Escola Politècnica Superior de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TRABAJO FINAL DE CARRERA

TÍTULO DEL TFC : Gestor de flotas AutoNAV4D

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Aeronáutica, especialidad Aeronavegación

AUTOR: Anabel Gonzlez. Sara Gonzlez. Ana Nevado.

DIRECTOR: Joshua Tristancho

FECHA: 9 de marzo de 2010

Título : Gestor de flotas AutoNAV4D

Autor: Anabel Gonzlez. Sara Gonzlez. Ana Nevado.

Director: Joshua Tristancho

Fecha: 9 de marzo de 2010

Resumen

Este TFC consiste en actualizar, validar y documentar todas las funciones que fueron diseñadas para la revisión 92 del gestor de flotas AutoNAV4D que fue creado por un grupo de alumnos de la EPSC entre los años 2004 al 2008.
Debido a la gran cantidad de trabajo y corto plazo de entrega, este TFC fue realizado por tres alumnos que participaron o tuvieron relación con el proyecto AutoNAV4D.
Se realizó un curso de iniciación al programa AutoNAV4D. Después cada alumno se encargó de una parte: Actualización, validación y Documentación. Fue necesario además coordinar los resultados de cada parte con el alumno encargado.

Palabras clave: AutoNAV4D, PANS-OPS, Doc8168

Title : TFC title in English

Author: Anabel Gonzlez. Sara Gonzlez. Ana Nevado.

Director: Joshua Tristancho

Date: March 9, 2010

Overview

This final bachelor work consist of an update, validation and documentation of many functions were designed in the revision number 92 of the fleet manager called AutoNAV4D created by EPSC students between 2004 and 2008.
Due to the large amount of work and short dead line, this bachelor work were done by three students involved or with relation to the AutoNAV4D project in the beginning.
A training course about AutoNAV4D were done. After of that each student completed a part: update, validation and documentation. A coordination between students were required because the interdependent results.

Keywords: AutoNAV4D, PANS-OPS, Doc8168

Someone to dedicate the work

CONTENTS

INTRODUCCIÓN 1

0.1.. Concepto MOLECULE 1

0.2.. Los equipos del grupo MOLECULE 2

1. Proyecto AutoNAV4D 3

1.1.. Alcance del proyecto 3

1.2.. Nueva versión orientado a entornos 4

1.3.. Aspectos principales 5

1.3.1.. Descarga automática y periódica de datos 5

1.3.2.. Entorno de visualización 3D 6

1.3.3.. Interfaz de usuario amigable 6

1.3.4.. Optimizado de los procesos 7

1.3.5.. Implementación multiplataforma 8

2. Documentación 9

2.1.. DISEÑO DE PROGRAMA 9

2.1.1.. Objetivos, público y estructura 9

2.2.. MANUAL DE FABRICANTE 10

2.2.1.. Objetivos, público y estructura 10

2.2.2.. Interfaz de usuario 10

2.2.3.. Teclas directas 10

2.2.4.. Barra de botones 10

2.2.5.. Consola de comandos 11

2.2.6.. Ayudas visuales 12

2.2.7.. Gestión de la memoria 12

2.2.8.. Glosario 12

2.3.. MANUAL DE PROGRAMADOR 13

2.3.1.. Objetivos, público y estructura 13

2.3.2.. Diagrama de Casos de Usos 13

2.3.3.. Diagrama de Clases 13

2.3.4.. Historial y control de versiones 13

2.4.. MANUAL DE USUARIO 14

2.4.1.. Objetivos, público y estructura 14
2.4.2.. Entornos y funcionalidades 14

2.5.. REFERENCIA RÁPIDA 18
2.5.1.. Interfaz de usuario 19
2.5.2.. Consola de comandos 19

3. Nuevas funcionalidades 21

3.1.. Nuevas funciones del entorno Descarga 21
3.1.1.. AIPCATALOG 23

3.2.. Nuevas funciones del entorno Cartográfico 23
3.2.1.. GEOID 23

3.3.. Nuevas funciones del entorno Proyecto 24
3.3.1.. DEPARTPROC 24

3.4.. Nuevas funciones del entorno Gestor 25
3.4.1.. TCPLINK 26

3.5.. Nuevas funciones del entorno Navegador 26
3.5.1.. EFIS 26

3.6.. Nuevas funciones del entorno Controlador 27
3.6.1.. RADAR 28

3.7.. Nuevas funciones del entorno Analista 29
3.7.1.. STATISTICS 29

4. Conclusiones 31

4.1.. Ambientalización 31

4.2.. Líneas futuras 31

BIBLIOGRAPHY 33

A. Prototyping 37

A.1.. Virtual Vehicle Specification 37

LIST OF FIGURES

1. Simil entre una molécula de 2-amino-triaminopropano y la interacción del grupo PANS8168 1
2. Relación entre los equipos del grupo MOLECULE 2

A.1. Physical plane. Interactions between a Virtual Vehicle and his environment. . . 37

LIST OF TABLES

3.1. Funcionalidades del entorno descarga 22

INTRODUCCIÓN

La primera versión de AutoNAV4D, tal y como lo conocimos antes de implementarle los entornos, fue un proyecto desarrollado en cuatro años por estudiantes de la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels de la UPC (Universidad Politécnica de Cataluña) bajo una filosofía de autogestión llamada MOLECULE; y se ideó como apoyo a la tarea de desarrollo e investigación gestada en la propia universidad, en estrecha cooperación con algunos profesores y la asociación de estudiantes AeroUPC.

Antes de detallar las características de AutoNAV4D habría que detallar el concepto de MOLECULE; como surgió, con que fin y que resultados se obtuvieron.

0.1.. Concepto MOLECULE

MOLECULE surgió de la necesidad de crear un programa de autogestión para todas las personas que iban a participar en la creación de AutoNAV4D. El modelo molecular que se adoptó para llevar a cabo el proyecto permitió tener a tres personas responsables al frente de éste estableciendo una relación directa de comunicación entre todos los miembros. La siguiente figura muestra la estructura de la molécula adoptada como estructura de trabajo.

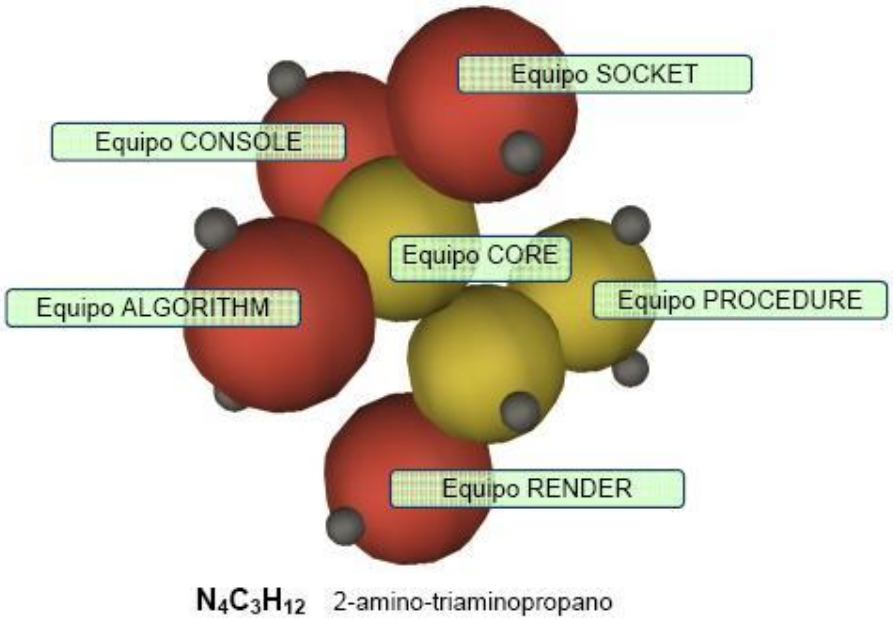

Figure 1: Simil entre una molécula de 2-amino-triaminopropano y la interacción del grupo PANS8168

0.2.. Los equipos del grupo MOLECULE

Se establecieron seis equipos principales de trabajo, la función de cada uno de ellos se detalla a continuación.

Equipo CORE: su función principal fue la de concretar el análisis de las partes detalladas pendientes de diseñar.

Equipo CONSOLE: responsable de implementar la mayoría de comandos, funciones y algoritmos diseñados previamente por otros equipos.

