

Máster Universitario en Visión Artificial

# Controlador visual basado en *Deep Learning* para la conducción autónoma en robots reales

Francisco Pérez Salgado

---

14 - Octubre - 2020



# Índice

---

I

**Introducción**

II

**Objetivos**

III

**Infraestructura**

IV

**BehaviorStudio**

V

**Piloto JetBot**

VI

**Conclusiones**

# Introducción

Disciplinas involucradas

---



Robótica



Visión Artificial



*Deep Learning*

# Objetivos

Tareas a resolver

---

## Controlador visual

Crear un controlador visual basado en *deep learning* para el robot real JetBot

## BehaviorStudio

Crear una plataforma de ejecución de comportamientos centralizada, flexible y robusta.

## Integración

Integrar el controlador visual basado en *deep learning* con BehaviorStudio

# Infraestructura

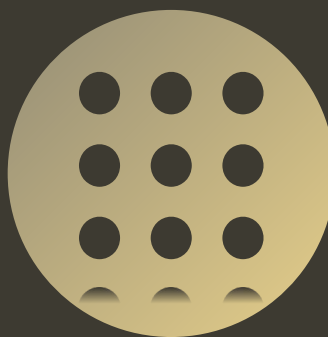
Herramientas utilizadas



PYTHON



PYTORCH



ROS



JETSON NANO



WAVESHARE  
JETBOT



OPENCV



GAZEBO



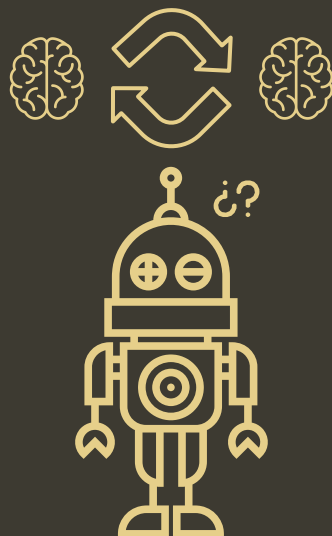
JETPACK



PYQT5

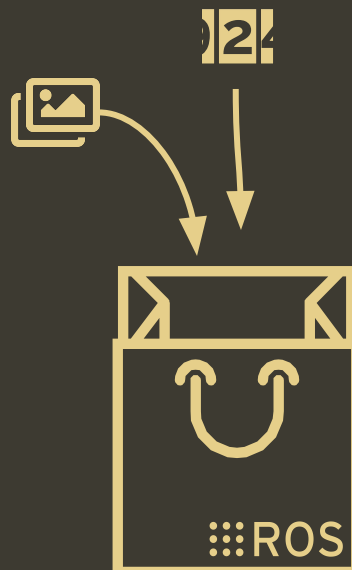
# BehaviorStudio

## Características



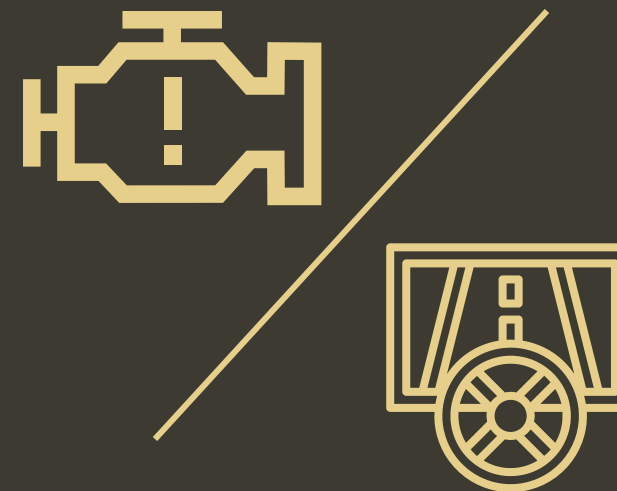
### Intercambio de cerebros

Intercambio «en caliente» de cerebros.  
Depuración de comportamientos en vivo.



### Grabación de *datasets*

Creación de conjuntos de datos a partir de *topics* de ROS utilizando la tecnología ROSBags.



