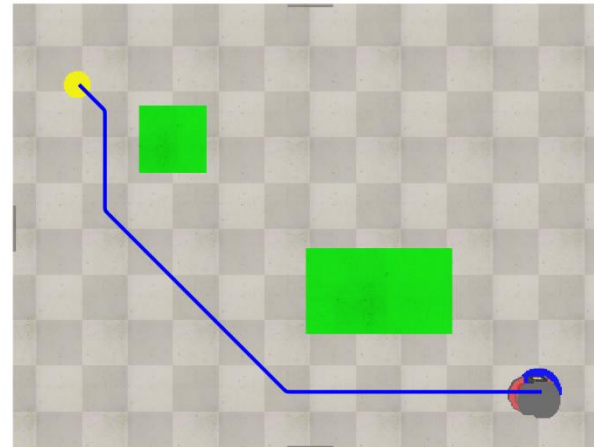
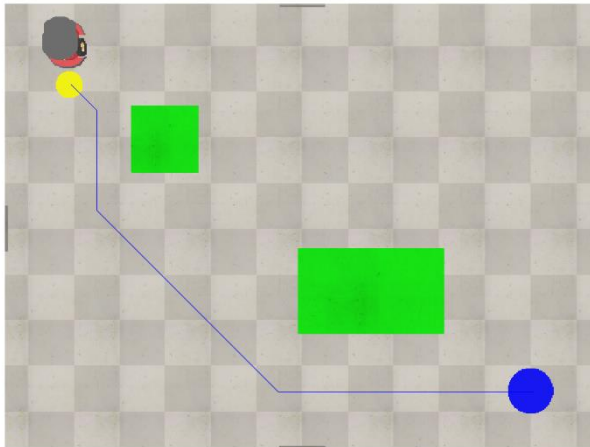


Planificación de trayectorias con imágenes RGB

Dr. José de Jesús Hernández Barragán
josed.hernandezb@academicos.udg.mx

Introducción

Objetivo: Generar una trayectoria con datos obtenidos desde una cámara RGB, para poder aplicar un seguimiento de trayectoria en el plano.

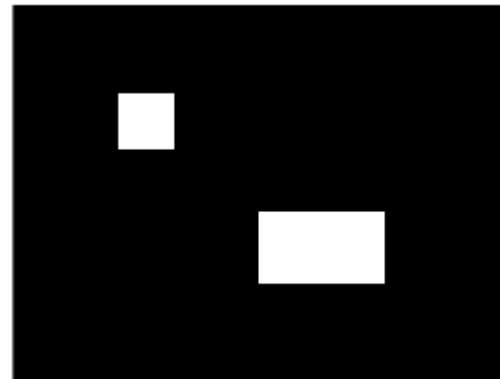


Introducción (continuación)

Para crear una mapa de entorno se propone utilizar rejillas de ocupación con base en segmentación por color.



Imagen RGB



Mapa en rejillas de ocupación

Dada una imagen RGB, se pueden segmentar los obstáculos para crear un mapa de entorno. En un rejilla de ocupación, valores en 0 representan caminos libres, mientras que valores en 1 representan obstáculos.

Introducción (continuación)

Dado un mapa en rejillas de ocupación, se recomienda aplicar primero una dilatación al mapa y después aplicar la planificación de la trayectoria.

