



TITULACIÓN EN MAYÚSCULAS

Curso Académico 2020/2021

Trabajo Fin de Carrera/Grado/Máster

TÍTULO DEL TRABAJO EN MAYÚSCULAS

Autor : Nombre del Alumno

Tutor : Dr. Gregorio Robles

Proyecto Fin de Carrera

FIXME: Título

Autor : FIXME

Tutor : Dr. Gregorio Robles Martínez

La defensa del presente Proyecto Fin de Carrera se realizó el día de
de 20XX, siendo calificada por el siguiente tribunal:

Presidente:

Secretario:

Vocal:

y habiendo obtenido la siguiente calificación:

Calificación:

Fuenlabrada, a de de 20XX

*Dedicado a
mi familia / mi abuelo / mi abuela*

Agradecimientos

Aquí vienen los agradecimientos... Aunque está bien acordarse de la pareja, no hay que olvidarse de dar las gracias a tu madre, que aunque a veces no lo parezca disfrutará tanto de tus logros como tú... Además, la pareja quizás no sea para siempre, pero tu madre sí.

Resumen

Aquí viene un resumen del proyecto. Ha de constar de tres o cuatro párrafos, donde se presente de manera clara y concisa de qué va el proyecto. Han de quedar respondidas las siguientes preguntas:

- ¿De qué va este proyecto? ¿Cuál es su objetivo principal?
- ¿Cómo se ha realizado? ¿Qué tecnologías están involucradas?
- ¿En qué contexto se ha realizado el proyecto? ¿Es un proyecto dentro de un marco general?

Lo mejor es escribir el resumen al final.

Summary

Here comes a translation of the “Resumen” into English. Please, double check it for correct grammar and spelling. As it is the translation of the “Resumen”, which is supposed to be written at the end, this as well should be filled out just before submitting.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Tipos de aeronaves	1
1.2. Orígenes	3
1.3. Estado del arte	4
1.4. Objetivos	4
1.5. Estructura de la memoria	5
2. Objetivos	7
2.1. Objetivo general	7
2.2. Objetivos específicos	7
2.3. Planificación temporal	7
3. Estado del arte	9
3.1. Sección 1	9
4. Diseño e implementación	11
4.1. Arquitectura general	11
5. Resultados	13
6. Conclusiones	15
6.1. Consecución de objetivos	15
6.2. Aplicación de lo aprendido	15
6.3. Lecciones aprendidas	15
6.4. Trabajos futuros	16

6.5. Valoración personal	16
A. Manual de usuario	17
Bibliografía	19

Índice de figuras

4.1. Estructura del parser básico	12
---	----

Capítulo 1

Introducción

Los UAV o Drones se han popularizado en los últimos años hasta el punto de formar parte de nuestro día a día con aplicaciones en muchos ámbitos de nuestra vida.

Si bien se están utilizando ya de forma habitual en sectores como el cine o la ingeniería civil, aún se están explorando muchas de las posibles utilidades que estos robots pueden llegar a ofrecer.

El objetivo de este trabajo final es poner en valor y asentar el uso de un tipo de UAV que no está hoy muy representado en el ámbito civil y que aventaja en varios aspectos al más popularizado quadricóptero, se trata del avión.

1.1. Tipos de aeronaves

Las aeronaves son la base sobre la que se asienta la inteligencia que permite que nuestro robot vuele de ahí que convenga dedicar unas líneas a entender la base de las mismas y en particular las que son objeto de estudio y desarrollo en este PFC los llamados aerodinós. Existen principalmente 2 tipos de aeronaves si atendemos al modo en que generan su sustentación con sus alas, de ala fija y las de ala rotatoria.

Dentro de la tipificación de ala fija tenemos aquellas aeronaves que tienen sus alas fijas al fuselaje. Según la definición de la OACI, es un «Aerodino propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo» Algunos ejemplos de aeronaves de ala fija son los aeroplanos, planeadores/veleros, aladeltas, parapentes, paramotores y ultraligeros.

