



Farmer Drone

Dron capaz de volar sobre campos de cultivo para controlar al ganado, observar la calidad del terreno y activar zonas de riego.

PROJECT FINAL SPRINT.

DATE: 5 June 2023

VÍCTOR HERNÁNDEZ GARRIDO 1597028

MARC SERRA RUIZ 1603957

JOEL SÁNCHEZ DE MURGA PACHECO 1598948

ADRIÁN NIETO NÚÑEZ 1569312

Table of Contents

Project description.....	1
Electronic components.....	2
Software Architecture	3
Amazing contributions.....	4
Extra components and 3D pieces.....	5
Strategy for validation, testing and simulation.....	8
Simulation Strategy	9
Computer Vision.....	11
Testing.....	19
Casos de Uso	19
Foreseen risks and contingency plan	23
Arised Problems	24

Farmer Drone

Dron capaz de volar sobre campos de cultivo para controlar al ganado, observar la calidad del terreno y activar zonas de riego.

Project description

El objetivo principal de Farmer Drone es mantener un control exhaustivo sobre terrenos de cultivo y ramadería mediante el uso de un dron que será capaz de volar a baja altura para controlar el ganado y observar la calidad del terreno.

En cuanto a la monitorización del ganado, el dron estará equipado con tecnología de recuento y localización, permitiendo a los agricultores tener una visión completa y precisa de la cantidad y ubicación de sus animales en todo momento. Esto ayudará a los agricultores a garantizar la salud y seguridad de su ganado, reducir el riesgo de robo y mejorar el rendimiento general de su negocio.

Además de la monitorización del ganado, el dron también estará equipado con sensores para detectar la humedad del suelo. Esta información permitirá a los agricultores activar zonas de riego de manera eficiente, lo que les permitirá reducir el uso de agua y mejorar la calidad del terreno.

El diseño del dron también permitirá una fácil integración con los sistemas de gestión agrícola existentes, lo que permitirá una fácil recolección y análisis de datos. Con esta información, los agricultores podrán tomar decisiones más informadas sobre sus cultivos y aumentar la eficiencia de sus operaciones.

En resumen, el proyecto de robótica que estamos desarrollando tiene como objetivo mejorar la eficiencia de la agricultura y reducir el impacto ambiental mediante el uso de tecnología avanzada. Esperamos que este dron especializado ayude a los agricultores a mejorar la salud de su ganado, la calidad de su terreno y aumentar el rendimiento general de sus cultivos.

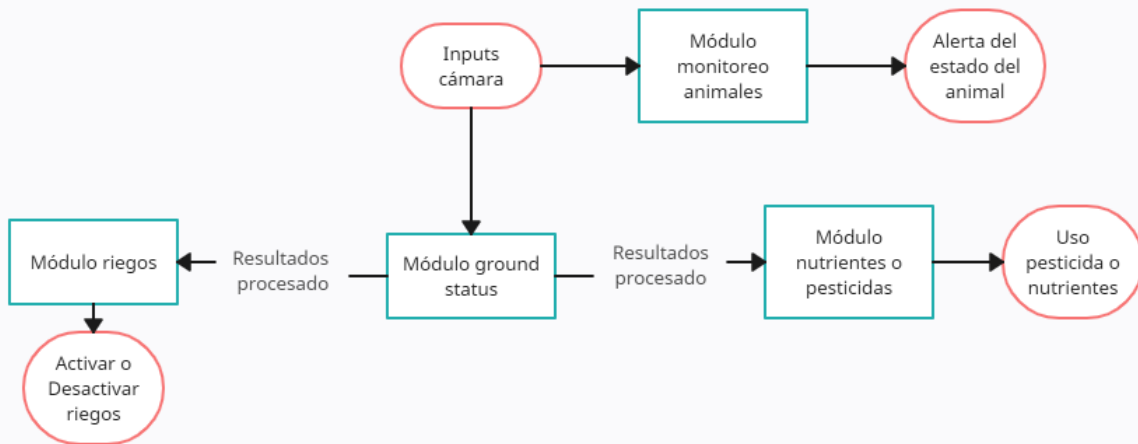
Electronic components

This is the list of the proposed components:

- Motor DC 12V 100RPM
- Batería LiPo 5000mAh / 3.7V - 706090
- Cámara con autofocus 12MP IMX477
- Cámara térmica AMG8833 FeatherWing
- SparkFun 9DoF IMU Breakout - ICM-20948 (Qwiic)
- Placa controladora de vuelo
- Receptor RF 434Mhz - 4800bps
- Emisor RF 434Mhz - 4800bps
- ESP32 STEAMakers

Software Architecture

1)



2)

Módulo ground status:

Se detectará y controlará el estado de la tierra de cultivo mediante una cámara de infrarrojos y visión por computador, este enviará los resultados del procesado a los módulos que los necesiten para su funcionamiento.

