

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ATERRIZAJE AUTÓNOMO PARA UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO SOBRE UN VEHÍCULO TERRESTRE

Miguel Angel Saavedra Ruiz, Ana Maria Pinto Vargas y Victor Adolfo Romero Cano

Semillero de Investigación en Robótica (SIR)

INTRODUCCIÓN

Los vehículos aéreos no tripulados, drones, pueden ser autónomos o controlados de manera remota. Entre los inconvenientes más comunes que se tienen con su uso están la corta duración de la batería y los altos costos que implica aumentar su autonomía de vuelo.



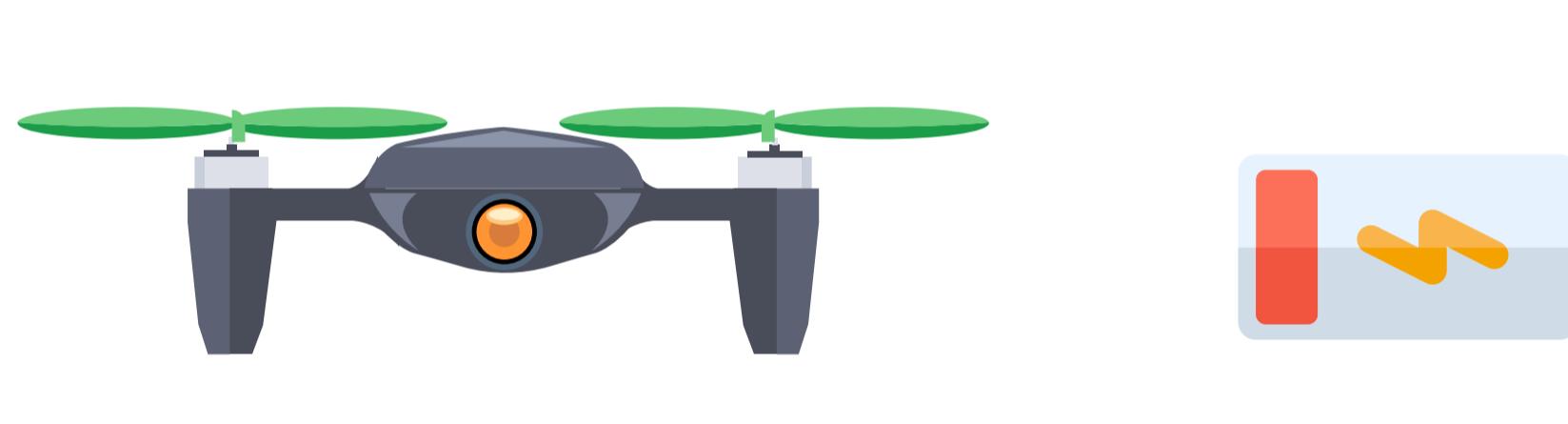
Izquierda: quadcopter
Derecha: robot Autónomo 1

Para mejorar el rendimiento energético y la autonomía de vuelo del dron, se plantea un sistema autónomo de localización, planeación de trayectoria y aterrizaje para un dron sobre un robot móvil terrestre. Este sistema estará compuesto de 2 subsistemas, el primero estará encargado de la teleoperación del robot terrestre, mientras que el segundo asegurará el aterrizaje autónomo del dron.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSIFICACIÓN

El problema más común con el uso de drones es la corta duración de la batería al usar periféricos, lo que limita su tiempo de vuelo. Por ello se plantea un sistema de cooperación que le permita a un dron aterrizar, de manera autónoma, sobre un vehículo terrestre con la finalidad de poder desarrollar un sistema de recarga de batería en el vehículo terrestre.

¿Cómo desarrollar un sistema que le permita a un robot aéreo aterrizar sobre la superficie de un vehículo terrestre?



OBJETIVO GENERAL

Desarrollar de un sistema de cooperación entre robots terrestres y aéreos que le permita al robot aéreo aterrizar sobre una plataforma ubicada en el robot terrestre.

