

ENERGIZANDO EL FUTURO: INNOVACIÓN EN BATERIAS PARA LA INDUSTRIA 4.0

Proyecto de Innovación Aplicada y Transferencia de Conocimiento en la
Formación Profesional

TUTORIAL N^o3:

Tareas de visión software TMFlow

Antonio García

1 Alcance

El objetivo de este tutorial es abordar la creación y configuración de las tareas más complejas de visión artificial asociadas al software TMFlow que servirán para posicionar y verificar elementos en el robot colaborativo Omron TM5-S

2 Introducción

El presente tutorial tiene como finalidad servir de guía práctica y educativa dirigida al alumnado del Ciclo Formativo de Grado Superior en Automatización y Robótica Industrial. Su objetivo principal es facilitar el aprendizaje autónomo y guiado en el uso del software TMflow (versión 2.18), herramienta empleada en la programación de robots colaborativos.

A lo largo de este documento, los estudiantes adquirirán los conocimientos necesarios para desarrollar un proyecto completo desde cero, abarcando todas las fases fundamentales: desde la configuración inicial del entorno de trabajo hasta la implementación, programación y puesta en marcha de una aplicación robótica funcional. El enfoque del tutorial es eminentemente práctico, basado en una metodología paso a paso que permite consolidar los conceptos mediante la realización directa de tareas.

Además, este material busca fomentar competencias clave en el ámbito de la automatización industrial, tales como la resolución de problemas, la lógica de programación, la integración de sistemas y la comprensión del funcionamiento de robots colaborativos en entornos productivos reales. De este modo, se pretende acercar al alumnado a situaciones similares a las que encontrará en el ámbito profesional, mejorando su empleabilidad y capacidad de adaptación tecnológica.

El tutorial está diseñado para ser utilizado tanto en el aula como de forma autónoma, requiriendo unos conocimientos básicos previos en automatización y programación industrial, aunque se ha estructurado de forma progresiva para facilitar su seguimiento por parte de todos los estudiantes.

3 Descripción general del sistema

El sistema desarrollado en este tutorial consiste en la creación e implementación de una aplicación robótica mediante el uso del software TMflow (versión 2.18), orientada al control y programación de un robot colaborativo de la marca Techman. El objetivo principal es que el alumnado sea capaz de desarrollar un proyecto completo desde cero, comprendiendo tanto la lógica de programación como la interacción del robot con su entorno.

El proyecto se basa en un entorno de programación gráfica que permite definir secuencias de trabajo mediante bloques funcionales, integrando movimientos del robot, control de entradas y salidas, y estructuras de decisión. A través de este enfoque, se simulan o ejecutan tareas típicas del ámbito industrial, como operaciones de manipulación, posicionamiento o automatización de procesos sencillos.

El sistema está compuesto por los siguientes elementos principales:

- Robot colaborativo (cobot) OMRON TM5-S: encargado de ejecutar las acciones programadas.
- Software TMFlow: entorno de desarrollo, simulación y ejecución del programa.
- Elementos de entrada/salida: sensores y actuadores que permiten la interacción con el entorno. En este caso está compuesto por una pinza neumática SMC-MHZ2
- Entorno de trabajo: espacio donde se define la escena, incluyendo objetos, herramientas y referencias. En este caso está compuesto por la mesa de trabajo del robot, el alimentador de baterías a granel y el blíster de colocación de baterías.

4 Requisitos previos

Para el correcto seguimiento de este tutorial, se recomienda que el alumnado disponga de los siguientes conocimientos y recursos previos:

- Conocimientos básicos de automatización industrial, especialmente en lógica de procesos.
- Conceptos básicos de programación, como secuencias, condiciones y bucles.

- Nociones generales sobre robots industriales o colaborativos.
- Manejo básico de entornos informáticos en sistemas Windows.
- Haber realizado los pasos descritos en el “*Tutorial Nº1: Instalación y configuración Robot colaborativo Omron TM5-S*”.
- Haber realizado los pasos descritos en el “*Tutorial Nº2: Creación de un proyecto en software TMFlow. Primeros pasos.*”

5 Materiales BOM (Bill of Materials)

A continuación, se detallan los materiales necesarios para la realización del proyecto. En función de si se trabaja en modo simulación o con equipo real, algunos elementos pueden ser opcionales:

- Robot colaborativo OMNRON TM5-S
- Ordenador portátil o de sobremesa con capacidad para ejecutar TMFlow.
- Cable de red Ethernet para conexión con el robot (en caso de uso real)
- Elementos de sujeción o herramientas del robot (pinza, ventosa, etc., si aplica)
- Objetos de trabajo (piezas para manipulación en ejercicios tipo pick & place)
- Fuente de alimentación y cableado básico, en caso de trabajar con periféricos

6 Desarrollo proceso

En este tutorial se va explicar la forma de crear y configurar los nodos de visión artificial integrados en el software TMFlow v2.18.

