

Segmentación por Umbralización

Ivan Cruz Aceves

ivan.cruz@cimat.mx

Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT)

Febrero del 2019

Cubo- I304, Ext. 4506

Contenido

EL PROBLEMA DE SEGMENTACIÓN

UMBRALIZACIÓN

MÉTODOS DE UMBRALIZACIÓN

MÉTODO DE RIDLER-CALVARD

MÉTODO DE CONCAVIDAD DEL HISTOGRAMA

Segmentación mediante Thresholding

- ▶ Separar, particionar o diferenciar objetos de interés del fondo de la imagen.

Segmentación mediante Thresholding

- ▶ Separar, particionar o diferenciar objetos de interés del fondo de la imagen.
- ▶ Técnica de segmentación más utilizada.

Segmentación mediante Thresholding

- ▶ Separar, particionar o diferenciar objetos de interés del fondo de la imagen.
- ▶ Técnica de segmentación más utilizada.
- ▶ Diversidad de métodos

Segmentación mediante Thresholding

- ▶ Separar, particionar o diferenciar objetos de interés del fondo de la imagen.
- ▶ Técnica de segmentación más utilizada.
- ▶ Diversidad de métodos
- ▶ Umbralización de 1 nivel

Segmentación mediante Thresholding

- ▶ Separar, particionar o diferenciar objetos de interés del fondo de la imagen.
- ▶ Técnica de segmentación más utilizada.
- ▶ Diversidad de métodos
- ▶ Umbralización de 1 nivel
- ▶ Supone que los valores de intensidad provienen de dos distribuciones diferentes

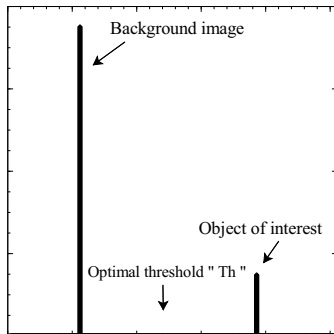
Segmentación mediante Thresholding

- ▶ Separar, particionar o diferenciar objetos de interés del fondo de la imagen.
- ▶ Técnica de segmentación más utilizada.
- ▶ Diversidad de métodos
- ▶ Umbralización de 1 nivel
- ▶ Supone que los valores de intensidad provienen de dos distribuciones diferentes
- ▶ Umbralización multinivel

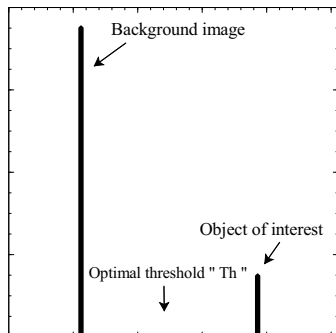
Umbralización



Umbralización

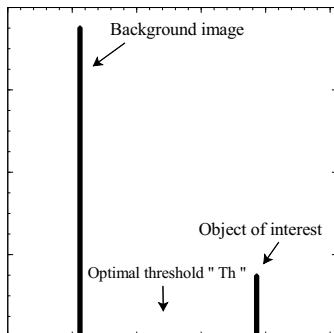


Umbralización



$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) \geq Th \\ 0 & \text{if } f(x, y) < Th \end{cases}$$

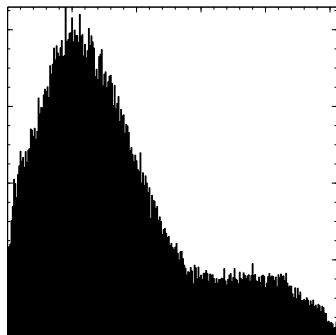
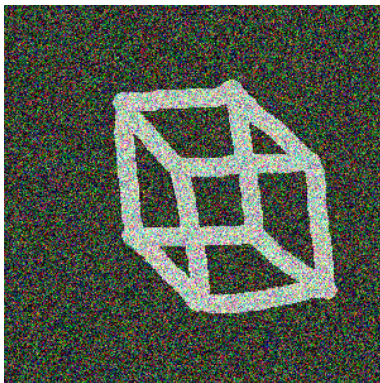
Umbralización



$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) \geq Th \\ 0 & \text{if } f(x, y) < Th \end{cases}$$

!!!!!! Pero no siempre es tan fácil !!!!!!