Este tipo de aerodinos los conocemos mas comúnmente como avienes y tienen como principal ventaja de que la carga de aire que necesitan en sus alas puede ser producida de muchas formas distinta (los veleros no tienen ningún tipo de propulsión). Esta carga es variable en función de la superficie alar del mismo y permite por tanto cargas mas grandes que si instalásemos el mismo propulsor en un ala rotatoria. Pongamos como ejemplo el A380 de Airbus, es el avión de pasajeros mas grande del mundo y cuenta con 4 motores que producen un empuje de entre 70.000 y 80.000lbs, unas 32-36 toneladas de empuje cada uno generando por tanto entre los 4 a máximo rendimiento y optimas condiciones alrededor de 144 toneladas de empuje. Este avión tiene un peso máximo al despegue¹ de entre 560 y 590 toneladas. Tenemos por tanto que necesitamos en este caso $\frac{1}{4}$ del peso total en empuje para despegar este avión. Si hiciésemos este mismo ejercicio con un aerodino de ala rotatoria como el Boing AH-64 o Apache con un peso máximo al despegue de 9,5 toneladas necesitaríamos que la combinación que realizan empuje y palas superase esos 9,5 toneladas para siguiera levantar del suelo. Este tipo de aerodinos son por tanto mas eficientes, rápidos, con mayor carga de pago, mayor alcance debido a su menor consumo y mas estables.

Dentro de la tipificación de ala rotatoria tenemos aquellas aeronaves que producen su sustentación con el movimiento (rotación) de sus alas. En este tipo de aeronaves las alas, también llamadas "palas."^{en} este tipo de aerodinos, giran en torno a un eje produciendo con este giro la sustentación necesaria para despegar del suelo. Algunos ejemplos de este tipo de aeronaves son los helicópteros, autogiros, convertibles o los ampliamente conocidos en robotica aerea los cuadracópteros. Este tipo de aerodino tiene como principal ventaja frente a los ala fija en su versatilidad a la hora de realizar las maniobras de despegue y aterrizaje que pueden realizarse de forma vertical (VTOL²) además de la capacidad de realizar vuelo estacionario³ que le hacen imprescindible en escenarios poco accesibles o donde nos es posible aterrizar como el rescate marítimo.

¹Peso máximo que es capaz de soportar un avión en su maniobra de despegue

²Vertical take off and landing

³Mantenerse estáticamente en un punto elevado

1.2. Orígenes

Los orígenes de la robótica aérea tienen origen militar y su avance ha estado intrínsecamente ligado a este ámbito durante todo el siglo XX.

Se consideran el origen de los aviones no tripulados los experimentos llevados a cabo a principios del siglo XX durante la 1ª guerra mundial como el "Aerial Target" desarrollado por el capitán A. H. Low para su uso como blanco aéreo. Si bien eran vehículos no tripulados (Unmanned Aerial Vehicles) no eran autónomos y eran manejados desde tierra a través de una radio. No es hasta el final del siglo XX cuando bajo el escenario de la guerra de Vietnam y ante la creciente pérdida de vidas de los pilotos estos vehículos vuelven de nuevo a ser objeto de desarrollo y se convierten en vehículos autónomos.

Desde ese momento y hasta nuestros días se utilizan de forma habitual en el ámbito militar en misiones de reconocimiento, bombardeos o apoyo sin arriesgar vidas humanas.

A lo largo de los primeros años de este siglo debido al abaratamiento de los componentes electrónicos y a su miniaturización y potencia, la robótica aérea se ha "desmilitarizado" esta experimentado un enorme crecimiento en el ámbito de las aplicaciones civiles.

Hoy en día es común encontrar en cualquier juguetería quadricópteros radio-pilotados por poco menos de 30 euros y en tiendas especializadas podemos encontrarlos ya con el hardware y software integrados que les permiten seguir una serie de puntos de control y comportarse de forma autónoma por poco más de 200€.