En este software existen dos tipos de tareas de visión artificial. Por un lado, están las tareas de posicionamiento (“Positioning”) que sirven para que el robot cree un sistema de coordenadas en una etiqueta “Landmark” o en algún elemento del entorno, objetos, piezas, etc.

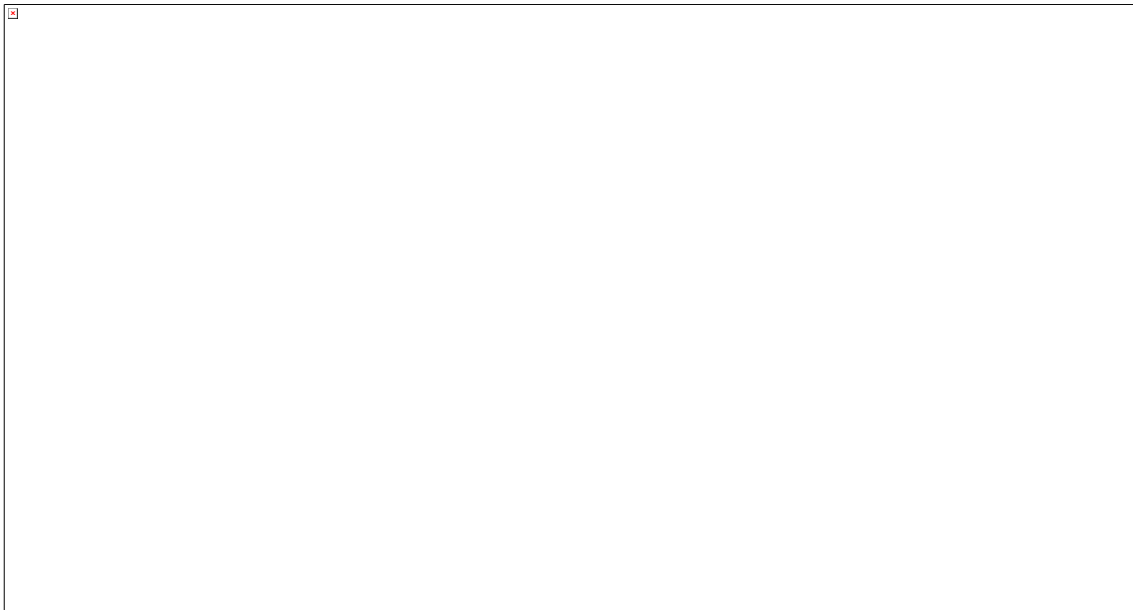
Por otro lado, están las tareas de inspección (“Inspection”) que sirven para comprobar si una pieza o elemento del sistema tiene forma, color, medidas, etc. adecuadas.

6.1 Positioning

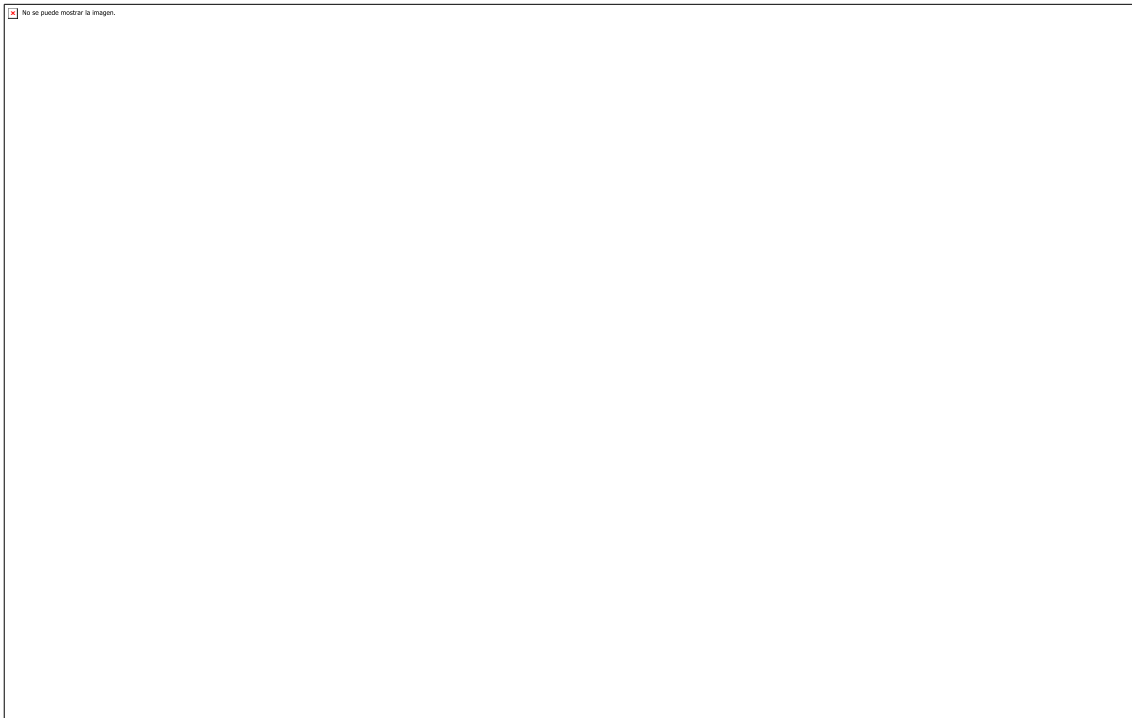
A continuación, se va a mostrar como crear una tarea de visión de tipo “Posicionamiento” con el objetivo de que el robot haga un posicionamiento con el elemento con el que va a interactuar. Esto permite que si el elemento se ha