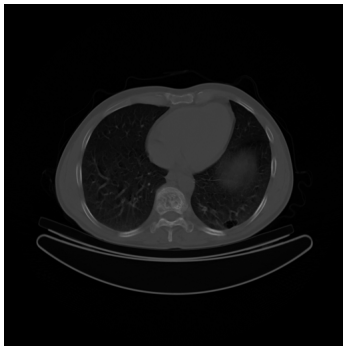
Presencia de ruido



$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) \geq Th \\ 0 & \text{if } f(x, y) < Th \end{cases}$$

Segmentación a 2 niveles de intensidad

Umbral = (0.1)



Segmentación a 2 niveles de intensidad

Umbral = (0.5)



Segmentación a 2 niveles de intensidad

Umbral = (0.4)



Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation

Mehmet Sezgin

Tübitak Marmara Research Center
Information Technologies Research Institute
Gebze, Kocaeli
Turkey
E-mail: sezgin@btae.mam.gov.tr

Bülent Sankur

Boğaziçi University
Electric-Electronic Engineering Department
Bebek, Istanbul
Turkey

Métodos de Umbralización

- ▶ Método de Otsu
- ▶ Método de Rutherford-Appleton
- ▶ Método de Concavidad del Histograma
- ▶ Método de Entropía de Kapur
- ▶ Método de Entropía de Pal
- ▶ Método de Momentos del Histograma
- ▶ Método de Ridler y Calvard

Método Ridler-Calvard¹

Iterative thresholding. Riddler³⁸ (Cluster_Riddler) advanced one of the first iterative schemes based on two-class Gaussian mixture models. At iteration n , a new threshold T_n is established using the average of the foreground and background class means. In practice, iterations terminate when the changes $|T_n - T_{n+1}|$ become sufficiently small.

¹T. Ridler, S. Calvard, Picture thresholding using an iterative selection method, IEEE Trans. Syst. Man Cybern. 8 (1978) 630–632.

Método Ridler-Calvard²

Este método puede resumirse como sigue:

$$T = \frac{\mu_B + \mu_F}{2}$$

$$\mu_F = \sum_{g=0}^{T_n} gp(g)$$

$$\mu_B = \sum_{g=T_n+1}^G gp(g)$$

El método trata de estimar ambas medias de forma iterativa hasta convergencia.

²M. Sezgin and B. Sankur, Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation, Journal of electronic imaging 13(1), 146-165, 2004.

Algoritmo Rid.-Cal.

1. Seleccionar un valor T inicial (media).

Algoritmo Rid.-Cal.

1. Seleccionar un valor T inicial (media).
2. Segmentar imagen usando T .

Algoritmo Rid.-Cal.

1. Seleccionar un valor T inicial (media).
2. Segmentar imagen usando T .
3. Obtener 2 clases de pixeles B y F

Algoritmo Rid.-Cal.

1. Seleccionar un valor T inicial (media).
2. Segmentar imagen usando T .
3. Obtener 2 clases de pixeles B y F
4. Calcular la intensidad media μ_B de B .

Algoritmo Rid.-Cal.

1. Seleccionar un valor T inicial (media).
2. Segmentar imagen usando T .
3. Obtener 2 clases de pixeles B y F
4. Calcular la intensidad media μ_B de B .
5. Calcular la intensidad media μ_F de F .

Algoritmo Rid.-Cal.

1. Seleccionar un valor T inicial (media).
2. Segmentar imagen usando T .
3. Obtener 2 clases de pixeles B y F
4. Calcular la intensidad media μ_B de B .
5. Calcular la intensidad media μ_F de F .
6. Calcular el nuevo T como $T = \frac{\mu_B + \mu_F}{2}$

Algoritmo Rid.-Cal.

