



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

---

## Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

### Centro de Investigación en Tecnologías de Información y Sistemas

#### Licenciatura en Sistemas Computacionales 9º 2

#### Reporte de la Tarea # 1 “Simulación de procesos con variación de parámetros”

### Inteligencia Artificial

*Alumno: Adalberto Vargas Moreno*

**Resumen:** En este trabajo se muestran los resultados de un ejemplo de aplicación del algoritmo C-Means difuso.

Catedrático: Dr. Virgilio López Morales

## 1. Introducción

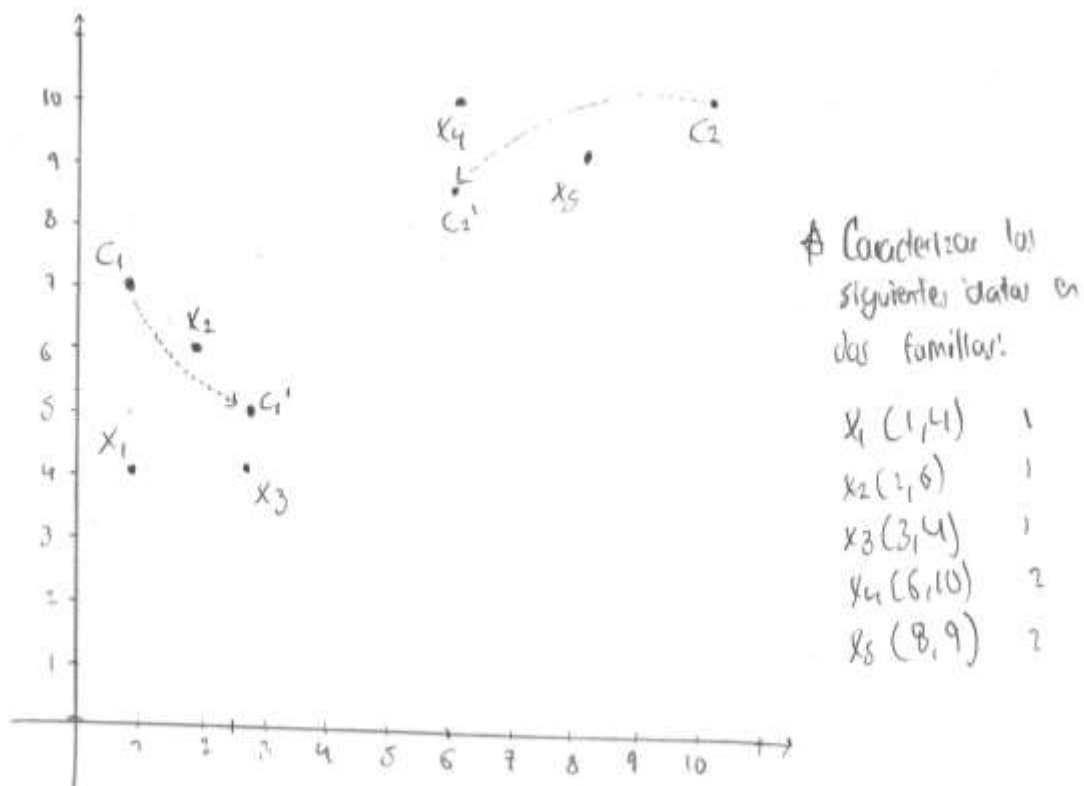
El presente algoritmo es similar a C-Means estándar sin embargo, es diferente debido a que a sus valores se les da un rango de pertenencia (porcentual), esto es debido a su naturaleza de *lógica difusa*.

....

## 2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.

**SISTEMA 1.** Se aplican las formulas y procedimiento del algoritmo como sigue:

Planteamiento del problema:



Posteriormente se inicializa la matriz U y se inicializa centride de manera aleatoria. Nuestra fusificación es de 2

$$\begin{array}{l}
 C_1 = (1, 7) \\
 C_2 = (10, 10) \\
 \text{fusificación} \\
 M = 2
 \end{array}
 \quad
 U^0 = \begin{cases} 0.9 & 0.7 & 0.6 & 0.3 & 0.4 \\ 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.7 & 0.6 \end{cases}$$

Se calcula el valor del centroide C1

$$\begin{aligned}
 C_1 &= \frac{U_{11}^2 \cdot X_1 + U_{12}^2 \cdot X_2 + U_{13}^2 \cdot X_3 + U_{14}^2 \cdot X_4 + U_{15}^2 \cdot X_5}{U_{11}^2 + U_{12}^2 + U_{13}^2 + U_{14}^2 + U_{15}^2} \\
 C_1 &= \frac{(0.9)^2(1, 4) + (0.7)^2(2, 6) + (0.6)^2(3, 4) + (0.3)^2(6, 10) + (0.4)^2(8, 9)}{0.81 + 0.49 + 0.36 + 0.09 + 0.16} \\
 C_1 &= \frac{(0.81, 3.24) + (0.98, 2.94) + (1.08, 1.44) + (0.54, 0.9) + (1.28, 1.44)}{0.81 + 0.49 + 0.36 + 0.09 + 0.16} \\
 C_1 &= \frac{(4.69, 9.96)}{1.91} = (2.4555, 5.2147)
 \end{aligned}$$