movido ligeramente de su posición original el robot siempre vaya a la misma posición relativa con el elemento a interactuar. Este posicionamiento se realiza a través de un “Landmark” que no es más que una marca de referencia que está acoplada a dicho elemento.

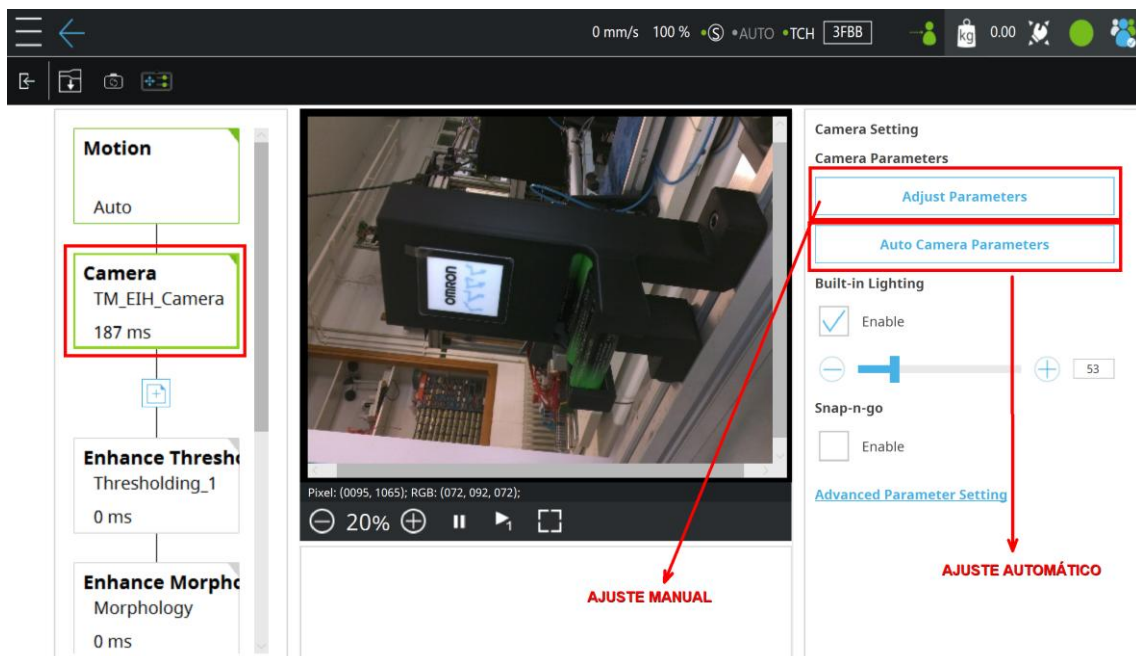
Para realizar esta tarea, lo primero es agregar una tarea de “Posicionamiento”, dentro de la pestaña “Vision”. Dicha tarea tiene 2 salidas, una cuando el sistema ha encontrado el elemento de posicionamiento (“Found”) y otra cuando no lo ha encontrado (“Miss”). Dichas salidas sirven para mandar al programa a realizar una acción de continuación o alguna acción correctiva o de parada.



A continuación, hay que editar dicha tarea y crear un nuevo “Vision Job”.



El siguiente paso es ajustar los parámetros de la cámara para que se pueda ver correctamente la imagen. Se puede optar por un ajuste “Automático” o un ajuste “Manual” donde se pueden ajustar la velocidad de disparo, el obturador, etc. Además se puede regular la intensidad de la luz que lleva incorporada la cámara.



A continuación, se configura el umbral de detección del “Landmark”, es decir, que tipo de umbral se va a aplicar a la imagen para poder detectar dicho “Landmark”.

No se puede mostrar la imagen.