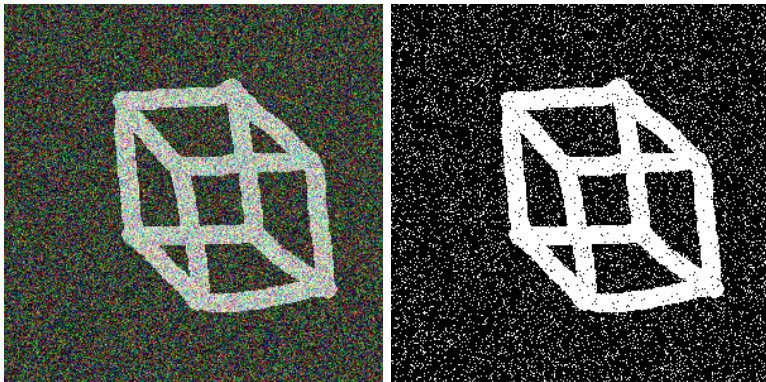
1. Seleccionar un valor T inicial (media).
2. Segmentar imagen usando T .
3. Obtener 2 clases de pixeles B y F
4. Calcular la intensidad media μ_B de B .
5. Calcular la intensidad media μ_F de F .
6. Calcular el nuevo T como $T = \frac{\mu_B + \mu_F}{2}$
7. Repetir hasta convergencia o valor de tolerancia. $\Delta T < \epsilon$

Ejemplo 1: Sintética



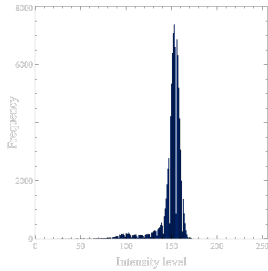
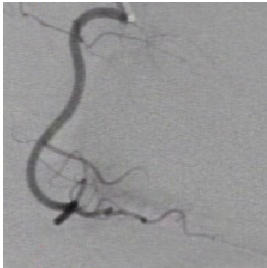
Umbral por R.C. : $T=0.4883, 124.5164$

Ejemplo 2: con ruido



Umbral por R.C. : $T=0.4375, 111.5625$

Ejemplo 3: Arterias



Umbral por R.C. : $T=0.50, 127.5$

Método de Ridler-Calvard

```
tolerance = 0.05;
n = 256;
img = img * n;
m = mean(img(:)); % Initial estimation of the mean
new_thresh = m;
while true
    prev_thresh = new_thresh;
    threshold = round(prev_thresh);
    mb = mean(img(img <= threshold));
    mo = mean(img(img > threshold));
    new_thresh = (mb+mo) / 2;
    if abs(new_thresh-prev_thresh) <= tolerance
        break
    end
end
threshold = threshold / n;
```

Histogram-Concavity³

El método asume que el valor de umbral puede ser localizado como un valor máximo de la substracción de la envolvente convexa (convex hull) calculada sobre el histograma de la imagen de entrada.

³A. Rosenfeld, P. De la Torre, Histogram concavity analysis as an aid in threshold selection, IEEE Trans. Syst. Man Cybern. 13 (1983) 231-235.

Histogram-Concavity³

El método asume que el valor de umbral puede ser localizado como un valor máximo de la substracción de la envolvente convexa (convex hull) calculada sobre el histograma de la imagen de entrada.

La **envolvente convexa** de un conjunto de puntos es el polígono convexo que envuelve a todos los elementos con la menor area posible.

Múltiples algoritmos para ser calculada: QuickHull, Scan de Graham, Marcha de Jarvis, estrategia Divide y Venceras, Incremental, etc...

³A. Rosenfeld, P. De la Torre, Histogram concavity analysis as an aid in threshold selection, IEEE Trans. Syst. Man Cybern. 13 (1983) 231-235.

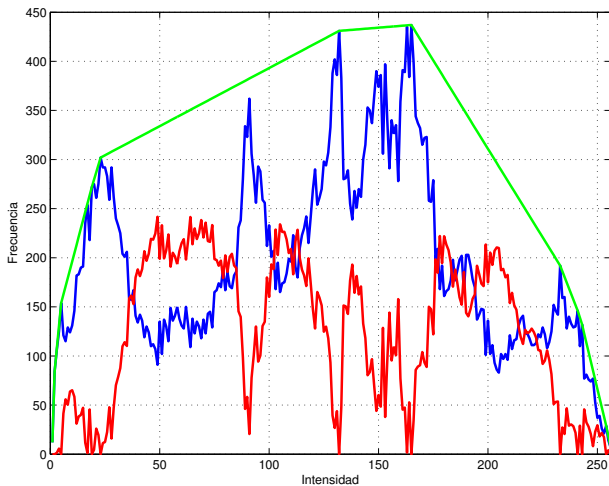
Histogram-Concavity

La implementación del método puede ser llevado a cabo mediante los siguientes pasos:

- ▶ Calcular el histograma h de la imagen de entrada.
- ▶ Calcular la envolvente convexa H sobre h .
- ▶ Realizar $T = \max\{H - h\}$
- ▶ Se puede aplicar un método de balanceo.