Equipo SOCKET: encargado de implementar todas las funciones de captación, validación y mantenimiento de la base de datos principal del servidor, de los servidores espejo y de un cliente. También diseñó algunas funciones para el equipo CONSOLE.

Equipo PROCEDURE: responsable de diseñar funciones y métodos de diseño de procedimientos de navegación, estudios de impacto ambiental y validación de procedimientos. Modelar una base de datos de patrones en formato DXG.

Equipo RENDER: su función principal fue la de generar el motor grafico 3D para visualizar la base de datos y contener la ventana CONSOLE y la TOOLBAR. Captura de eventos del ratón y el teclado. También diseño algunas funciones y librerías graficas especificas.

Equipo ALGORITHM: encargado de generar algoritmos que sean capaces de extraer la información de un fichero en formato PDF de las AIP del servicio de información aeronáutica e incorporarlo a la base de datos una vez validado.

Tras cuatro años de investigación en los campos de la programación, de los procedimientos RNAV y de los programas existentes que permitirían la creación del programa se consiguió crear AutoNAV4D.

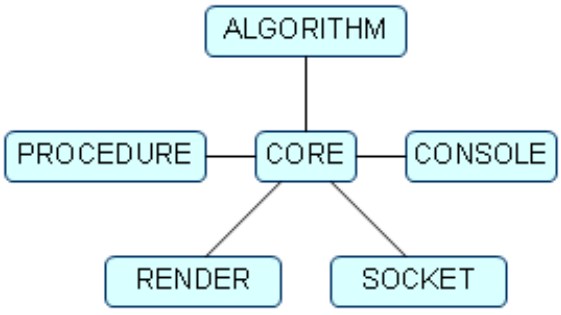

Figure 2: Relación entre los equipos del grupo MOLECULE

CHAPTER 1. PROYECTO AUTONAV4D

AutoNAV4D es un proyecto comenzado hace seis años por estudiantes de la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels de la UPC (Universidad Politécnica de Cataluña) bajo una filosofía de autogestión llamada *MOLECULE*. Se ideó como apoyo a la tarea de desarrollo e investigación gestada en la propia universidad, en estrecha cooperación con algunos profesores y la asociación de estudiantes AeroUPC. En la revisión actual se incorporan multitud de mejoras. La principal es la nueva orientación del simulador a entornos que se adaptan al tipo de usuario.

El programa AutoNAV4D, en líneas generales, es un gestor de navegación universal para poder controlar flotas tanto de coches, barcos, aviones e incluso satélites ya sea manualmente o con secuencias preprogramables y con inteligencia artificial. Muestra formatos de cartas de navegación con alcance planetario. Permite personalizar el entorno de trabajo para crear nuevas rutas, procedimientos y estudios de afluencia de tráfico 4D basado en datos que se actualizan cada mes.

1.1.. Alcance del proyecto

Esta sección explica el alcance del programa AutoNAV4D justificado según el análisis de los requerimientos de funcionalidades principales.

Los objetivos principales para el programa AutoNAV4D son los siguientes:

- Poder visualizar de cartas de navegación.
- Poder diseñar cartas aeronáuticas.
- Proporcionar asistencia a la navegación de vehículos simulados o reales.
- Poder gestionar flotas reales, virtuales o generadas por otro simulador.
- Poder controlar flotas de forma asistida y/o automatizada.
- Ser capaz de comunicarse en tiempo real con flotas y elementos dinámicos como la meteorología.
- Poder analizar flujos de tráfico de afluencia.

Más concretamente, el programa debe permitir las siguientes funcionalidades:

- Ver cartas enruta igual que en las AIP y actualizadas.
- Crear procedimientos aeronáuticos; para la asignatura de GEA (Gestión del Espacio aéreo) de la universidad EPSC-UPC.

- Gestionar y monitorizar de forma predictiva una flota de UAVs en tiempo real y servir como plataforma para asignarles misiones; para el proyecto ICARUS del departamento de arquitectura de computadores.
- Analizar el flujo de tráfico de afluencia para un sector determinado ya sea en tierra, como en el aire o en el espacio; para la asignatura de TEA (Técnicas Experimentales de Aeronáutica) de la EPSC-UPC.
- Controlador manual o automático de flotas simuladas por Flight Gear®, a través del ADS; para la asignatura de TAe (Tecnología aerospacial de la ingeniería) de la EPSC-UPC.

1.2.. Nueva versión orientado a entornos

La nueva versión de AutoNAV4D está orientada a entornos. El programa está organizado alrededor de siete entornos principales las utilidades de los cuales se detallan a continuación.

El entorno *descarga* permitirá el acceso a la información oficial que proporcionan los organismos públicos en materia de cartografía, meteorología y navegación. Es una herramienta avanzada que automatiza las descargas de la información, la extrae, las valida y las almacena para su utilización posterior. Debido a la naturaleza de los datos requerido, estas funciones sólo son realmente eficientes si están en un servidor dedicado al que se le hace el mantenimiento por un usuario capacitado.

El entorno *cartográfico* es un visor que presentará la información que dispone AutoNAV4D de una forma indiscriminada y masiva de un sector determinado. Hace énfasis en emular el aspecto de una carta Enruta o mapas topográficos, y es configurable por el usuario. Dispone de funcionalidades para imprimir las cartas o mapas y para exportar dicha información a formatos de dibujo normalizados como DXF y VRML.

El entorno *proyecto* será una herramienta sencilla, elemental y fácil de usar, para crear figuras, trayectorias, sectores, etc. Su propósito es generar datos nuevos dentro de un sector determinado. Hace énfasis en emular el aspecto del diseño asistido por ordenador como puede ser Autocad 2002LT(R) limitándose a los comandos y herramientas imprescindibles para crear la nueva información. Dispone de funcionalidades para crear cartas normalizadas, imprimirlas y publicarlas.

El entorno *gestor* será una herramienta sencilla de gestión de flotas. Su propósito es distribuir trabajos a múltiples vehículos. Dispone de funcionalidades especializadas en agrupar vehículos o en crear procedimientos o misiones de flotas con horarios establecidos o comportamientos condicionales.

El entorno *navegador* será un instrumento para visualizar la cinemática y el planning de un vehículo. Su propósito es permitir tanto monitorizar como pilotar un vehículo en concreto ya sea real o simulado. Hace énfasis en emular el aspecto de un EFIS de Airbus(R) o de Boeing(R). Puede manejar un vehículo real o simulado, tanto si es asistido por el usuario,

como con piloto automático. También dispone de una interfaz para simuladores dinámicos como Flight Simulator 2002(R).

El entorno *controlador* será una herramienta completa para dirigir flujos de tránsito. Su propósito es dirigir el tráfico a los vehículos que dependen del controlador dentro de un sector determinado. Hace énfasis en emular el aspecto del SACTA(R) (Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo). Dispone de funcionalidades especializadas en detección primaria y comunicación con vehículos, así como predicción de conflictos con la flota y con los objetos de un sector determinado ya sea el terreno, los objetos que pueda haber en el terreno o con los vehículos que se mueven por él.

El entorno *analista* será una herramienta sencilla y eficiente para establecer óptimos de capacidad de flujo de tráfico, de consumo, de retrasos, etc. Su propósito es generar datos que ayuden al diseñador, al navegador o al gestor para hacer más eficiente el uso de un sector determinado. Hace énfasis en emular aspectos lineales, diferenciales o estadísticos de cálculo. Dispone de funcionalidades para imprimir tablas o gráficos y para exportar dicha información a formatos de base de datos normalizados.

1.3.. Aspectos principales

Para lograr los objetivos principales, el programa va a estar dotado de algunas herramientas y funcionalidades que harán más fácil y accesible su ejecución.

Las aspectos principales que debe presentar AutoNAV4D son las siguientes:

- Descarga automática y periódica de datos
- Entorno de visualización 3D
- Interfaz de usuario amigable
- Optimizado de los procesos
- Implementación multiplataforma

1.3.1.. Descarga automática y periódica de datos

El programa dispondrá de una base de datos dinámica que se encargará de tener y actualizar la información necesaria para trabajar en un sector determinado. Además, debe disponer de una base de datos de mínimos, como son los bordes de las costas, ciudades principales, autopistas o aerovías importantes, etc.

Los datos almacenados en el programa, a pesar de ser dinámicos, deben ser sencillos y no deben repetirse; disponiendo de funciones internas de referencias de datos cruzadas.