El siguiente paso es actuar sobre la “Morfología”. La morfología en visión artificial son operaciones que modifican la forma de los objetos en una imagen binaria o en escala de grises, típicamente:

- Erosión: elimina ruido pequeño
- Dilatación: expande regiones
- Apertura: elimina pequeños objetos
- Cierre: rellena huecos

No se puede mostrar la imagen.

Por último, una vez aplicadas todas las herramientas de tratamiento de la imagen, se muestra un previo de la confianza con la que está encontrando el citado “Landmark” para que se pueda valorar si cambiar los ajustes de la imagen con el objetivo de tener el mayor porcentaje de acierto a la hora de encontrarlo y que éste sea fiable, puesto que se va a establecer un eje de coordenadas en ese punto.

Find Landmark
Landmark
18 ms

Landmark

Parameter Settings

Advanced Parameter Settings

Display Settings

Pixel: (2445, 1420); RGB: (000, 000, 000);

20%

X (pixel)	Y (pixel)	R (degree)
1 899.788	959.982	-91.140

PORCENTAJE (CONFIABILIDAD)

Al final del proceso se muestra un resumen con estadísticas de las desviaciones en diferentes iteraciones del proceso que el sistema realiza.

Enhance Morpho
Morphology
11 ms

Find Landmark
Landmark
19 ms

SUMMARY
249 ms

Positioning Accuracy

	D(mm)	Repeatability (mm)
1	0	0.775
2	100	1.207
3	200	1.640

Deviation... 0.775, 0.397, 0.020

Index 0, 6, 12, 18, 24, 30

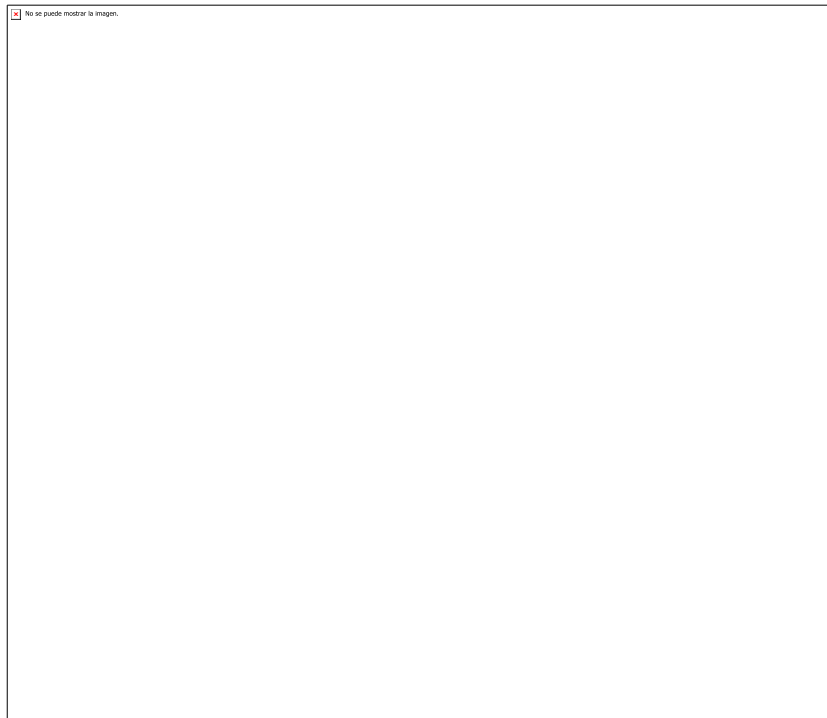
Reset

Name	Decision	TX	TY
1 Landmark	null	441.888	357.059

6.2 Inspection

Del mismo modo existen nodos de inspección que sirven para evaluar si una pieza tiene las medidas correctas, la forma correcta, el color, etc. La tarea de inspección se agrega desde la pestaña “Vision”.

