

Modelado y Simulación de Robots Sim2Real

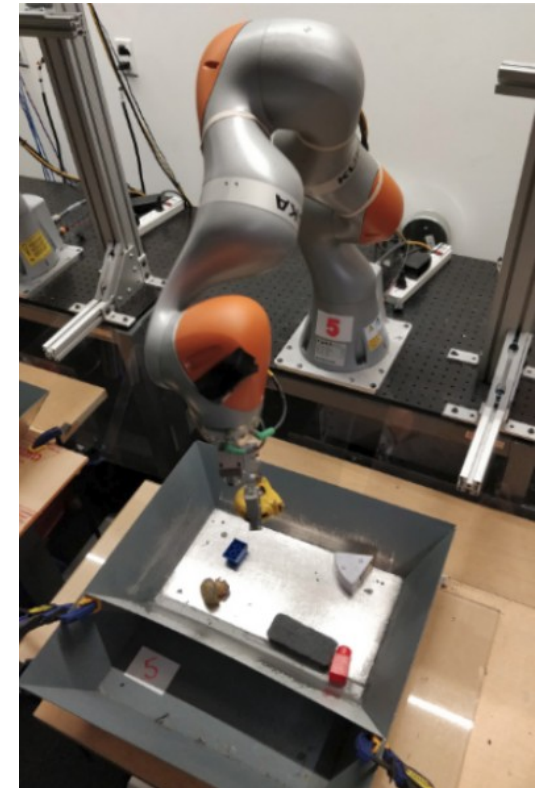
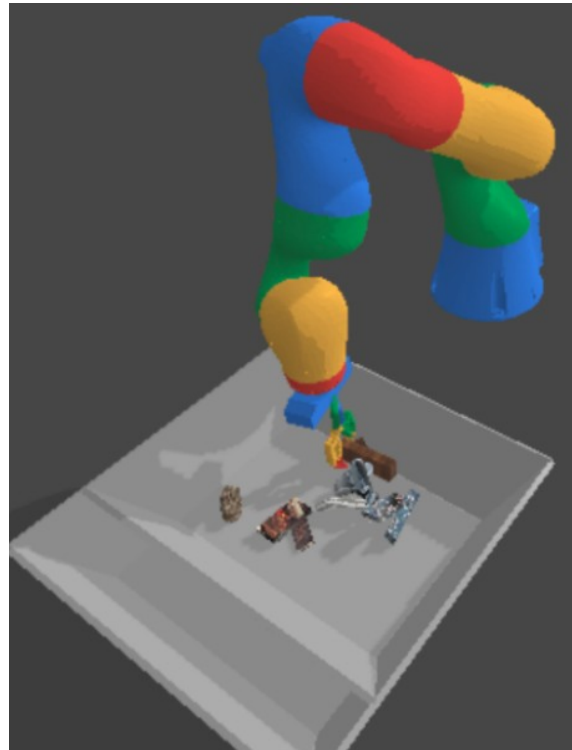
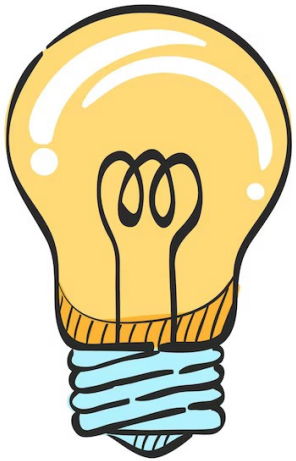
Grado en Ingeniería de Robótica Software

Teoría de la Señal y las Comunicaciones y
Sistemas Telemáticos y Computación

Roberto Calvo Palomino
roberto.calvo@urjc.es

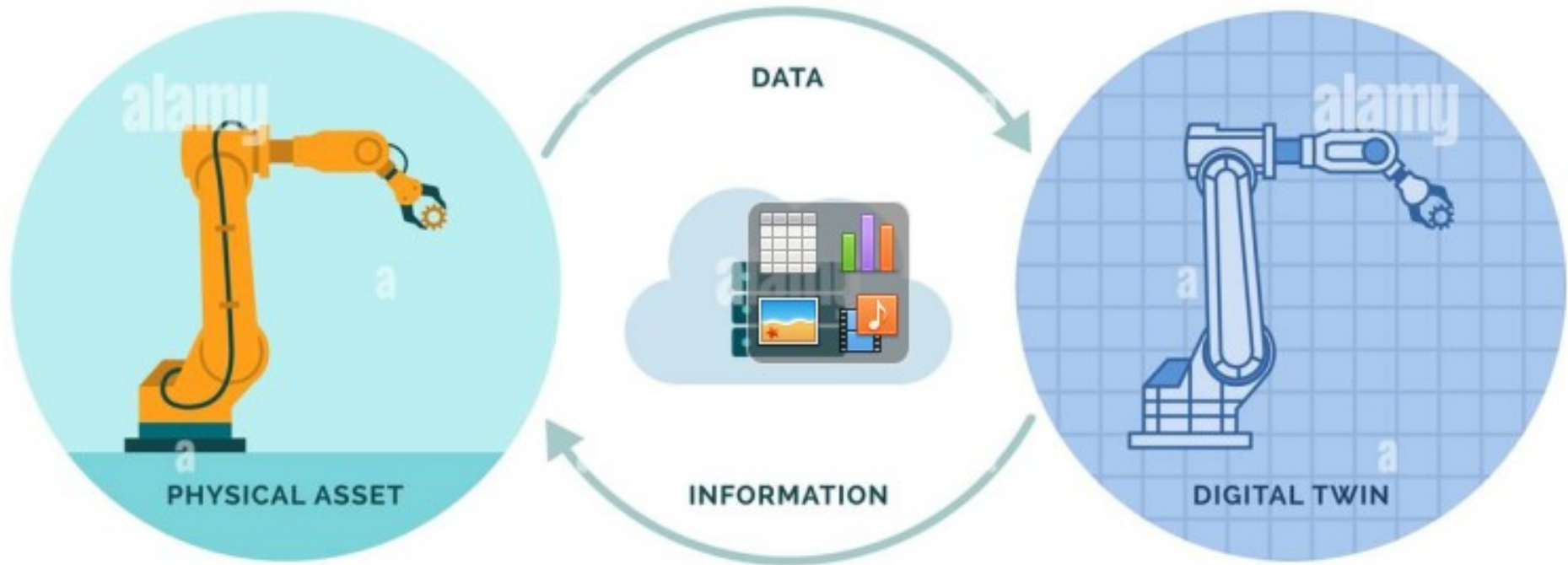
Introducción

- La simulación en robótica ha sido utilizada tradicionalmente para validar diseños y escenarios antes de pasar a un entorno real.