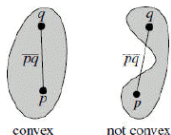
Método de H-C

$$T = \max\{H - h\}$$



Envolvente Convexa

- ▶ En ocasiones, es importante conocer los límites de un conjunto de puntos u objetos en el espacio.
- ▶ **Polígono convexo:** Tiene la propiedad de que cualquier línea que una dos puntos cualesquiera del interior del polígono estará dentro del mismo.



- ▶ **Cerco convexo:** Es el polígono convexo más pequeño que envuelve los puntos. (Todos los vértices del polígono convexo pertenecen al conjunto original)
- ▶ El problema consiste en: Encontrar todos los puntos pertenecientes al cerco convexo.

Jarvis March

- ▶ Publicado originalmente en 1973: *Jarvis, R. A. On the identification of the convex hull of a finite set of points in the plane. Information Processing Letters.*

Jarvis March

- ▶ Publicado originalmente en 1973: *Jarvis, R. A. On the identification of the convex hull of a finite set of points in the plane. Information Processing Letters.*
- ▶ Representa uno de los algoritmos de cálculo de la envolvente convexa más empleados en la práctica.

Jarvis March

- ▶ Publicado originalmente en 1973: *Jarvis, R. A. On the identification of the convex hull of a finite set of points in the plane. Information Processing Letters.*
- ▶ Representa uno de los algoritmos de cálculo de la envolvente convexa más empleados en la práctica.
- ▶ Su complejidad es de $O(nh)$, donde n es el número de puntos, y h es el número de puntos que conforman la envolvente convexa.

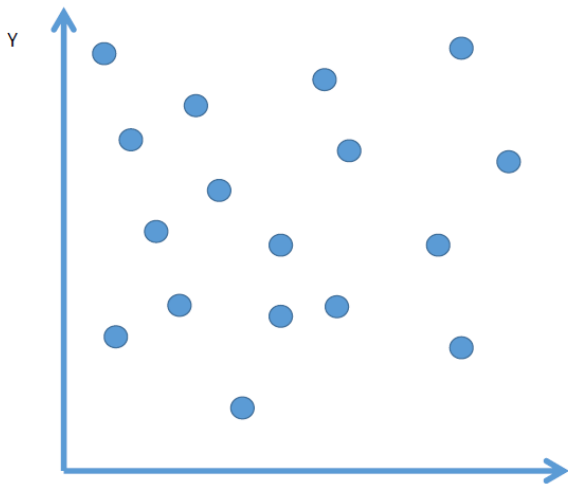
Jarvis March

- ▶ Publicado originalmente en 1973: *Jarvis, R. A. On the identification of the convex hull of a finite set of points in the plane. Information Processing Letters.*
- ▶ Representa uno de los algoritmos de cálculo de la envolvente convexa más empleados en la práctica.
- ▶ Su complejidad es de $O(nh)$, donde n es el número de puntos, y h es el número de puntos que conforman la envolvente convexa.
- ▶ Su peor caso es cuando $n = h, O(n^2)$

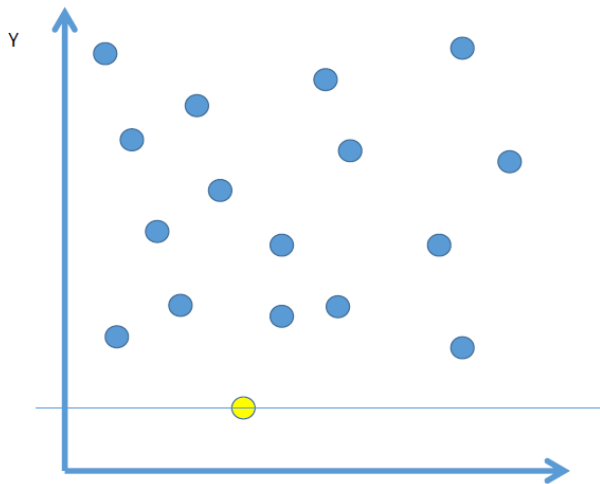
Jarvis March

- ▶ Publicado originalmente en 1973: *Jarvis, R. A. On the identification of the convex hull of a finite set of points in the plane. Information Processing Letters.*
- ▶ Representa uno de los algoritmos de cálculo de la envolvente convexa más empleados en la práctica.
- ▶ Su complejidad es de $O(nh)$, donde n es el número de puntos, y h es el número de puntos que conforman la envolvente convexa.
- ▶ Su peor caso es cuando $n = h, O(n^2)$
- ▶ Simplicidad de implementación.