El programa será capaz de actualizar datos móviles en tiempo real, como flotas, meteorología, astros más importantes, etc. Para su posterior tratado y representación.

Finalmente, se debe disponer de conexión a Internet para facilitar al programa los datos actualizados que reducirán y optimizarán el flujo de datos desde los proveedores oficiales.

1.3.2.. Entorno de visualización 3D

AutoNAV4D presenta un entorno de visualización 3D. Dispone de un visor capaz de utilizar proyecciones Gnómicas, Estereográficas, Escenográficas y Ortográficas; además de desarrollos de superficies planas, cilíndricas y cónicas, y orientaciones Normales, Transversales y Oblicuas; Equidistantes y Conformes.

Para ello, el programa deber poder realizar las siguientes acciones:

- Representar el terreno, ya sea en forma de maya, de curvas de nivel o de superficie con sombra. Tendrá líneas de cuadrícula de los paralelos y los meridianos. Destacará la cuadrícula principal y marcará al menos el Nombre de una de ellas en latitud y en longitud, pero siguiendo un convenio lógico y configurable por el usuario. Los objetos tendrán una altura que tomará como referencia un plano de potencial relativo o rejilla.
- Ser fácilmente configurable para presentar puntos de vista típicos como Planta, Alzado y Perfil. Además debe tener puntos de vista subjetivos como simulador en tercera persona y punto de vista de cámara, de espectador y táctico.
- Se conservará una versión de renderizado por trazado de líneas basado en la API y otra que utilice la aceleradora de la tarjeta gráfica.
- El aspecto de representación será icónico. Los objetos no cambian de tamaño con la distancia, pero el terreno y las trayectorias si están a escala. La iconografía seguirá la simbología de la OACI. La escala vertical podrá ser diferente a la escala horizontal.
- Mostrar las trayectorias de los vehículos en tendencia y en rastro. Se usará a tal efecto el aspecto típico de una pantalla radar de controlador.
- El puntero del ratón cambiará según el contexto y aparecerá información que presente los datos más significativos del objeto al que apuntan y según el proceso que se esté llevando acabo en ese momento.

1.3.3.. Interfaz de usuario amigable

AutoNAV4D poseerá las siguientes características para presentar una interfaz de usuario amigable.

- Existirá una consola de datos de doble área, una para escribir el usuario y otra de flujo de información pública y privada.

- Dispondrá de comandos de línea con una sintaxis familiar de lenguajes de programación o de diseño asistido por ordenador.
- Dispondrá de ayuda de línea de comando y ayuda gráfica con los documentos de AutoNAV4D.
- Dispondrá de un editor de texto sencillo a través de la consola, para generar secuencias o planes de vuelo, flotas, etc.
- Los datos resultados de simulaciones o análisis estarán anclados a objetos. No habrá formularios ni ventanas a excepción de la consola.
- Habrá textos de refuerzo, ya sea anclados a un punto o fijos en la pantalla que den información necesaria al proceso que se esté llevando acabo en ese momento. Pero que aparecen solo cuando es necesario, evitando el exceso de información.
- Dispondrá de modos o entornos bien diferenciados que condicionan el aspecto de AutoNAV4D y que determinan el proceso que se está llevando acabo en ese momento. Los modos o entornos se usarán de una forma lo más parecido posible para no producir confusión.
- Habrá una barra de botones desplegable sencilla de los comandos más usados.
- Será fácilmente usable con el ratón. Además dispondrá de combinaciones con teclas para usuarios avanzados que quieran trabajar rápido.
- Para los modos de navegación emulará el EFIS de *Airbus(R)* o de *Boeing(R)*. Para los modos cartográficos emulará las cartas ENRUTA y mapas. Para los modos de diseño, emulará *Autocad 2002LT(R)*. Para los modos de gestión y control, emulará el *SACTA(R)* (Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo).
- Dispondrá de ayudas acústicas y mensajes tipo como opción configurable por el usuario.

1.3.4.. Optimizado de los procesos

En lo referente al optimizado de procesos, el programa presentará las siguientes funcionalidades:

- Al ser un simulador tendrá la capacidad de ajustar la precisión de cálculo, siguiendo reglas lineales, diferenciales o estadísticas.
- El reloj de simulación será independiente del streaming y de la carga de trabajo del ordenador.
- El tiempo de simulación podrá ser acelerado, en tiempo real y retardado, en función de la precisión y finalidad.
- Será capaz de gestionar hasta 1000 vehículos o elementos dinámicos.

- Podrá hacer simulaciones en tiempo real con datos reales o adquiridos por otro simulador.
- Podrá hacer simulaciones en tiempo real con predicción de trayectorias.
- Podrá hacer simulaciones en tiempo acelerado y con múltiples alternativas de trayectorias en función de parámetros configurables por el usuario.
- Dispondrá de información de las performances de los vehículos que gestiona.
- Se configurará automáticamente con *Flight Gear(R)*.

1.3.5.. Implementación multiplataforma

Las versiones preparadas para usuarios externos suelen ser adaptaciones simplificadas y en ocasiones adaptadas a los ordenadores personales bajo sistemas operativos habituales como los de *Microsoft*, *Linux*, *Unix*, etc. En origen, estos paquetes de software reúnen la portabilidad y la flexibilidad suficientes para responder a las necesidades de dichas instituciones a lo largo del tiempo.

La portabilidad se basa en utilizar un lenguaje y un código que permitan la compilación del software en diferentes arquitecturas (IBM Systems, Sun Work Stations, SiliconGraphics, DEC Alpha Processors, Hp Systems, PC, etc.) y bajo diferentes sistemas operativos (*SOLARIS*, *HP 770*, *IBM AIX*, *LINUX*, *IRIX*, *DEC OSF1*, *MS-DOS*, *MS-WINDOWS*, etc.), lo que inexorablemente conduce a estrategias de análisis, diseño y desarrollo en la programación diferentes a las empleadas en el software comercial.

AutoNAV4D será implementado en *Visual Studio 6.0(R)* en un sistema operativo como el *Windows XP(R)*. Una vez terminada la fase de diseño y prueba, será implementado en lenguaje *JAVA(R)*, usando las librerías de *SUN MICROSYSTEMS(R)* con la plataforma de desarrollo *ECLIPSE(R)* de *IBM(R)* para asegurar la portabilidad.

CHAPTER 2. DOCUMENTACIÓN

La documentación del proyecto AutoNAV4D se utiliza para informar y para transmitir los requerimientos que se generaron cuando se diseñó el programa o bien la experiencia de usuarios avanzados que recomiendan trucos o resumen contenidos. Esto es debido a que el proyecto AutoNAV4D fue creado y se mantiene gracias a la colaboración deestudiantes y profesores a lo largo de los años. La documentación asegura la continuidad del proyecto.

El documento de Diseño de Programa establece las líneas generales del proyecto y del plan a seguir para que sea usado por los usuarios que actualizan o crean las funcionalidades que aun quedan por implementar. Por otro lado el Manual de Fabricante contiene información detallada de las funciones que se han implementado hasta el momento. También contiene información de interés que será usada para implementar las funcionalidades que quedan por hacer a fin de cumplir los objetivos. El Manual de Usuario es un manual que evoluciona con cada entrega y hace énfasis en las funciones disponible y conceptos que los usuarios que van a utilizar el programa pueden necesitar. Hace énfasis en la utilización y no en cómo están hechas las funcionalidades. La referencia rápida sirve de recordatorio y contiene la información básica de utilización de la interfaz de usuario imprescindible para empezar a usar el programa. Por último existen algunos documentos con información específica que pueden ser usados para crear nuevas herramientas como es el manual A320 que fue usado en su día para crear funcionalidades como el piloto automático o el EFIS.

2.1.. DISEÑO DE PROGRAMA

2.1.1.. Objetivos, público y estructura

El documento de diseño de programa establece las líneas generales del proyecto y del plan a seguir para su implementación. Fue creado al inicio del proyecto en el año 2004 para suplir las necesidades de mercado tal y como de ha detallado en la sección anterior.

Dado que el proyecto AutoNAV4D ha sido implementado a lo largo de los años, los programadores y los diseñadores de las funcionalidades usan este documento para mantener una línea y cumplir los objetivos iniciales. Gracias a este documento el proyecto sigue manteniendo su identidad a pesar de que hayan pasado seis años desde su inicio a la vez que se adapta a las novedades que el sector aeronáutico.