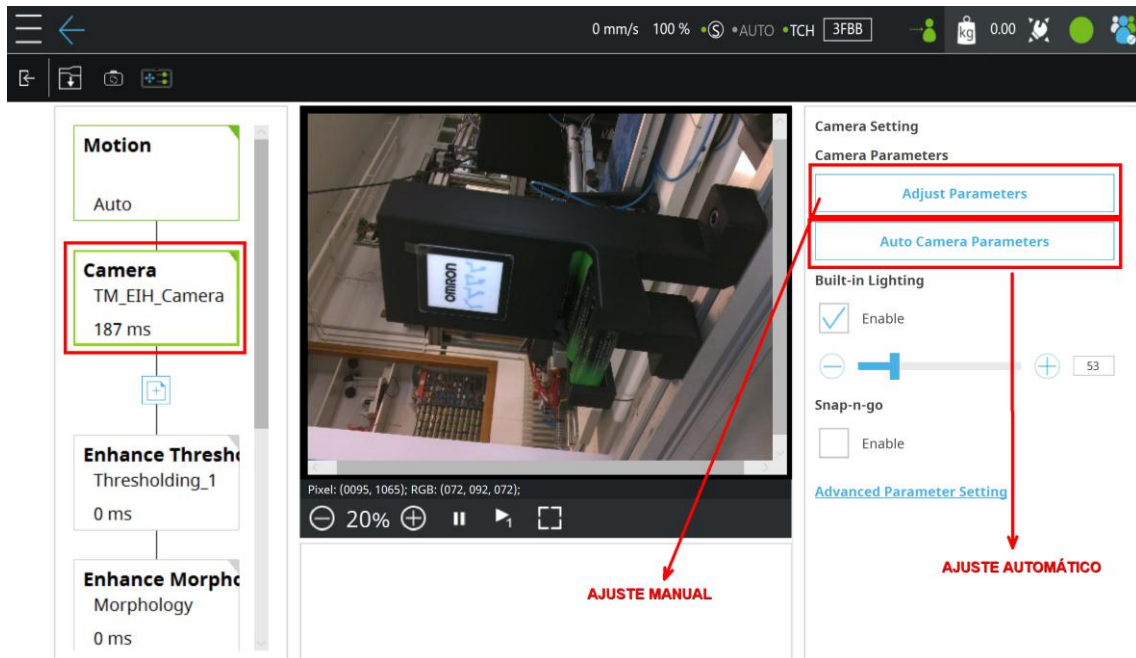
Este nodo de visión dispone, al igual que el de posicionamiento, de 2 salidas de control. Una de ellas sirve para indicar que el elemento evaluado está correcto (“OK”) y la otra sirve para indicar que el elemento evaluado no coincide con los parámetros definidos durante el entrenamiento (“NG”).



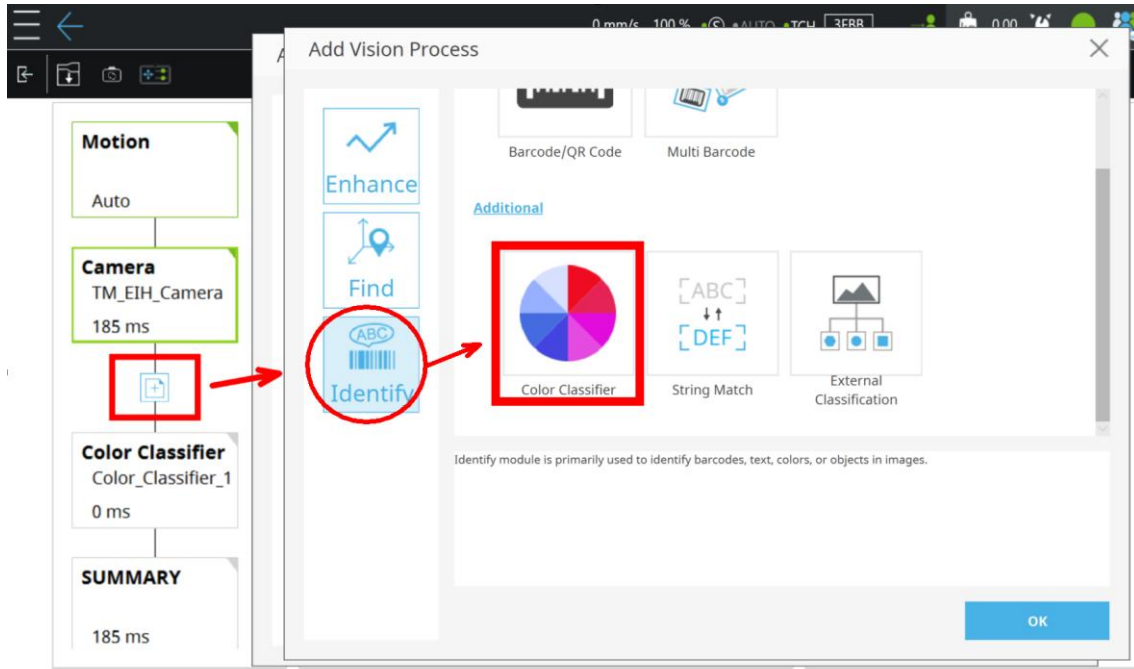
A continuación, hay que editar dicha tarea y crear un nuevo “Vision Job”.



