son siete: arañas, escorpiones, cucarachas, escarabajos, mariposas, libélulas y miriápodos.

En este trabajo se muestra la aplicación de técnicas de análisis de imágenes tales como umbralización y morfología matemática para imágenes binarias, luego de un procesamiento previo con las imágenes a color (filtrado y mejoramiento de histograma en el espacio HSI). La binarización por umbralización consiste en crear una imagen binaria, en la cual se establecerá cada píxel con un valor binario si el píxel que se encuentra en la misma posición de la imagen original cumple cierta condición, o su valor opuesto si no la cumple. Al llevar a cabo este proceso se obtiene la segmentación de los objetos (separar objetos del fondo). A partir de una imagen binaria se puede obtener otras, tales como bordes, esqueleto y esqueleto podado, haciendo uso de operaciones de morfología matemática (dilatación y erosión).

2. PROCEDIMIENTO

Las imágenes utilizadas para la prueba de los algoritmos fueron adquiridas mediante una cámara digital, capturando directamente las fotografías de los animales del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Se recortaron las fotografías para obtener un animal por imagen y a cada imagen se hizo filtrado y estiramiento de los histogramas en el espacio HSI para facilitar el proceso de umbralización. Posteriormente se realizó la binarización de las imágenes empleando un umbral fijo, seguida de filtrado no lineal y morfológico para suavizar la figura del objeto segmentado (mediana, aperturas y cierres). A partir del objeto segmentado y la imagen original se podrían implementar algoritmos de análisis de texturas y color del objeto (animal) para una mayor precisión en el resultado final.

Al conseguir la segmentación, se obtuvieron otras imágenes binarias tales como bordes, esqueleto y esqueleto podado mediante operaciones morfológicas. A partir de estas cuatro imágenes binarias se pudieron calcular los parámetros que utilizan los algoritmos para la clasificación. Para definir dichos parámetros, primero se definen los descriptores obtenidos de las imágenes binarias. Estos descriptores son:

- A: el área del objeto.
- P: perímetro del objeto.
- A_R : Área del rectángulo más pequeño que contiene el objeto.
- n_{esq} , n_{pod} : número de píxeles del esqueleto y del esqueleto podado, respectivamente

Con base a los anteriores descriptores, los parámetros principales que se utilizaron como criterio de clasificación son los siguientes:

- Factor de forma:

$$F = \frac{A}{P^2} \quad (1)$$

- Porcentaje de ocupación rectangular

$$R = \frac{A}{A_R} * 100\% \quad (2)$$

- Parámetro X

$$X = 5P \left(\frac{1}{n_{pod}} + \frac{1}{n_{esq}} \right) \quad (3)$$

- Parámetro Y.

$$Y = \frac{n_{pod}}{n_{esq}} * 100\% \quad (4)$$

- T_p , I_p : número de terminales e intersecciones del esqueleto podado.

El factor de forma y el porcentaje de ocupación rectangular sirven para determinar la forma del objeto en cuanto a alargamiento o complejidad, mientras que el número de terminales e intersecciones del esqueleto podado sirven para estimar el número de miembros o extremidades del animal. Los parámetros X e Y permiten seleccionar de forma eficiente animales con características parecidas como cucarachas y escarabajos o arañas y escarabajos, por ejemplo para determinar si los miembros del animal son delgados o gruesos, con pocos o muchos detalles (uñas, dedos).

Con las características ya extraídas, se clasifica el animal usando cuatro resultados, tres de ellos provenientes de redes neuronales con diferente arquitectura (perceptrones multicapa con funciones de activación tangencial o lineal) y el cuarto mediante un algoritmo probabilístico, el cual determina a partir de datos estadísticos ya establecidos para cada tipo, la clase de artrópodo que tenga los rangos o intervalos numéricos más aproximados a los parámetros extraídos. Para el entrenamiento de las redes neuronales y la obtención de los datos estadísticos del algoritmo probabilístico, se emplearon 65 imágenes que contienen ejemplares de cada clase. Finalmente, el resultado de la clasificación se obtiene de la moda de los cuatro resultados individuales. El diagrama de flujo de la figura 1 resume el procedimiento mencionado.