2.2.. MANUAL DE FABRICANTE

2.2.1.. Objetivos, público y estructura

Este manual está dedicado a usuarios avanzados y programadores que quieran añadir nuevas funcionalidades a AutoNAV4D. Este programa dispone de una licencia BSD de código abierto, por lo tanto está permitido modificar su código y usarlo con cualquier finalidad. Este manual contiene información demasiado detallada para un usuario normal pero que necesitarán los implementadotes de las funcionalidades que quedan por hacer. Este manual hace énfasis en los conceptos o funcionalidades sin asociarlo necesariamente a un entorno.

Algunas funcionalidades son la interfaz de usuario que comprende no solo la pantalla y el visualizador, las operaciones con el ratón, las teclas de acceso rápido, la consola de comandos, etc. y una serie de ayudas visuales que aparecen según el entorno en el que se esté trabajando.

En este manual se explican diferentes aspectos del programa, en concreto:

2.2.2.. Interfaz de usuario

En este apartado se explican algunas partes importantes del programa. En primer lugar, los diferentes tipos de acciones que podemos realizar con los movimientos del ratón. En AutoNAV4D se han añadido muchas opciones de acciones rápidas combinando teclas con botones del ratón. Por ejemplo pulsando el botón izquierdo y la tecla ALT al mismo tiempo, podemos acelerar la velocidad del vehículo que en ese momento estamos controlando.

2.2.3.. Teclas directas

También podemos encontrar en este apartado el índice de comandos o acciones asociados a las teclas directas F1, F2, etc. Por ejemplo al pulsar la tecla F8 se activa el comando ORTHO, es decir la Proyección ortogonal/cónica.

2.2.4.. Barra de botones

Uno de los apartados más importantes que trata esta parte del manual del fabricante es una descripción de la Barra de Botones, que en esta última versión del programa se ha ampliado y mejorado considerablemente. Aquí no se entra en detalle sobre las diferentes funciones de cada comando, pero sí es una referencia muy útil a la hora de encontrar dónde está cada comando en la barra de botones. Así podemos ver todos los comandos e iconos asociados a la barra de botones principal, que además de contener algunos de los comandos más importantes, también contiene los diferentes entornos, que explicaremos más adelante en detalle, pero que son los siguientes:

- Entorno descarga (DOWNLOADER)
- Entorno cartográfico (CARTOGRAPHER)
- Entorno proyecto (DESIGNER)
- Entorno gestor (MANAGER)
- Entorno navegador (NAVIGATOR)
- Entorno controlador (CONTROLLER)
- Entorno analista (ANALYZER)

Estos entornos tienen cada uno de ellos una serie de comandos que se despliegan desde la barra de botones principal, y que a su vez tienen una serie de subcomandos asociados. Se crea así una ramificación en forma de árbol de los comandos, que hace muy fácil su uso y acceso. Como ya hemos comentado con anterioridad, esta versión está muy orientada a entornos, esto es a tipos de usuario, como podemos ver en la clasificación de la barra de botones principal. Así se consigue un fácil acceso a los comandos más adecuados para cada tipo de usuario.

2.2.5.. Consola de comandos

La consola de comandos es la herramienta más potente que tiene AutoNAV4D porque es posible modificar a bajo nivel cualquier variable de sistema o ejecutar todos los comandos independientemente del entorno seleccionado, por lo que solo se recomienda su uso a usuarios expertos. Los comandos se dividen en seis grupos. Aquí solo se nombran los diferentes comandos que pertenecen a cada grupo, porque la explicación detallada de las funciones de cada comando está desarrollada en el Glosario de comandos que se encuentra al final de este manual. Aquí solo mencionaremos los 6 grupos en que se dividen los diferentes comandos, que son los siguientes:

Grupo 1 Comandos globales. Tienen efecto en cualquier entorno

Grupo 2 Comandos del AUTOPILOT. Actúan solo sobre el vehículo activo

Grupo 3 Comandos directos. Son los equivalentes a pulsar botones

Grupo 4 Comandos de dibujo. Usados en el entorno de diseño

Grupo 5 Variables de sistema. Se les puede asignar un valor diferente

Grupo 6 Colores del sistema. Color asignado a algunas líneas o iconos

2.2.6.. Ayudas visuales

Este apartado aborda todos los tipos de ayudas visuales que el programa nos ofrece para poder hacer un buen uso de él, tales como el EFIS o los diferentes tipos de ejes de coordenadas. Esta parte en concreto es muy interesante porque aborda todo el tema del EFIS, que en esta nueva versión está muy completo, para poder utilizarlo de una manera óptima.

También es muy importante en este apartado la explicación del Modo Future, que consiste en que el target activo tiene implementada una función que predice la trayectoria por donde pasará si no se introducen alteraciones en el vuelo o sucesos no deterministas. Esta herramienta es necesaria en la navegación 4D; saber donde se estará y a qué hora. En caso de detectar una futura colisión aparece un triángulo rojo en los vehículos implicados y en el punto donde sucederá el conflicto.

Por último, dentro de este apartado, también tenemos la explicación de cómo se realiza una conexión a un vehículo real o de otro simulador. Es posible asociar una conexión a un vehículo en concreto del simulador con un vehículo real o de otro simulador, siempre y cuando dispongamos de una conexión NMEA, RIMEX, TCP/IP o DATAlink.

2.2.7.. Gestión de la memoria

Esta sección explica a bajo nivel, cómo se gestiona internamente la memoria desde el punto de vista del programador y no es necesaria su comprensión para poder usar el programa.

2.2.8.. Glosario

La última parte del manual del fabricante corresponde al glosario de comandos, que se encuentra ordenado alfabéticamente. Esta parte en concreto es uno de los puntos más importantes que hemos desarrollado en la documentación, ya que en ella se detallan todos los comandos del programa (tanto los que tienen icono como los que solo son accesibles tecleándolos desde la consola de comandos). También se explica en qué consisten y cuál es su función. Para cada comando, en la cabecera se indica cuál es el icono en la barra de botones, cuál es el comando por consola y una descripción; facilitando una rápida identificación y comprensión.

AutoNAV4D 4.0.92i tiene más de 350 comandos y están todos ellos explicados en este glosario. También hemos adjuntado el icono correspondiente (si es que tienen acceso directo) para su fácil localización en la barra de botones.

2.3.. MANUAL DE PROGRAMADOR

2.3.1.. Objetivos, público y estructura

Este manual está destinado a programadores que quieran entender el funcionamiento del programa a nivel interno, bien para utilizar el programa o bien para modificar el código y mejorar el simulador. Este manual permite a usuarios avanzados implementar sus propias funcionalidades cambiando el código.

Existen una serie de diagramas que facilitan la comprensión de la estructura general del programa. Estos pueden ser el Diagrama de Casos de Uso, Diagrama de clases, Diagrama de Flujo de Datos, etc. Se establecen los convenios de formatos y unidades que se utilizarán en el programa a la hora de presentar la información.

La sección de procedimientos establece paso a paso como realizar un cambio en el código sin perder por ello la integridad del programa. En él podemos seguir procedimientos tales como registrar nuevas versiones, comandos, variables, botones, etc.

2.3.2.. Diagrama de Casos de Usos

En el siguiente diagrama de casos de usos, se puede ver claramente quiénes van a ser los usuarios del AutoNAV4D y qué posibles usos van a encontrar en el simulador.

2.3.3.. Diagrama de Clases

En el diagrama de Clases vemos las partes que intervienen, los tipos y las clases que la forman; sin entrar en detalles sobre sus atributos o sus métodos por falta de espacio.

2.3.4.. Historial y control de versiones

En este apartado se explican dos cosas básicas para quien quiera modificar el código del programa, ello es cómo registrar una nueva versión y cómo registrar un nuevo comando. Esto es básico, ya que AutoNAV4D 4.0.92i es un programa de código abierto, por lo tanto es muy importante seguir unas pautas a la hora de hacer modificaciones en el código.

Por últimos, también se incluye un historial de todas las versiones realizadas del programa, con las fechas y los aspectos que se han modificado en cada versión. A continuación se destacan algunas de ellas:

Hasta la revisión 23, el Nav3D fue un proyecto de la asignatura de IC (Introducción a los computadores) de la EPSC implementado en un entorno 3D. En la revisión 65, el Nav3D pasó a ser una plataforma para probar tecnologías, funcionalidades y métodos visuales. La versión 77 se usada en la asignatura GEA (Gestión del espacio aéreo). La versión 85

y con el turorial, fue usada por el departamento de operaciones de la compañía aérea Vueling.

