

Universidad de Guadalajara



Sistemas Inteligentes 2

---

# Correlación Cruzada Normalizada

---

Dr. Javier Enrique Gómez Avila

La detección de objetos es una tarea importante ya puede ser utilizada para en diferentes áreas de investigación como robótica, medicina, visión artificial, etc.

Correlación Cruzada Normalizada (NCC) es un método que se utiliza para medir la similitud entre dos imágenes.

Normalmente se realizan tareas de detección de plantillas (sub-imagen) dentro de una imagen dada.

Ejemplo de detección de plantillas,



Plantilla



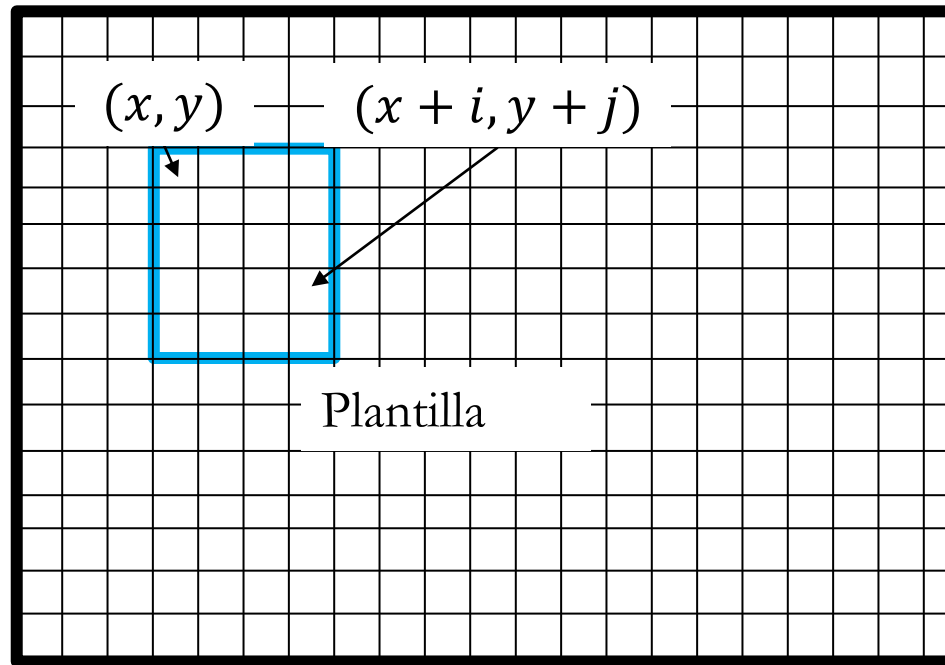
Imagen

Las ventajas del método NCC sobre otros métodos de “Comparación de plantillas” son:

- El método NCC utiliza una simple ecuación para medir el grado de similitud y es fácil de programar.
- El método NCC es robusto a cambios en el brillo y contraste de las imágenes a comparar.

La desventaja es que es invariante a la rotación y translación.

- El método tradicional de NCC consiste en desplazar la plantilla sobre la imagen en incrementos de  $x \in [1, W]$  e  $y \in [1, H]$ , y medir en cada desplazo el grado de similitud.



Imagen

- $W$  ancho imagen
- $H$  alto imagen

$$i \in [1, w] \text{ y } j \in [1, h]$$

- $w$  ancho plantilla
- $h$  alto plantilla

Para medir el grado de similitud entre la imagen  $I$  de tamaño  $W \times H$  y la plantilla  $T$  de tamaño  $w \times h$  y con desplazamiento  $(x, y)$  utilizamos,

$$NCC(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^h I(x + i, y + j) * T(i, j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^h I(x + i, y + j)^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^h T(i, j)^2}}$$

El valor de  $NCC(x, y)$  se encuentra dentro del rango  $[-1.0, 1.0]$ , donde 1.0 indica que la plantilla  $T$  y la imagen  $I$  son iguales.

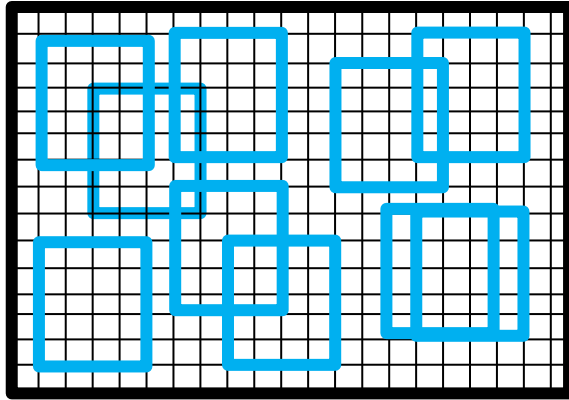
Se propone utilizar un algoritmo de optimización evolutivo para resolver el problema de detección de plantillas.

- Cada individuo en la población calculará la medida de similitud utilizando la función NCC como función objetivo.
- La propuesta evita el desplazo sobre la Imagen, lo que reduce tiempo computacional.