Por ello se ha popularizado su uso en aplicaciones civiles como: Fotografía aérea. Para por ejemplo usos topográficos o educativos e incluso recaudatorios⁴ Cine y televisión. Hoy en día es raro encontrar una producción que no haya hecho uso de ellos y es que permite la captura de tomas que de otra forma serían extremadamente complicadas o imposibles o bien factibles pero económicamente inviables. Vigilancia y protección. Las principales fuerzas y cuerpos de seguridad de una gran cantidad de países los utilizan.

Se está experimentando su uso en otros ámbitos como el logístico⁵, sanitario o salvamento.

⁴El ministerio de hacienda español tiene varios drones para cotejar los datos catastrales con la vivienda física

⁵Amazon plantea utilizarlo en algunas entregas

1.3. Estado del arte

En la actualidad el uso de AUV o drones se ha popularizado tanto que es una de las industrias en las que mas ha crecido su inversión, y es que según la empresa analista especializada en drones Droneii con sede en Hamburgo en un estudio sobre la inversión en el sector⁶ en Europa se invirtió en proyectos domésticos en 2016 cerca de 65 millones de dólares incrementándose esta cifra hasta los 314 millones si atendemos al mercado norteamericano. Estos datos se asientan en un mercado cada vez mas extendido y con una gran proyección de crecimiento, la publicación BI Intelligence⁷ espera que las ventas de drones alcancen los 12.000 millones en 2021.

Con su uso ya ampliamente extendido en sectores como el cine, la televisión, fotografía, agropecuario, educativo, forestal, ingeniería civil y presencia en sectores como el sanitario, salvamento o seguridad y protección el nicho de mercado de los UAV esta lejos de su cima y se investigan día a día nuevos usos en sectores como la logística.

Dentro del laboratorio de robótica de la Universidad Rey Juan Carlos cabe destacar los trabajos realizados para profundizar investigar y experimentar con ellos. Trabajos como el de Alberto Martínez Florido quien desarrollo un driver para poder utilizar desde jderobot el ar-drone comercial, desarrollado por la empresa francesa parrot, y el software de control UAV Viewer. Y mas adelante Daniel Yague que realizó un driver para utilizar el ar-drone de forma simulada en gazebo. O los trabajos de Jorge Cano quien construyo propio su drone utilizando como base un quadracóptero y dando soporte a jderobot de muchas de las instrucciones de MAVLink. Son destacables también los trabajos que se están llevando a cabo por Diego Jimenez adaptando el interfaz SoloDrone de la empresa 3DR⁸ o Jorge Vela quien se encuentra desarrollando como realizar la maniobra de aterrizaje de forma automática.

1.4. Objetivos

Los objetivos de este PFC son arrojar luz sobre el uso de drones de ala fija poniendo en valor éstos en situaciones donde la carga de pago, la autonomía, velocidad o consumo desaconsejan

⁶<http://www.droneii.com/drone-investment-trends-2016>

⁷<http://www.businessinsider.com/the-drones-report-research-use-cases-regulations-and->

⁸Empresa norteamericana con sede en California especializada en robótica aérea. Se sitúa en 2017 como la 3ª empresa del sector

el uso de los mas extendidos quadracópteros.

Para ésto hemos adaptado un avión de radio-control comercial añadiéndole toda la aviónica necesaria para que puede operar como drone. Hemos desarrollado un driver para jderobot del interfaz MAVLink que nos permite recoger actitud, velocidades lineales y angulares, altura, posición y otros parámetros como la batería restante. Nos permite también la actuación con el seguimiento de misiones que no sólo incluyen el paso por ciertos puntos de control o waypoints sino que también soporta las maniobras de despegue y aterrizaje en drones de ala fija. Hemos desarrollado también un software de control que da soporte a este tipo de actuación de mas alto nivel, las misiones.