Módulo riegos:

Mediante la información recibida del módulo que procesa la información sobre el estado de la tierra decidirá si se deben activar los riegos, en caso de que la tierra no esté lo suficientemente húmeda o desactivarlos en caso de que la tierra esté recibiendo demasiada agua. Se enviará la orden a los riegos mediante una señal (a priori de radio).

Módulo monitoreo animales:

Este módulo se encargará de vigilar y controlar a los animales dentro del territorio de una granja, es decir controlará que queden dentro de los límites del territorio y estado del animal mediante el calor de este.

Módulo nutrientes/pesticidas:

El módulo se encargará de dejar caer nutrientes o pesticidas dependiendo del caso de uso necesario. Si se detecta un mal estado de la tierra o con ciertas deficiencias en esta se aplicarán nutrientes para favorecer el crecimiento de los cultivos en zonas concretas. Asimismo se tendrá una opción para lanzar pesticidas sobre los cultivos que se crean convenientes.

Amazing contributions

Pensamos que nuestro proyecto es único por varios motivos, entre ellos tenemos los siguientes puntos:

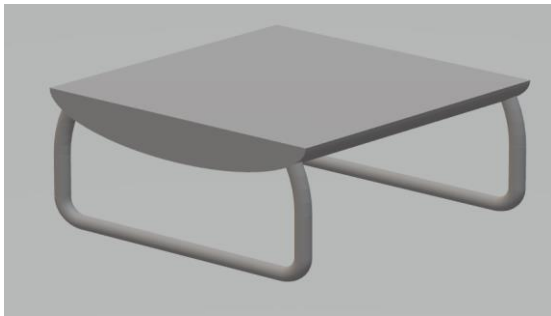
- 1. Tecnología de recuento y localización de ganado: El uso de tecnología avanzada para monitorear el ganado en campos de cultivo es relativamente nuevo.*
- 2. Integración con sistemas de gestión agrícola: El diseño del dron para integrarse fácilmente con sistemas de gestión agrícola existentes puede ser muy útil para los agricultores.*
- 3. Sensor de humedad del suelo: La capacidad del dron para detectar la humedad del suelo ayudaría a los agricultores a optimizar su uso del agua y aumentar la eficiencia de sus operaciones.*
- 4. Adaptabilidad y personalización: La construcción de un dron adaptable y personalizable según las necesidades específicas de los agricultores y los diferentes tipos de cultivos.*
- 5. Reducción del impacto ambiental: Dron diseñado para reducir el impacto ambiental en comparación con otros métodos tradicionales de monitoreo y riego, lo cual puede resultar valioso para los agricultores y para el medio ambiente.*

Por estos motivos pensamos que nuestro proyecto puede optar a la máxima nota, ya que se trata de un proyecto pensado en solucionar un problema real y que permitiría a todo un sector reducir sus costes y aumentar el control sobre sus cultivos.

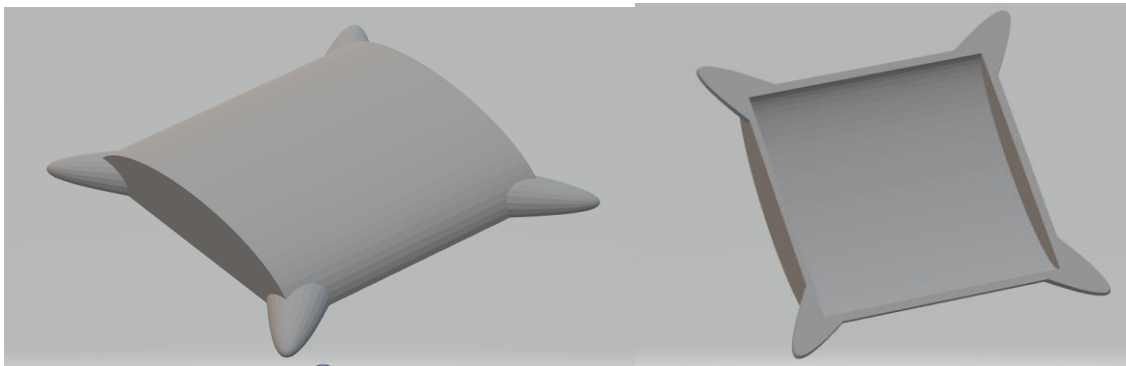
Extra components and 3D pieces

- Marco (Estructura dron y tren de aterrizaje)
- Hélices

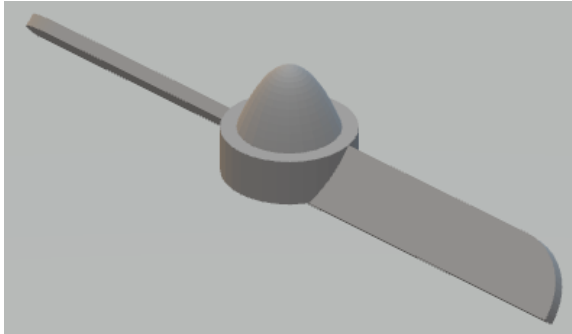
El marco estará dividido en dos partes, la primera servirá como estructura para el dron, esta se compone de un tren de aterrizaje junto a una base (sobre la que se colocarán las placas controladoras y las baterías), en la parte baja se pondrán las cámaras.