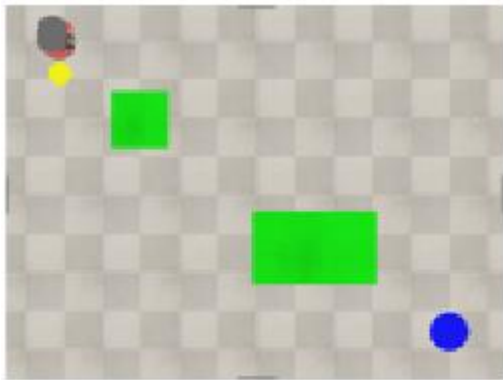
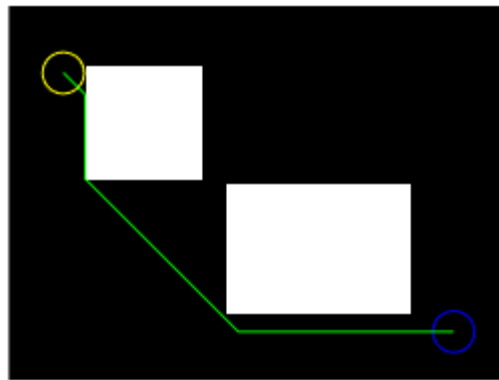
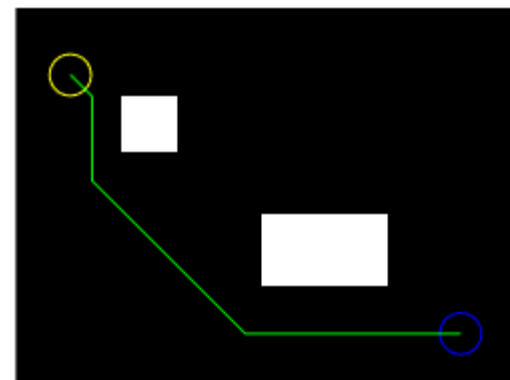


Imagen RGB



Mapa dilatado

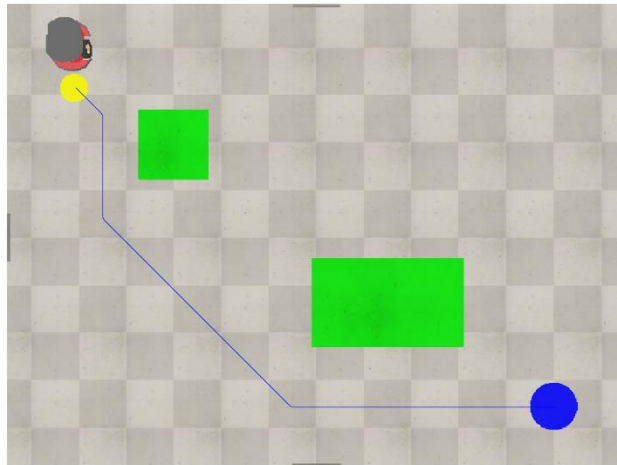


Mapa original

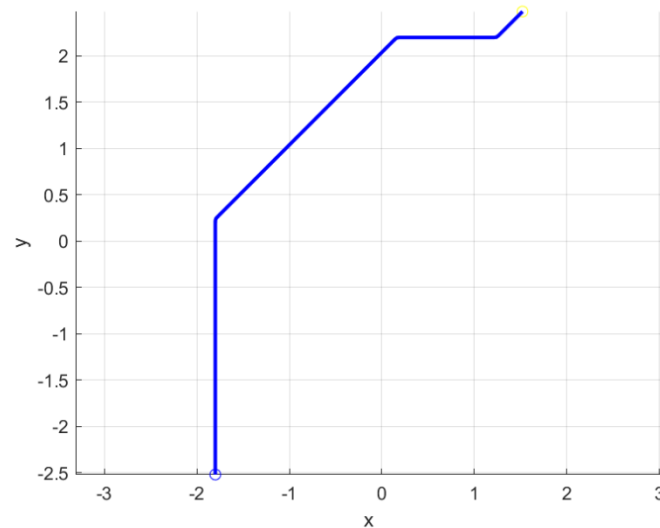
La dilatación es necesaria para que el robot móvil no colisione con los obstáculos del ambiente. El inicio y final de la trayectoria se pueden encontrar con segmentación por color.

Introducción (continuación)

La trayectoria generada por el algoritmo de planificación contiene valores en píxeles.



Traectoria en la imagen



Traectoria en el plano

Los valores en píxeles se convierten a valores en el plano para que el robot móvil los pueda seguir con una técnica de control.

Segmentación por color

La segmentación por color consiste en clasificar los píxeles exclusivamente por su color.

