



ESCUELA DE INGENIERÍA DE FUENLABRADA

GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL
EN AERONAVEGACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

Herramienta de análisis y entrenamiento de
Control de Tráfico Aéreo (ATC)

Autor: Jaime Valle Alonso

Tutor: Jorge Saavedra García

Curso Académico 2024 / 2025

Trabajo Fin de Grado

Herramienta de Análisis y Entrenamiento de Control de Tráfico Aéreo (ATC)

Autor

Jaime Valle Alonso

Tutor

Jorge Saavedra García

La defensa del presente Trabajo Fin de Grado se realizó el día de
de 2025, siendo calificada por el siguiente tribunal:

Presidente:

Secretario:

Vocal:

y habiendo obtenido la siguiente calificación:

Calificación:

Fuenlabrada, a de de 2025.

//TODO

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

Agradecimientos

//TODO

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

1. Introducción	3
1.1. Contexto	3
1.2. Motivación	4
1.3. Estructura de la memoria	4
2. Objetivos	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Planificación temporal	5
3. Estado del arte	7
4. Diseño e implementación	9
4.1. Arquitectura general	9
5. Experimentos y validación	11
6. Resultados	13
7. Conclusiones	15
7.1. Consecución de objetivos	15
7.2. Aplicación de lo aprendido	15
7.3. Lecciones aprendidas	15
7.4. Trabajos futuros	16
Bibliografía	17
A. Manual de usuario	19

Lista de Figuras

Lista de Tablas

Capítulo 1

Introducción

1.1. Contexto

En la actualidad, uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la gestión del espacio aéreo es el intenso y creciente tráfico de aeronaves, especialmente saturado en ciertas áreas estratégicas y principales aeropuertos de cada país. En estas áreas, el Control de Tráfico Aéreo (ATC, *Air Traffic Control*) es un auténtico desafío para garantizar la seguridad y calidad de las operaciones aéreas.

Además, las estrategias de optimización de las operaciones aéreas junto con los planes de reducción de emisiones de efecto invernadero promueven la búsqueda de rutas cada vez más eficientes, lo que conlleva en ciertos casos a acortar trayectorias y a concentrar más aún el tráfico en determinadas áreas.

Es por ello que que, cada vez más, se emplean herramientas informáticas que ayudan a evaluar y mejorar la calidad de las operaciones aéreas mediante simulaciones computacionales.

//TODO: seguir describiendo el contexto en el que se enmarca el TFG

1.2. Motivación

En este contexto, se plantea el desarrollo de una herramienta de simulación de control de tráfico aéreo que permita, por un lado, acercar a curiosos del mundo de la aviación al conocimiento de las bases del Control de Tráfico Aéreo y, por otro lado, que sirva como generador de datos para un posterior análisis y tratamiento de los mismos enfocado en la evaluación de las rutas existentes y el estudio de nuevas rutas durante su diseño.

Para ello se plantea un sistema que sea capaz de englobar el propio entorno de simulación interactivo con las herramientas de diseño de nuevos aeropuertos y rutas de una forma ágil y sin requerir unos profundos conocimientos de informática ni de software de gestión.

De esta forma se podrán evaluar puntos clave en el diseño de nuevas rutas de aproximación a aeropuertos como la trayectoria de las aeronaves, la necesidad de descensos escalonados o descensos continuos, cumplimiento de servidumbres aeroportuarias y la viabilidad de operaciones paralelas en aeropuertos que así dispongan sus pistas.

//TODO: seguir describiendo la motivación

1.3. Estructura de la memoria

[1 página] Definir en items cada capítulo del proyecto, incluyendo el capítulo de conclusiones

Capítulo 2

Objetivos

2.1. Objetivo general

[1/2 página] Objetivo del proyecto. En infinitivo.

2.2. Objetivos específicos

[1 página] Objetivos específicos. En infinitivo. Por ejemplo, permitir el estudio de rutas SID y STAR nuevas o de aeropuertos en estudio, estadísticas...

2.3. Planificación temporal

A mí me gusta que aquí pongáis una descripción de lo que os ha llevado realizar el trabajo. Hay gente que añade un diagrama de GANTT. Lo importante es que quede claro cuánto tiempo llevas (tiempo natural, p.ej., 6 meses) y a qué nivel de esfuerzo (p.ej., principalmente los fines de semana).

Capítulo 3

Estado del arte

[8-10 páginas] Estado del arte actual

Capítulo 4

Diseño e implementación

[40 páginas] El grueso del TFG

4.1. Arquitectura general

Capítulo 5

Experimentos y validación

[5-10 páginas] Validaciones que demuestran los objetivos que se han cumplido

Capítulo 6

Resultados

[5 páginas] Resultados obtenidos

Capítulo 7

Conclusiones

[3 páginas] Conclusiones divididas en varios apartados

7.1. Consecución de objetivos

De los objetivos presentados al inicio, explicar cuáles se han cumplido y cuáles no y por qué: dificultades...

7.2. 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

7.3. Lecciones aprendidas

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

1. Aquí viene uno.

2. Aquí viene otro.

7.4. Trabajos futuros

Ningún proyecto ni 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/TFMs.

Bibliografía

Apéndice A

Manual de usuario

[Sin límite] Manuales de usuario de la aplicación...