Se calcula el valor del centroide C2

$$C_2 = \frac{U_{21}^2 \cdot x_1 + U_{22}^2 \cdot x_2 + U_{23}^2 \cdot x_3 + U_{24}^2 \cdot x_4 + U_{25}^2 \cdot x_5}{U_{21}^2 + U_{22}^2 + U_{23}^2 + U_{24}^2 + U_{25}^2}$$

$$C_2 = \frac{(0.1)^2(1,4) + (0.3)^2(2,6) + (0.4)^2(3,4) + (0.7)^2(6,10) + (0.6)^2(8,9)}{(0.1)^2 + (0.3)^2 + (0.4)^2 + (0.7)^2 + (0.6)^2}$$

$$C_2 = \frac{(0.01, 0.04) + (0.18, 0.54) + (0.48, 0.64) + (2.94, 4.9) + (2.88, 3.24)}{1.11}$$

$$C_2 = \frac{(6.58, 9.36)}{1.11} = (5.9279, 8.4324)$$

Cálculo de distancias

$$d_{ij}^2 = d_{C_i}^2 x_j = (C_i x - x_j)^2 + (C_i y - x_j y)^2$$

$$d_{11} = (2.4555 - 1)^2 + (5.2147 - 4)^2 = 3.5940$$

$$d_{12} = (2.4555 - 2)^2 + (5.2147 - 6)^2 = 0.8242$$

$$d_{13} = (2.4555 - 3)^2 + (5.2147 - 4)^2 = 1.7720$$

$$d_{14} = (2.4555 - 6)^2 + (5.2147 - 10)^2 = 35.4626$$

$$d_{15} = (2.4555 - 8)^2 + (5.2147 - 9)^2 = 45.0700$$

$$d_{21} = (5.9279 - 1)^2 + (8.4324 - 4)^2 = 43.4304$$

$$d_{22} = (5.9279 - 2)^2 + (8.4324 - 6)^2 = 21.3449$$

$$d_{23} = (5.9279 - 3)^2 + (8.4324 - 4)^2 = 28.2188$$

$$d_{24} = (5.9279 - 6)^2 + (8.4324 - 10)^2 = 7.4626$$

$$d_{25} = (5.9279 - 8)^2 + (8.4324 - 9)^2 = 4.6158$$

Cálculo de valor objetivo

$$J = U_{11}^2 d_{11}^2 + U_{12}^2 d_{12}^2 + U_{13}^2 d_{13}^2 + U_{14}^2 d_{14}^2 + U_{15}^2 d_{15}^2 + \\ U_{21}^2 d_{21}^2 + U_{22}^2 d_{22}^2 + U_{23}^2 d_{23}^2 + U_{24}^2 d_{24}^2 + U_{25}^2 d_{25}^2$$

$$J = 450.1183 + 192.3425 \\ = \underline{642.4608} \quad \leftarrow \text{Valor objetivo}$$

Se hace el cálculo de matriz U, se refrescan sus valores

Recálculo de U

$$U_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left( \frac{d_{ij}}{d_{kj}} \right)^{2/(m-1)}}$$

Se calcula cada valor de la matriz U para los del centroide C1

$$U_{11} = \frac{1}{\left( \frac{3.5940}{3.5940} \right)^2 + \left( \frac{3.5940}{43.9304} \right)^2} = 0.9983$$

$$U_{12} = \frac{1}{\left( \frac{0.8242}{0.8242} \right)^2 + \left( \frac{0.8242}{21.3449} \right)^2} = 0.9985$$

$$U_{13} = \frac{1}{\left( \frac{1.7720}{1.7720} \right)^2 + \left( \frac{1.7720}{28.2188} \right)^2} = 0.99601$$

$$U_{14} = \frac{1}{\left(\frac{35.4626}{35.4626}\right)^2 + \left(\frac{35.4626}{2.4626}\right)^2} = 0.0048$$

$$U_{15} = \frac{1}{\left(\frac{45.0700}{45.0700}\right)^2 + \left(\frac{45.0700}{4.6158}\right)^2} = 0.0104$$

Se calculan los valores de U para los valores con centroide C2

$$U_{21} = \frac{1}{\left(\frac{43.9304}{43.9304}\right)^2 + \left(\frac{43.9304}{3.3940}\right)^2} = 0.0065$$

$$U_{22} = \frac{1}{\left(\frac{21.3449}{21.3449}\right)^2 + \left(\frac{21.3449}{0.8242}\right)^2} = 0.0015$$

$$U_{23} = \frac{1}{\left(\frac{28.2188}{28.2188}\right)^2 + \left(\frac{28.2188}{1.7720}\right)^2} = 0.0040$$

$$U_{24} = \frac{1}{\left(\frac{2.4626}{2.4626}\right)^2 + \left(\frac{2.4626}{35.4626}\right)^2} = 0.9952$$

$$U_{25} = \frac{1}{\left(\frac{4.6158}{4.6158}\right)^2 + \left(\frac{4.6158}{45.0700}\right)^2} = 0.9896$$