En la versión 90, llamado AutoNAV4D y con predicción de trayectorias fue usado por el grupo ICARUS y el CTAE para la gestión de flotas de vehículos no tripulados UAVs. Destacar la versión AutoNAV4D92h que fue usada para simular redes de multiagentes en el CTAE a través de la consola remota.

La versión 93, se pasa a .NET lo que implica muchos cambios de código. La versión 92 queda como la más avanzada.

2.4.. MANUAL DE USUARIO

2.4.1.. Objetivos, público y estructura

Este manual está destinado principalmente a usuarios de AutoNAV4D desde el punto de vista de su utilización. El objetivo de este manual es facilitar el uso del programa a los usuarios, explicando cómo está estructurado a nivel de funcionamiento y dando una información amplia sobre los diferentes entornos.

La estructura es la siguiente: primero se explican algunos conceptos básicos sobre cómo funciona AutoNAV4D; por ejemplo los diferentes tipos de vista de que dispone el programa o cómo se utiliza la conexión a un vehículo real o de otro simulador. Posteriormente, se pasa a explicar en detalle cada entorno, y qué funciones y comandos tiene cada uno de estos.

2.4.2.. Entornos y funcionalidades

Una parte muy importante del manual de usuario es la explicación de los diferentes entornos del programa. Como ya hemos dicho anteriormente, esta nueva versión está orientada a entornos, por lo tanto es importante que se explique lo que podemos conseguir con cada entorno para facilitar el uso a todos los usuarios. Así, los diferentes entornos son:

- DOWNLOADER (Entorno Descarga)

Con el entorno Descarga se añade información existente del sector en el que vamos a trabajar. Este entorno permite el acceso a la información oficial que proporcionan los organismos públicos en materia de cartografía, meteorología y navegación. Es una herramienta avanzada que automatiza las descargas de la información, la extrae, las valida y las almacena para su utilización posterior.

Ahora explicaremos un poco más en detalle las posibilidades del entorno descarga desde el punto de vista de su utilización para disponer de los datos necesarios, reales y actualizados de un sector determinado.

Como AutoNAV4D es un programa de libre utillización, se usa la información pública oficial que suministren gratuitamente los organismos gubernamentales. El árbol de suministro comienza en ICAO y de ahí extraemos los proveedores oficiales y gubernamentales de cada país según la zona geográfica que queramos trabajar.

El usuario de AutoNAV4D, gracias a unos procedimientos, podrá descargar la información oficial en el mismo momento que vaya a necesitarla. Será responsabilidad del administrador del servidor de AutoNAV4D el tener al día los procedimientos de descarga de la información oficial, para lo cual se dispone de herramientas muy potentes para adquirir en poco tiempo dicha información.

El catálogo sirve para guardar las direcciones de Internet de los proveedores de algún tipo de servicio.

El descargador sirve para poder extraer la información de un proveedor para un servicio en concreto.

El árbol 3D nos permite visualizar la relación entre la información y modificarla si fuera necesario.

El empaquetador sirve para guardar una carpeta con todo el contenido extraído de Internet con la información que conforma un servicio concreto de un país.

El procesador sirve para generar un archivo con la información descargada y convertirla a algún tipo que use AutoNAV4D.

El entorno descarga se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón DOWNLOADER o bien escribiendo directamente el comando DOWNLOADER por consola. A partir de aquí, podemos encontrar todos los comandos asociados a este entorno, que se subdividen en las categorías mencionadas más arriba: catálogo, descargador, árbol 3D y empaquetador. Estos comandos están especificados todos y cada uno en el manual, y por eso aquí no los repetiremos porque sería redundante.

- CARTOGRAPHER (Entorno Cartográfico)

Con el entorno Cartográfico se visualiza el sector cargado según la carta seleccionada. El entorno cartográfico es un visor que presenta la información que dispone AutoNAV4D de una forma indiscriminada y masiva de un sector determinado. Hace énfasis en emular el aspecto de una carta Enruta o mapas topográficos, y es configurable por el usuario. Dispone de funcionalidades para imprimir las cartas o mapas y para exportar dicha información a formatos de dibujo normalizados.

Ahora explicaremos más detalladamente las posibilidades del entorno cartográfico desde el punto de vista de su utilización para consultar cartas y proyecciones cartográficas:

A partir de la información cargada en memoria, AutoNAV4D es capaz de generar los tipos de cartas más utilizados en aeronáutica. El visor se configura a proyección ortogonal y vista en planta.

El entorno cartográfico dispone de herramientas sencillas que permiten generar cartas y modificar el tipo de proyección.

Las cartas aeronáuticas sirve para ver la información de la forma establecida por ICAO y dispone de la nueve más usadas.

El modelo de terreno sirve para dar varias formas de proyectar la información sobre diferentes modelos.

La proyección del mapa permite modificar la presentación del modelo a petición del usuario con la finalidad de poder imprimir mapas especializados.

El entorno cartográfico se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón CARTOGRAPHER o bien escribiendo directamente el comando CARTOGRAPHER por consola.

- DESIGNER (Entorno Proyecto)

Con el entorno Proyecto se añaden elementos nuevos al sector cargado.

El entorno proyecto es una herramienta sencilla, elemental y fácil de usar, para crear figuras, trayectorias, sectores, etc. Su propósito es generar datos nuevos dentro de un sector determinado. Dispone de funcionalidades para crear cartas normalizadas, imprimirlas y publicarlas.

A continuación se explican las posibilidades del entorno proyecto desde el punto de vista de su utilización para crear nuevos procedimientos o trayectorias.

El entorno proyecto permite diseñar superficies 3D pero de una forma muy simplificada. El propósito principal de este entorno es crear procedimientos aeronáuticos con gran facilidad con solo pinchar con el ratón para decidir por donde queremos llevar el vehículo y AutoNAV4D nos indica por donde no podemos pinchar. Este entorno pone el visor 3D en vista de cámara, CAMERA sin cinemática y presenta la ventana de parámetros que nos da las coordenadas del cursor del ratón entre otras cosas. Para desactivar dicha ventana podemos usar el comando PARAM.

A través del ratón podemos subir o bajar el plano de referencia. Haciendo doble clic sobre la rejilla, esta se pondrá a la altura del suelo de referencia del último vehículo. También se puede cambiar la altura de referencia a través de la variable GridAlt.

Puede exportarse el proyecto a un formato de dibujo ejecutando el comando save Project [FileName].dwg*) con la extensión deseada, por ejemplo DWG*) o DXF*); e importarse el proyecto desde una plataforma CAD a través del comando load Project [FileName].dwg*).

A través del comando GROUP se agrupa la selección con otra selección, pasando a ser lider la primera selección. Con el comando DIVIDE se parte en dos la selección, pasando a ser lider del nuevo grupo el más antiguo.

El entorno proyecto se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón DESIGNER o bien escribiendo directamente el comando DESIGNER por consola.

- MANAGER (Entorno Gestor)

Con el entorno Gestor se establece el programa de ruta para la flota.

El entorno gestor es una herramienta sencilla de gestión de flotas. Su propósito es distribuir trabajos a múltiples vehículos. Dispone de funcionalidades especializadas en agrupar vehículos o en crear procedimientos o misiones de flotas con horarios establecidos o comportamientos condicionales.

Ahora explicaremos las posibilidades del entorno gestor de flotas desde el punto de vista de su utilización para crear la programación de una flota.

A través del comando por consola fleet activamos el entorno de gestión de flotas. El comando create fleet genera una flota basada en los vehículos existentes en memoria en ese momento. Dependiendo del modelo, crea un tipo predeterminado de actuación; estableciendo una hora de salida y una ruta óptima desde un punto de partida hasta uno de llegada. Además tiene en cuenta las condiciones de entorno, asignando diferente SLOTS si procede. Este comando destruye toda la información específica que hubiera de los vehículos cargados con el comando load fleet.

Para guardar los cambios es necesario ejecutar el comando save fleet para que se guarde en la carpeta del proyecto.