### Entornos reales y simulados

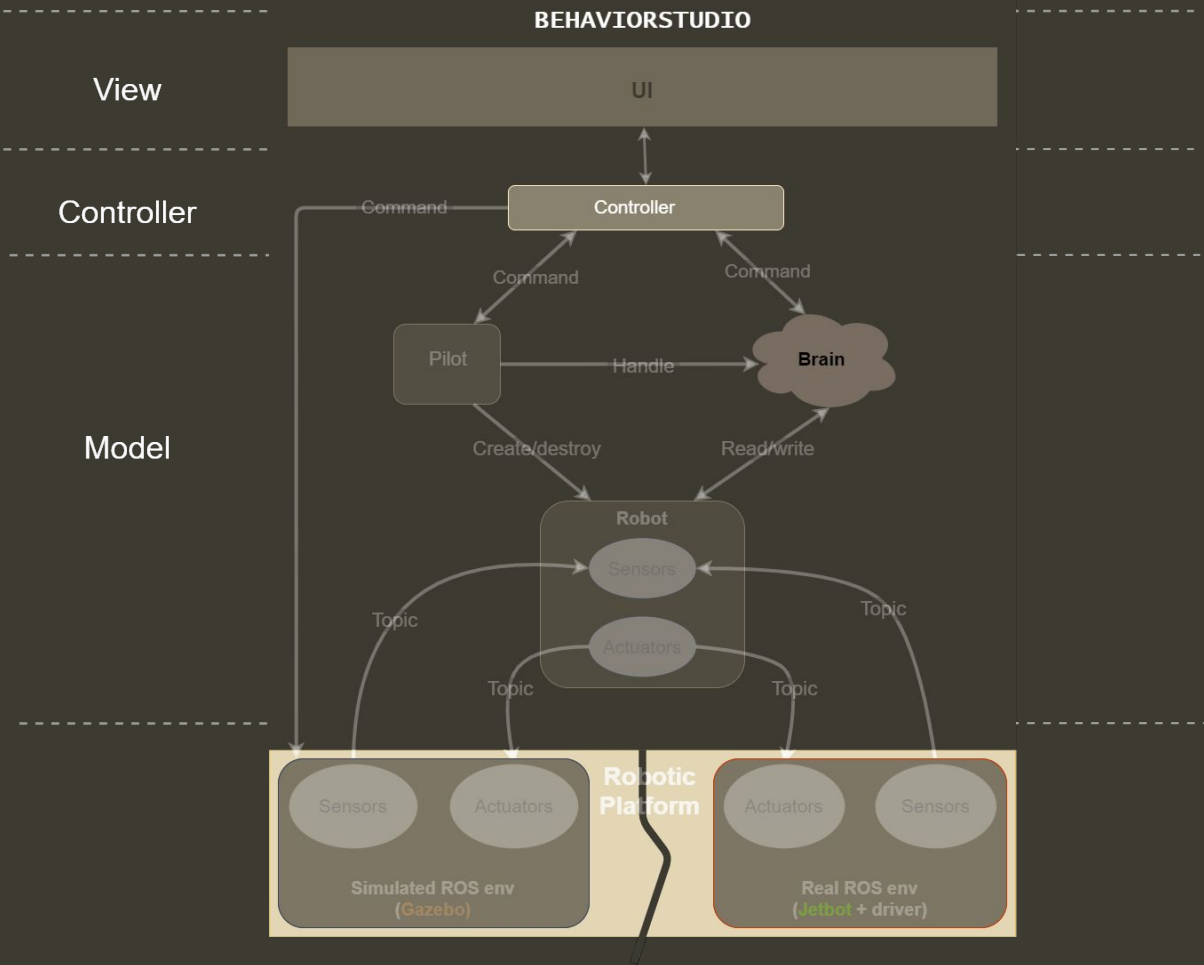
Soporte para ejecución tanto con robots reales como robots simulados,