Introducción

- Digital Twin



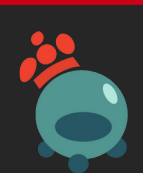
Introducción

- Uno de los mayores problemas en la robótica es cómo hacer funcionar tu modelo simulado en el mundo real y que generalice.

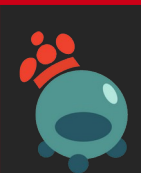
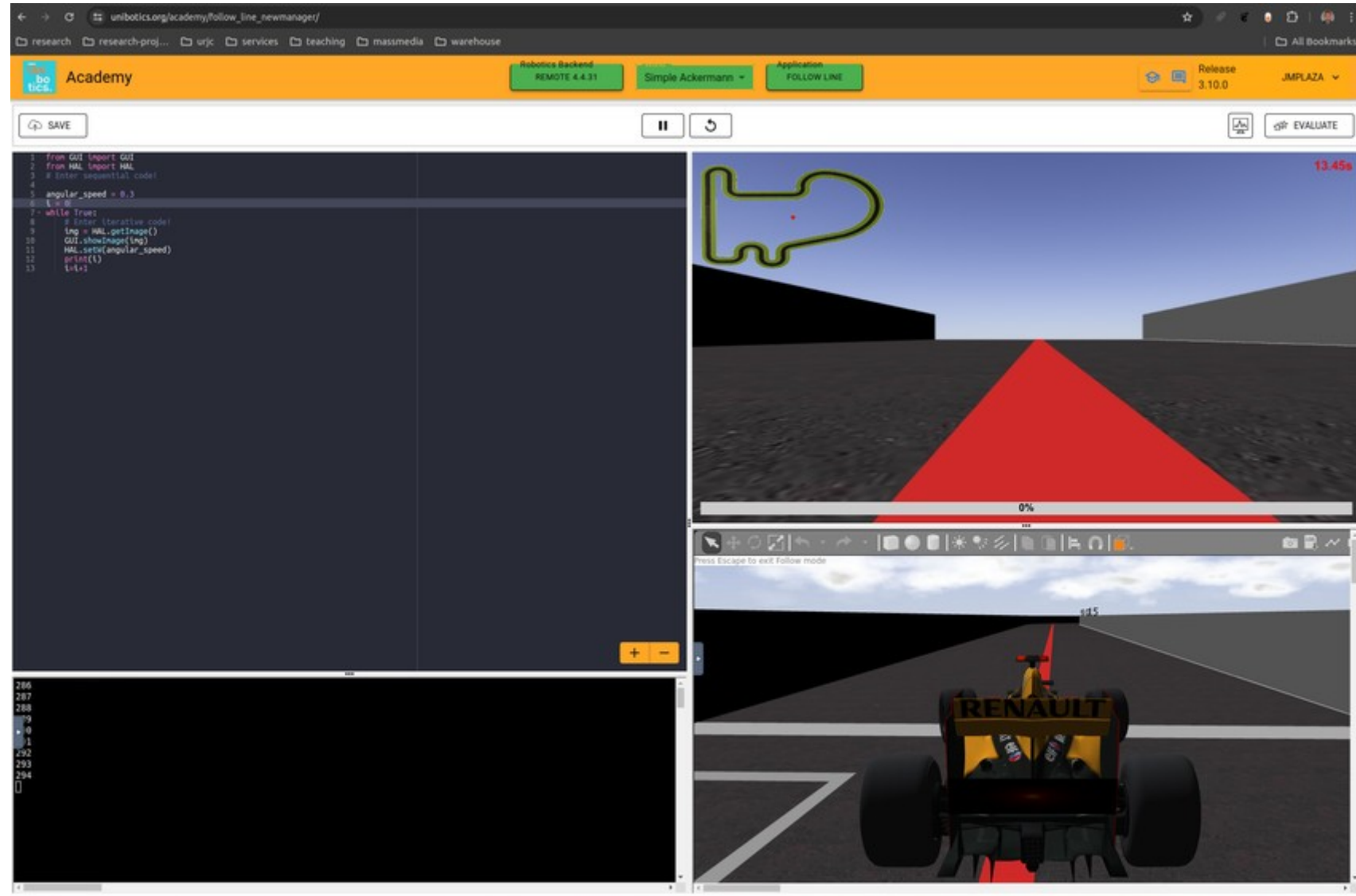