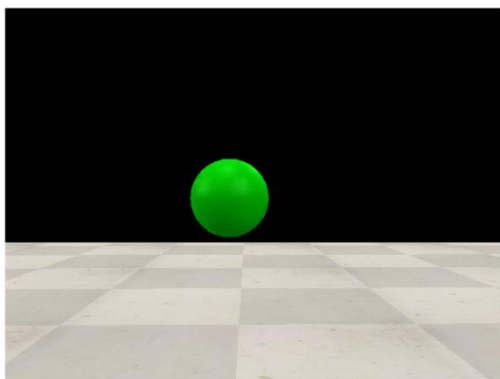
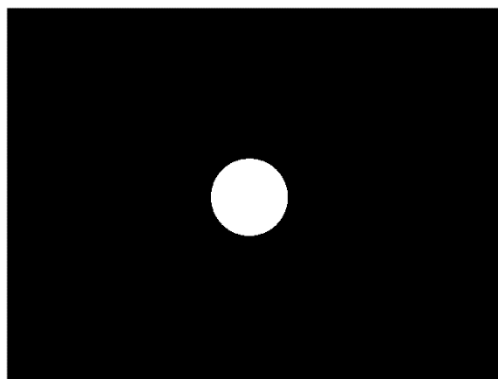
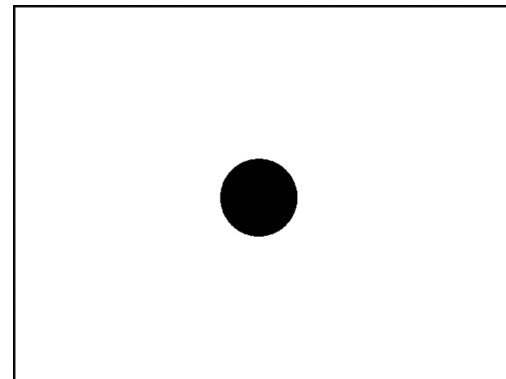


Imagen RGB



Ejemplo 1 de
segmentación

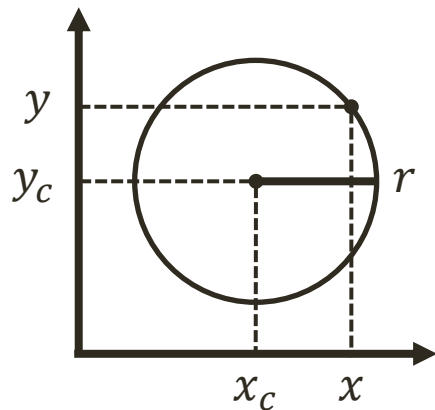


Ejemplo 2 de
segmentación

En esta presentación me muestra un método de umbralización binaria por intensidad del píxel.

Segmentación por color (continuación)

El método de umbralización binaria considerado se basa en el uso de la ecuación reducida de la esfera.



Ejemplo con un círculo

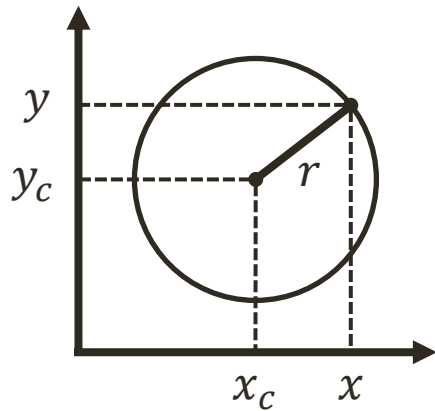
$$(x_c - x)^2 + (y_c - y)^2 + (z_c - z)^2 = r^2$$

(x_c, y_c, z_c) centro de la esfera

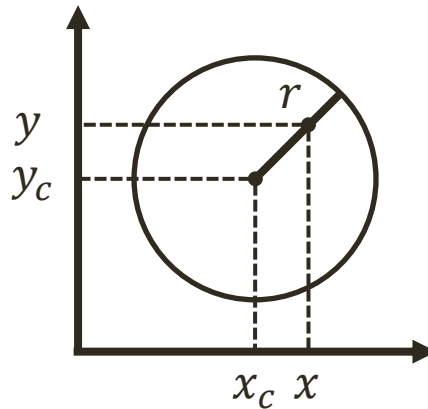
r radio de la esfera

Segmentación por color (continuación)