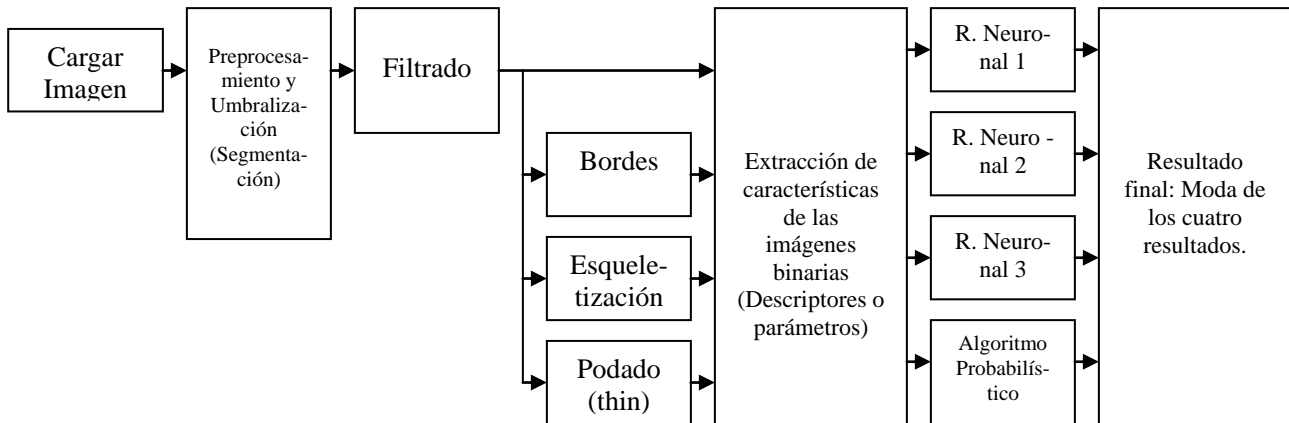


Figura 1. Procedimiento realizado por los algoritmos implementados partiendo desde la captura de la imagen de entrada hasta mostrar el resultado final de la clasificación del animal.

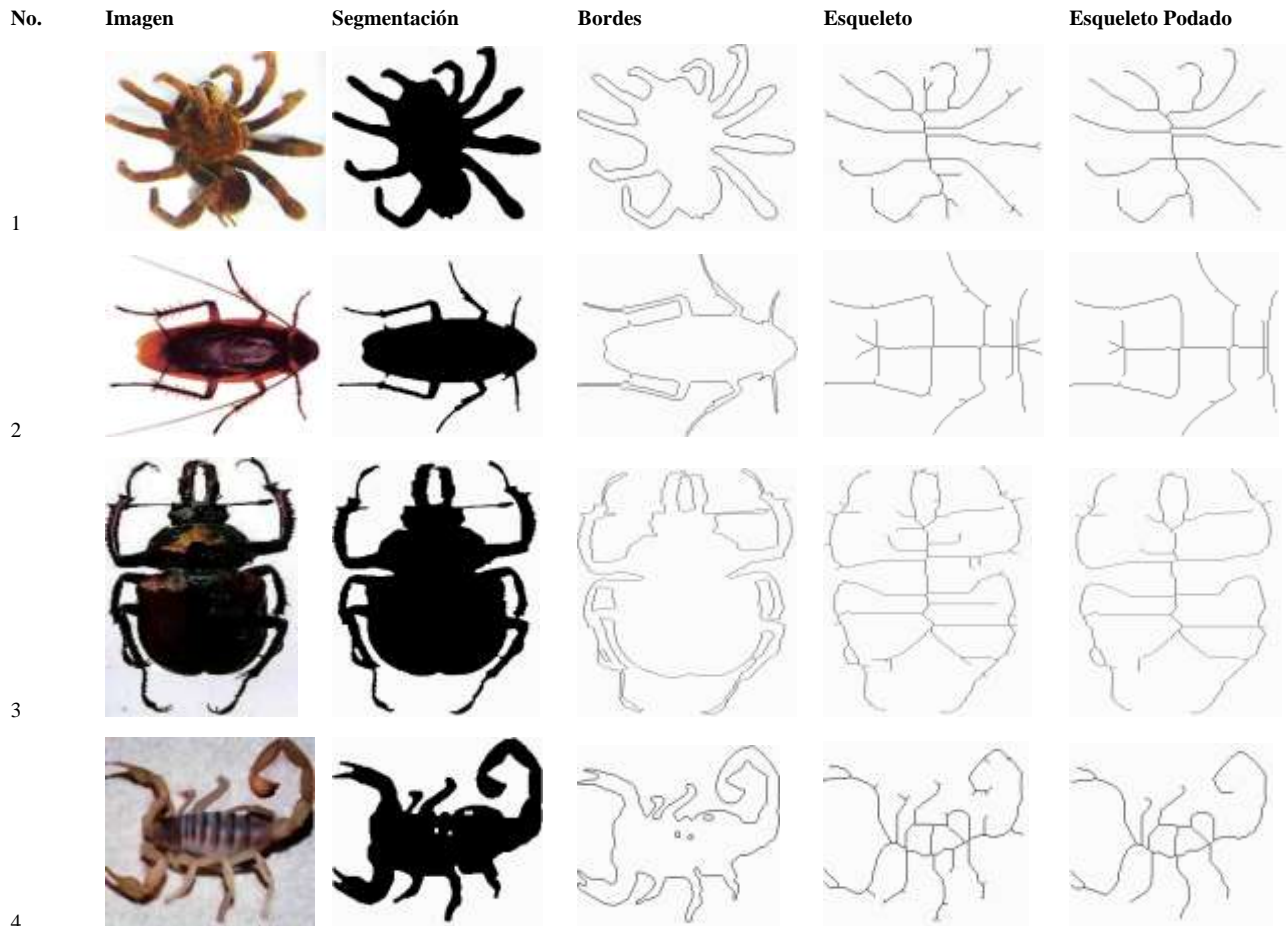
4. RESULTADOS.