1.5. Estructura de la memoria

En esta sección se debería introducir la esctura de la memoria. Así:

- En el primer capítulo se hace una intro al proyecto.
- En el capítulo 2 se muestran los objetivos del proyecto.
- A continuación se presenta el estado del arte.
- ...

Capítulo 2

Objetivos

2.1. Objetivo general

labelsec:objetivo-general

2.2. Objetivos específicos

labelsec:objetivos-especificos

2.3. Planificación temporal

labelsec:planificacion-temporal

Capítulo 3

Estado del arte

Descripción de las tecnologías que utilizas en tu trabajo. Con dos o tres párrafos por cada tecnología, vale.

Puedes citar libros, como el de Bonabeau et al. sobre procesos estigmérgicos [1].

También existe la posibilidad de poner notas al pie de página, por ejemplo, una para indicarte que visite la página de LibreSoft¹.

3.1. Sección 1

¹<http://www.libresoft.es>

Capítulo 4

Diseño e implementación

4.1. Arquitectura general

figura 4.1.

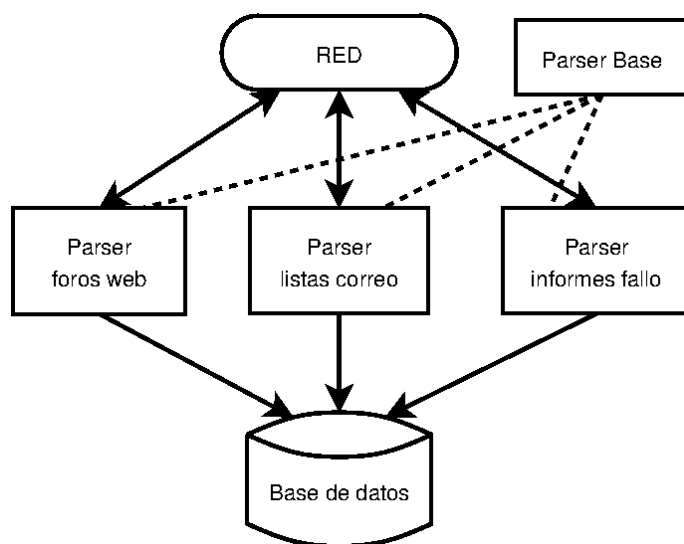


Figura 4.1: Estructura del parser básico

Capítulo 5

Resultados

Capítulo 6

Conclusiones

6.1. Consecución de objetivos

Esta sección es la sección espejo de las dos primeras del capítulo de objetivos, donde se planteaba el objetivo general y se elaboraban los específicos.

Es aquí donde hay que debatir qué se ha conseguido y qué no. Cuando algo no se ha conseguido, se ha de justificar, en términos de qué problemas se han encontrado y qué medidas se han tomado para mitigar esos problemas.

6.2. Aplicación de lo aprendido

Aquí viene lo que has aprendido durante el Grado/Máster y que has aplicado en el TFG/TFM. Una buena idea es poner las asignaturas más relacionadas y comentar en un párrafo los conocimientos y habilidades puestos en práctica.

1. a

2. b

6.3. Lecciones aprendidas

Aquí viene lo que has aprendido en el Trabajo Fin de Grado/Máster.

1. a

2. b

6.4. Trabajos futuros

Ningún software se termina, así que aquí vienen ideas y funcionalidades que estaría bien tener implementadas en el futuro.

Es un apartado que sirve para dar ideas de cara a futuros TFGs/TFM.

6.5. Valoración personal

Finalmente (y de manera opcional), hay gente que se anima a dar su punto de vista sobre el proyecto, lo que ha aprendido, lo que le gustaría haber aprendido, las tecnologías utilizadas y demás.

Apéndice A

Manual de usuario

Bibliografía

- [1] E. Bonabeau, M. Dorigo, and G. Theraulaz. *Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems*. Oxford University Press, Inc., 1999.