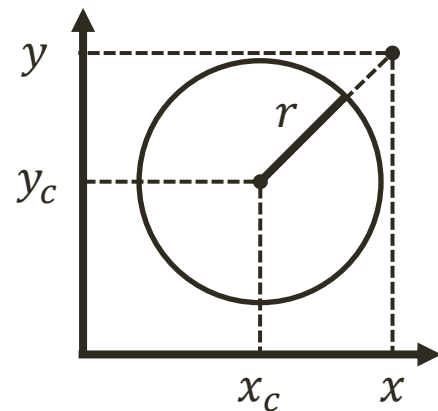
Tenemos los siguientes casos



$$(x_c - x)^2 + (y_c - y)^2 = r^2$$



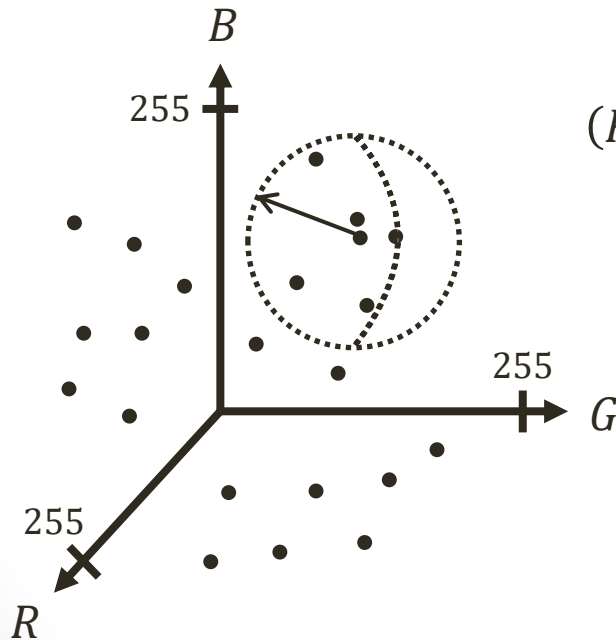
$$(x_c - x)^2 + (y_c - y)^2 < r^2$$



$$(x_c - x)^2 + (y_c - y)^2 > r^2$$

Segmentación por color (continuación)

Se representan los píxeles en un espacio euclidiano conformado por la escala de colores RGB. Después se selecciona un centro y un radio para la clasificación del color.



$$(R_c - R)^2 + (G_c - G)^2 + (B_c - B)^2 \leq r^2$$

(R_c, G_c, B_c) color a clasificar

r umbral de clasificación

Segmentación por color (continuación)

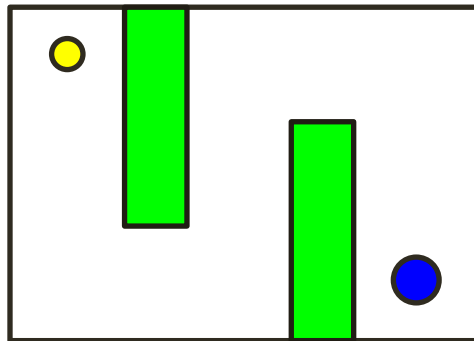
La segmentación consiste en clasificar los pixeles que están dentro de la esfera.

Podemos verificar si algún pixel (R_i, G_i, B_i) con posición (x, y) en la imagen I , se encuentra dentro de la esfera como sigue

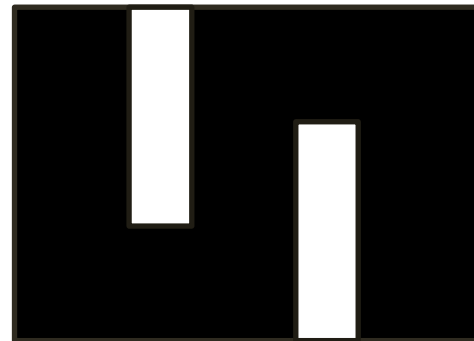
$$I(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } (R_c - R_i)^2 + (G_c - G_i)^2 + (B_c - B_i)^2 \leq r^2 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases}$$