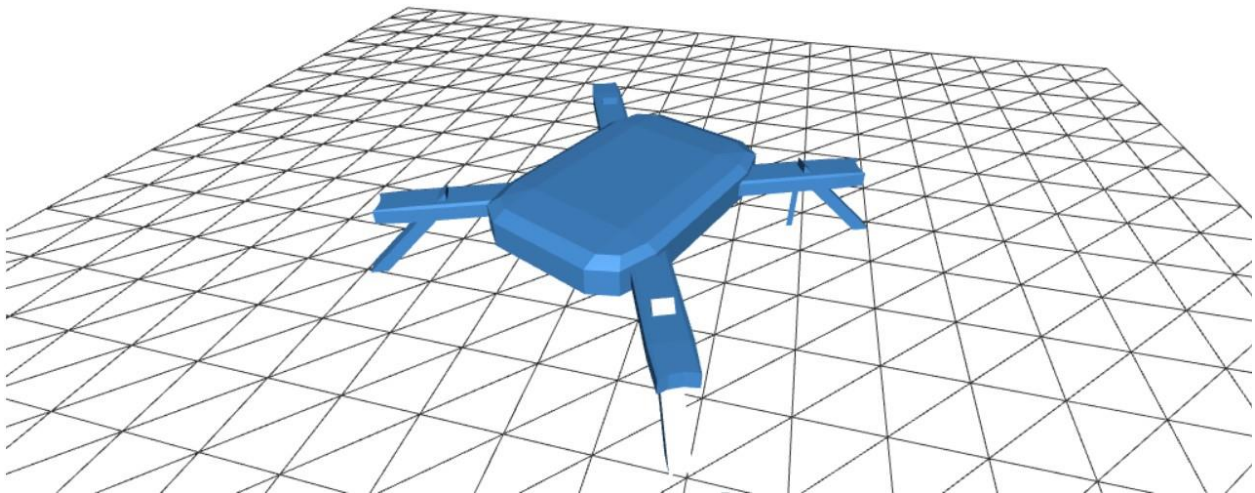
La segunda mitad del marco consiste en una cubierta que servirá tanto para proteger los componentes como para acoplar las hélices y los motores.

