

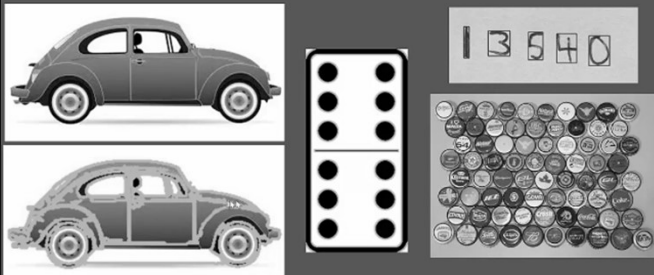
Segmentación y Regiones

Contours

- OpenCV stores Contours in a list of lists.

Contour 1	Contour 2	Contour 3
(11,28)	(-105,250)	(-733,163)
(12,28)	(-105,251)	(-734,164)
(13,28)	(-105,252)	(-735,165)
(13,28)	(-105,252)	(-736,166)
*	*	*
*	*	*
*	*	*
*	*	*
*	*	*
*	*	*
*	*	*

Segmentation - Partitioning images into different regions



Hierarchy in Contours

Hierarchy Types (the first two are the most useful)

- cv2.RETR_LIST - Retrieves all contours
- cv2.RETR_EXTERNAL - Retrieves external or outer contours only
- cv2.RETR_COMP - Retrieves all in a 2-level hierarchy
- cv2.RETR_TREE - Retrieves all in full hierarchy

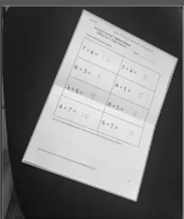
Hierarchy is stored in the following format: [Next, Previous, First Child, Parent]

NOTE - Contour Hierarchy is a quite lengthy to explain, if you're interested read here:

http://opencv-python-tutscalls.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_imgproc/py_contours/py_contour_hierarchy/py_contour_hierarchy.html

Contours

- Contours are continuous lines or curves that bound or cover the full boundary of an object in an image.



Contours are very important in:

- Object Detection
- Shape Analysis

Sorting Contours

- Sorting contours is quite useful when doing image processing.
- Sorting by Area can assist in Object Recognition (using contour area)
 - Eliminate small contours that may be noise
 - Extract the largest contour
- Sorting by spatial position (using the contour centroid)
 - Sort characters left to right
 - Process images in specific order

Propiedades de regiones

Propiedades de regiones

► **Perímetro**

- » El perímetro de una región "R" es definido como la longitud del contorno exterior de la región. Donde la región debe ser un componente conectado
- » Se debe tener definido cual es el contorno de la región
 - » Opcl. Verificar cambios entre estados "0" y "1"
 - » Opcl2 Diferencia entre región y región erosionada

Ci es la cadena de código de longitud "M" que define el borde de la región.

¿Qué es una cadena de código? ¿Cómo se calcula?

$$\text{Perimeter}(\mathcal{R}) = \sum_{i=0}^{M-1} \text{length}(c'_i),$$

Propiedades de regiones

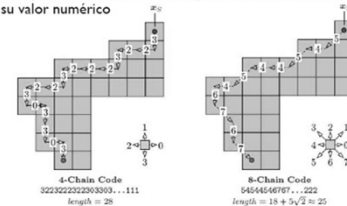
- Una vez se tienen las regiones de objetos de las imágenes (umbralización+operadores morfológicos; segmentación;...)
- Es necesario extraer información de ellas → Propiedades de regiones

Label	Area (pixels)	Bounding Box (left, top, right, bottom)	Center (cx, cy)
1	14978	(883, 21, 1134, 399)	(1010.7, 212.8)
2	36156	(40, 37, 438, 419)	(261.9, 209.5)
3	25904	(644, 128, 841, 382)	(680.6, 240.6)
4	3024	(387, 281, 442, 341)	(414.7, 310.6)
5	2293	(244, 367, 342, 506)	(294.4, 439.0)
6	4394	(406, 400, 507, 512)	(454.1, 457.3)
7	2977	(510, 416, 583, 765)	(704.9, 583.9)
8	20724	(833, 497, 1168, 759)	(1016.0, 624.1)
9	16566	(82, 558, 411, 821)	(208.7, 661.6)
10			