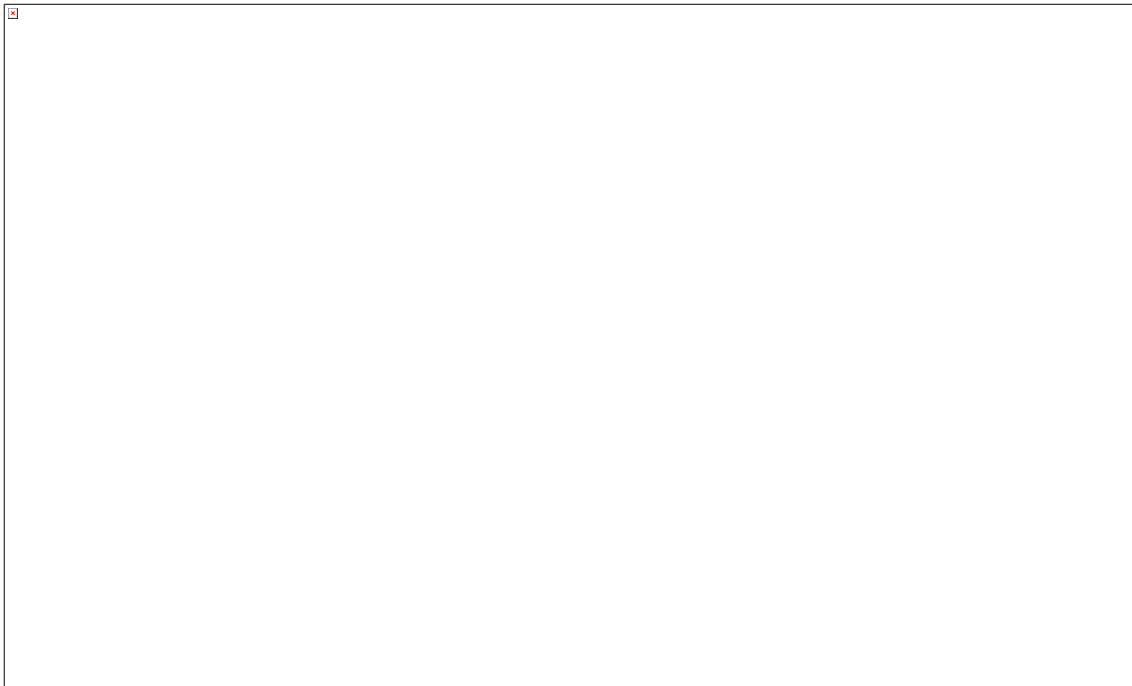
El siguiente paso es ajustar los parámetros de la cámara para que se pueda ver correctamente la imagen. Se puede optar por un ajuste “Automático” o un ajuste “Manual” donde se pueden ajustar la velocidad de disparo, el obturador, etc. Además, se puede regular la intensidad de la luz que lleva incorporada la cámara.



A continuación, hay que definir un proceso de “Identificación”. Dentro de los tipos de identificación que dispone la aplicación seleccionamos la del tipo “Clasificación de Color”.



En la tarea de clasificación de color, en primer lugar hay que definir el área o “ROI” donde la cámara se va a centrar para realizar la detección.



Una vez seleccionado el ROI, en “Parámetros Avanzados” se define el tipo de plano de color (RGB). El parámetro “Uncertain Class” se puede marcar o no y trata de que el sistema no “decide” de forma absoluta, sino que internamente calcula una **probabilidad o nivel de confianza** para cada clase. Cuando se marca,

además, permite ajustar el nivel de confianza a partir del cual clasificará el color o no.

Ejemplo práctico

Supongamos que ajustamos el “Threshold = 0.75”

Caso 1: Rojo → 0.85 → Clasifica como rojo

Caso 2: Rojo → 0.60, Verde → 0.30

→ Ninguna supera 0.75

→ Resultado = Uncertain Class

0 mm/s 100 % •AUTO •TCH 3FBB 0.00

Motion: Auto

Camera: TM_EIH_Camera, 173 ms

Color Classifier: Color_Classifier_2, 13 ms

Color Classifier: Color_Classifier_1

Pixel: (2485, 1505); RGB: (144, 140, 144); negro(0.34,0.66)