*Cerebro = algoritmo que genera un comportamiento en el robot.*



# BehaviorStudio

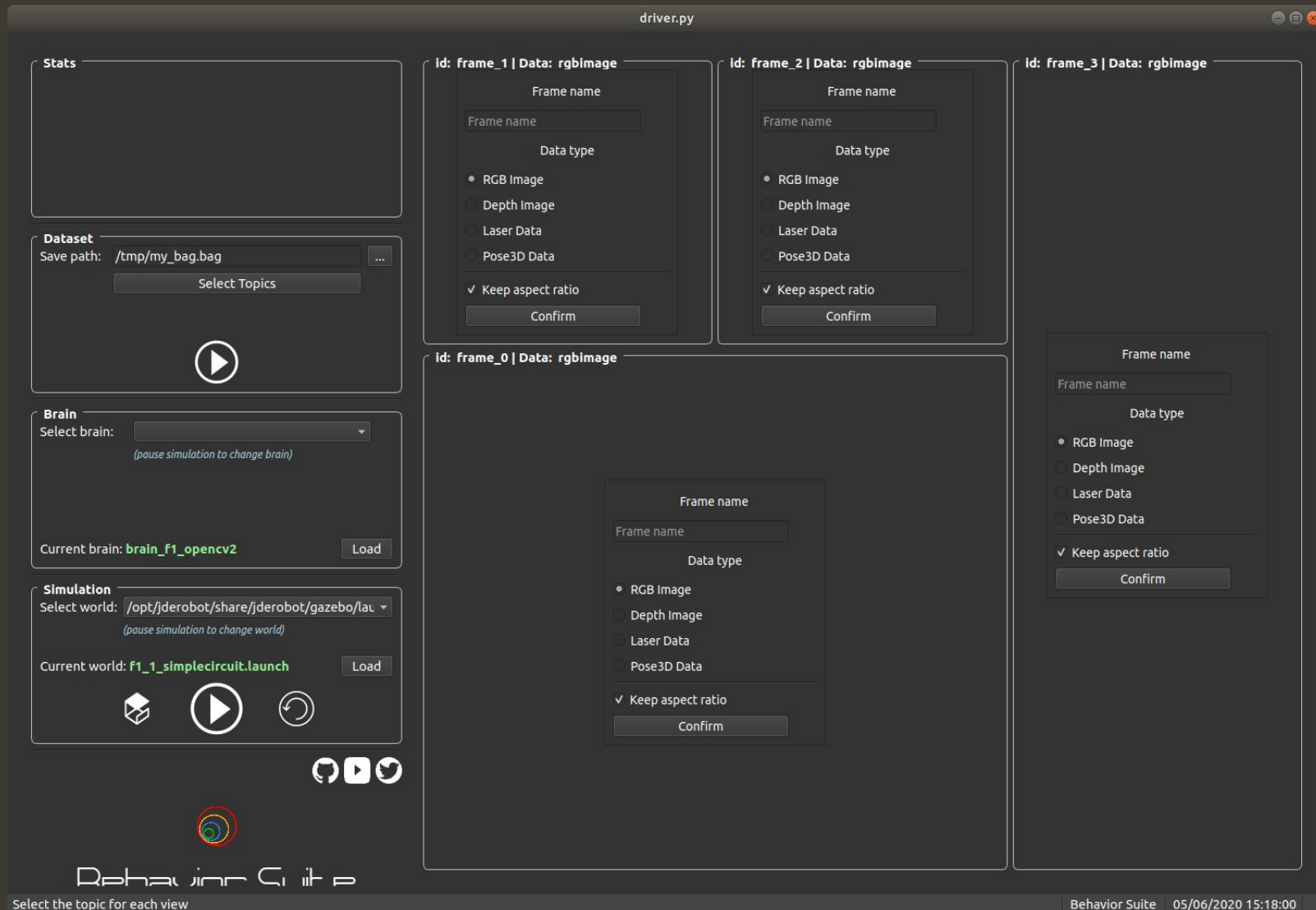
Arquitectura



- Modelo-Vista-Controlador (MVC)
- Piloto y Cerebro
- Sensores y actuadores
- Controlador