Podemos editar los detalles de cada vehículo accediendo al archivo fleet.txt, el cual contiene el listado de comandos de cada Target través del comando por consola edit fleet, tal y como se explica en la sección del entorno navegador.

Para desactivar el entorno gestor se puede pulsar la tecla F4 o bien volviendo a escribir el comando fleet por consola. Una vez desactivado el modo, volverá a dejar el entorno de visualización como estaba.

El entorno gestor se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón MANAGER o bien escribiendo directamente el comando MANAGER por consola.

- NAVIGATOR (Entorno Navegador)

Con el entorno Navegador controlamos los vehículos manualmente o con piloto automático. El entorno navegador es un instrumento para visualizar la cinemática y el planning de un vehículo. Su propósito es permitir tanto monitorizar como pilotar un vehículo en concreto ya sea real o simulado. Puede manejar un vehículo real o simulado, tanto si es asistido por el usuario, como con piloto automático.

Vamos a explicar a continucación qué posibilidades nos ofrece el entorno navegador desde el punto de vista de su utilización para pilotar un vehículo ya sea simulado o real.

AutoNAV4D permite pilotar cualquier vehículo que simula como si estuviéramos en la cabina. Para ello dispone de varias vistas diseñadas para cada fase del vuelo o tipo de vehículo.

El entorno navegador se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón NAVIGATOR o bien escribiendo directamente el comando NAVIGATOR por consola.

- CONTROLLER (Entorno Controlador) Con el entorno Controlador se dirije el flujo de

tráfico de una flota manualmente o con controlador automatizado.

El entorno controlador es una herramienta completa para dirigir flujos de tránsito. Su propósito es dirigir el tráfico a los vehículos que dependen del controlador dentro de un sector determinado. Dispone de funcionalidades especializadas en detección primaria y comunicación con vehículos, así como predicción de conflictos con la flota y con los objetos de un sector determinado ya sea el terreno, los objetos que pueda haber en el terreno o con los vehículos que se mueven por él.

Vamos a centrarnos ahora en las posibilidades del entorno controlador desde el punto de vista de su utilización para controlar un sector ya sea simulado o real.

AutoNAV4D permite controlar un sector como si estuviéramos en la dependencia del centro de control. Para ello dispone de varias vistas diseñadas para cada tipo de operación.

El entorno controlador se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón CONTROLLER o bien escribiendo directamente el comando CONTROLLER por consola.

- ANALYZER (Entorno Analista)

Con el entorno Analista se estudia el flujo de tráfico de una flota o de un sector. El entorno analista es una herramienta sencilla y eficiente para establecer óptimos de capacidad de flujo de tráfico, de consumo, de retrasos, etc. Su propósito es generar datos que ayuden al diseñador, al navegador o al gestor para hacer más eficiente el uso de un sector determinado.

Nos centraremos ahora en las posibilidades del entorno analista desde el punto de vista de su utilización para analizar la afluencia de tráfico ya sea simulado o real dentro de un sector.

AutoNAV4D permite gestionar la afluencia en tiempo real mientras sucede la simulación. Para ello dispone de varias gráficas que permiten detectar problemas de afluencia, tales como retrasos, rutas de cuello de botella, colapsos, etc. y solucionarlos.

El entorno controlador se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón CONTROLLER o bien escribiendo directamente el comando CONTROLLER por consola.

2.5.. REFERENCIA RÁPIDA

Este es el manual de referencia rápida del programa; a través del cual se puede acceder de una forma sencilla a la información imprescindible.

Digamos que es un manual de usuario resumido y concentrado, de modo que se tiene una rápida idea de para qué sirven todos los comandos del programa; pero no da información sobre el funcionamiento interno del programa y se recomienda a usuarios que ya tienen algún conocimiento sobre AutoNAV4D.

2.5.1.. Interfaz de usuario

Explicar que se sigue un orden, el de la barra de botone Se expone de forma resumida todos los componentes de la interfaz de usuario. Esto es a todo lo que podemos acceder con el ratón. Todas las barras y subbarras de botones, con los diferentes entornos y comandos que encontramos en cada uno de ellos. Sin embargo aquí no se entra en detalles de ningún comando, simplemente se enumeran y clasifican, y se describe brevemente su función.

2.5.2.. Consola de comandos

Explicar que se sigue un orden, el alfabético Aquí, al igual que en el Manual del Fabricante, se explica a grandes rasgos la utilidad y el funcionamiento de la consola de comandos, que recordemos que es la herramienta que nos permite modificar a bajo nivel cualquier variable de sistema o ejecutar todos los comandos independientemente del entorno seleccionado.

Se explica cómo se puede conectar con el programa desde una consola remota, y luego se enumeran una serie de comandos y variables que pueden sernos útiles, pero al igual que en la interfaz de usuario, no entra en detalles y se limita a enumerarlos y describir en 2 o 3 palabras su función.

CHAPTER 3. NUEVAS FUNCIONALIDADES

En este capítulo se introducen algunas novedades que recoge o pretende tener la nueva orientación a entornos. Debido a que hay muchas, en este capítulo se explica el ejemplo más significativo de cada entorno.

3.1.. Nuevas funciones del entorno Descarga

Este entorno permite disponer de los datos necesarios, reales y actualizados de un sector determinado. Introducción

No toda la información es válida debido a que AutoNAV4D es de libre distribución no puede tener un contrato comercial con proveedores. Por eso se usa la información pública oficial que suministren gratuitamente los organismos gubernamentales. El árbol de suministro comienza en ICAO[1] y de ahí extraemos los proveedores[2] oficiales y gubernamentales de cada país según la zona geográfica que queramos trabajar.

El usuario de AutoNAV4D, gracias a unos procedimientos, podrá descargar la información oficial en el mismo momento que vaya a necesitarla. Será responsabilidad del administrador del servidor de AutoNAV4D el tener al día los procedimientos de descarga de la información oficial, para lo cual se dispone de herramientas muy potentes para adquirir en poco tiempo dicha información.

- El catálogo sirve para guardar las direcciones de Internet de los proveedores de algún tipo de servicio.
- El descargador sirve para poder extraer la información de un proveedor para un servicio en concreto.
- El árbol 3D nos permite visualizar la relación entre la información y modificarla si fuera necesario.
- El empaquetador sirve para guardar una carpeta con todo el contenido extraído de Internet con la información que conforma un servicio concreto de un país.
- El procesador sirve para generar un archivo con la información descargada y convertirla a algún tipo que use AutoNAV4D.

FIGURA Proceso para llegar a obtener la información en AutoNAV4D

Para que AutoNAV4D pueda usar la información publicada, es necesario tener un catálogo con las direcciones de Internet de las páginas web oficiales que proporcionan la información. Al pasarle el descargador se actualizan dichas páginas situadas en una carpeta

[1] http://www.icao.int/

[2] http://www.icao.int/icao/en/m_links.html

y que pueden ser vistas y modificadas con el árbol 3D. Al ejecutar el proceso correspondiente, generan un fichero tipo .bin que es el que utiliza AutoNAV4D. El procesador puede automatizarse periódicamente en cambio el analizador solo lo hace una vez porque se entiende que apenas hay modificaciones con el tiempo. Acceso

El entorno *descarga* dispone de una serie de funciones recogidas en la tabla 3.1. Este entorno se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón DOWNLOADER o bien escribiendo directamente el comando DOWNLOADER por consola. El entorno descarga presentará un árbol 3D que muestra la relación de la información cargada hasta ese momento.