Mapa de entorno

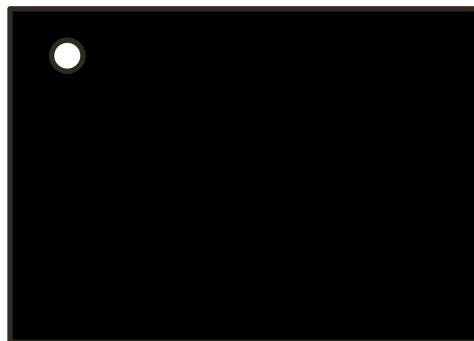
Se aplica la segmentación para representar los obstáculos en la rejilla de ocupación, pero también se recomienda identificar el inicio y final de la trayectoria con otro color.



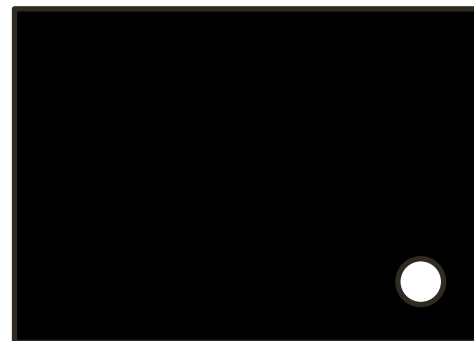
Entorno



Mapa



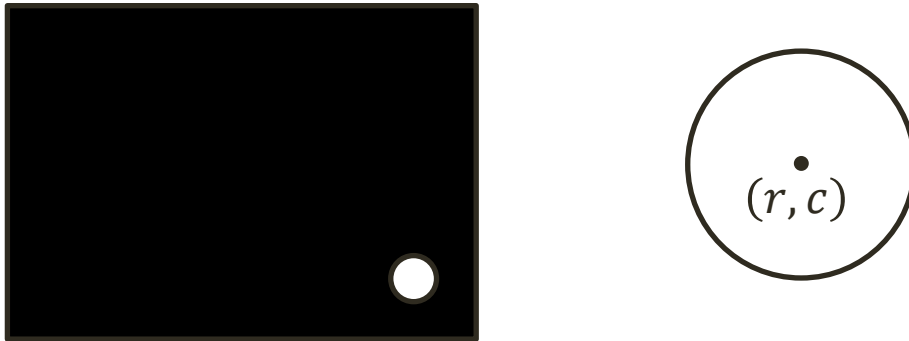
Inicio



Final

Mapa de entorno (continuación)

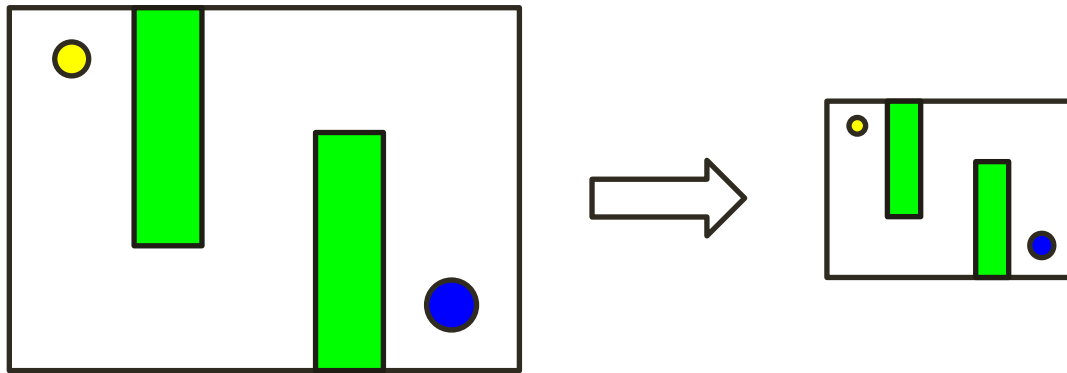
El inicio y final de la trayectoria están representados con un área de ocupación. Se recomienda encontrar el pixel central (r, c) para definirlo como inicio o bien como final.