Jarvis March

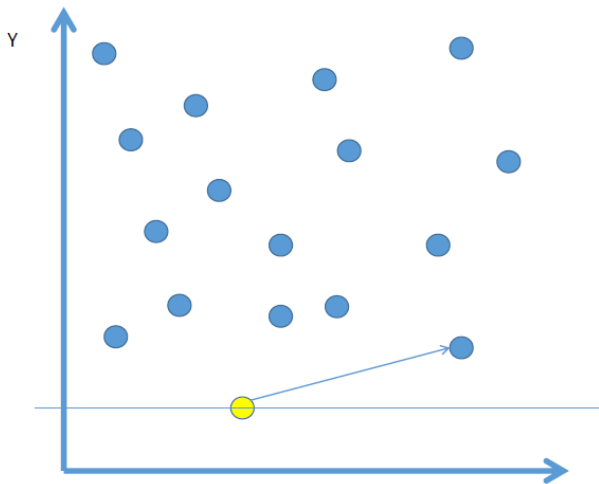


Jarvis March

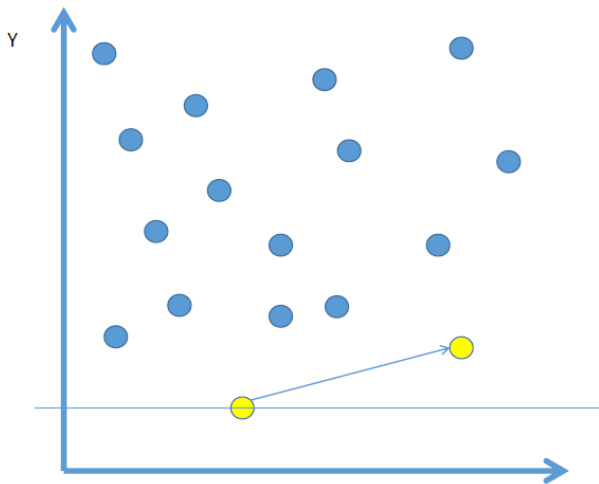


...