En la tabla 2 se muestran algunos ejemplos para los cuales se probó el sistema de clasificación. La tabla 1 muestra las características obtenidas por el conjunto de algoritmos para las imágenes de la tabla 2, así como el resultado final de la clasificación. De los resultados de la tabla 1 se puede determinar la importancia de la obtención de las imágenes binarias, en especial los esqueletos, ya que ofrecen información acerca de aquellos parámetros necesarios para la clasificación de las muestras. Por ejemplo, se puede observar cómo para los miriápodos el número de terminales e intersecciones del esqueleto podado son descriptores que prácticamente los diferencian de los otros tipos por su gran valor numérico, mientras que las mariposas, por poseer miembros pequeños o poco notorios (patas, antenas), presentan en este parámetro el mínimo valor entre todos los tipos. Se puede observar en la tabla 2, que el esqueleto de la imagen 7 tiene forma compleja debido a su gran cantidad de ramas y uniones, mientras que el esqueleto de la imagen 5 es muy sencillo y con muy pocas ramas. Caso contrario es el del factor de forma, mientras que un lepidóptero posee un alto factor de forma (objeto segmentado con forma simple) en comparación con las otras clases, los animales de forma más compleja tienden a adquirir un valor mucho más pequeño debido a que son alargados y poseen muchos miembros. Se puede notar también que para parámetros como el factor de forma, el número de terminales del esqueleto podado y el número de intersecciones, los otros tipos de artrópodos tienen su rango de valores característicos dentro de estos dos extremos y que conociendo de forma aproximada los límites de estos rangos se pueden diferenciar o separar algunas muestras. Es importante mencionar que para otros parámetros, no se puede decir que un cierto rango de valores es característico para un tipo, ya que muchos de ellos no los identifican individualmente sino que el conjunto completo de características es quien determina a que clase pertenece una muestra o animal.

Tabla 1. Las siguientes son las características que extrajo el conjunto elaborado de algoritmos para una imagen de cada tipo de Artrópodo a clasificar.