# BehaviorStudio

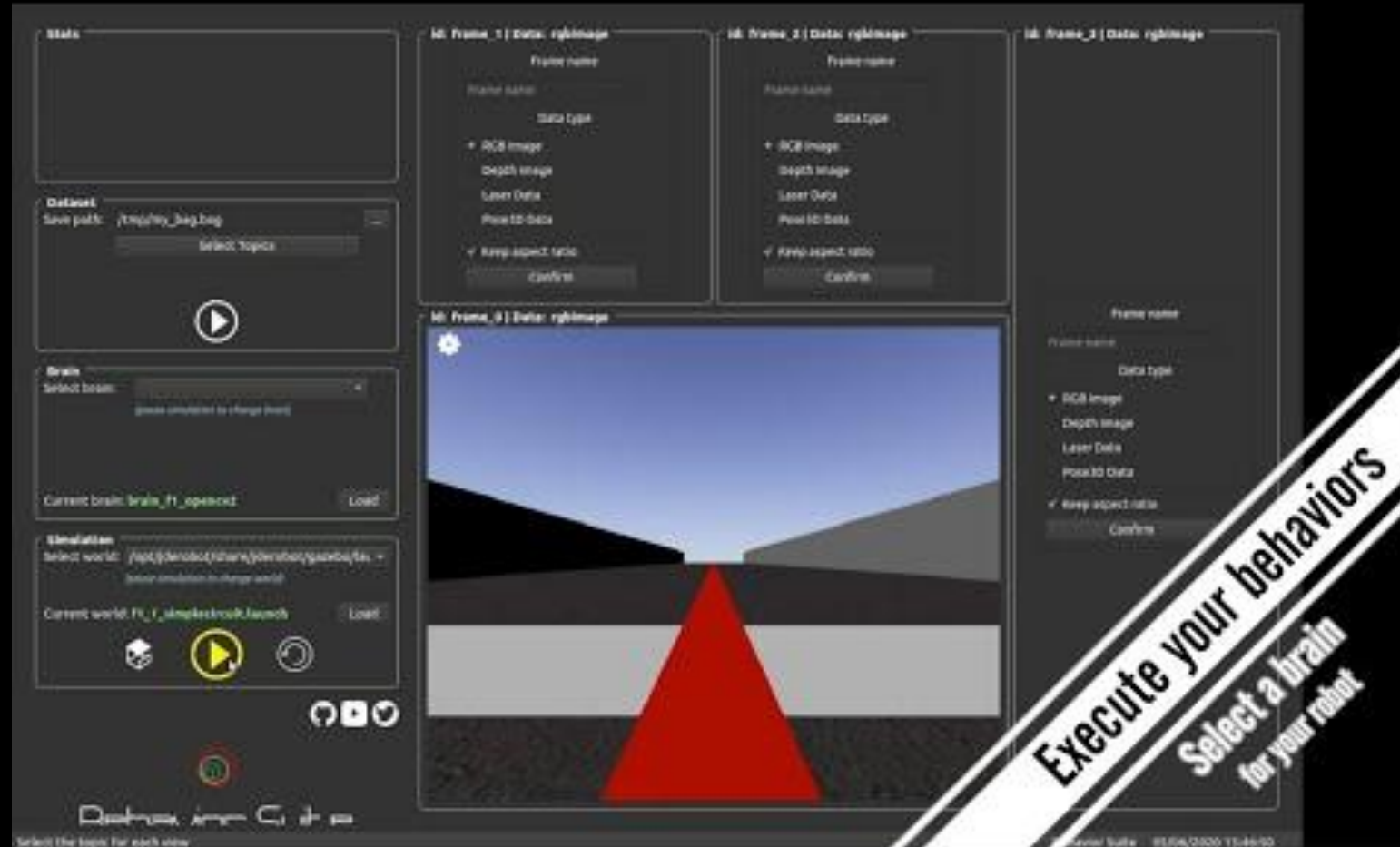
GUI





# BehaviorStudio

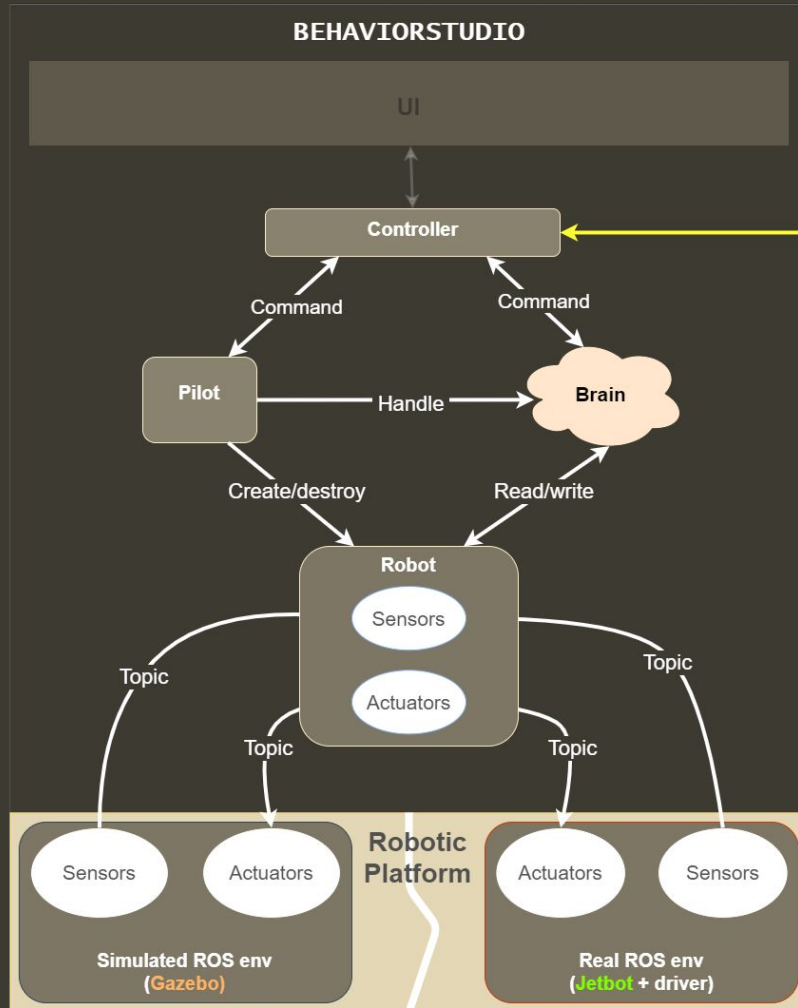
Validación (entorno simulado)