Propiedades de regiones

► **Cadena de código**

- » Es una representación de una región "R" que codifica las conexiones entre vecinos del contorno de la región
- » Se genera un valor numérico para las posibles conexiones entre vecinos: 4-vecinos; 8-vecinos
- » Se inicia en un punto arbitrario del borde y se codifica cada vecino en el borde mediante su valor numérico



Propiedades de regiones

- ▶ **Geométricas**
 - ▶ **Perímetro** A region \mathcal{R} of a binary image can be interpreted as a two-dimensional distribution of foreground points $x_i = (u_i, v_i)$ on the discrete plane \mathbb{Z}^2 ,
 - ▶ **Área**
 - ▶ **Circularidad** $\mathcal{R} = \{x_0, x_1 \dots x_{N-1}\} = \{(u_0, v_0), (u_1, v_1) \dots (u_{N-1}, v_{N-1})\}$.
 - ▶ **Bounding Box**
 - ▶ **Bounding Circle**
 - ▶ **Convex hull**
- ▶ **Estadísticas/Momentos**
 - ▶ **Centroide**
 - ▶ **Momentos**
 - ▶ **Momentos centrales**
 - ▶ **Momentos invariantes**
 - ▶ **Orientación**
 - ▶ **Excentricidad**

Propiedades de regiones

► **Perímetro**

- El perímetro de una región "R" es definido como la longitud del contorno exterior de la región. Donde la región debe ser un componente conectado
 - Ci es la cadena de código de longitud "M" que define el borde de la región.
 - Si la conexión se da en diagonal la longitud es $2^{1/2}$ en otro caso es 1
 - Usualmente el perímetro se sobre estima por lo que se corrige con un factor de 0.95

$$\text{Perimeter}(\mathcal{R}) = \sum_{i=0}^{M-1} \text{length}(c'_i),$$

$$\text{with } \text{length}(c) = \begin{cases} 1 & \text{for } c = 0, 2, 4, 6, \\ \sqrt{2} & \text{for } c = 1, 3, 5, 7. \end{cases}$$

$$P(\mathcal{R}) \approx \text{Perimeter}_{\text{corr}}(\mathcal{R}) = 0.95 \cdot \text{Perimeter}(\mathcal{R}).$$

Propiedades de regiones

- Área
- El numero de pixeles de una región "R" es definido como el área de la región.

$$A(\mathcal{R}) = |\mathcal{R}| = N.$$

"N" es el numero de los pixeles en la región "R" que es igual a la cardinalidad del conjunto "R"

Propiedades de regiones

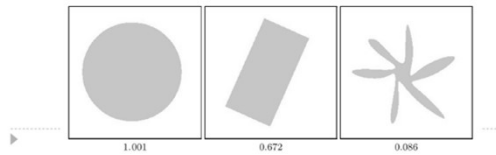
- *Bounding Circle*
- Es el círculo mínimo que circunscribe a la región "R"
- Se calcula desde el centro de la región "R"



Propiedades de regiones

- Circularidad
- La relación entre el área y el perímetro de una región "R" debe ser constante si se verifica la relación A/P^2 . Dado que el área crece cuadráticamente mientras que el perímetro crece linealmente con el tamaño.
- En una circunferencia la relación A/P^2 es igual a: $1/(4\pi)$ por lo que si la normalizamos su valor será 1 para un círculo y 0 para algo totalmente diferente

$$\text{Circularity}(\mathcal{R}) = 4\pi \cdot \frac{A(\mathcal{R})}{P^2(\mathcal{R})},$$



Propiedades de regiones

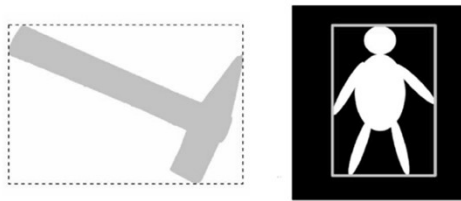
- *Convex hull*
- Es el polígono convexo mas pequeño que contiene a la región "R"
- Polígono convexo mas pequeño → Ajustar una banda elástica alrededor de la región "R"....contornos activos/Snakes
- Un algoritmo de cálculo del *convex hull* puede tener una complejidad computacional de $O(N \log V)$ N puntos y V vértices resultantes.