Table 3.1: Funcionalidades del entorno descarga

Entorno Descarga				
Paquete	**Desc. Paquete**	**Función**	**Objetivo**	**Icono**
CATALOG	Catálogos de direcciones web	ICAOCATALOG	Catálogo ICAO	
		AISCATALOG	Catálogo AIS	
		AIPCATALOG	Catálogo AIP	
		DOCSCATALOG	Catálogo ICAO DOCs	
		METCATALOG	Catálogo MET	
		GTOPOCATALOG	Catálogo GTOPO	
UPDATE	Actualización de publicaciones	AIPUPDATE	Actualiza AIP	
		DOCSUPDATE	Actualiza ICAO DOCs	
		METUPDATE	Actualiza MET	
		GTOPOUPDATE	Actualiza GTOPO	
TREE	Árbol 3D de datos	ICAOTREE	Árbol 3D ICAO (organismos asociados)	
		AISTREE	Árbol 3D AIS (servicios aeronáuticos)	
		AIPTREE	Árbol 3D AIP (publicaciones aeronáuticas)	
FOLDER	Empaquetador de publicaciones	AIPFOLDER	carpeta AIP	
		DOCSFOLDER	carpeta ICAO DOCs	
		METFOLDER	carpeta MET	
		GTOPOFOLDER	carpeta GTOPO	
PROCESS	Procesa datos publicados	AIDPROCESS	Procesa AID (radio-ayudas)	
		AIRPROCESS	Procesa AIR (aerovías)	
		APLPROCESS	Procesa APL (vehículos)	
		ARPPROCESS	Procesa ARP (aeropuertos)	
		WAYPROCESS	Procesa WAY (puntos de referencia)	
		METPROCESS	Procesa MET (meteorología)	
PARSE	Analiza el contenido de datos	HWYPARSE	Analiza HWY (autopistas)	
		MAPPARSE	Analiza MAP (terreno)	
		CONPARSE	Analiza CON (curvas de nivel)	

3.1.1.. AIPCATALOG

Como ejemplo de comando significativo dentro del entorno *descarga*, se presenta el comando AIPCATALOG. La herramienta catálogo AIP sirve para completar el árbol de páginas web que forman todo el contenido de las tres partes GEN, ENR y AD de una publicación AIP (Air Information Publication) de un país en concreto. Esta lista cambia con el tiempo y necesita ser actualizada por lo menos cada mes. Si el usuario tiene su propio proveedor, esta lista puede modificarse.

Como siempre, aunque existen páginas web dedicadas a este servicio, recomendamos utilizar páginas oficiales como suministrador de información.

3.2.. Nuevas funciones del entorno Cartográfico

Este entorno permite consultar cartas y proyecciones cartográficas. Introducción

A partir de la información cargada en memoria, AutoNAV4D es capaz de generar los tipos de cartas más utilizados en aeronáutica. El visor se configura a proyección ortogonal y vista en planta. El entorno cartográfico dispone de herramientas sencillas que permiten generar cartas y modificar el tipo de proyección. Las cartas aeronáuticas sirve para ver la información de la forma establecida por ICAO y dispone de la nueve más usadas. El modelo de terreno sirve para dar varias formas de proyectar la información sobre diferentes modelos. La proyección del mapa permite modificar la presentación del modelo a petición del usuario con la finalidad de poder imprimir mapas especializados.

Acceso

El entorno cartográfico se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón CARTOGRAPHER o bien escribiendo directamente el comando CARTOGRAPHER por consola.

.
Tabla de funcionalidades del entorno
Tabla 3.2 Funcionalidades del entorno Cartográfica.
.

3.2.1.. GEOID

Hasta ahora solo se disponía de un modelo de planeta plano y otro esférico. En esta versión se introduce el comando GEOID que usa el geoide como geometría de planeta. El modelo de geoide sirve para utilizar un planeta basado en datos geodésicos. Todos los ángulos son no euclidianos, esto es, los tres ángulos de un triángulo suma más de 180**?**. Este es el modelo más realista, pero necesita de la matriz del geoide.

3.3.. Nuevas funciones del entorno Proyecto

Este entorno permite crear nuevos procedimientos o trayectorias. Introducción

El entorno proyecto permite diseñar superficies 3D tal y como lo haríamos en AutoCAD, pero de una forma muy simplificada. Para ello se han eliminado muchos de los comandos que no son necesarios. No obstante, el propósito principal de este entorno es crear procedimientos aeronáuticos con gran facilidad con solo pinchar con el ratón para decidir por donde queremos llevar el vehículo y AutoNAV4D nos indica por donde no podemos pinchar. Este entorno pone el visor 3D en vista de cámara, CAMERA sin cinemática y presenta la ventana de parámetros que nos da las coordenadas del cursor del ratón entre otras cosas. Para desactivar dicha ventana podemos usar el comando PARAM.

A través del ratón podemos subir o bajar el plano de referencia. Haciendo doble clic sobre la rejilla, esta se pondrá a la altura del suelo de referencia del último vehículo. También se puede cambiar la altura de referencia a través de la variable GridAlt. Se permite el comando gridalt=gnd? que pone la rejilla a la altura del suelo del vehículo aunque esta no esté visible. También se permite el comando gridalt=alt? que pone la rejilla a la altura del vehículo.

Puede exportarse el proyecto a un formato de dibujo ejecutando el comando save Project [FileName].dwg*) con la extensión deseada, por ejemplo DWG*) o DXF*); e importarse el proyecto desde una plataforma CAD a través del comando load Project [FileName].dwg*).

A través del comando GROUP se agrupa la selección con otra selección, pasando a ser líder la primera selección. Con el comando DIVIDE se parte en dos la selección, pasando a ser líder del nuevo grupo el más antiguo. Acceso

El entorno proyecto se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón DESIGNER o bien escribiendo directamente el comando DESIGNER por consola.

.
Tabla de funcionalidades del entorno
Tabla 3.3 Funcionalidades del entorno Proyecto.
.

3.3.1.. DEPARTPROC

Un ejemplo de comando para generar un procedimiento es el DEPARTPROC. La herramienta procedimiento de maniobra sirve para crear de una forma asistida un procedimiento desde el parking hasta la puerta de entrada a cabecera de pista. La secuencia consiste en un punto de estacionamiento PARK, una serie de calles y puertas y por último una puerta de entrada a cabecera de pista GATE donde pasará automáticamente al siguiente procedimiento de salida.

3.4.. Nuevas funciones del entorno Gestor

Este entorno permite crear la programación de una flota. Introducción

A través del comando por consola fleet activamos el entorno de gestión de flotas. AutoNAV4D presenta un cuadro de programa al pasar por encima de un Target donde se indica: IDENT, MOD, START, DEPART, ARRIVAL, ALTERN.

El comando create fleet genera una flota basada en los vehículos existentes en memoria en ese momento. Dependiendo del modelo, crea un tipo predeterminado de actuación; estableciendo una hora de salida y una ruta óptima desde un punto de partida hasta uno de llegada. Además tiene en cuenta las condiciones de entorno, asignando diferente SLOTS si procede. Este comando destruye toda la información específica que hubiera de los vehículos cargados con el comando load fleet.

Para guardar los cambios es necesario ejecutar el comando save fleet para que se guarde en la carpeta del proyecto.

Podemos editar los detalles de cada vehículo accediendo al archivo fleet.txt, el cual contiene el listado de comandos de cada Target través del comando por consola edit fleet, tal y como se explica en la sección del entorno navegador.

Para desactivar el entorno gestor se puede pulsar la tecla F4 o bien volviendo a escribir el comando fleet por consola. Una vez desactivado el modo, volverá a dejar el entorno de visualización como estaba.

Durante el modo, está permitido cambiar la proyección de la cámara, así como cambiar de Target con tal de no usar otro entorno, en cuyo caso se desactivaría el entorno gestor. También está permitido arrastrar los Target que no sean reales, seleccionarlos, copiarlos y pegarlos en una nueva posición.

Si deseamos mover un Target real, hay que desasociarlo de su conexión o bien moverlo con comandos registrados por el Target asociado. Puede que un Target asociado no admita órdenes y sólo sea de lectura.

Acceso

El entorno gestor se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón MANAGER o bien escribiendo directamente el comando MANAGER por consola.

.
Tabla de funcionalidades del entorno
Table 3.4 Funcionalidades del entorno Gestor.
.

3.4.1.. TCPLINK

.

3.5.. Nuevas funciones del entorno Navegador

Este entorno permite pilotar un vehículo ya sea simulado o real. Introducción

AutoNAV4D permite pilotar cualquier vehículo que simula como si estuviéramos en la cabina. Para ello dispone de varias vistas diseñadas para cada fase del vuelo o tipo de vehículo. Una opción es conectar*) con Flight Simulator**?** con tal de que esté en marcha el programa y abiertos los puertos por el cortafuegos del sistema operativo.

Acceso

El entorno navegador se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón NAVIGATOR o bien escribiendo directamente el comando NAVIGATOR por consola.

.
Tabla de funcionalidades del entorno
Tabla 3.5 Funcionalidades del entorno Navegador.
.

3.5.1.. EFIS

Este comando EFIS hace visible el EFIS consistente en un NAVIGATION DISPLAY, un PRIMARY FLIGHT DISPLAY y un INTERPLANETARY DISPLAY como Icono 3D según el modo EFISMode. Para la cámara, en lugar del EFIS, se muestran los ejes de referencia y la ventana de parámetros.