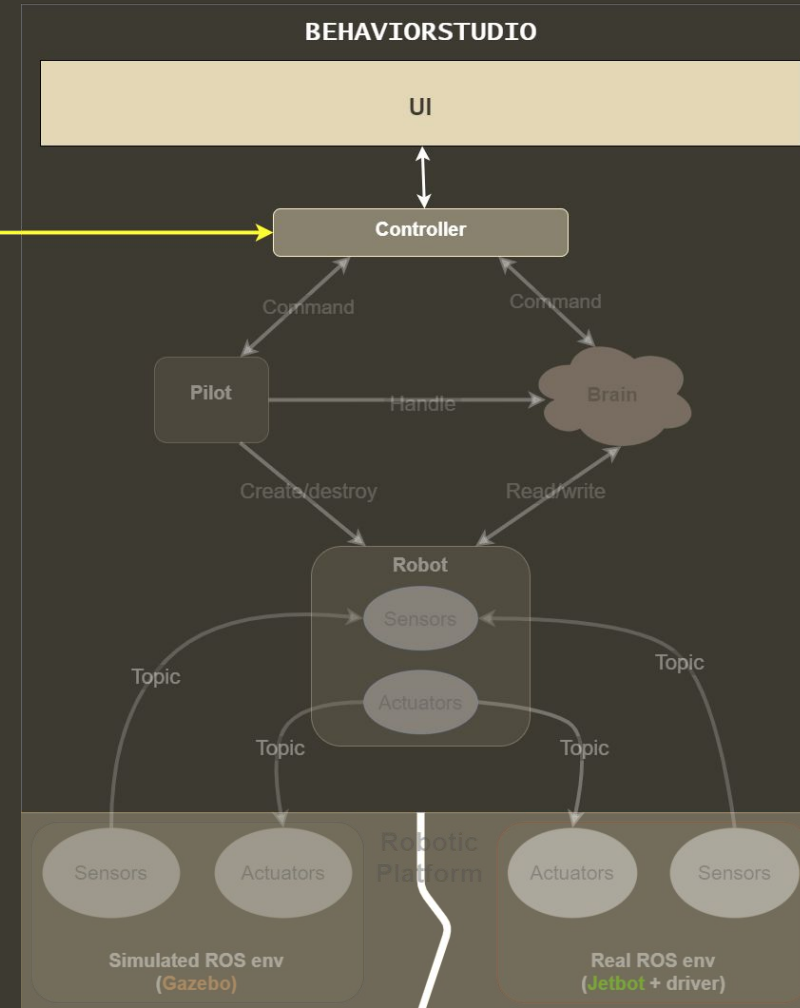
# BehaviorStudio

Modo *headless*

Running on robot



Running on PC



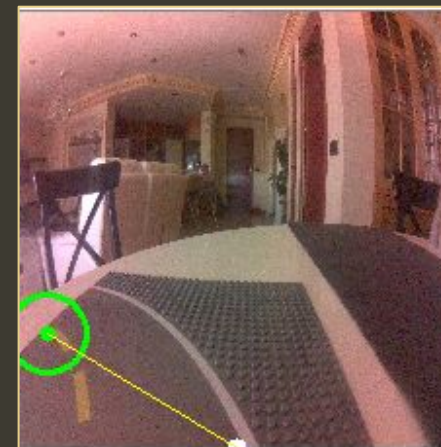
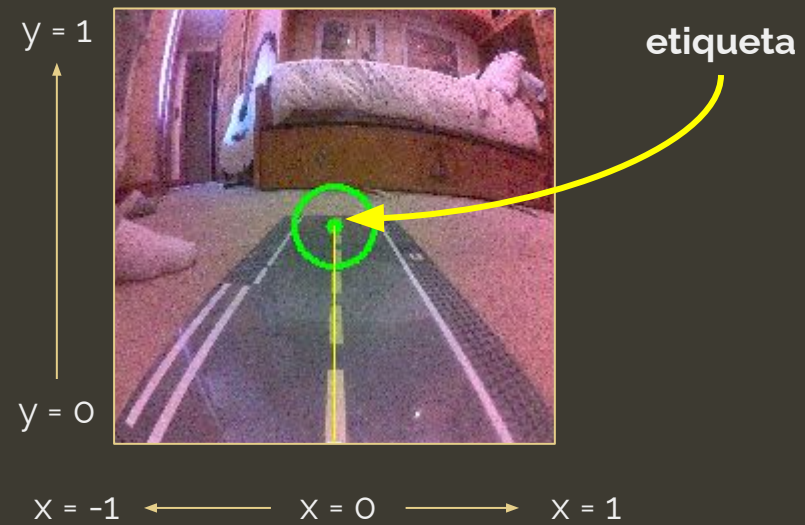
# Piloto JetBot

## Requisitos

---

- Redes neuronales
- Conjuntos de datos
- *Transfer Learning*

## Normalización



## Parámetros

$v: 0.23$   
 $k_p = 0.03$   
 $k_d = 0$   
 $bias = 0$

## Operaciones

```

angle = arctan2( x, y ) # normalizadas
pd = (angle * kp + (angle-last_angle) * kd) + bias

left = v + pd
right = v - pd
  
```



Tamaño: 224 x 224 px

Etiqueta: **(7, 73) = (15, 178)**  
 Etiqueta normalizada: **(-0.86, 0.27)**

Ángulo de giro: **-72°** (-1.26 rad)

potencia motor izq.: **0.19** (19%)  
 potencia motor der: **0.26** (26%)



Tamaño: 224 x 224 px

Etiqueta: **(50, 50) = (112, 112)**  
 Etiqueta normalizada: **(0, 0.5)**

Ángulo de giro: **0°** (0 rad)

potencia motor izq.: **0.23** (23%)  
 potencia motor der: **0.23** (23%)