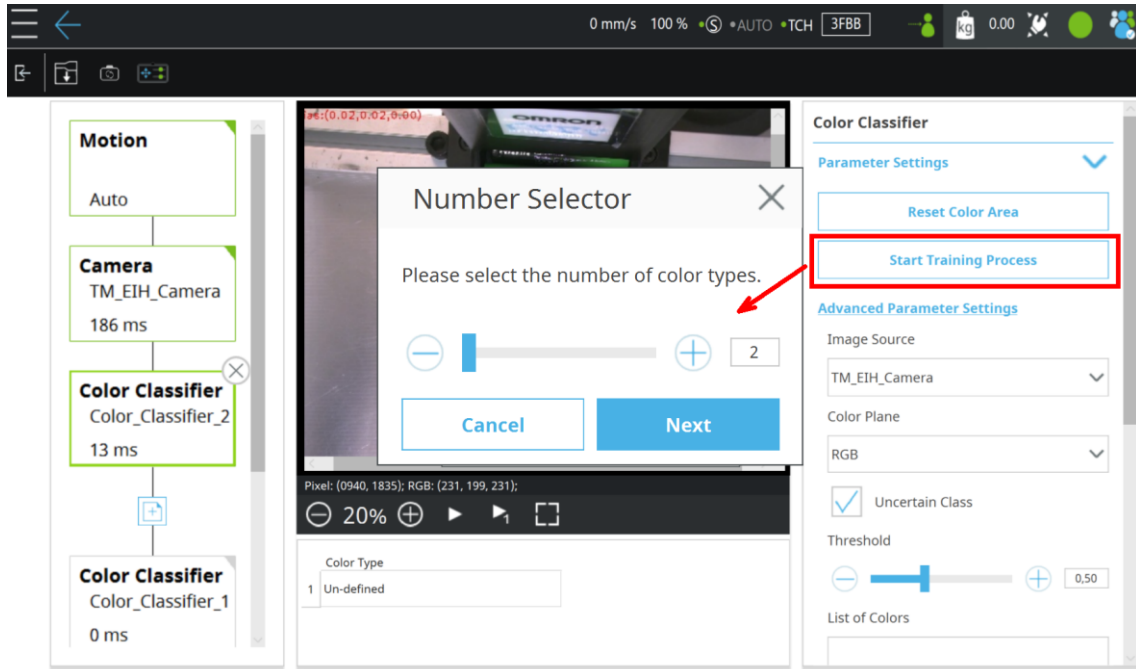
Color Type: 1 negro

Color Classifier Settings:

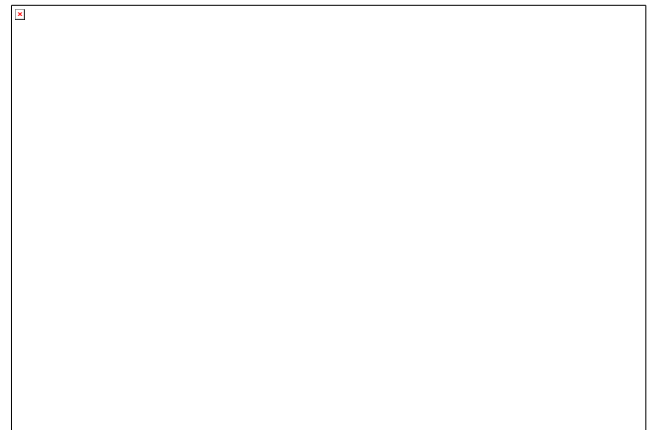
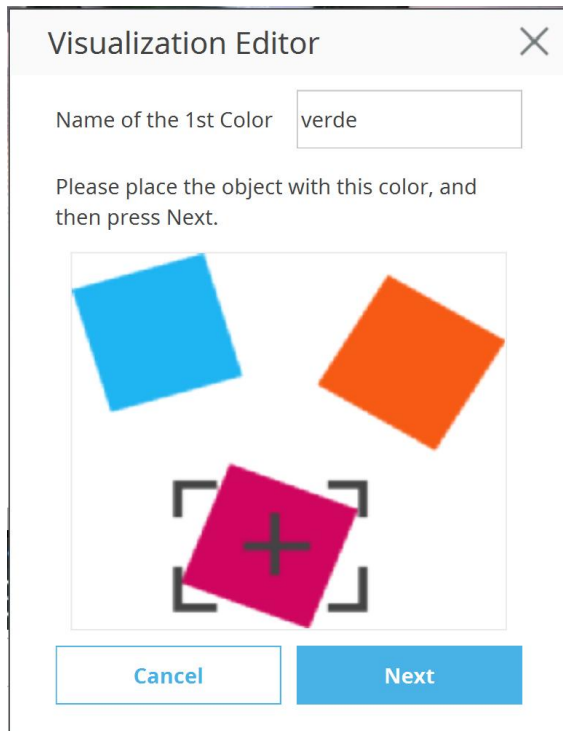
- Parameter Settings: Reset Color Area, Restart Training Process
- Advanced Parameter Settings: Image Source: TM_EIH_Camera, Color Plane: RGB
- Uncertain Class:
- Threshold: 0.50