Para encontrar (r, c) se puede calcular el promedio de las filas y columnas de los pixel (r_i, c_i) en la imagen que cumplan con $I(r_i, c_i) = 1$

Mapa de entorno (continuación)

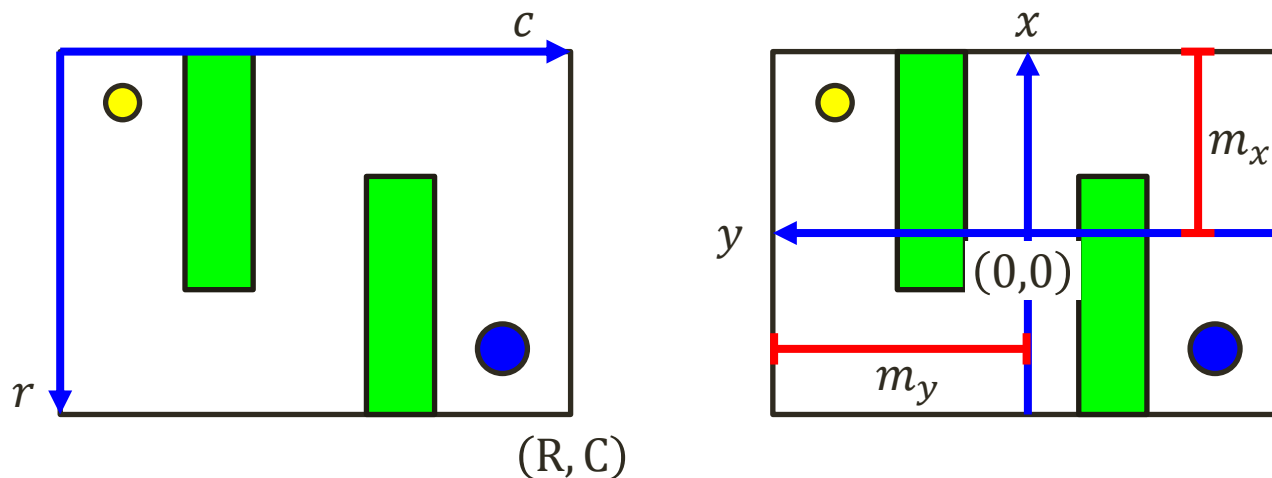
Se recomienda trabajar con imágenes pequeñas y no de alta resolución. Por esta razón, se propone primero escalar la imagen del entorno y después construir las rejillas de ocupación.



Encontrar la trayectoria en un mapa con rejillas de ocupación mas chico, requiere de menor coste computacional.

Píxeles en un plano

Las coordenadas en la imagen (r, c) se pueden convertir en coordenadas de un plano (x, y) como se muestra a continuación:



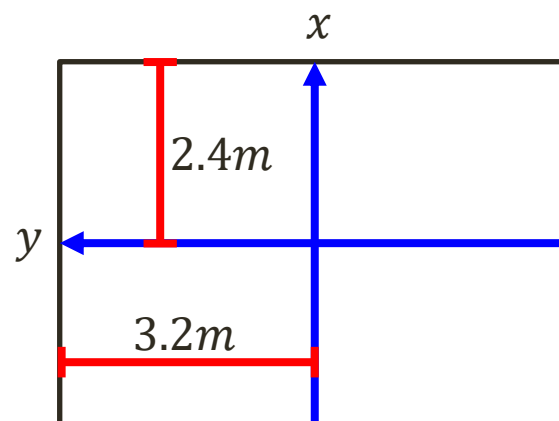
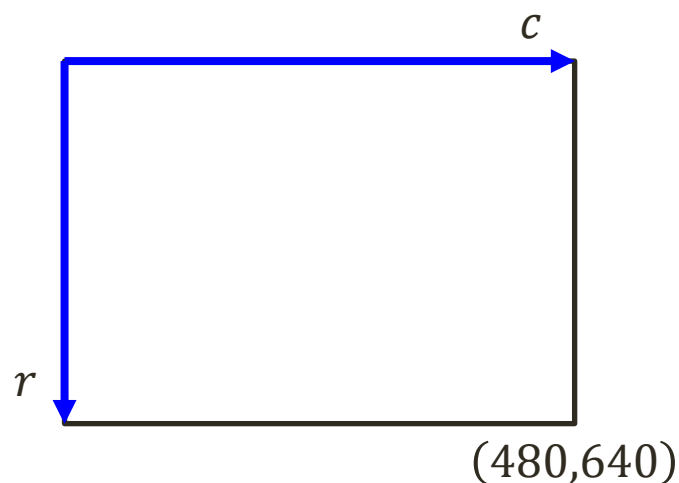
$$x = m_x \left(\frac{R - 2r}{R} \right) \quad y = m_y \left(\frac{C - 2c}{C} \right)$$