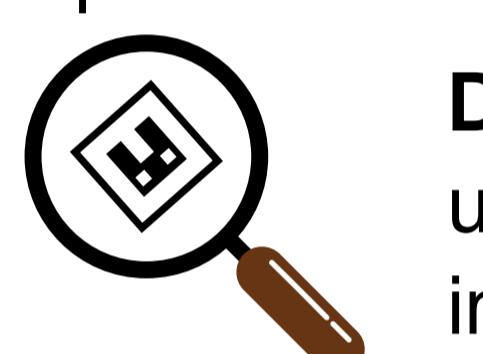
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adecuar el robot Autónomo 1 de la Universidad Autónoma de Occidente para ambientes abiertos.
- Desarrollar un sistema de detección de la zona de aterrizaje ubicada en la superficie del robot terrestre.
- Desarrollar e implementar un sistema de planeación y seguimiento de trayectorias para el robot aéreo una vez la plataforma haya sido detectada.
- Desarrollar un sistema de control que le permita al robot aéreo aterrizar sobre la plataforma ubicada en el robot terrestre mientras este último se encuentra en reposo.



REFERENTE TEÓRICO

Cinemática de robots móviles terrestres: define el movimiento del robot teniendo en cuenta restricciones de desplazamiento a partir de la geometría y comportamiento individual de cada llanta [1].



Detección de objetos con el uso de template matching: técnica usada en procesamiento digital de imagen para identificar si una imagen se encuentra o no contenida en una segunda image [2].

Teoría de control para la navegación drones: el modelo de control clásico para UAV se compone de sensores, detección del error entre la referencia y el valor medido, la fase de control para realizar la corrección del error y el proceso que permite convertir la señal de control en señales para los actuadores [3].

METODOLOGÍA

- Diseñar e implementar un algoritmo para el modelo cinemático del robot teleoperado.
- Mejorar el sistema de transmisión del movimiento de las ruedas.

Adecuación del robot terrestre Autónomo 1

Desarrollo del sistema de detección

- Construir la plataforma de aterrizaje.
- Implementar un sistema de detección de la plataforma de aterrizaje usando métodos de visión artificial.

- Investigar diferentes métodos usados para la planeación de trayectorias en drones.
- Implementar un sistema de planeación y seguimiento de trayectoria para el dron.

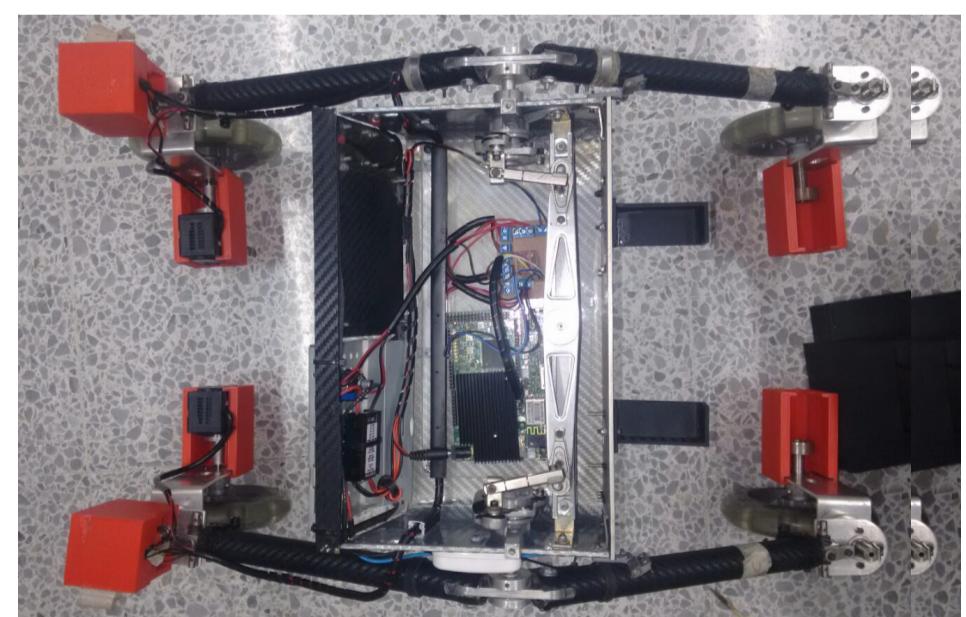
Implementación del sistema de "tracking"

Desarrollo del sistema de control del dron

- Investigar e implementar el mejor sistema de control para el aterrizaje autónomo del dron.
- Probar y validar el sistema de aterrizaje.