Sim2Real

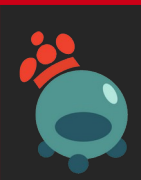
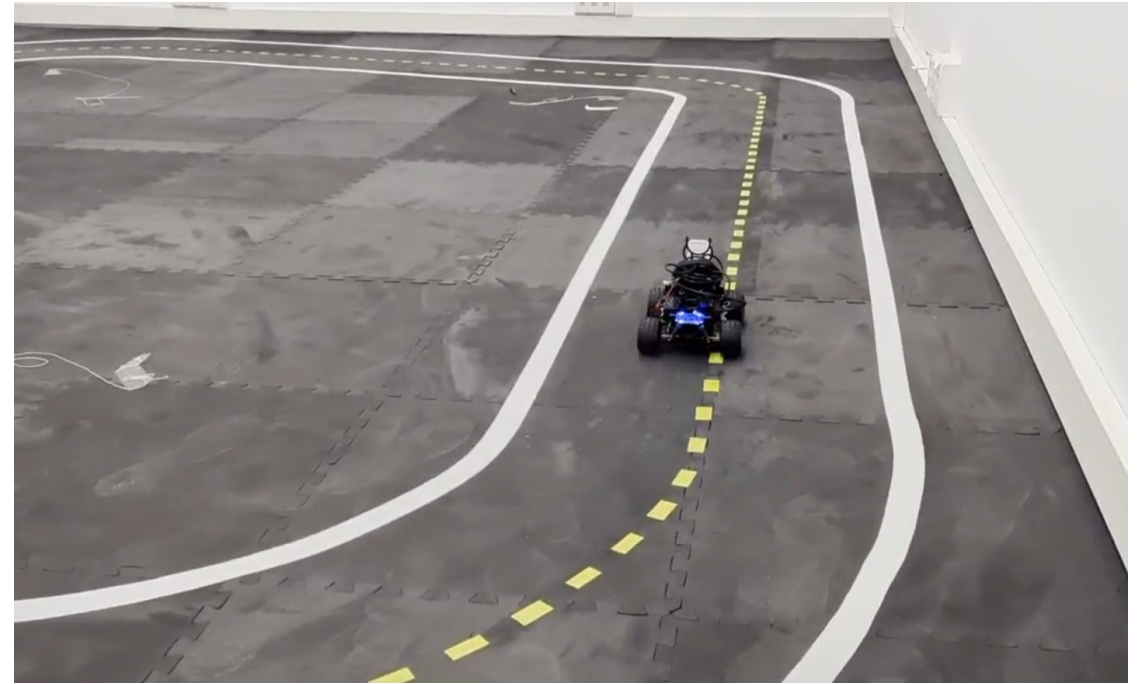
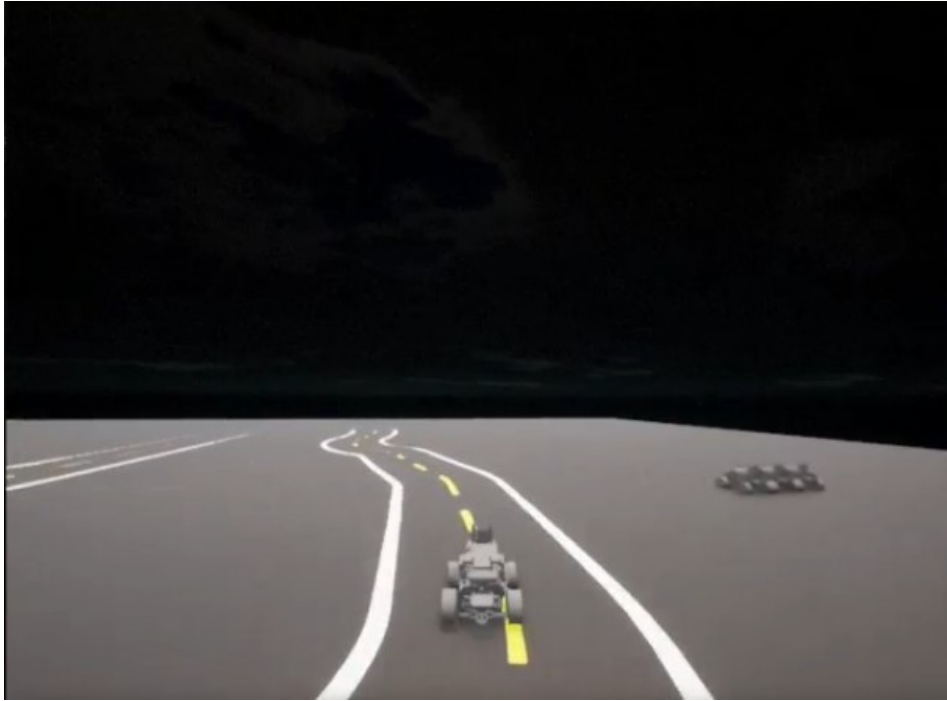
- **Sim2Real** es el proceso de transferir conocimientos o algoritmos desde simuladores y mundos virtuales para su implementación en el mundo real.
 - Reducir costos y tiempo
 - Optimización y entrenamiento
 - Minimizar la brecha entre simulación y realidad.
- Ese *gap (brecha)* hace que la transferencia del conocimiento no sea completa y el robot no funcione correctamente.
- Además tenemos:
 - sim2sim
 - real2real



Sim2Real

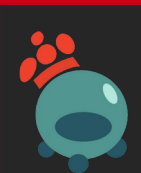


Sim2Real

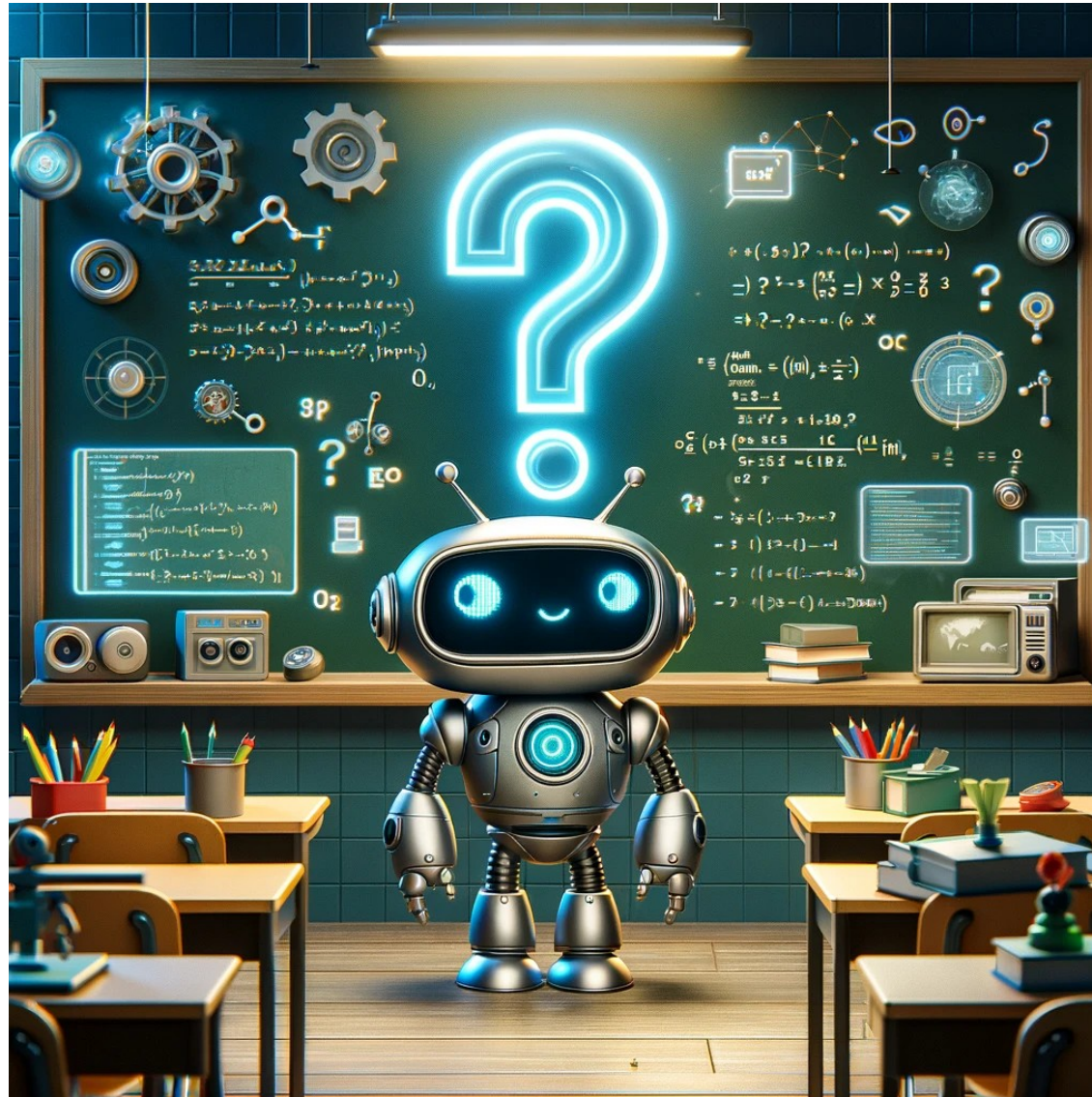


Sim2Real: Características

- Complejidad del Entorno:
 - Variabilidad y Dinámica
 - Diversidad de Escenarios
- Fidelidad de la Simulación:
 - Exactitud de los modelos físicos
 - Representación sensorial
- Generalización del modelo
- Limitaciones del procesamiento en RT