Propiedades de regiones

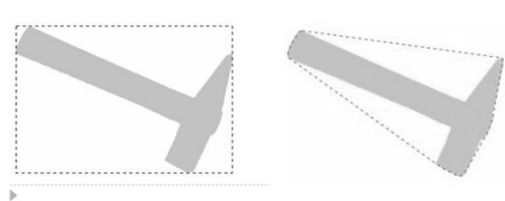
- *Bounding Box*
- Es el rectángulo mínimo que contiene a la región "R"
- Se calcula mediante los menores valores en X e Y, y los valores mayores en X e Y

$$\text{BoundingBox}(\mathcal{R}) = \langle u_{\min}, u_{\max}, v_{\min}, v_{\max} \rangle, (u_i, v_i) \in \mathcal{R}$$



Propiedades de regiones

- *Convex hull*
- Es el polígono convexo mas pequeño que contiene a la región "R"
- Polígono convexo mas pequeño → Ajustar una banda elástica alrededor de la región "R"....contornos activos/Snakes
- Un algoritmo de cálculo del *convex hull* puede tener una complejidad computacional de $O(N \log V)$ N puntos y V vértices resultantes.



Propiedades de regiones

- › **Geométricas**
 - › Perímetro
 - › Área
 - › Circularidad
 - › Bounding Box
 - › Bounding Circle
 - › Convex hull
- › **Estadísticas/Momentos**
 - › Centroide
 - › Momentos
 - › Momentos centrales
 - › Orientación
 - › Excentricidad
 - › Momentos invariantes

Propiedades de regiones

- › **Orientación**
- › En una región "R" la orientación se describe a lo largo del eje con mayor longitud que atraviese el centroide. La orientación esta contenida en $[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$:

$$\theta_R = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2 \cdot \mu_{11}(R)}{\mu_{20}(R) - \mu_{02}(R)} \right)$$



Propiedades de regiones

- › **Centroide**
- › El centroide, centro de gravedad o centro de masa de una región "R" es una pareja coordenada:

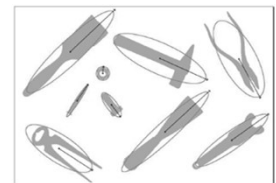
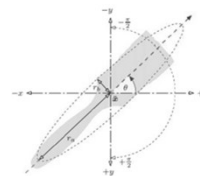
$$\bar{x} = \frac{1}{|\mathcal{R}|} \sum_{(u,v) \in \mathcal{R}} u \quad \text{and} \quad \bar{y} = \frac{1}{|\mathcal{R}|} \sum_{(u,v) \in \mathcal{R}} v.$$



Propiedades de regiones

- › **Excentricidad**
- › En una región "R" la excentricidad indica que tan elongado es la región. Su valor se encuentra entre $[1, \text{inf}]$, siendo 1 una circunferencia y mayor a el mas cercano a una elipse:

$$\text{Ecc}(\mathcal{R}) = \frac{a_1}{a_2} = \frac{\mu_{20} + \mu_{02} + \sqrt{(\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4 \cdot \mu_{11}^2}}{\mu_{20} + \mu_{02} - \sqrt{(\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4 \cdot \mu_{11}^2}},$$



Propiedades de regiones

- › **Momentos**
- › De las regiones se pueden obtener una serie de estadista a partir del concepto de una función generadora de momento. Para el caso de una región "R" es:

$$m_{pq} = \sum_{(u,v) \in \mathcal{R}} u^p v^q.$$

- › Donde el área y el centroide son casos particulares:

$$A(\mathcal{R}) = |\mathcal{R}| = \sum_{(u,v) \in \mathcal{R}} 1 = \sum_{(u,v) \in \mathcal{R}} u^0 v^0 = m_{00}(\mathcal{R}),$$

$$\bar{x} = \frac{1}{|\mathcal{R}|} \cdot \sum_{(u,v) \in \mathcal{R}} u^1 v^0 = \frac{m_{10}(\mathcal{R})}{m_{00}(\mathcal{R})},$$

$$\bar{y} = \frac{1}{|\mathcal{R}|} \cdot \sum_{(u,v) \in \mathcal{R}} u^0 v^1 = \frac{m_{01}(\mathcal{R})}{m_{00}(\mathcal{R})}.$$