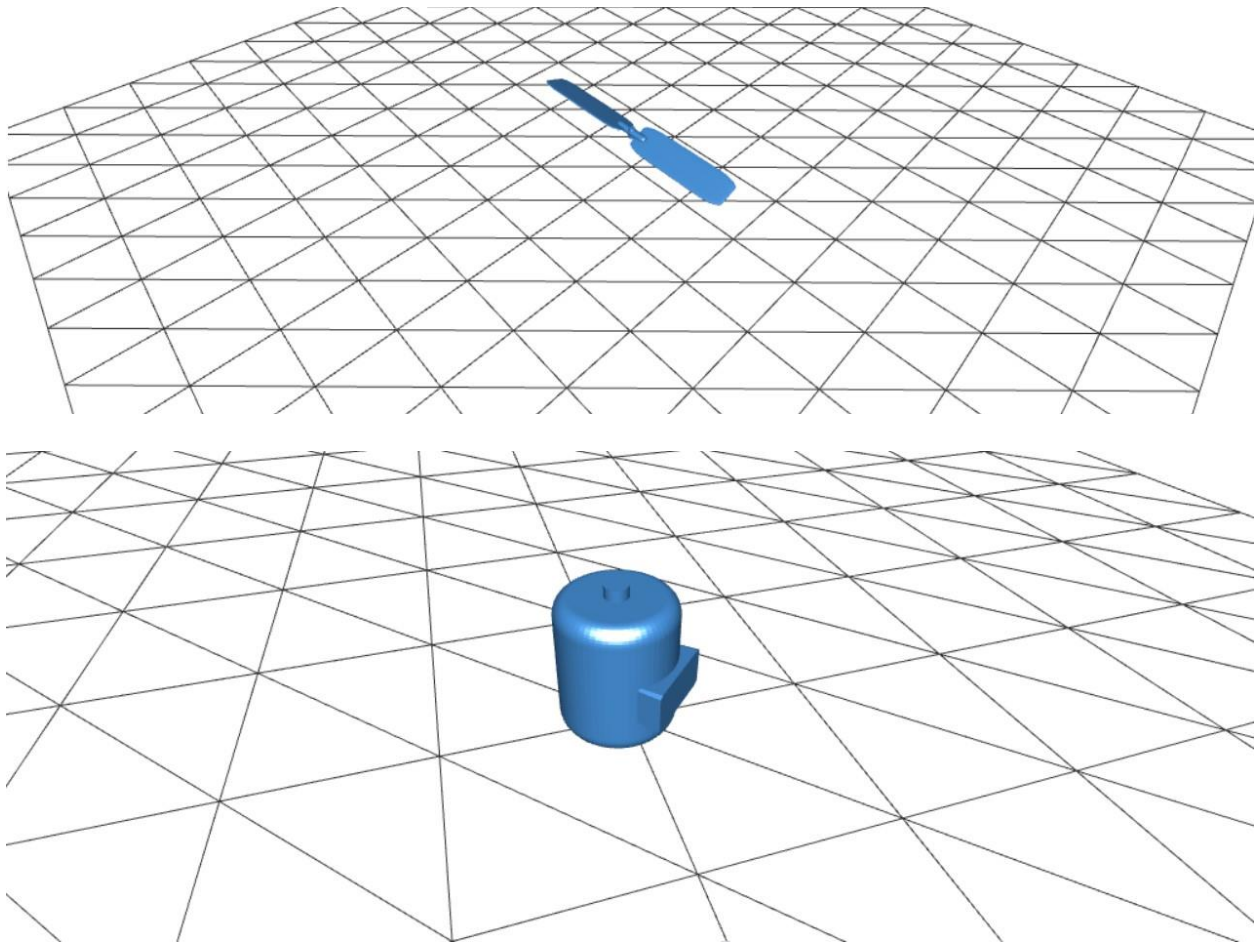


Las hélices tendrán 2 puntas y se imprimirán 4 copias, una para cada esquina del dron. Servirán para poder hacer volar el dron junto a la potencia de los motores.



Tras ir iterando y haciendo pruebas con el modelo, hemos hecho modificaciones sustanciales en el diseño 3D del dron de tal forma que ha quedado de la siguiente manera.





Strategy for validation, testing and simulation

Nuestra estrategia para la validación, pruebas y simulación del dron en CoppeliaSim se basará en los siguientes pasos:

Diseño de casos de prueba: desarrollaremos una lista de casos de prueba que cubran todos los aspectos relevantes del comportamiento del dron, como la navegación, la evitación de obstáculos, el aterrizaje y el despegue, la estabilidad y el control de altitud.

Configuración de simulaciones: configuraremos el ambiente de CoppeliaSim para reproducir los casos de prueba, y ajustaremos los parámetros de simulación para obtener resultados precisos.

Ejecución de simulaciones: ejecutaremos las simulaciones y registraremos los resultados de cada caso de prueba.

Análisis de resultados: analizaremos los resultados de cada simulación para determinar si el dron está cumpliendo con las especificaciones y si se comporta de manera coherente.

Mejora y optimización: si encontramos problemas durante la simulación, identificaremos las causas y haremos ajustes en el diseño del dron, su programación o en los parámetros de simulación.

Nuestra estrategia de validación, pruebas y simulación nos permitirá identificar cualquier problema o error en el diseño o programación del dron antes de su implementación física, lo que nos ayudará a reducir costos y mejorar la eficiencia del proceso de desarrollo.

Simulation Strategy

Nuestro equipo ha decidido usar el programa CoppeliaSim para realizar las diferentes simulaciones, ya que es actualmente con el que estamos más familiarizados.

A partir de este punto se siguen los siguientes pasos para realizar la simulación:

1. Construcción del modelo del dron en 3D: El equipo se ha dedicado a crear un modelo detallado del dron utilizando tinkercad. Se han tenido en cuenta los componentes y características del dron, como el chasis, las hélices, tren de aterrizaje.
2. Configuración de la física del dron: Se ha trabajado en ajustar los parámetros de física del modelo del dron para que se comportara de manera realista y fuese estable en el vuelo.
3. Desarrollo de un script inicial: Se ha creado un pequeño script simple para manejar el dron en la simulación. Este script inicial hardcoded, ha permitido al equipo probar y experimentar las distintas funcionalidades para el control del vuelo, como el despegue, el manejo de las posiciones, orientaciones del dron y principalmente la propia conducción de este.
4. Iteración y mejoras graduales: A partir del primer modelo 3D se han realizado mejoras y dado una mejor estética al dron.
Por otro lado a partir del script inicial se han ido realizando iteraciones de forma gradual añadiendo nuevas funcionalidades y refactorización del código, como por ejemplo añadir una cámara al dron, un manejo dinámico del dron, recuperar los outputs y usarlos para la parte de visión por computador, etc.