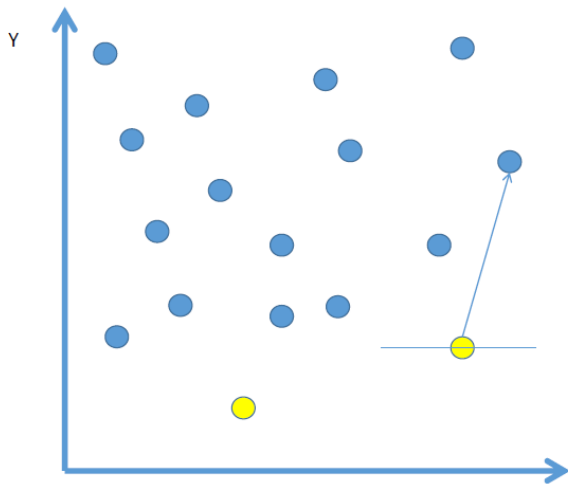
Jarvis March



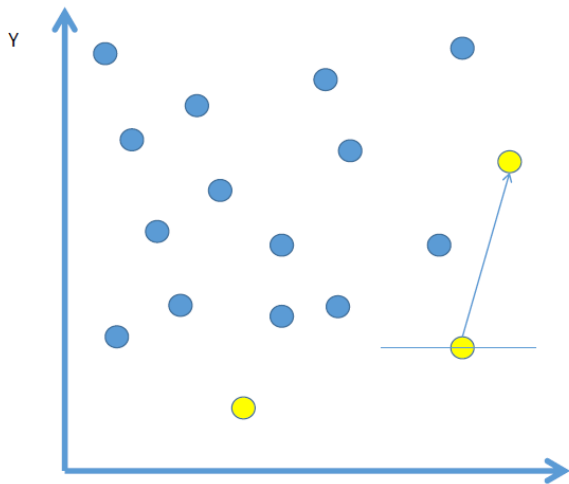
Jarvis March



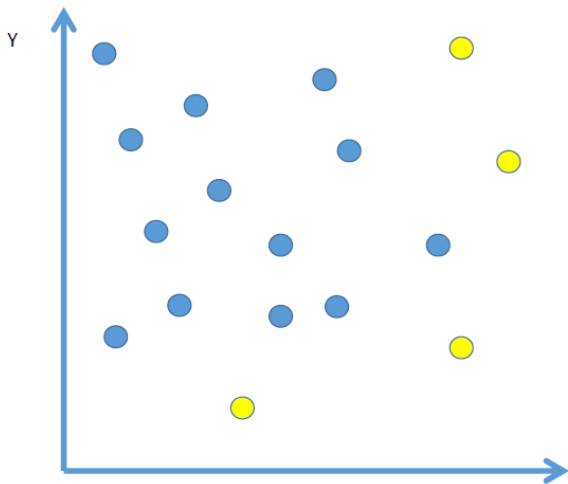
Jarvis March



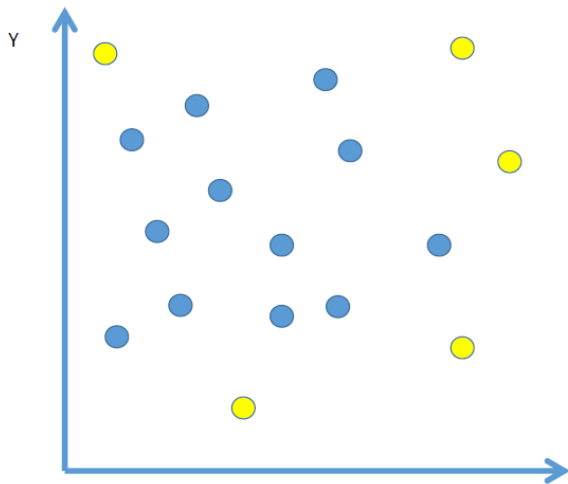
Jarvis March



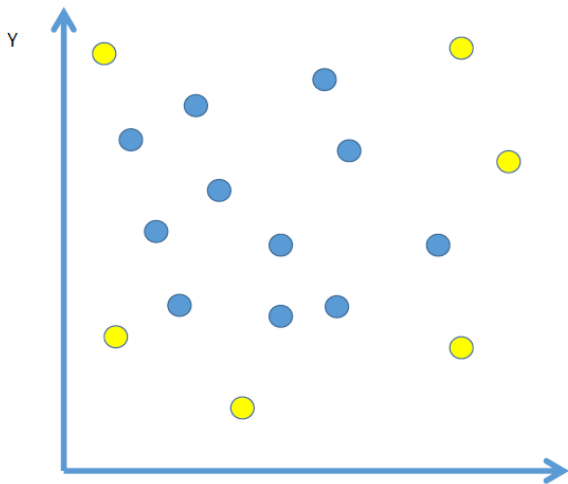
Jarvis March



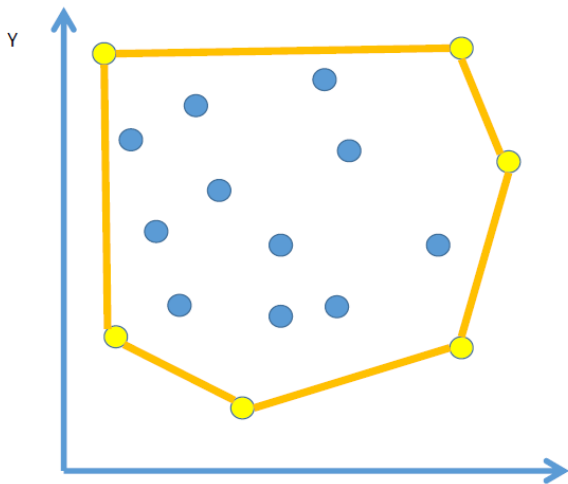
Jarvis March



Jarvis March



Jarvis March



Tarea para discusión

- ▶ Del Survey platicado en clase:
- ▶ Elegir un método de umbralización del EdA.
- ▶ Justificar su selección.
- ▶ Estudiar métricas de evaluación.