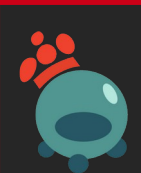


Soluciones

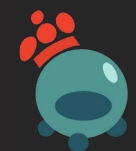
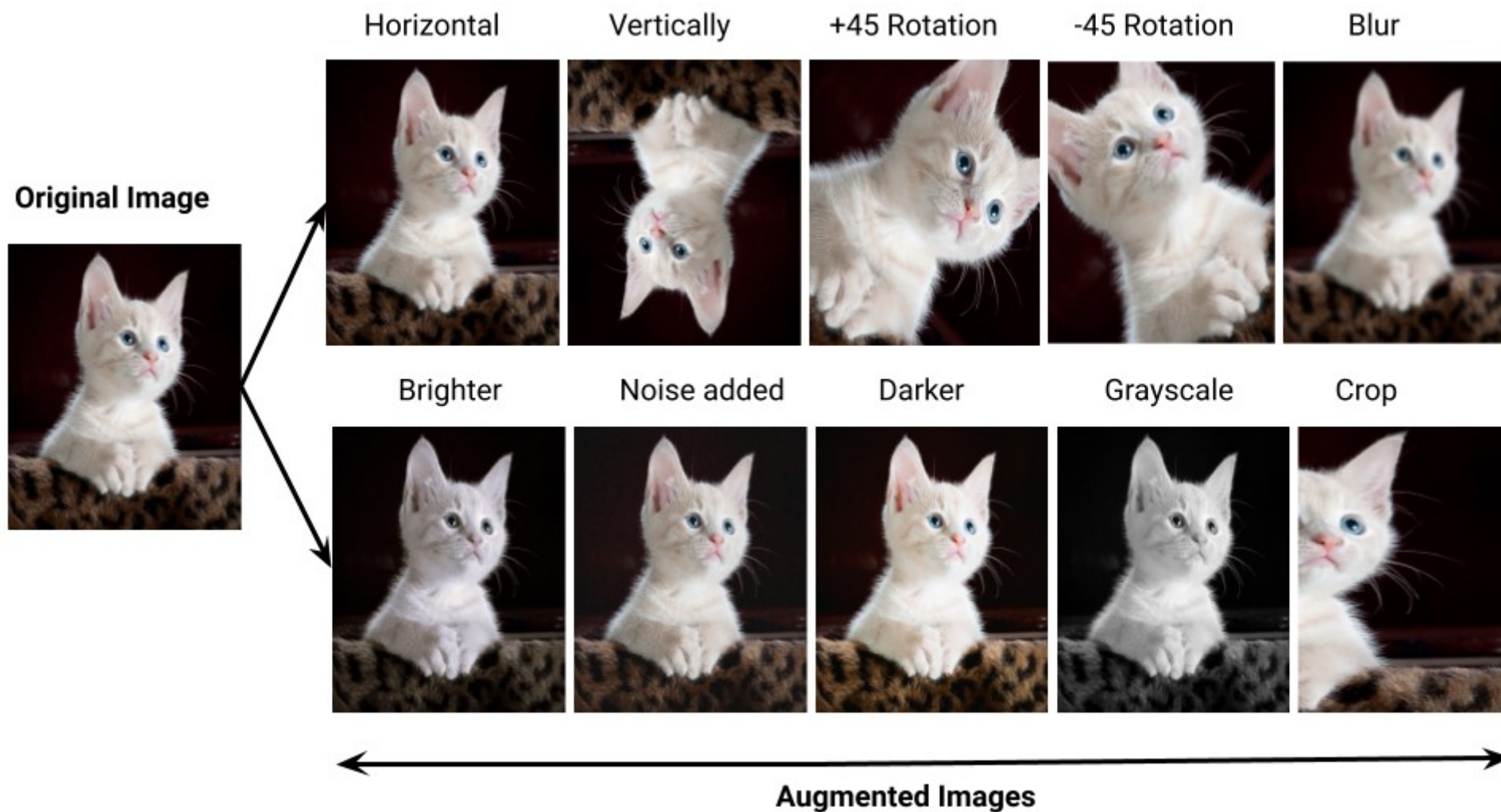


Data Augmentation

- Aumento de datos y simulación
 - Generación de datos sintéticos variados mediante simulaciones para entrenar modelos de machine learning y deep learning.
 - Esto incluye alterar dinámicamente condiciones de iluminación, texturas y configuraciones de objetos para cubrir un amplio espectro de situaciones posibles



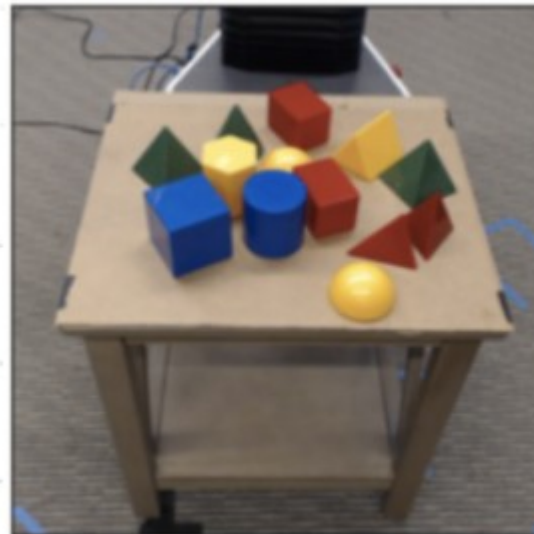
Data Augmentation



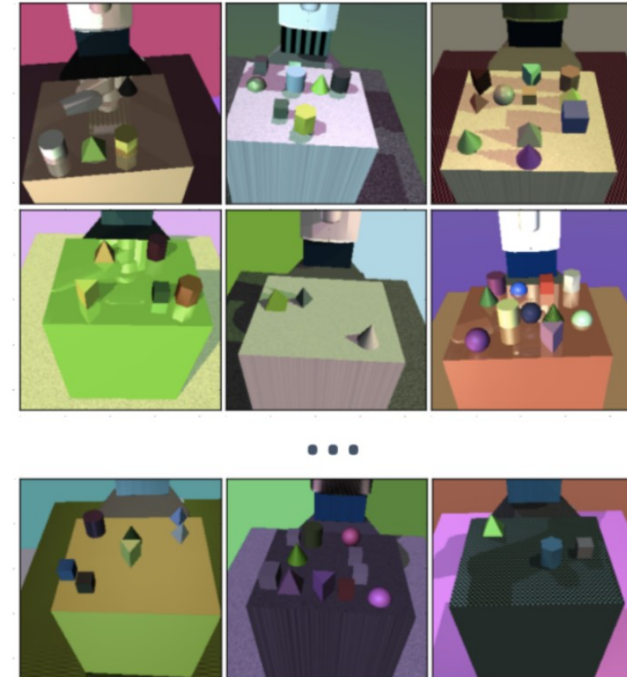
Domain Randomization

- Introduce variabilidad **aleatoria** en las propiedades de los entornos simulados durante el entrenamiento, como la apariencia visual, la física y la configuración del entorno
- El modelo sea menos sensible a las diferencias entre la simulación y el mundo real.

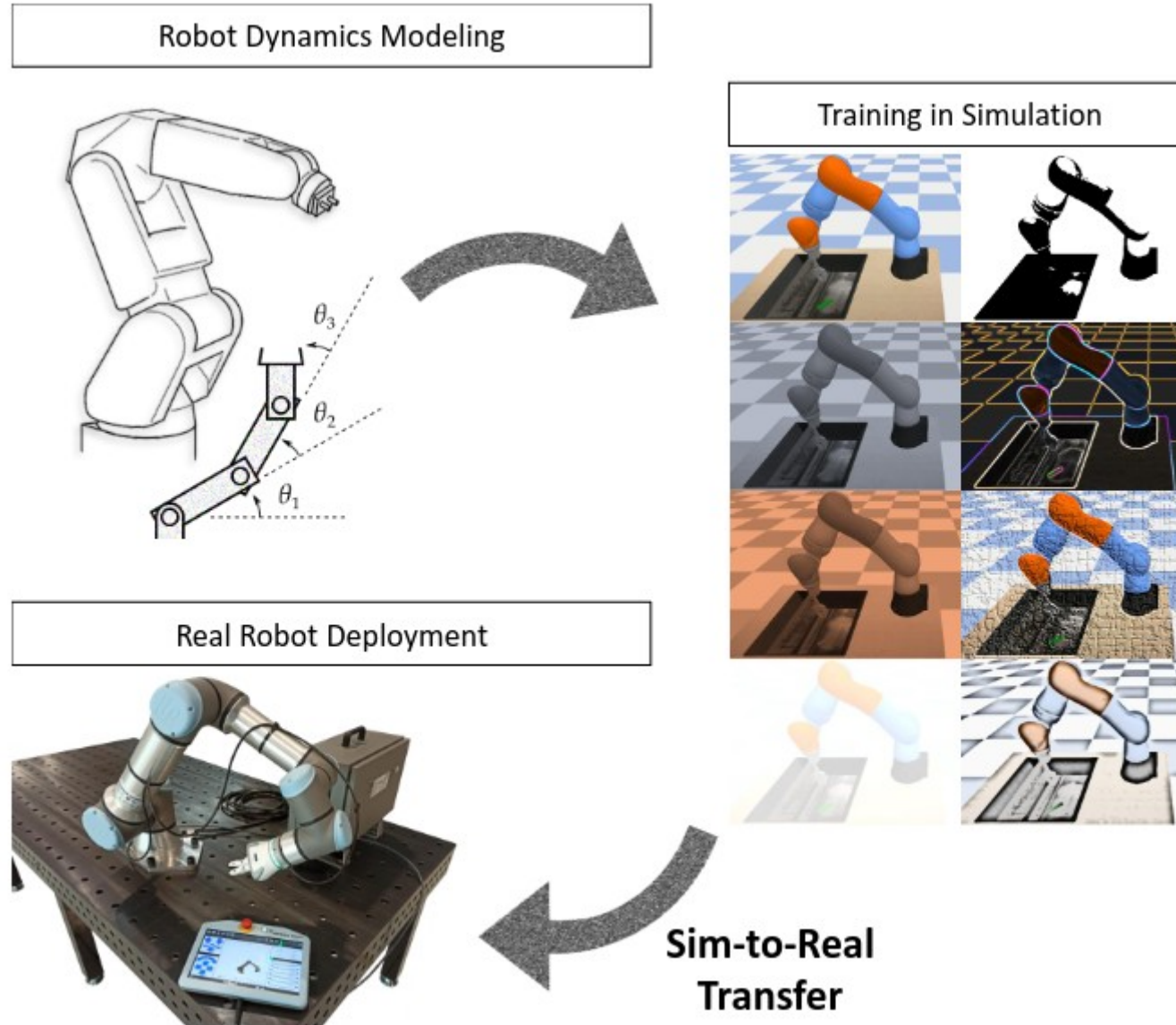
Escenario Real



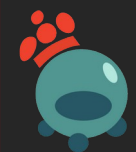
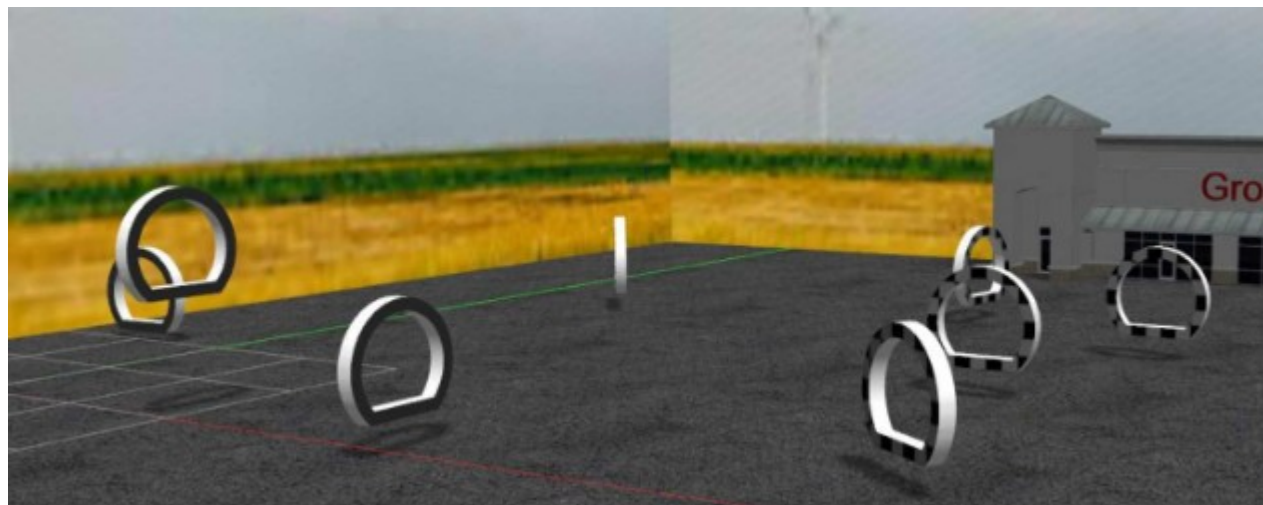
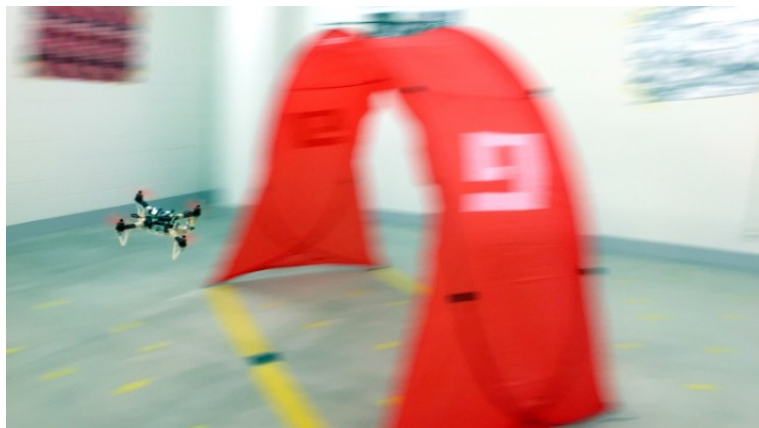
Escenario simulador



Domain Randomization

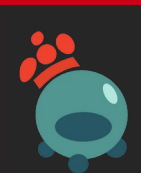
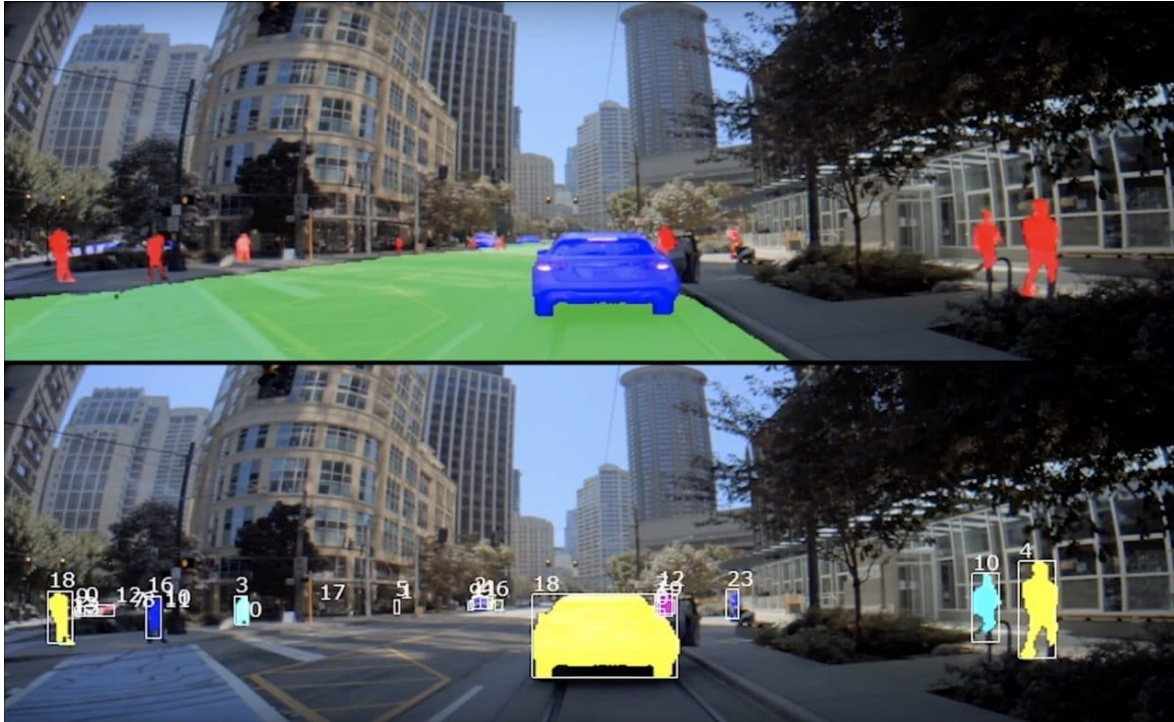


Domain Randomization



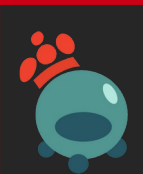
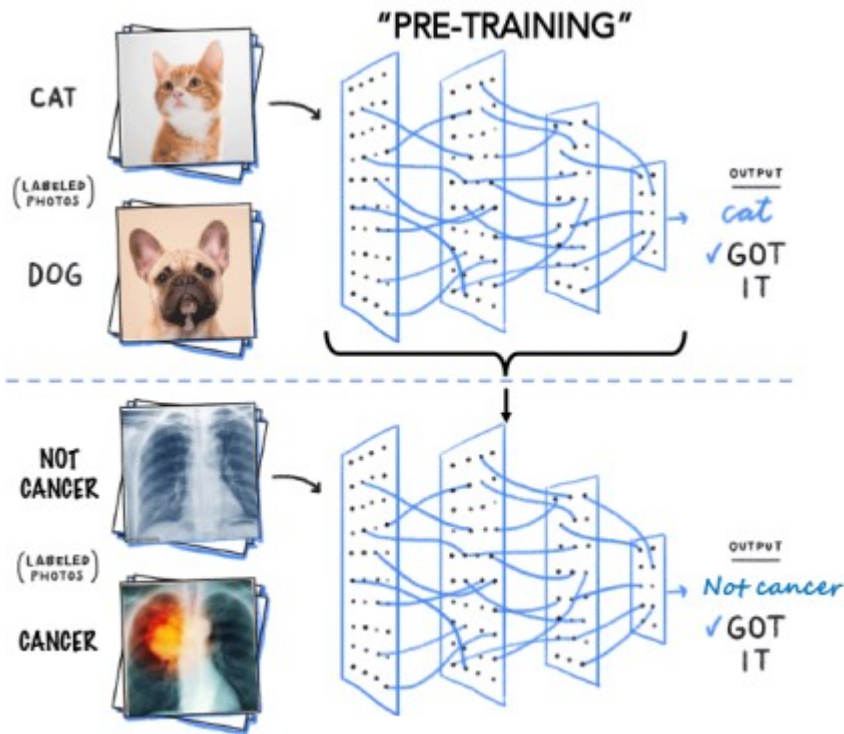
Mezcla Simulación y Realidad

- Se utilizan datasets simulados y reales al mismo tiempo.



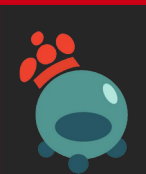
Transfer Learning

- Se aprovecha el conocimiento adquirido en una tarea o dominio para aplicarlo en otra tarea o dominio diferente.
- Evita tener que entrenar modelos desde 0.



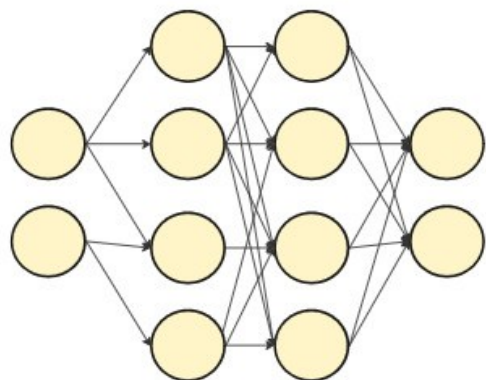
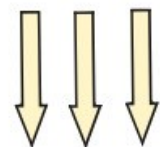
Fine-tuning

- Técnica específica dentro de *transfer learning*
- Consiste en tomar un modelo pre-entrenado (simulación), y ajustar sus parámetros con un conjunto más pequeño y representativo de datos reales.
- Se basa en comenzar el aprendizaje desde un punto de partida y no desde 0 de nuevo.
- No hay cambio de dominio, ni de tarea.



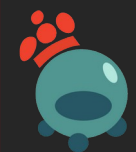
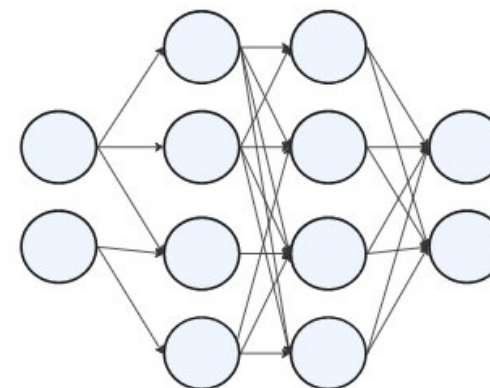
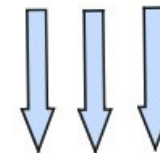
Fine-Tuning

SIMULADOR



Fine-Tuning

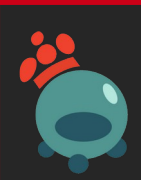
MUNDO REAL



Ejemplos Sim2Real

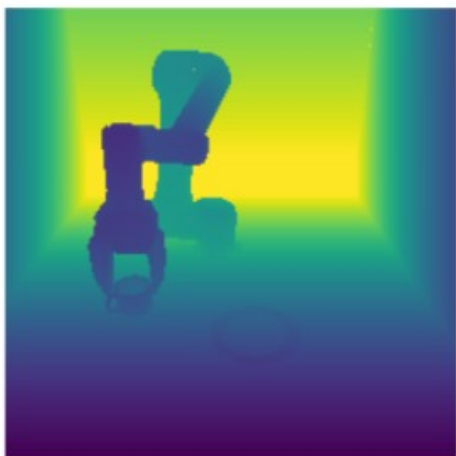
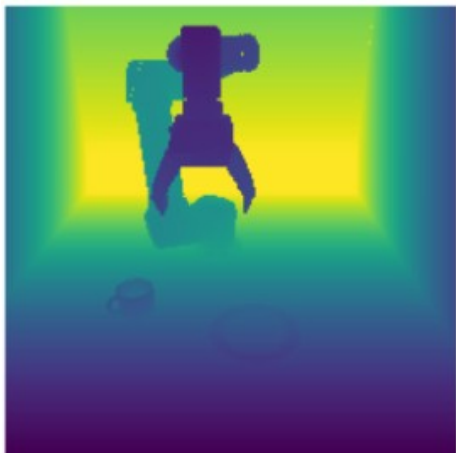


<https://youtu.be/oLgM2Bnb7fo?t=26>

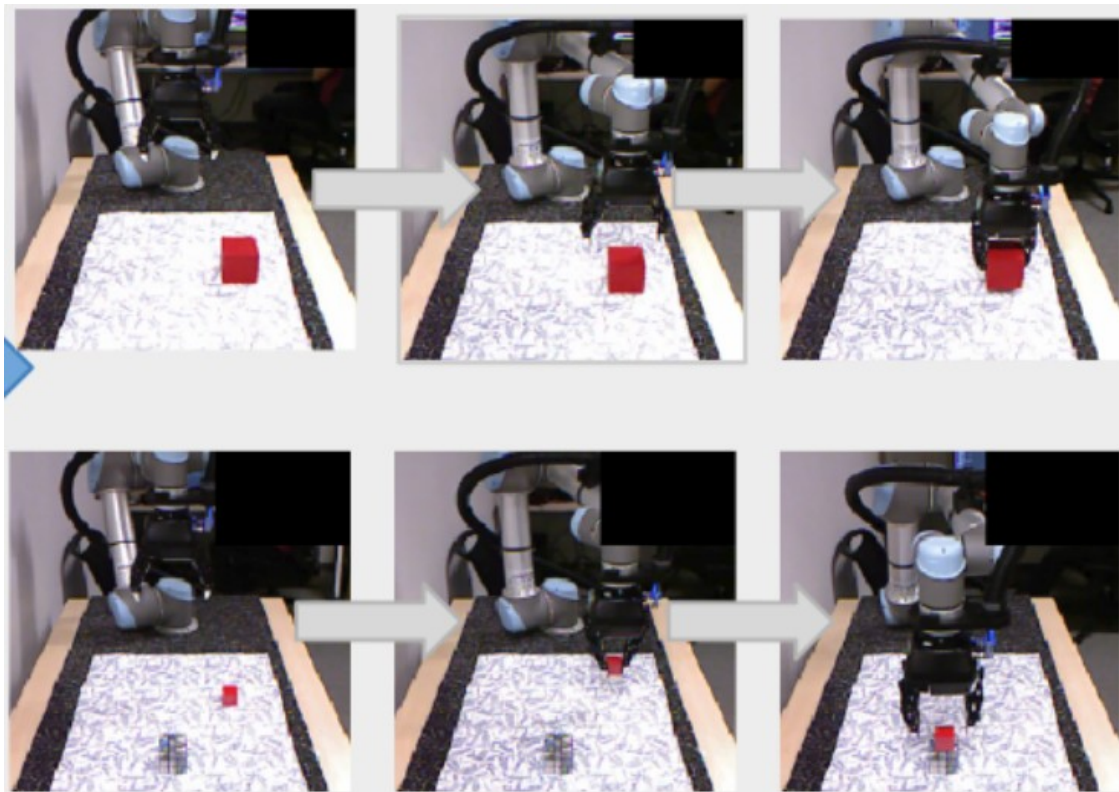


Ejemplos Sim2Real

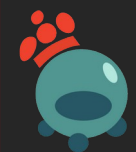
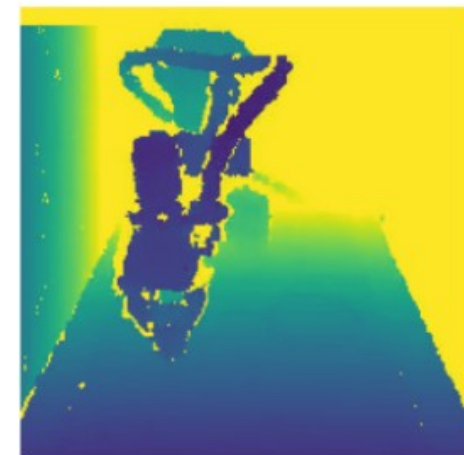
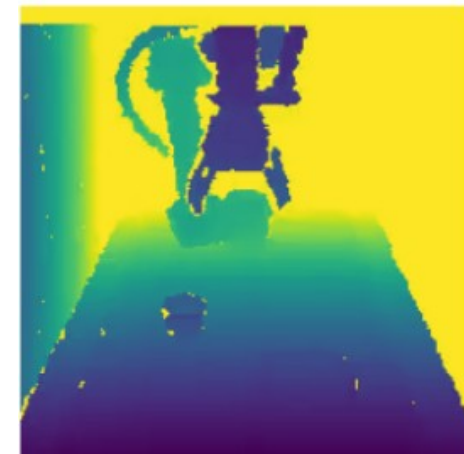
Imágenes RGBD
simuladas



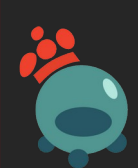
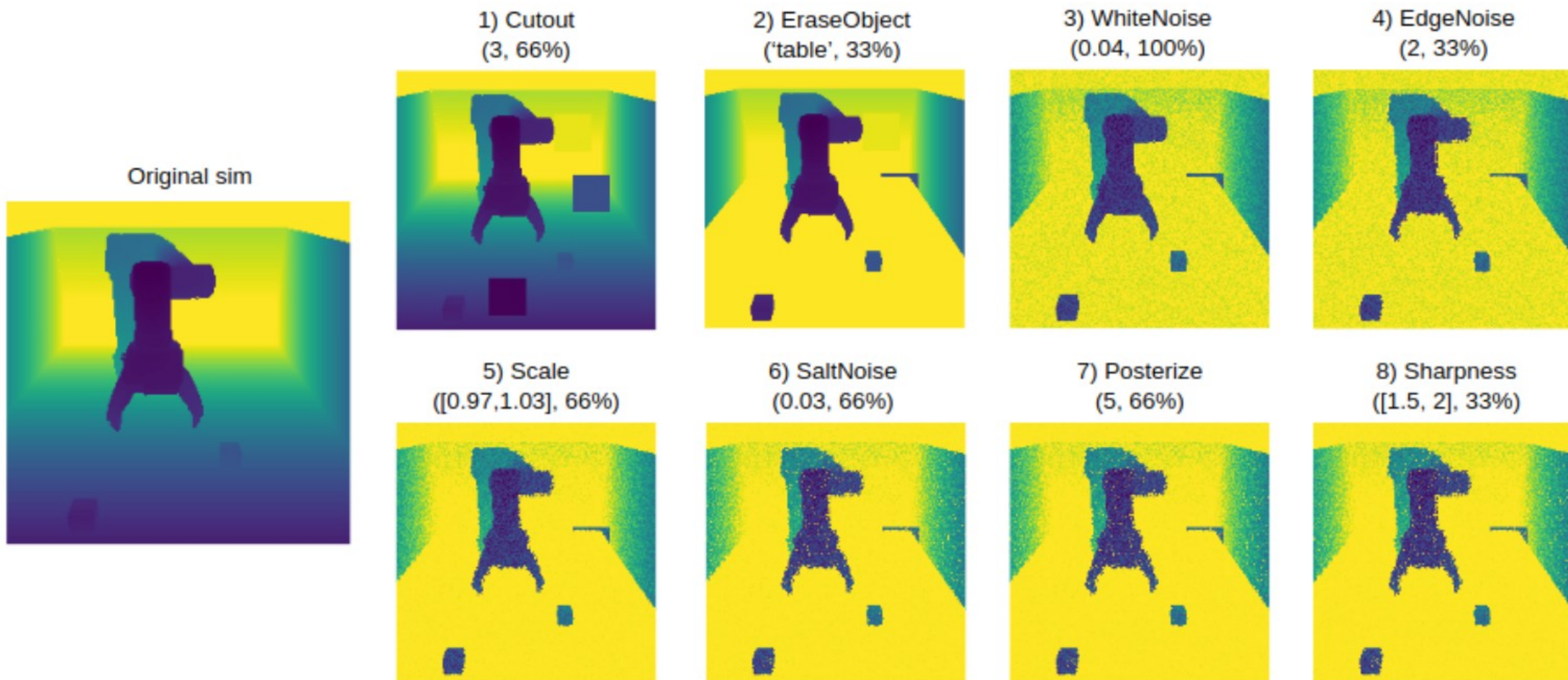
Escenario Real



Imágenes RGBD
Reales

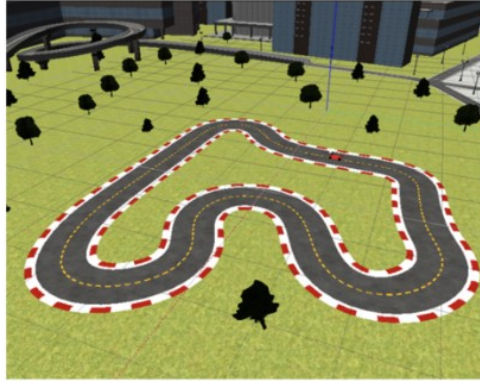


Ejemplos Sim2Real

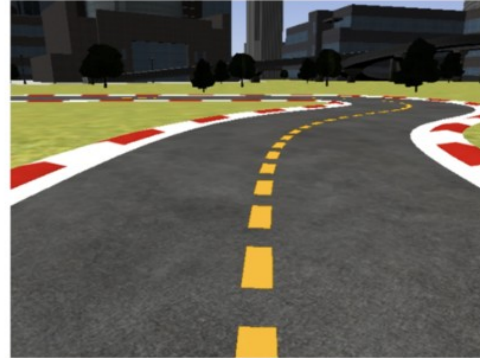


Ejemplo Sim2Real

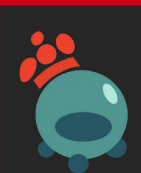
Circuitos



Simulado



Real



Referencias

- 6-DOF GraspNet: Variational Grasp Generation for Object Manipulation
 - <https://arxiv.org/abs/1905.10520>
- Domain Randomization for Sim2Real Transfer
 - <https://lilianweng.github.io/lil-log/2019/05/05/domain-randomization.html>
- Sim2Real Artículos
 - <https://github.com/manjunath5496/Sim-2-Real-Papers/blob/main/README.md>
 - <https://paperswithcode.com/paper/a-platform-agnostic-deep-reinforcement>





Escuela de Ingeniería
de Fuenlabrada



RoboticsLabURJC
Programming Robot Intelligence