5. Pruebas y validación: Se han realizado pruebas para validar el comportamiento del algoritmo en diferentes tipos de escenas. Se han usado casos de prueba específicos para verificar el rendimiento del dron en diferentes contextos.
6. Creación de la escena final: Una vez que el modelo y el script alcanzaron un nivel satisfactorio de funcionalidad, se procedió a construir la escena final de la simulación. Esta escena incluye el entorno, los objetos y cualquier elemento necesario para representar el contexto en el que se llevarán a cabo las pruebas, en este caso unos cultivos con diferentes estados del terreno, un conjunto de animales dentro y fuera de sus cercos y otros elementos complementarios para decorar y dotar la escena de un mayor atractivo visual.

Computer Vision

Además de la construcción del dron en 3D y la implementación del control, nuestro equipo ha incorporado diversas funciones de visión por computador, siendo este uno de los retos principales que hemos querido afrontar.

Para ello se ha añadido una cámara al dron, que actúa como un sensor de visión y graba el suelo debajo del dron durante el vuelo. La finalidad principal de esta cámara es la detección de animales que pudieran haberse escapado y la evaluación de la calidad del suelo.

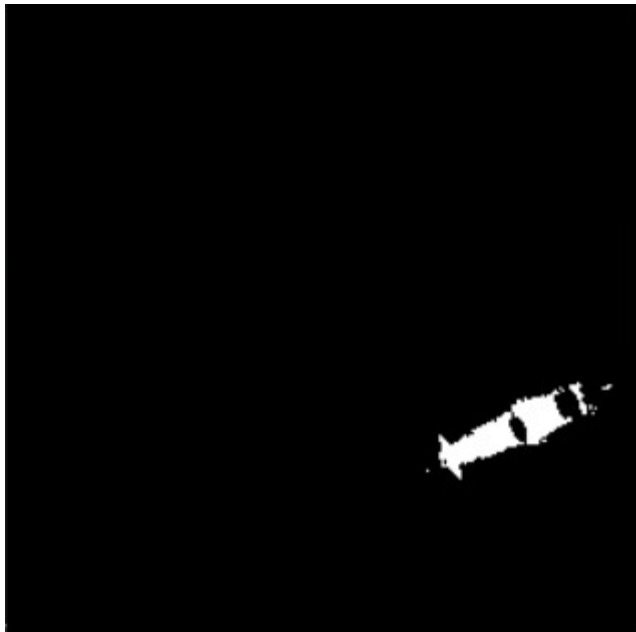
Para abordar la detección de animales, el dron utiliza algoritmos de procesamiento de imágenes para analizar el video capturado por la cámara. Estos algoritmos están diseñados para identificar y rastrear características visuales asociadas con animales, como la forma y color, promedio de píxeles. Cuando se detecta un animal en el video, se activa una alerta para que el operador del dron pueda tomar las medidas necesarias.



Imagen tomada por el dron



Transformamos la imagen en hsv



Detectamos el color con un filtro de color blanco para las vacas y detectarla.
Calculamos los píxeles abiertos de la imagen.

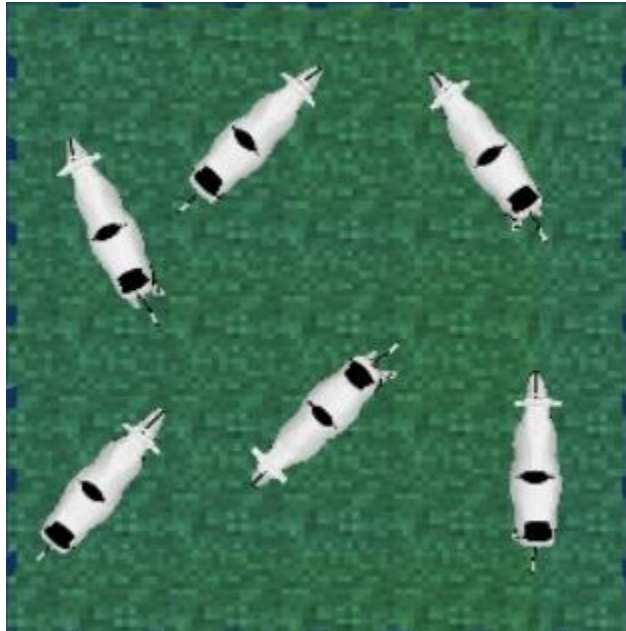
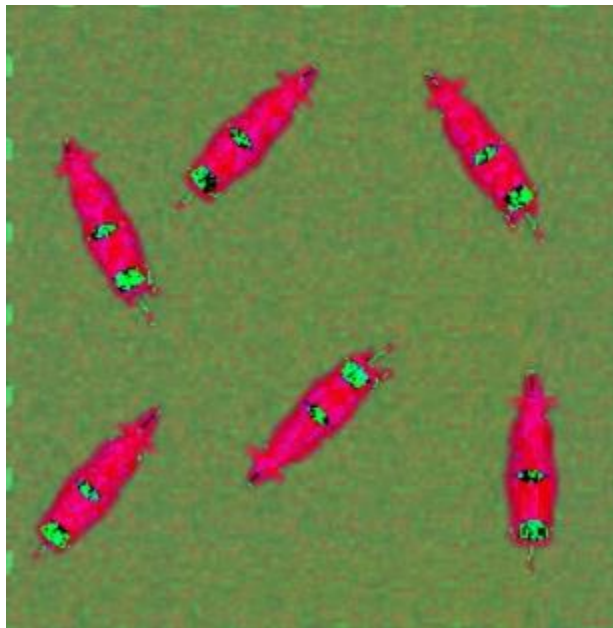