Tamaño: 224 x 224 px

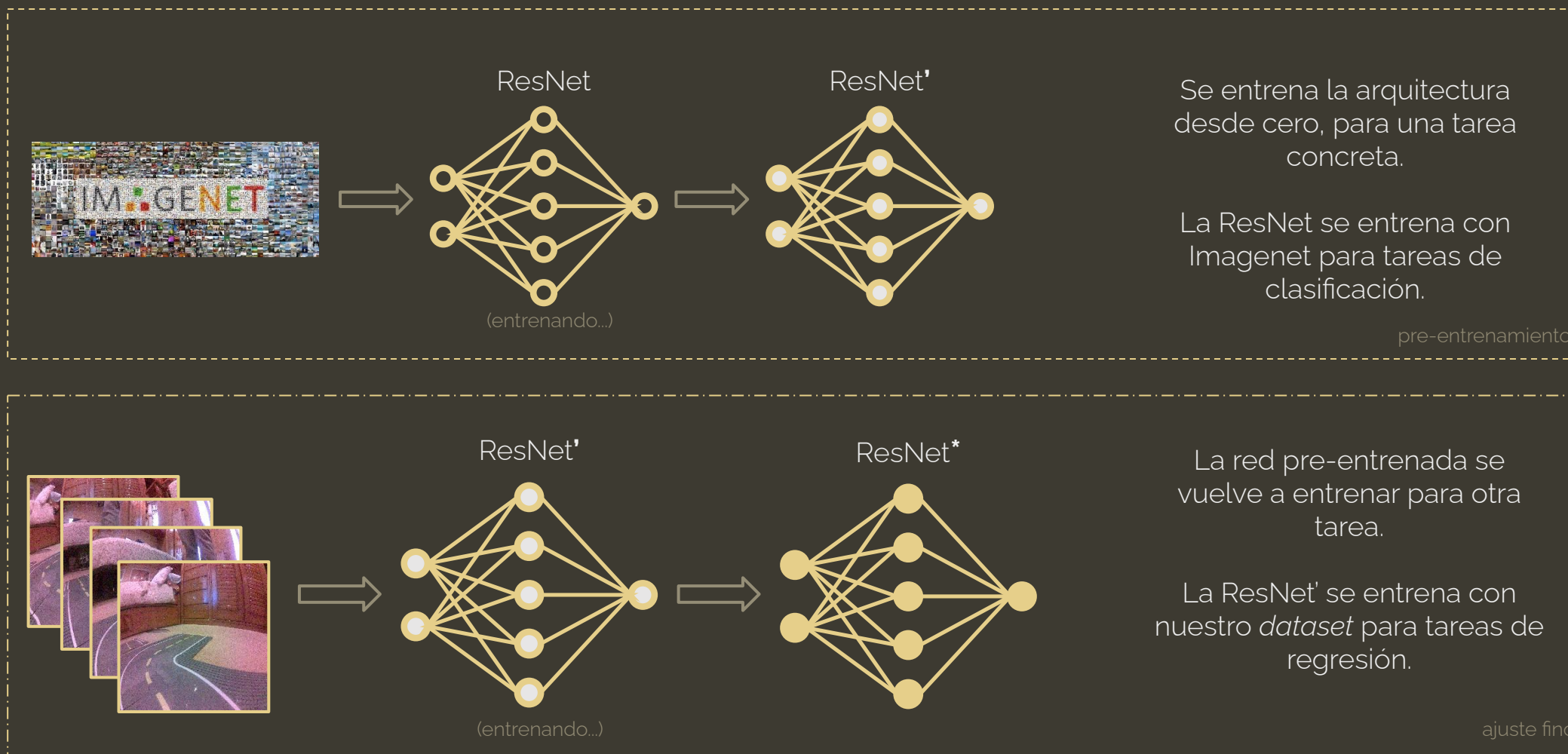
Etiqueta: **(66, 73) = (141, 178)**  
 Etiqueta normalizada: **(0.32, 0.27)**

Ángulo de giro: **50°** (0.86 rad)

potencia motor izq.: **0.25** (25%)  
 potencia motor der: **0.20** (20%)

# Transfer learning

Cambio de dominio



- Experimentos
- Resnet18\*
- MobileNet



# Ejemplos

Muestras de resultados

## PROJECT NAME HERE

Lorem ipsum dolor sit amet,  
consectetur adipiscing elit. Cras  
placerat malesuada.



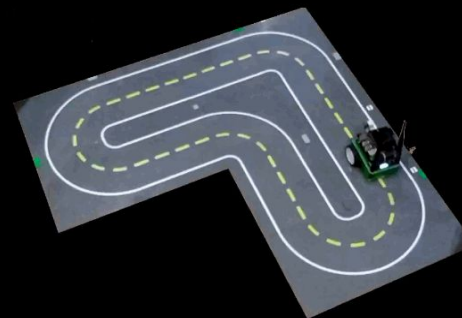
## PROJECT NAME HERE

Lorem ipsum dolor sit amet,  
consectetur adipiscing elit. Cras  
placerat malesuada.