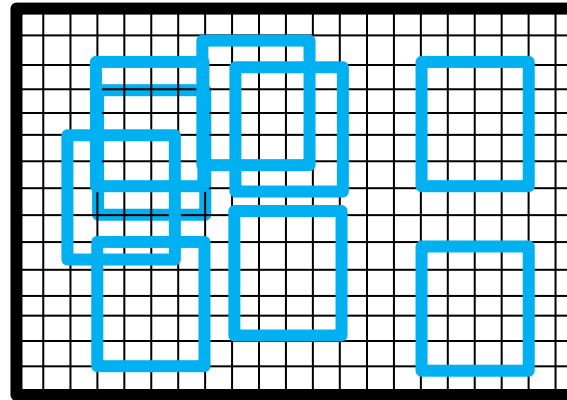
# Ejemplo de propuesta



Ejemplo de la propuesta,



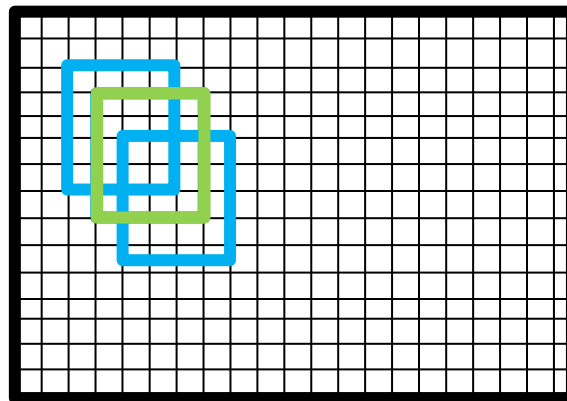
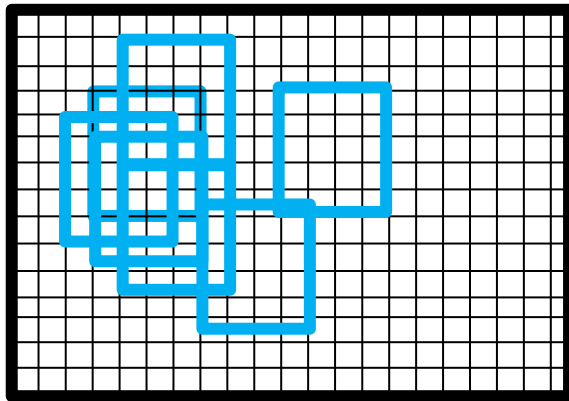
Primera iteración



Solución  
candidata



Solución  
final



Ultima iteración



Para resolver el problema de comparación de plantillas, se propone maximizar una función objetivo  $f$  como sigue

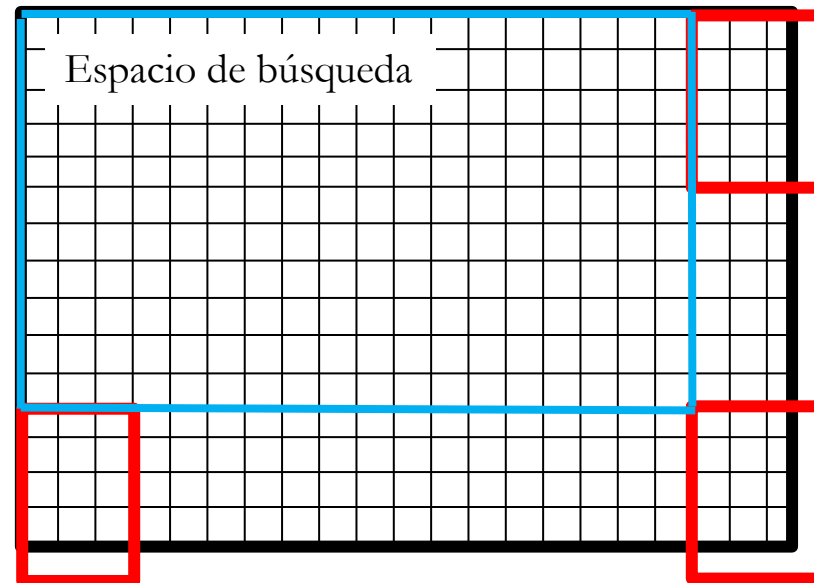
$$f = NCC(x, y)$$

$$\max f \text{ sujeto a } \mathbf{x}_l < \mathbf{x} < \mathbf{x}_u$$

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

El vector  $\mathbf{x}$  representa la posición del “desplazamiento de la plantilla” sobre la imagen.

Los vectores  $\mathbf{x}_l$  y  $\mathbf{x}_u$  representan los límites en la imagen (el tamaño en pixeles de lo ancho y alto).



 Solución  
invalida

$$\mathbf{x}_l = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{x}_u = \begin{bmatrix} W - w \\ H - h \end{bmatrix}$$

Se propone penalizar aquellos individuos que se salgan del espacio de búsqueda como sigue

$$x_j = \begin{cases} x_j & \text{si } x_{lj} < x_j < x_{uj} \\ x_{lj} + (x_{uj} - x_{lj})r & \text{otro caso} \end{cases}$$

donde  $r \in [0,1]$  representa un número aleatorio y  $j = 1,2$ .

## Información de contacto

Dr. Javier Enrique Gómez Avila

E-mail: [jenrique.gomez@academicos.udg.mx](mailto:jenrique.gomez@academicos.udg.mx)