.
Figura del EFIS
Figura 3.X Aspecto del EFIS 3D
.

Dispone de las apariencias AIRBUS y BOEING configurables con la variable de sistema EFISmode:

NODISPLAY No presenta ningún icono 3D

CENTER/EXPANDED MODE Presenta el Navigation Display con iconos 3D centrados en el Model o expandido o ARC.

Contexto de MODE o ROSE. Varía según bit 16.

o ILS/APP Indicador ILS.

o VOR Indicador ILS.

o NAV/MAP Indicador Navegación.

o PLAN/PLN Indicador plan de vuelo.

SKIN Aspecto del Navigation Display.

o AIRBUS .

o BOEING .

COMPASS. Presenta el horizonte artificial.

INTERPLANETARY MODE. Presenta el EFIS con el horizonte artificial como bola del mundo para la navegación interplanetaria.

Juego de caracteres disponibles, Figura 1.3 y prueba de la librería Matrix para cálculos de conversión de coordenadas entre sistemas de referencia .

3.6.. Nuevas funciones del entorno Controlador

Este entorno permite controlar un sector ya sea simulado o real. Introducción

El entorno controlador es una herramienta completa para dirigir flujos de tránsito. Su propósito es dirigir el tráfico a los vehículos que dependen del controlador dentro de un sector determinado. Hace énfasis en emular el aspecto del SACTA**?** (Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo). Dispone de funcionalidades especializadas en detección primaria y comunicación con vehículos, así como predicción de conflictos con la flota y con los objetos de un sector determinado ya sea el terreno, los objetos que pueda haber en el terreno o con los vehículos que se mueven por él.

El comando DISTANCES genera un entorno gráfico que junto con el comando CAMERA muestran los arcos de distancias respecto a un punto que normalmente es una estación radar tal y como se muestra en la Figura 1.4. Con el comando GOTO podemos identificar un vehículo en concreto y conocer el rango respecto del centro. Con el comando CTRL se muestra en el lateral derecho los planes de vuelo del tráfico de ese sector igual que en el SACTA**?** (Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo).

.
Aspecto del entorno controlador
Figura 3.X Aspecto del entorno controlador
.

Acceso

El entorno controlador se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón CONTROLLER o bien escribiendo directamente el comando CONTROLLER por consola.

.
Tabla de funcionalidades del entorno
Tabla 3.6 Funcionalidades del entorno Controlador.
.

3.6.1.. RADAR

Este modo de visualización permite emular el aspecto del SACTA**?** . Esto lo consigue utilizando los siguientes comandos del sistema:

? ConsoleDist, aumenta la distancia de la cámara en 100Km.

? ConsoleMap, activa la visulización de los colores de las alturas del mapa.

? ConsoleDistances, muestra los arcos de distancias respecto a un punto que normalmente es una estación radar.

? ConsoleContour, desactivamos este comando que permite visualizar las líneas de contorno del mapa.

? ConsoleCtrl, muestra en el lateral derecho los planes de vuelo del tráfico de ese sector.

? ConsoleCamera, activamos el modo cámara.

? ConsoleTarget 0, control por consola de la cámara.

? ConsoleIAS 0, paramos la cámara que viene con una pequeña velocidad debido a la inercia.

? ConsoleVS 0, paramos la cámara en todos sus ejes.

? ConsoleTop, con este comando se consigue la vista en planta superior.

? ConsolePos, al invocar el comando RADAR se puede utilizar sólo, en ese caso la cámara se centrará en un punto determinado por el sistema, o el usuario puede pasar una posición concreta dónde quiere que se centre la cámara.

? ConsoleAlt, modifica la altura de la cámara y la pone en tierra.

? ConsoleGOTO, permite identificar un vehículo en concreto y conocer el rango respecto del centro.

La combinación de todos estos comandos permite al entorno controlador , desde la función RADAR, presentarse de la manera más parecida al sistema SACTA**?**.

3.6.1.1.. Ejemplo de código del comando RADAR

.
AQUÍ UNA FIGURA DEL CÓDIGO
Figura 3.X Ejemplo de código del comando RADAR
.

3.7.. Nuevas funciones del entorno Analista

Este entorno permite analizar la afluencia de tráfico ya sea simulado o real dentro de un sector. Introducción

AutoNAV4D permite gestionar la afluencia en tiempo real mientras sucede la simulación. Para ello dispone de varias gráficas que permiten detectar problemas de afluencia, tales como retrasos, rutas de cuello de botella, colapsos, etc. y solucionarlos. Debe estar basado en cálculos generados a partir de la información recopilada hasta ese momento. Luego se puede ver el progreso del caché de simulación.

Acceso

El entorno controlador se activa a través de la barra de botones de entorno ENVIROMENT y pinchando sobre el botón CONTROLLER o bien escribiendo directamente el comando CONTROLLER por consola.

.
Tabla de funcionalidades del entorno
Tabla 3.7 Funcionalidades del entorno Analista.
.

3.7.1.. STATISTICS

El comando STATISTICS muestra una estadística de fluencia para un sector determinado. Para ello es necesario determinar el área del sector, el tipo de tráfico y el tiempo de muestreo. Los resultados se van generando a medida que la simulación ocurre por lo que podemos tener resultados parciales en tiempo real.

CHAPTER 4. CONCLUSIONES

La nueva versión está orientado a entornos

El nuevo enfoque orientado a entornos facilita el uso del simulador para cada tipo de usuario disponiendo solo de las herramientas que cada usuario necesita.

Quedan por copletar muchas funciones que solo serán implementadas a medida que los estudiantes participen en este proyecto en el curso de su carrera profesional.

4.1.. Ambientalización

4.2.. Líneas futuras

BIBLIOGRAPHY

[1] Stanley O., S. “The universal grids: UTM and UPS”. *TECHNICAL MANUAL 8358.2*. Defense mapping agency (Distribution is unlimited). (September, 1989)

[2] `http://csgl.sourceforge.net/`

C sharp Graphics Library (April, 2003)

[3] López, J.; Royo, P.; Pastor, E.; Barrado, C.; Santamaria, E. “A Middleware Architecture for Unmanned Aircraft Avionics”. *Computer Architecture Dept.* Technical University of Catalonia, Spain (August, 2004)

ANEXOS

APPENDIX A. PROTOTYPING

A.1.. Virtual Vehicle Specification

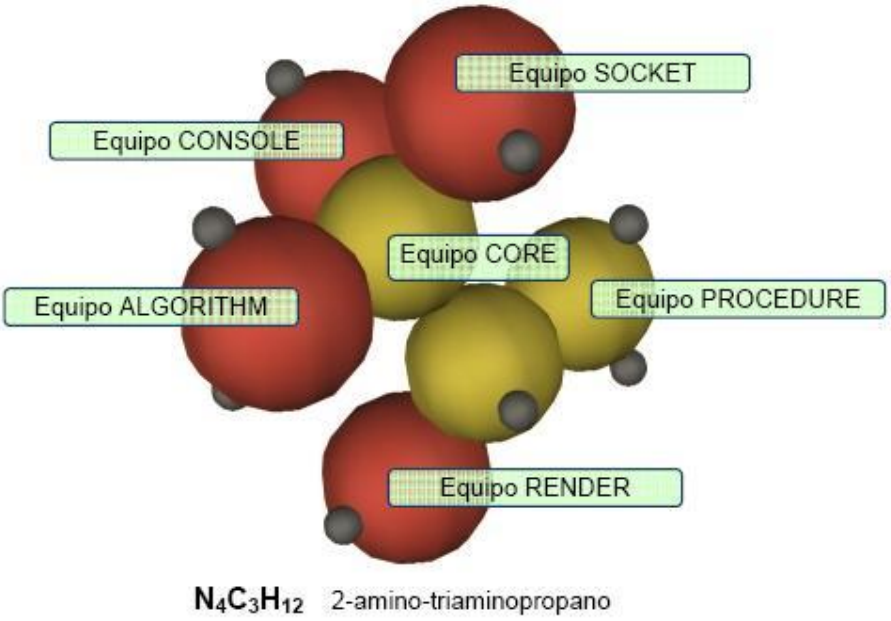

Figure A.1: Physical plane. Interactions between a Virtual Vehicle and his environment.