Imagen guardada previamente de las vacas.

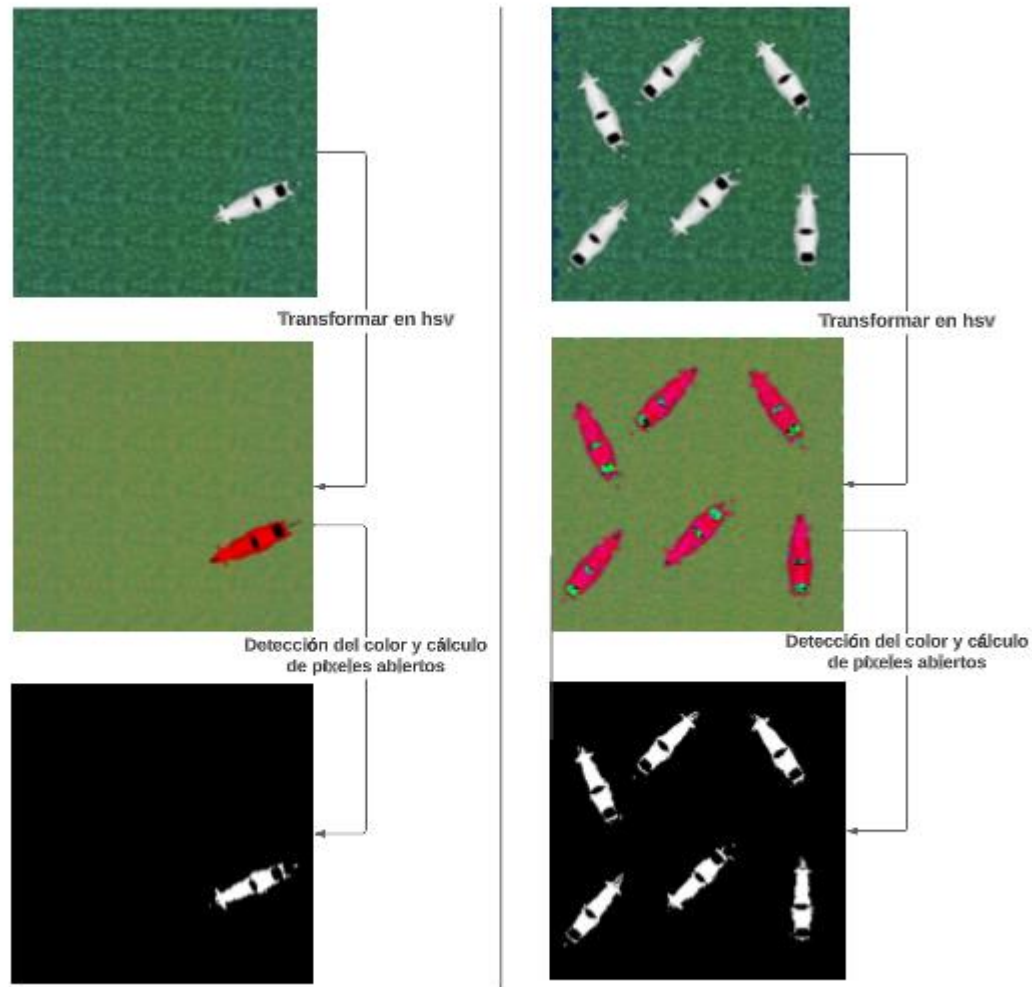


Pasamos la imagen anterior a hsv.



Nuevamente aplicamos el filtro de color blanco y calculamos todos los píxeles abiertos y los dividimos entre el total de vacas.

Si los píxeles de la imagen anterior son parecidos a los de esta imagen (dentro de umbral) podremos detectar una vaca.