Característica Imagen	CLASIFICACION	f	R (%)	X	Y (%)	Tp	Ip
1	Arácnido (Araneae)	0.00762	40.26	14.10	85.27	11	10
2	Insecto (Dyctiópteros)	0.00767	30.42	13.62	89.71	18	15
3	Insecto (Coleóptera)	0.00527	50.31	13.28	84.79	18	24
4	Arácnido (Scorpionidae)	0.01300	85.81	14.00	41.39	12	8
5	Insecto (Lepidóptera)	0.03410	46.97	15.25	62.19	7	5
6	Insecto (Odonata)	0.00767	30.42	13.62	89.7	18	14
7	Miriápodo (Ciempiés, milpiés)	0.00165	21.50	13.58	94.50	43	90

Tabla 2. Imágenes de prueba utilizadas para obtener los datos de la Tabla 1 junto a sus imágenes binarias asociadas: segmentación, bordes, esqueleto, esqueleto podado.



5



6



7



Se evaluó el desempeño general de los algoritmos con un total de 154 muestras, de las cuales se utilizaron 65 para entrenamiento de las redes neuronales. La efectividad de los algoritmos fue del 96%. El resultado general se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Tabla de desempeño de los algoritmos empleados. En cada columna se muestra el tipo de artrópodo que contiene la imagen inicial y en las filas se indica el tipo de artrópodo que se reconoció.

Entrada Salida	ARAÑAS	ESCARA- BAJOS	ESCOR- PIONES.	MARI- POSAS	CUCA- RACHAS	LIBE- LULAS	MIRIÁ- PODOS
ARAÑAS	13				1		
ESCARABAJOS		14		1			
ESCORPIONES			11	2	1		
MARIPOSAS				72	1		
CUCARACHAS					10		
LIBELULAS						13	
MIRIÁPODOS							15
TOTAL	100%	100%	100%	96%	76.9%	100%	100%

Se puede observar para unas pocas muestras que los algoritmos no hacen una buena identificación. Este problema se presenta principalmente porque son muchos los aspectos que se pueden analizar a las imágenes binarias, es decir, se podrían encontrar características más selectivas que las que se aquí se proponen, además para el análisis de imágenes binarias es necesario que el animal a segmentar se encuentre siempre en la misma disposición frente a la cámara, es decir, siempre mostrando sus miembros y alas de la misma forma. También se pueden presentar efectos indeseados como sombras y brillos en las imágenes, que influyen negativamente en la segmentación. Para evitar estos efectos se hace necesario adquirir las imágenes bajo condiciones controladas de iluminación por ejemplo utilizando fuentes de luz blanda.

En este trabajo, el desempeño del sistema total fue adecuado teniendo en cuenta que la clasificación solamente se hizo a partir de características morfológicas de imágenes binarias. Sin embargo, si el trabajo se queda solo en siluetas e imágenes binarias, incluso el ojo humano puede errar al hacer una clasificación a partir de ellas. Por eso, una optimización al sistema podría ser la adición de diferentes algoritmos, módulos o funciones que analicen de la imagen original en la zona donde se identificó el objeto (segmentación), factores importantes como son la textura y el color.

5. CONCLUSIONES

De los anteriores resultados, se puede observar que la los algoritmos y el sistema total funcionan adecuadamente cuando las imágenes seleccionadas para la clasificación cumplen con ciertas características como la uniformidad del fondo, la claridad del fondo con respecto al animal y la ausencia de sombras y brillos, ya que sin cumplir con estos requerimientos se pueden obtener efectos no deseados tales como el ruido o la detección de miembros del animal donde no los hay. También se puede afirmar que el sistema propuesto se puede utilizar bien (incluyendo módulos para análisis de color y texturas) u optimizar para hacer una clasificación automática previa de animales dentro de las categorías taxonómicas más generales que incluyen desde reinos hasta clases, lo cual permitiría a los entomólogos dedicar mayor parte de su tiempo en una clasificación más rigurosa que determina hasta los géneros y las especies.

AGRADECIMIENTOS.

Al personal del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca por permitir la adquisición de las imágenes mediante el registro fotográfico de los especímenes que se exhiben en el área de entomología.

REFERENCIAS

1. Gonzalez, Woods. Digital image processing. Prentice Hall. Second Edition. 2002.
2. Petrou, M. Bosdogianni, P. Image processing. The fundamentals. Wiley. 1999.