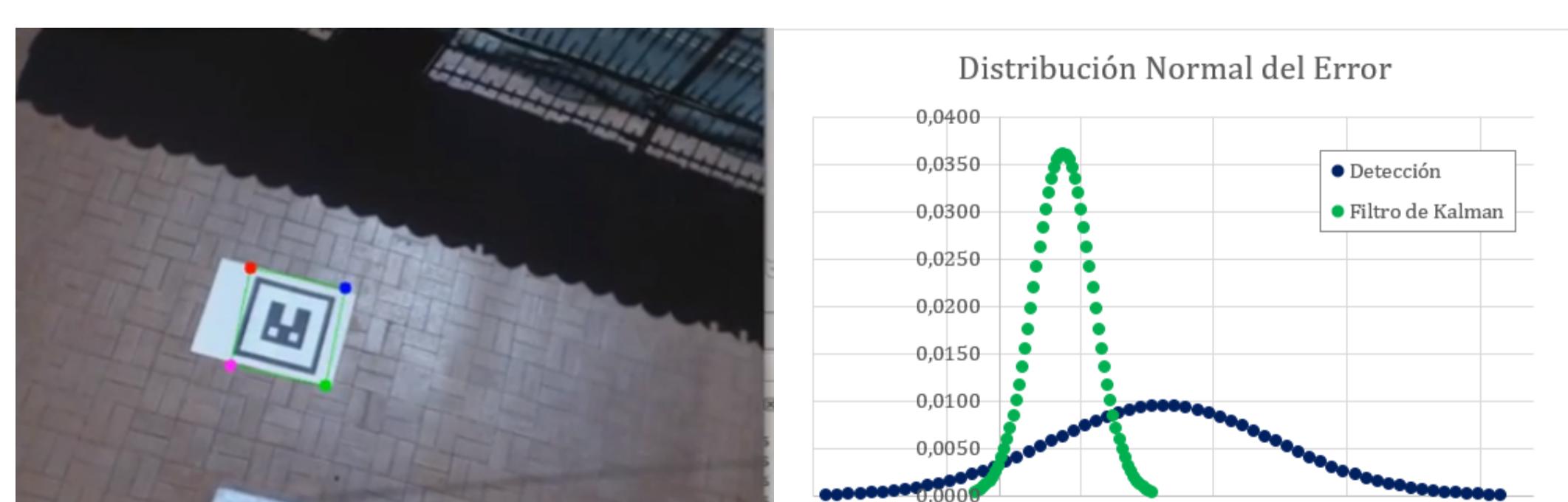
RESULTADOS PARCIALES

Adecuación de Autónomo 1



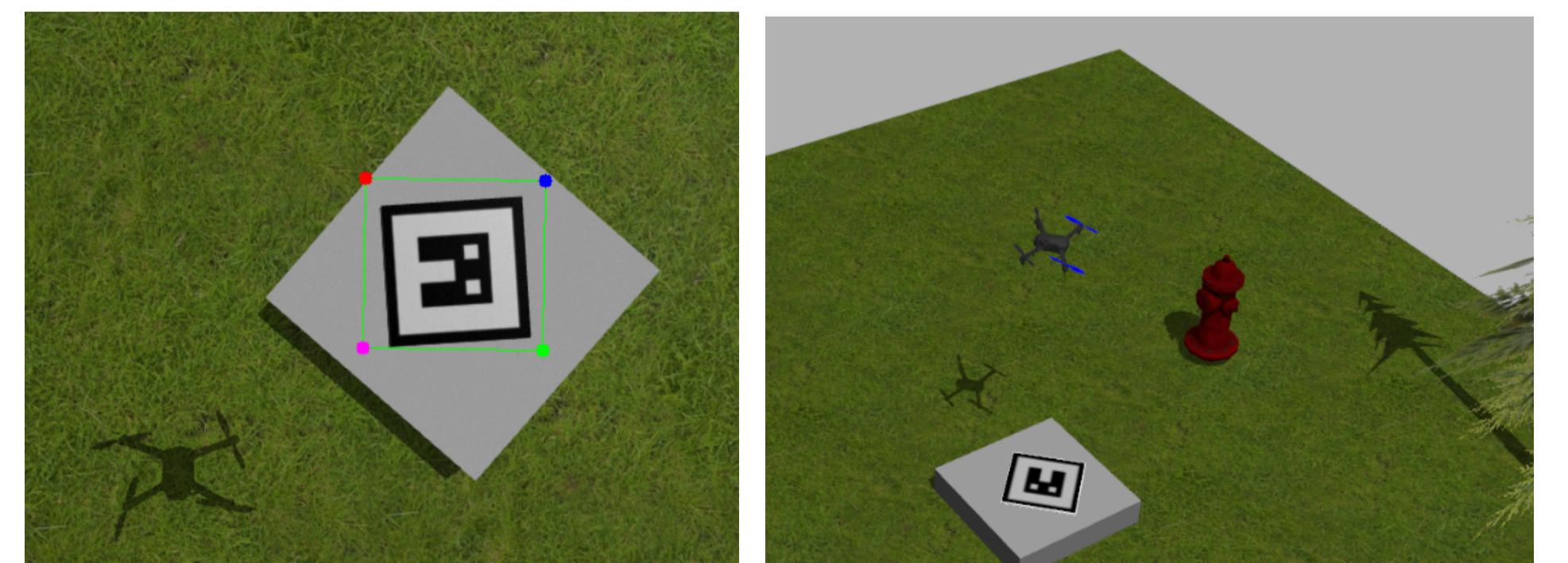
Adecuación del sistema eléctrico y desarrollo de software para la cinemática del robot.

Sistema de detección con filtro de Kalman



Detección $e_{\text{prom}} = 61,20$; $\sigma = 23,70$
Filtro de Kalman $e_{\text{prom}} = 48,08$; $\sigma = 11,02$

Simulación del sistema de aterrizaje autónomo



Simulación del sistema en gazebo
Error de posición (m) del dron al aterrizar: $e_{\text{prom}} = 0.49\%$

CONCLUSIONES PARCIALES

- El método de detección de características SURF permite reconocer la plantilla o template de manera correcta para distancias menores a 4 metros con diferentes ángulos de rotación y cambios de escala.
- El filtrado de Kalman permite realizar el proceso de detección de la plataforma de aterrizaje incluso cuando esta no está siendo detectada.
- Con el filtro de Kalman, el error en la detección disminuye en promedio 38,59 pixeles respecto a la detección realizada únicamente con el método SURF.
- Con el uso de Gazebo fue posible realizar la simulación del sistema de detección de la plataforma y el aterrizaje autónomo del dron para validar su correcto funcionamiento.

REFERENCIAS

- R. Siegwart y I. Nourbakhsh, Introduction to autonomous mobile robots. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2004, p. 68.
- R. Baldrich "Detección de características locales: SURF", Universitat Autònoma de Barcelona, 2016. Disponible en: <https://es.coursera.org/learn/clasificacion-imagenes/lecture/U8p5P/deteccion-de-caracteristicas-locales-surf>. [Accedido: 26 Feb. 2018].
- J. Exteberria y J. Goicoechea. Implementación de un dron cuadricóptero con Arduino. Universidad Pública de Navarra. Navarra, España. 2015.
- A. Banharnsakun y S. Tanathong. Object Detection Based on Template Matching through Use of Best-So-Far ABC. Computational Intelligence and Neuroscience, [En línea] 2014, p.1. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/cin/2014/919406/> [Accedido: 12-Feb.-2014].
- "find_object_2d - ROS Wiki", Wiki.ros.org, 2018. [En línea]. Disponible en internet: http://wiki.ros.org/find_object_2d. [Accedido: 26- Feb- 2018]