Esquema general

En cuanto a la detección de la calidad del suelo, nos hemos encontrado con una limitación técnica en CoppeliaSim, ya que no se encuentra la posibilidad de utilizar una cámara térmica para realizar esta tarea. Por lo tanto, se ha adoptado una solución alternativa empleando diferentes texturas para representar las distintas

condiciones del suelo, como en nuestro caso, terreno de cultivo seco y mojado. Estas texturas se aplican a diferentes zonas del entorno de la escena de la simulación.

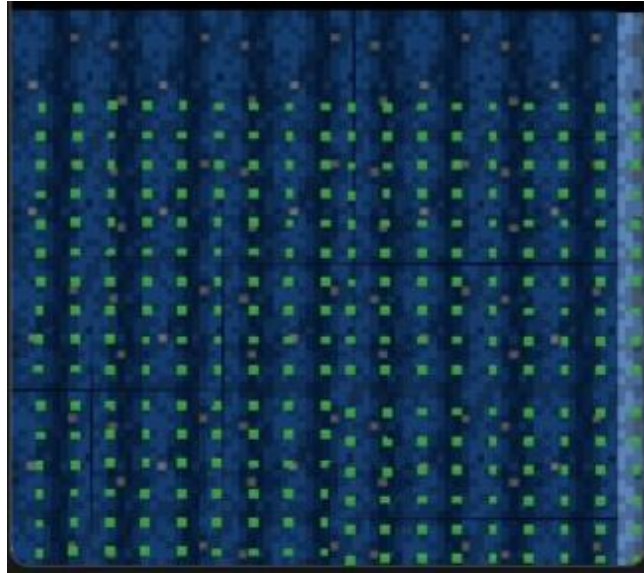
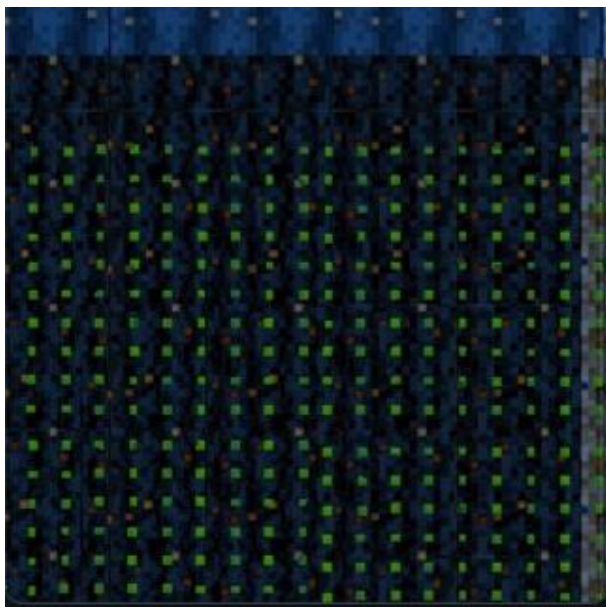


Foto realizada por el dron



Imagen cargada con anterioridad



Cálculo de la diferencia entre las tres imágenes, se calcula el valor medio de la imagen, si se supera cierto umbral definido se considerará que el terreno está seco.

El dron, a través de la cámara, analiza continuamente el terreno capturado en el video y utiliza técnicas de procesamiento de imágenes para detectar las zonas con terreno seco. Una vez identificadas estas áreas, el dron envía una señal para activar el sistema de riego correspondiente, con el fin de mantener adecuadamente la humedad del suelo y garantizar condiciones óptimas para el crecimiento de los cultivos.

En resumen, se ha incorporado una cámara al dron para permitir la visión por computador. Esta cámara graba el suelo debajo del dron para detectar animales que se hayan escapado y evaluar la calidad del suelo. Para superar la limitación de no poder usar una cámara térmica en CoppeliaSim, se han utilizado diferentes texturas para representar el suelo seco y mojado. De esta manera, el dron puede identificar áreas con suelo seco y activar el riego correspondiente. Esta funcionalidad amplía las capacidades del dron y permite tomar medidas adecuadas basadas en la información visual extraída durante el vuelo.

Testing

El algoritmo de control y las funcionalidades implementadas en el dron han sido sometidos a diferentes pruebas en escenas con diferentes casos de uso para validar el correcto funcionamiento de estos.

Estas pruebas han tenido como objetivo evaluar el rendimiento del dron en diferentes contextos y situaciones, garantizando su robustez y adaptabilidad.