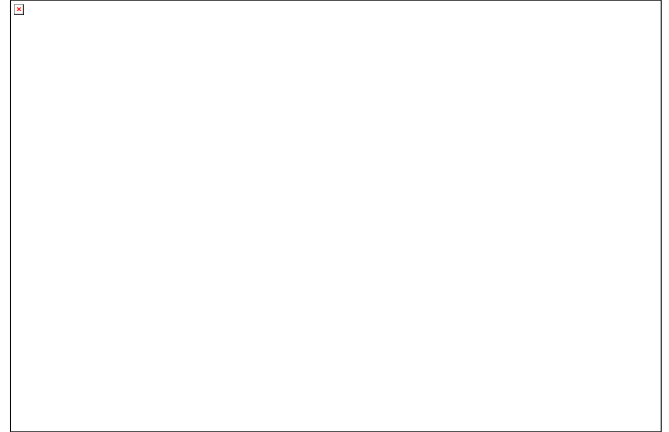
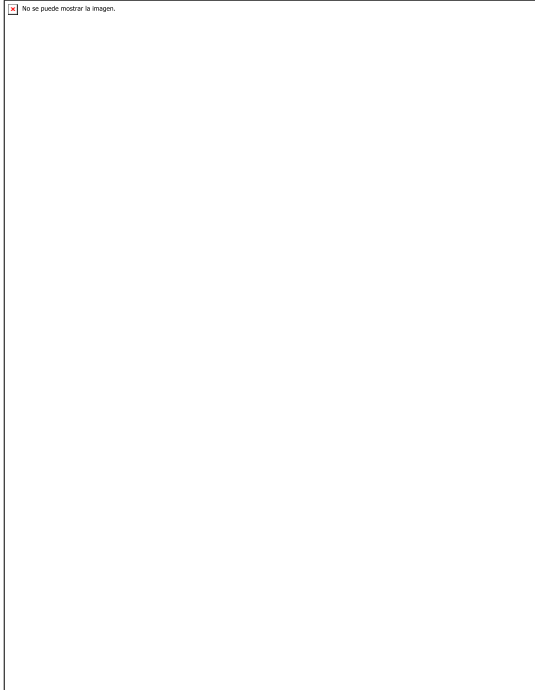
AJUSTAR AL PARÁMETRO QUE MÁS SE AJUSTE EN NUESTRA APLICACIÓN

Una vez hecho esto pasamos a realizar el entrenamiento de cada color. Para ello, hacer clic sobre “Start Training Program” y seleccionando la cantidad de colores que queremos clasificar (en nuestro caso 2).

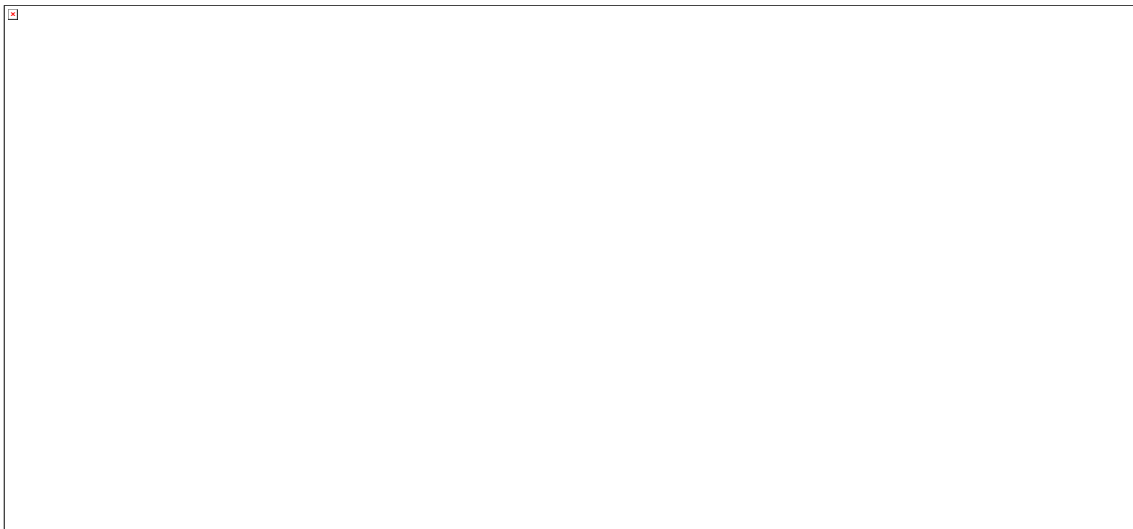


El siguiente paso es definir el primer color (verde) y a continuación, girar la batería para que la cámara vea en el ROI el otro color y definir el otro color (negro)





Por último, debemos definir el tipo de juicio a la hora de evaluar la tarea, es decir, cuando se considerará “OK” o “NG” en la secuencia del programa.



7 Conclusiones

La utilización de nodos o tareas de visión en un proyecto en el software TMFlow v2.18, como se ha visto en este tutorial suponen un proceso de diseño avanzado en la creación de un proyecto de robot como el que se va a llevar a cabo. En los siguientes tutoriales se integrarán todas las herramientas juntas para el desarrollo completo del proceso