$(R, C) \leftarrow$ resolución del mapa – filas R y columnas C

$(m_x, m_y) \leftarrow$ escala del plano – distancia en metros del origen a cada eje (x, y)

Píxeles en un plano (continuación)

Ejemplo de la conversión de coordenadas en píxeles (r, c) a coordenadas en un plano (x, y) :



$$x = 2.4 \left(\frac{480 - 2r}{480} \right)$$

$$y = 3.2 \left(\frac{640 - 2c}{640} \right)$$

$$m_x = 2.4$$

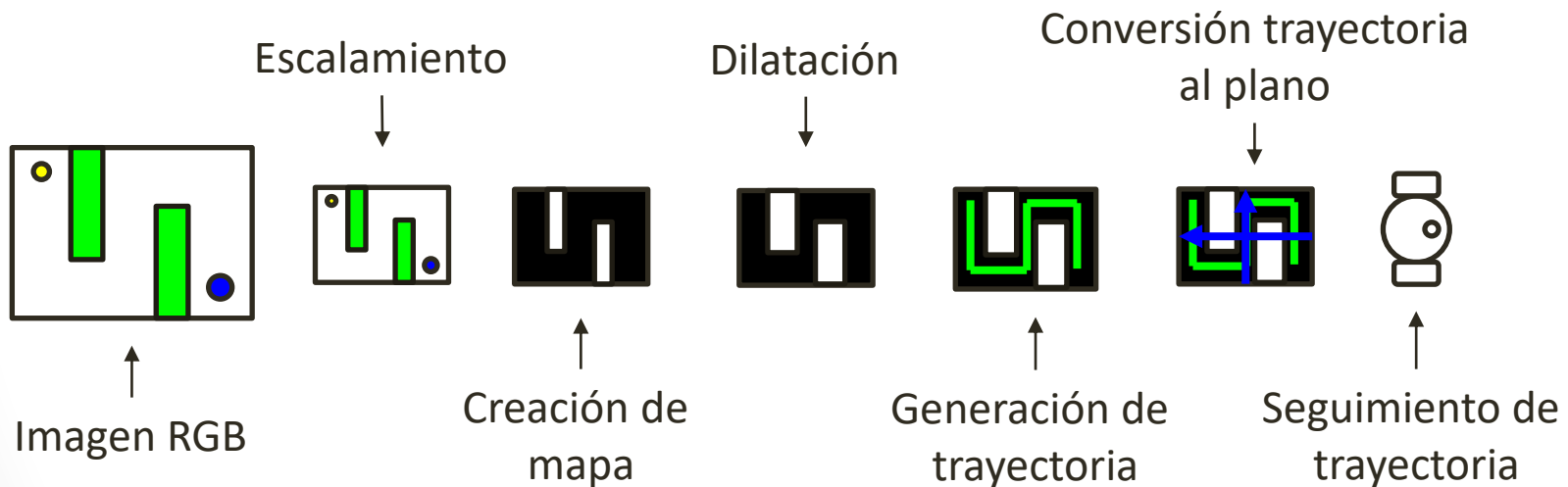
$$m_y = 3.2$$

$$R = 480$$

$$C = 640$$

Planificación de trayectoria

Finalmente, el esquema recomendado para la planificación de trayectorias con datos obtenidos desde una cámara RGB es:



Planificación de trayectoria (continuación)

Ejemplos:

