



Escola Tècnica
Superior d'Enginyeria
Informàtica

Colaboración humano-robot en paletizado: Diseño de escenario virtual y físico centrado en el humano

Defensa Trabajo Fin de Grado

AUTOR: Ojeda Gandia, Raül
Tutor: Fons Cors, Joan Josep
Director Experimental: Mestre Gascón, Antoni
CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



Índice de Diapositivas

1. Introducción

- 1.1. Motivación
- 1.2. Problemática y objetivos

2. Planteamiento del proyecto

- 2.1. Descripción del sistema a desarrollar

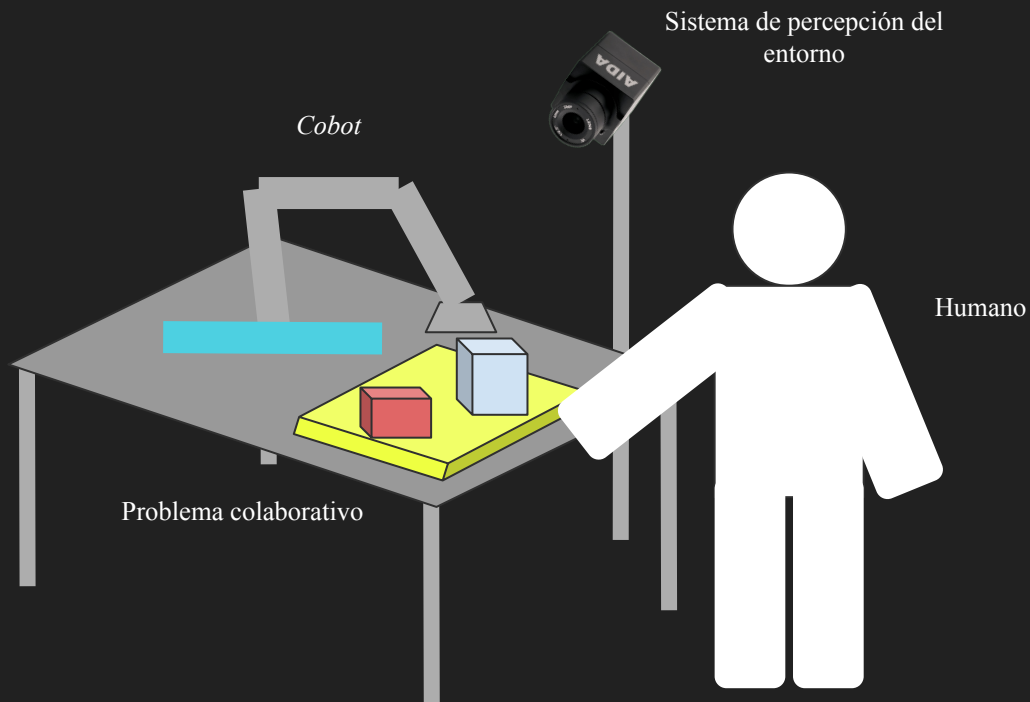
3. Desarrollo de la solución

- 3.1. Arquitectura del sistema
- 3.2. Elementos del escenario
- 3.3. Modelos visión artificial
- 3.4. Algoritmo principal
- 3.5. Modelo de *flow*
- 3.6. Algoritmo de paletización
- 3.7. Colaboración humana

4. Conclusiones

- 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
- 4.2. Propuestas de mejora

1. Introducción



1. **Introducción**
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. **Planteamiento del proyecto**
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. **Desarrollo de la solución**
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. **Conclusiones**
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Figura: Célula cognitiva

1.1. Motivación



1. Introducción
 - 1.1. **Motivación**
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Imagen: Robots UR3e del
GIROB - ETSINF - UPV



1.2. Problemática y objetivos

1. Diseñar escenario virtual
2. Transferir el escenario virtual al escenario real
3. Interactuar con el escenario virtual
4. Visualizar los elementos del entorno
5. Algoritmos de apilamiento y asignación de cajas
6. Garantizar experiencia de trabajo satisfactoria

1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos**
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Lista de objetivos



2. Planteamiento del proyecto

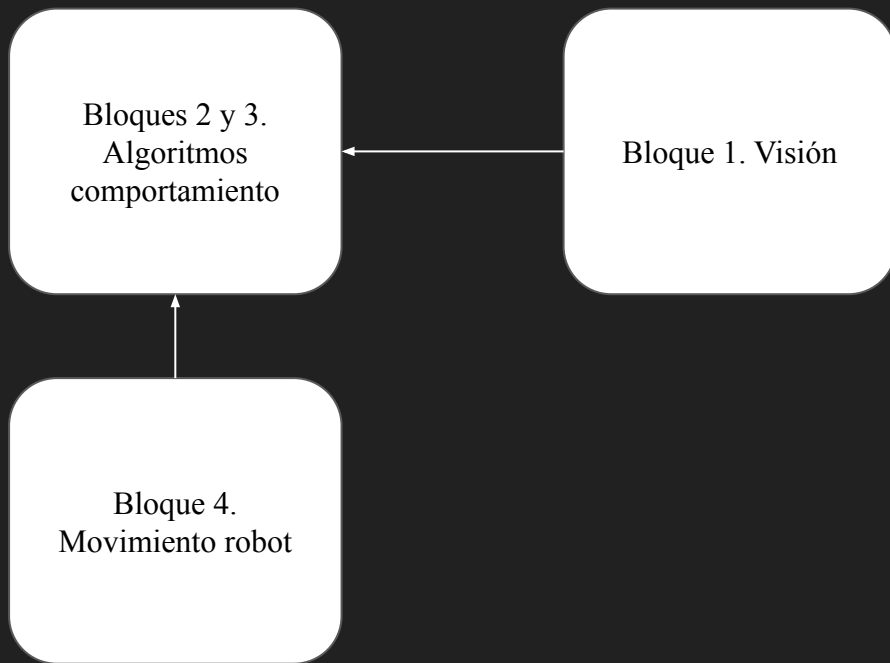
1. Modelos de percepción del entorno
2. Algoritmo de apilamiento de cajas en el palé
3. Algoritmo de asignación de cajas a robot o humano
4. Movimiento del robot

1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. **Planteamiento del proyecto**
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Lista de bloques del proyecto



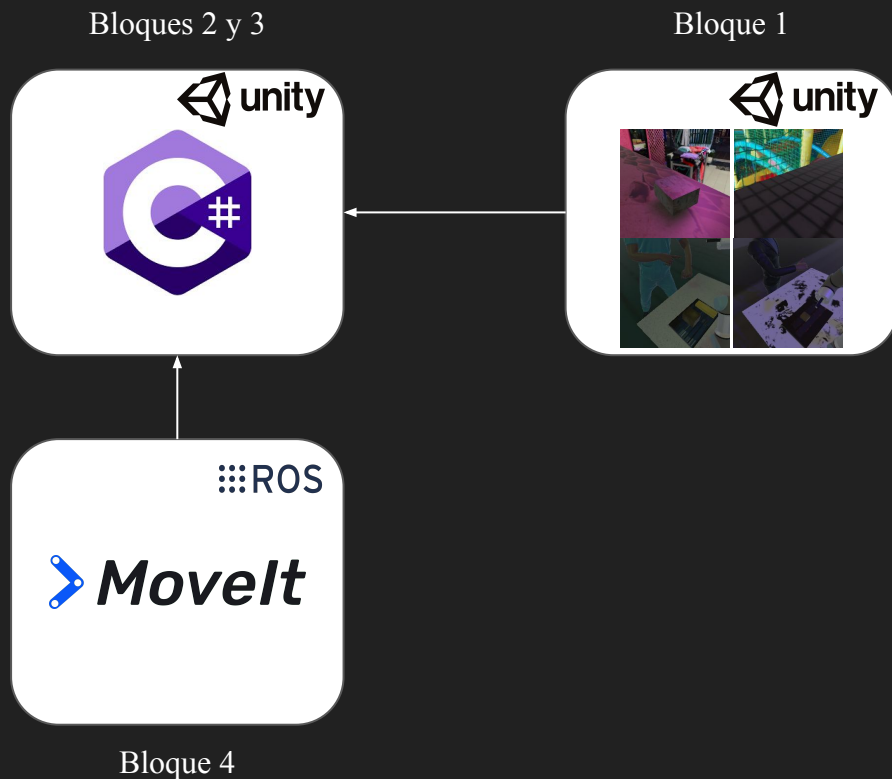
2.1. Descripción del sistema a desarrollar



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar**
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Diagrama: Bloques de desarrollo

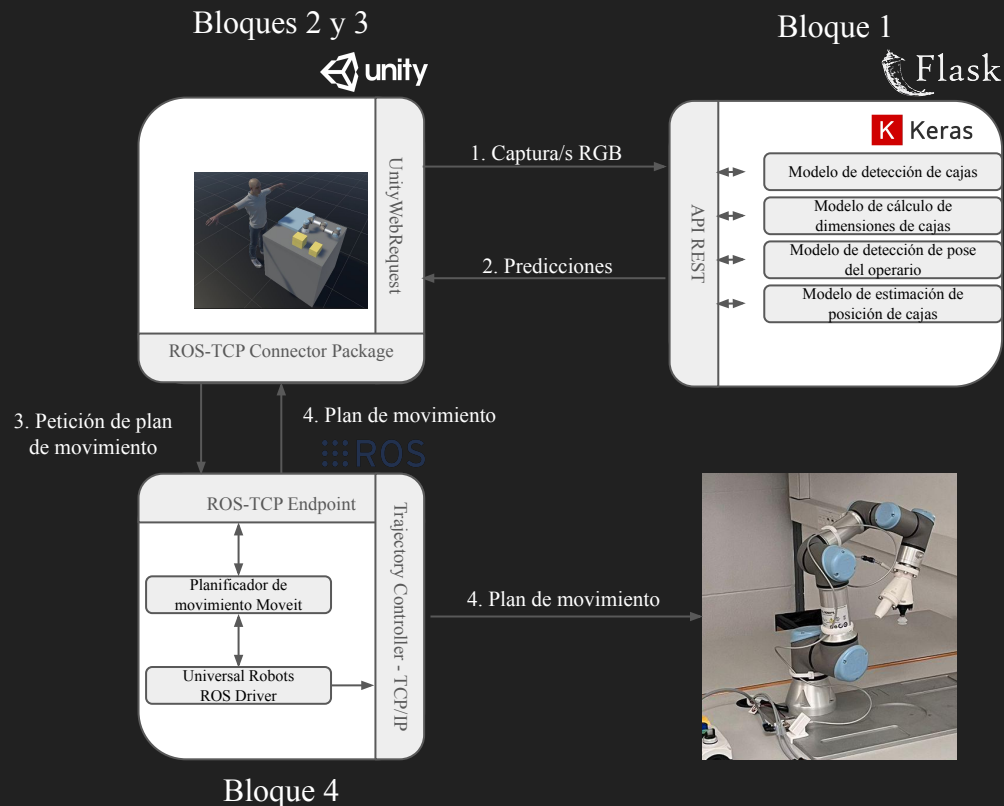
3. Desarrollo de la solución



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. **Desarrollo de la solución**
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Diagrama: Tecnologías
en bloques de desarrollo

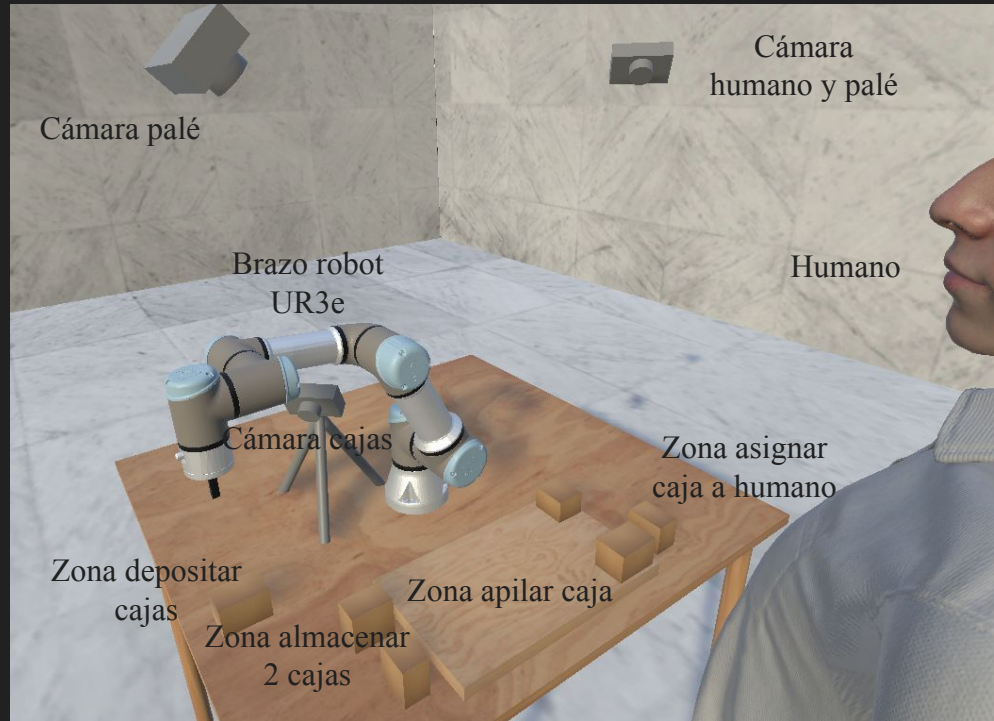
3.1. Arquitectura del sistema



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. **Arquitectura del sistema**
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Diagrama: Arquitectura del sistema

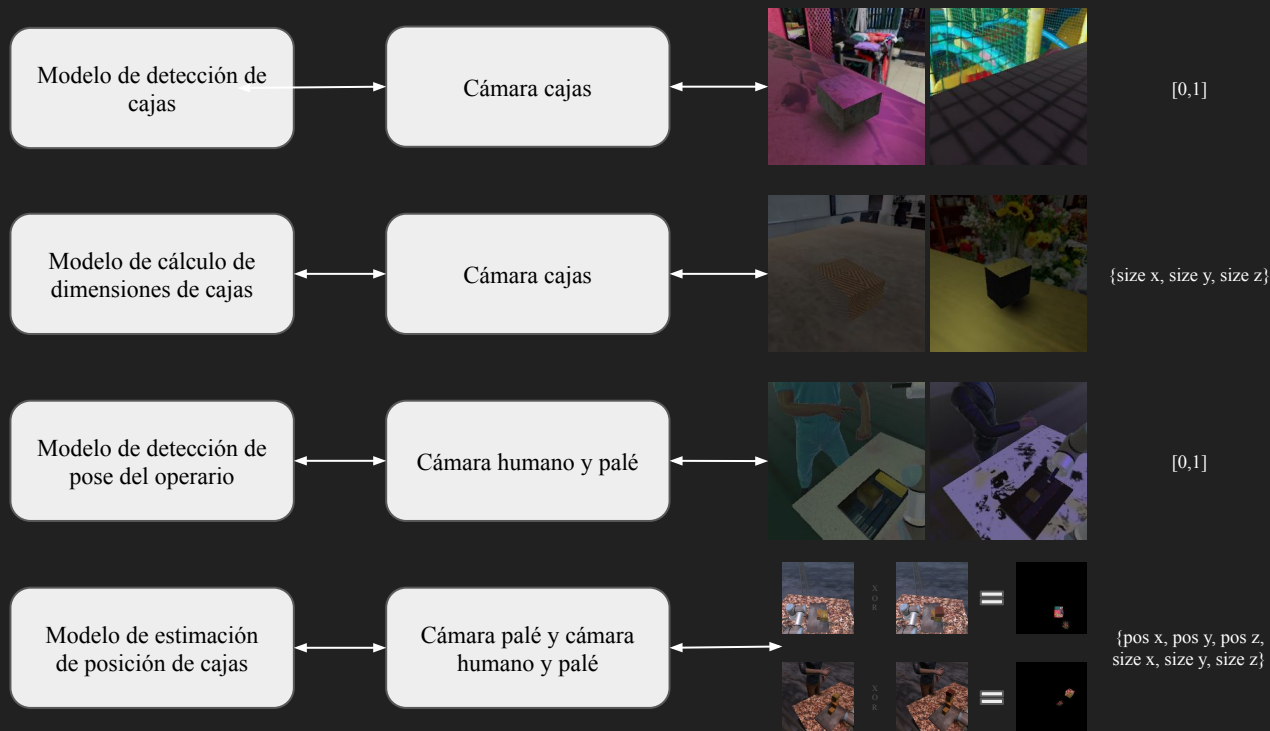
3.2. Elementos del escenario



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario**
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Imagen: Escenario de pruebas

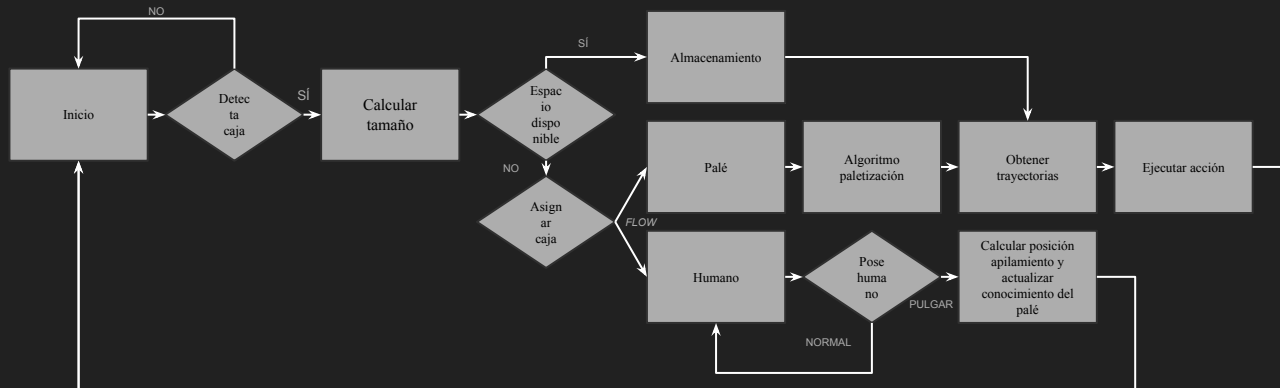
3.3. Modelos visión artificial



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial**
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Diagrama: Modelos de visión artificial

3.4. Algoritmo principal

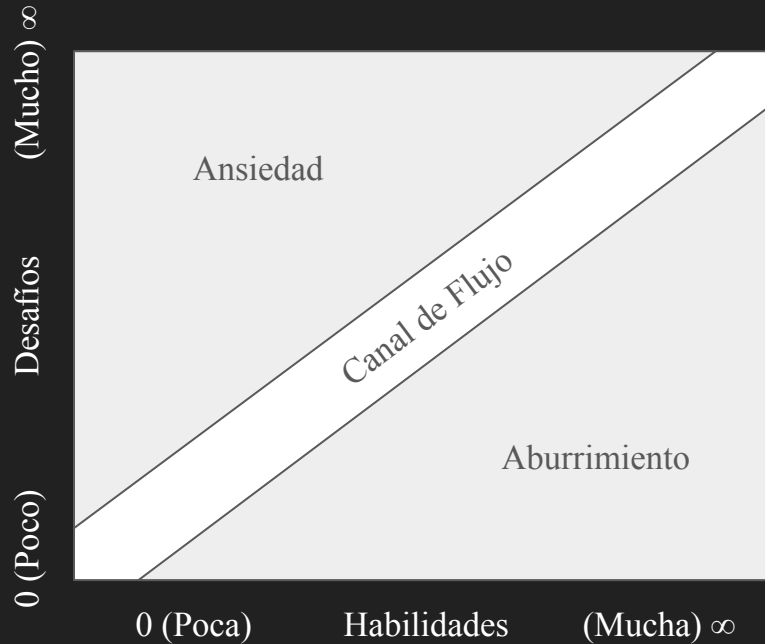


1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal**
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Diagrama de flujo:
Comportamiento del robot



3.5. Modelo de *flow*



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow***
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Imagen: Modelo tradicional de *flow* de Csikszentmihalyi

3.6. Algoritmo de paletización



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización**
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

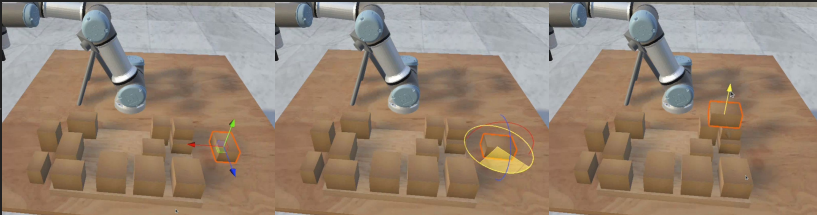
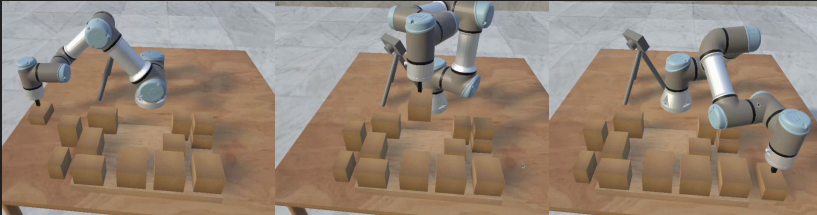
Imagen: Secuencia de apilamiento completa de brazo robot

3.7. Colaboración humana

Pick

and

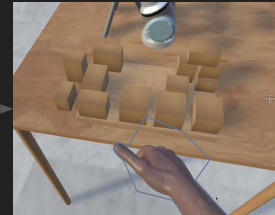
Place



Humano mueve

Humano rota

Humano coloca

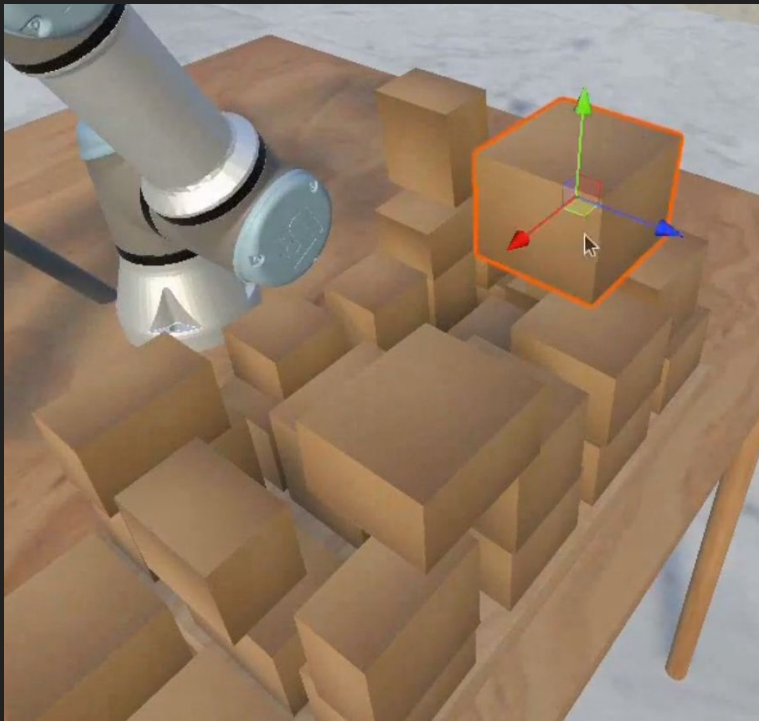


Animación pulgar
arriba

1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana**
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Imagen: Ejemplo de colaboración
humana en paletización

4. Conclusiones



1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. **Conclusiones**
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora

Imagen: Ejemplo de palé montado colaborativamente



4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados

Para montar el escenario real a partir del virtual, será necesario:

1. Mejorar y calibrar los sistemas de visión artificial
2. Obtener imágenes de cámaras reales desde Unity
3. Conectar el sistema de ROS con el robot real
4. Controlar la herramienta del robot
5. Adaptar las posiciones a la longitud de esta herramienta

1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. **Objetivos alcanzados y no alcanzados**
 - 4.2. Propuestas de mejora

Listado de pasos a seguir para
adaptar a escenario real



4.2. Propuestas de mejora

1. Desarrollar videojuego interactivo
2. Mejorar algoritmo de apilamiento de cajas
3. Mejorar modelos de visión artificial
4. Analizar mejor la calidad de las soluciones obtenidas

1. Introducción
 - 1.1. Motivación
 - 1.2. Problemática y objetivos
2. Planteamiento del proyecto
 - 2.1. Descripción del sistema a desarrollar
3. Desarrollo de la solución
 - 3.1. Arquitectura del sistema
 - 3.2. Elementos del escenario
 - 3.3. Modelos visión artificial
 - 3.4. Algoritmo principal
 - 3.5. Modelo de *flow*
 - 3.6. Algoritmo de paletización
 - 3.7. Colaboración humana
4. Conclusiones
 - 4.1. Objetivos alcanzados y no alcanzados
 - 4.2. Propuestas de mejora**

Listado de propuestas de mejora