## PROJECT NAME HERE

Lorem ipsum dolor sit amet,  
consectetur adipiscing elit. Cras  
placerat malesuada.



## PROJECT NAME HERE

Lorem ipsum dolor sit amet,  
consectetur adipiscing elit. Cras  
placerat malesuada.

- Place Your Image

# ResNet-18\*

## Métricas

Circuito	Longitud (m)	Tiempo sentido h (s)	Tiempo sentido ah (s)
Training	2.80 m	18.4"	21.7"
A	1.74 m	13.9"	14.8"
B	2.70 m	14.3"	14.9"
C	2.20 m	11.4"	11.9"
D	2.60 m	14.0"	14.5"
E	2.60 m	13.7"	14.0"
F	2.35 m	12.4"	12.5"
G	2.90 m	-	-
H	0.80 m	1.4"	1.4"
I	1.80 m	7.4"	8.2"
J	4.00 m	18.4"	19.7"
K	4.00 m	18.5"	20.1"

# MobileNet-v2\*

## Métricas

Circuito	Longitud (m)	Tiempo sentido h (s)	Tiempo sentido ah (s)
Training	2.80 m	19.6	21.9
A	1.74 m	14.5	15.7
B	2.70 m	15.9	16.5
C	2.20 m	13.4	15.7
D	2.60 m	16.2	17.8
E	2.60 m	13.5	14.1
F	2.35 m	13.2	14.0
G	2.90 m	-	-
H	0.80 m	1.2	1.3
I	1.80 m	6.5	7.0
J	4.00 m	-	-
K	4.00 m	-	-

# Comparativa

Métricas

		ResNet-18*		MobileNet-v2*	
Circuito	Longitud (m)	Tiempo h (s)	Tiempo ah (s)	Tiempo h (s)	Tiempo ah (s)
Training	2.80 m	18.4"	21.7"	19.6	21.9
A	1.74 m	13.9"	14.8"	14.5	15.7
B	2.70 m	14.3"	14.9"	15.9	16.5
C	2.20 m	11.4"	11.9"	13.4	15.7
D	2.60 m	14.0"	14.5"	16.2	17.8
E	2.60 m	13.7"	14.0"	13.5	14.1
F	2.35 m	12.4"	12.5"	13.2	14.0
G	2.90 m	-	-	-	-
H	0.80 m	1.4"	1.4"	1.2	1.3
I	1.80 m	7.4"	8.2"	6.5	7.0
J	4.00 m	18.4"	19.7"	-	-
K	4.00 m	18.5"	20.1"	-	-

# Conclusiones

Hitos y lecciones aprendidas

---

# Créditos

## Recursos

---

### Iconos:

- [surang from www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)
- [svgrepo.com](http://svgrepo.com)

### Plantilla:

- [Graphicbulb](http://Graphicbulb)

### Imágenes:

- [msoe.edu](http://msoe.edu)
- [fullstackfeed](http://fullstackfeed)
- [datasmart](http://datasmart)

# Our Best Services

We provide best value to user



## OUR SERVICE 01

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare, imperdiet ante et, vehicula nisl. Vestibulum in posuere diam.



## OUR SERVICE 02

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare, imperdiet ante et, vehicula nisl. Vestibulum in posuere diam.



## OUR SERVICE 03

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare, imperdiet ante et, vehicula nisl. Vestibulum in posuere diam.



## OUR SERVICE 04

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare, imperdiet ante et, vehicula nisl. Vestibulum in posuere diam.



# Step By Step

We provide best value to user

## PUT SERVICE NAME HERE

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare.