### Nuevos valores de matriz U

$$U' = \begin{cases} 0.4983 & 0.9985 & 0.9960 & 0.0048 & 0.0104 \\ 0.0065 & 0.0015 & 0.0040 & 0.9952 & 0.9896 \end{cases}$$

Se recualcula el centroide C1

Cálculo de centroides vuelta

$$C_1 = \frac{(0.4483)^2(1,4) + (0.9985)^2(2,6) + (0.4460)^2(3,4) + (0.0048)^2(6,10) + (0.0104)^2(8,9)}{0.2483 + 0.997 + 0.9920 + 0.00002 + 0.0001}$$

$$C_1 = \frac{(0.2483, 0.9921) + (1.994, 5.982) + (2.976, 3.968) + (0.0001, 0.0001) + (0.0009, 0.0009)}{2.23742}$$

$$C_1 = \left( \frac{5.2142, 10.9442}{2.2374} \right) = (2.3327, 4.8915)$$

Se recalcula el valor del centroide C2

$$C_2 = \frac{(0.0065)^2(1.4) + (0.0015)^2(2.6) + (0.0040)^2(3.4) + (0.9452)^2(6.0) + (0.9896)^2(8.9)}{0.00004 + 0.00002 + 0.00001 + 0.9904 + 0.9793}$$

Se hace un cálculo de coste (nuestro valor objetivo)

Cálculo de coste

$$\begin{aligned}
 d_{11} &= (2.3327 - 1)^2 - (4.8915 - 4)^2 = 0.9813 \\
 d_{12} &= (2.3327 - 2)^2 - (4.8915 - 6)^2 = -1.1181 \\
 d_{13} &= (2.3327 - 3)^2 - (4.8915 - 4)^2 = -0.7495 \\
 d_{14} &= (2.3327 - 6)^2 - (4.8915 - 10)^2 = -12.6477 \\
 d_{15} &= (2.3327 - 8)^2 - (4.8915 - 9)^2 = 15.1385 \\
 d_{21} &= (6.9946 - 1)^2 - (9.5028 - 4)^2 = 5.6544 \\
 d_{22} &= (6.9946 - 2)^2 - (9.5028 - 6)^2 = 12.6764 \\
 d_{23} &= (6.9946 - 3)^2 - (9.5028 - 4)^2 = -14.3239 \\
 d_{24} &= (6.9946 - 6)^2 - (9.5028 - 10)^2 = 0.7420 \\
 d_{25} &= (6.9946 - 8)^2 - (9.5028 - 9)^2 = 0.7580
 \end{aligned}$$

$$J = (-1.1285) + (0.0214) + (0.00157) + (1.10797)$$

$$J = 0.00244 = 0$$

Se tabulan los resultados de las coordenadas y los grupos los que pertenecen (por ser difuso hay pertenencia para ambos grupos, pero en diferentes niveles)

Resultados		Pertenencia a:	
		Centraide 1	Centraide 2
Datos:	$x_1 (1,4)$	0.4483	0.0065
	$x_2 (2,6)$	0.9485	0.0015
	$x_3 (3,4)$	0.4960	0.0040
	$x_4 (6,10)$	0.0048	0.9482
	$x_5 (8,9)$	0.0104	0.9896



### 3. Ejemplo de aplicación.

- a) El algoritmo por su naturaleza puede ser empleado en la clasificación de objetos de los que se necesite algo más que un sí o un no; esto es otorgar rangos, por ejemplo el caso pertenencia de una membresía

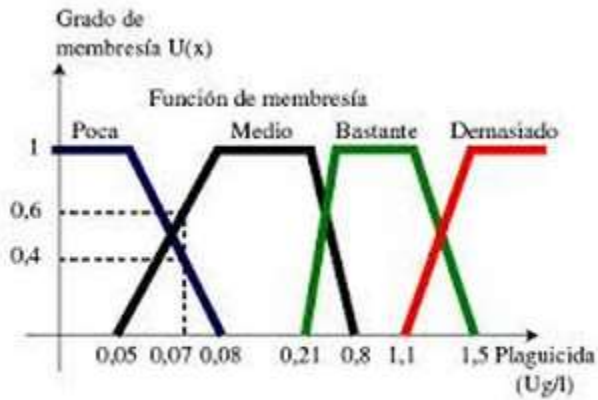


Figura 4. Grado de pertenencia de plaguicida para  $C = 00,8$   $Ug/l$ .

....

....

### 4. Conclusiones generales.

Como se pudo ver C-Means difuso nos puede optimizar resultados, además de clasificar elementos de una forma más flexible y no binaria, A diferencia de C-Means estándar, éste algoritmo es ligeramente más laborioso.

#### Referencias

- 1) Notas de clase.