Casos de Uso

Escenario terreno seco: En este caso de uso, se simula un terreno completamente seco. El objetivo es verificar el comportamiento del dron y ver si es capaz de detectar correctamente el estado del suelo.



```
Huerto n° 1 esta seco  
Huerto n° 2 esta seco  
Huerto n° 3 esta seco  
Huerto n° 4 esta seco  
Huerto n° 5 esta seco  
Huerto n° 6 esta seco  
Huerto n° 7 esta seco  
Huerto n° 8 esta seco
```

Escenario terreno mojado: En este caso de uso, se simula un terreno con presencia de humedad. Se busca evaluar la capacidad del dron para adaptarse a estas condiciones y verificar que el algoritmo es capaz de detectar que todo el terreno está húmedo y no necesita activar el riego.



```
Huerto n° 1 esta mojado  
Huerto n° 2 esta mojado  
Huerto n° 3 esta mojado  
Huerto n° 4 esta mojado  
Huerto n° 5 esta mojado  
Huerto n° 6 esta mojado  
Huerto n° 7 esta mojado  
Huerto n° 8 esta mojado
```

Escenario con animales escapados: Este caso de uso busca verificar la capacidad del dron para detectar y evitar la presencia de animales que puedan interferir en su operación. Se evalúa su habilidad para realizar el reconocimiento de animales escapados que puedan afectar a los cultivos.

```
Hay 1 vaca/s suelta/s aqui  
(-2.5751519203186035, 4.801029205322266,
```

Escenario sin animales escapados: Este caso de uso es muy similar al anterior con la diferencia de que en este caso se busca verificar que el reconocimiento sea capaz de discernir que los animales dentro de sus cercos no hagan sonar las alarmas y tratar de evaluar el posible error al detectar elementos de un color similar al de los animales que puedan confundir al algoritmo.

Escenario terreno mixto: En este caso de uso, se simula un escenario con partes del terreno seco y partes del terreno mojado. El dron se enfrenta al desafío de poder discernir correctamente los sectores de los terrenos de cultivo que están secos y los cultivos que están húmedos de forma correcta y decidir sobre que zonas se debe activar el riego.

Scene	Wet terrain	Dry terrain	Terrain accuracy
1	5	3	100%
2	2	6	100%
3	4	4	100%
4	0	8	100%
5	0	8	100%
6	8	0	100%

Scene	Cows total	Cows detected	Pigs total	Pigs detected	Animal detection accuracy
1	2	2	2	1	75%
2	4	4	0	0	100%
3	1	1	1	0	50%
4	0	0	3	1	33%
5	2	1	2	2	75%
6	2	1	2	1	50%

Foreseen risks and contingency plan

Risk #	Description	Probability (High/Medium/Low)	Impact (High/Medium/Low)	Contingency plan
1	Pérdida de conexión del control remoto	Medium	High	Implementar un sistema de control de emergencia en el dron para permitir el aterrizaje seguro en caso de pérdida de conexión
2	Colisión con objetos externos durante el vuelo	High	High	Instalar sensores de proximidad en el dron para detectar objetos y evitar colisiones
3	Falla del sistema de navegación del dron	Low	High	Incluir un sistema de navegación redundante en el dron para garantizar la continuidad del vuelo en caso de falla del sistema principal
4	Condiciones climáticas adversas	Medium	Medium	Monitorear las condiciones climáticas antes del vuelo y posponer el vuelo si se presentan condiciones adversas
5	Daño en las hélices del dron durante el vuelo	Low	Low	Tener hélices de repuesto disponibles y realizar una inspección visual antes de cada vuelo para detectar posibles daños

Arised Problems

Durante la realización del proyecto, nos encontramos varios problemas que afectaron al desarrollo y desempeño del dron. A continuación, se detallan los principales desafíos enfrentados:

1. **Pérdida de control del dron:** Observamos que al realizar movimientos bruscos mediante el código python, el dron perdía el control. Esta situación nos obligó a revisar y ajustar el algoritmo de control para garantizar movimientos más suaves y estables, evitando la pérdida del control y posibles daños al dron.
2. **Detección errónea de objetos similares a animales:** Durante el proceso de reconocimiento de imágenes, encontramos que algunos objetos con colores muy similares a los de los animales podrían generar errores en la detección. En estos casos, el sistema identificaba incorrectamente objetos como animales.
3. **Duplicación de detección de animales:** Durante el reconocimiento de imágenes, notamos que si un animal se encontraba entre dos sectores que la cámara iba barriendo, podía detectarse como dos animales separados, afectando a la precisión del conteo de animales.
4. **Disminución de la velocidad de las hélices:** Durante la simulación, observamos que la activación de una gran cantidad de partículas en el entorno podría disminuir la cantidad de fotogramas por segundo, lo que afectaba la velocidad de las hélices del dron visualmente. Este fenómeno se debía a la carga computacional adicional generada por las partículas. Para solucionar este problema, optimizamos el código y ajustamos la configuración de la simulación para reducir el número de estas partículas y que su ejecución se llamase únicamente cuando fuese necesario.

References

This project has been inspired by the following Internet projects:

[Drones en la agricultura](#)

[GitHub](#)

[Video](#)