## PUT SERVICE NAME HERE

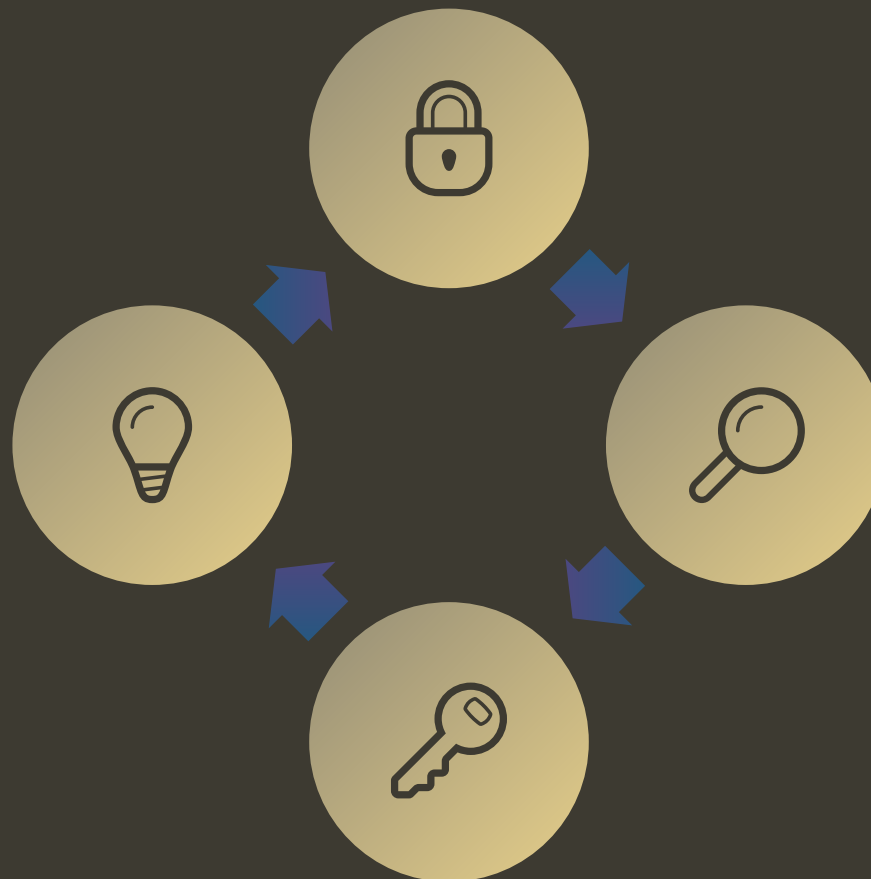
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare.

## PUT SERVICE NAME HERE

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare.

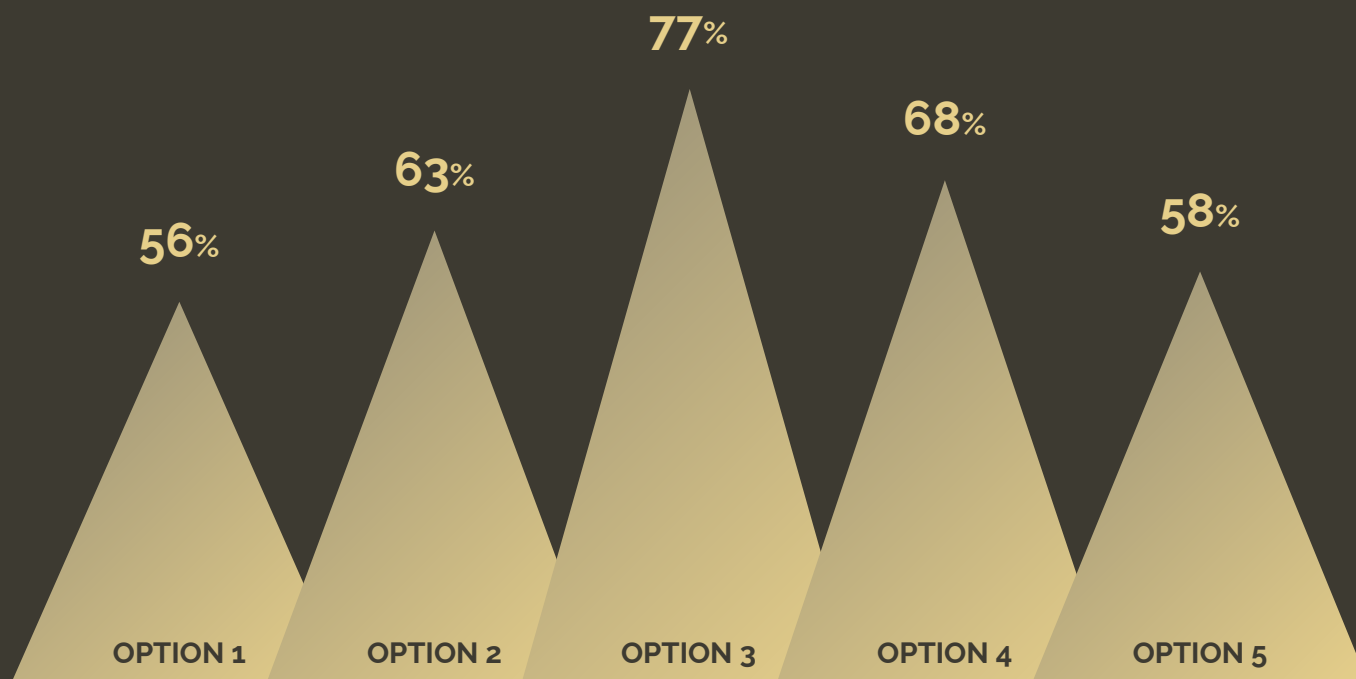
## PUT SERVICE NAME HERE

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare.



# Mountain Chart

We provide best value to user



## PUT CHART OPTION HERE

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Cras placerat malesuada mauris. Duis eu purus ornare, imperdiet ante et, vehicula nisl. Vestibulum in posuere diam. Sed commodo aliquam augue vel tempor. Aliquam erat volutpat. Sed maximus diam sapien, at fringilla odio bibendum ut. Nullam pulvinar tempor urna, nec placerat nunc sodales nec.