

**Universidad Rey Juan
Carlos**

**Escuela Técnica Superior Ingeniería
Informática**

TFG ATFMP

Resumen del proyecto hasta el 10-2015

GIS - Carlos Vázquez Sánchez

Móstoles - 14 de octubre de 2015

Índice

1. Introducción y propósito	4
2. Detalles del problema	4
3. Secciones del proyecto	4
4. Modelo	5
5. Detalles de implementación	6
5.1. Árbol de escenarios	6
5.2. Vuelos	6
5.3. Conjuntos de tiempo	6

Índice de figuras

1.	Trayectorias para un vuelo	6
----	--------------------------------------	---

1. Introducción y propósito

El objetivo de este documento es facilitar la tarea y ayudar en el primer acercamiento a futuros estudiantes que tengan que continuar este proyecto.

Debido a la magnitud del proyecto (versiones, participantes, correcciones), damos una pequeña introducción histórica:

1. El problema del tráfico aéreo es un clásico de la literatura, aunque sigue sin haberse encontrado una solución óptima.
2. En el curso 2011/2012, Diego Ruiz Aguado y Gonazalo Quevedo García abordan el problema su Trabajo de Fin de Carrera con Antonio Alonso Ayuso como tutor. Más adelante se explicará como se dividió el proyecto.
3. El 05/2014 Antonio Alonso retoma el proyecto por su cuenta con el objetivo de reestructurar el código para facilitar su lectura (antes estaba todo en una sola clase de 3000 líneas) y solucionar errores en la lectura de la BBDD.
4. En el 15/16 Carlos Vázquez toma el proyecto como Trabajo de Fin de Grado con el objetivo de crear un heurístico que mejore las soluciones. Los tutores serán Abraham Duarte y Antonio Alonso Ayuso.

2. Detalles del problema

A continuación se expone un resumen del problema y la estructura que tiene. Para más detalles consultar las memorias de los TFC de Diego o Rodrigo.

El problema de optimización trata de XXXXXXXXXXXXXXXx
los elementos que hay en el problema son los siguientes:

- **Árbol de escenarios :**
- **Vuelos:**
- **Sectores:**
- **Aeropuertos:**
- **Conjuntos de tiempo:**

3. Secciones del proyecto

El proyecto se dividió en dos partes:

- **Reestructuración de la BBDD:** se partía de una base de datos mal estructurada y no relacional. Se creó una nueva versión sin valores duplicados y relacional. Esta parte se llevó a cabo en JAVA
- **Definición del modelo:** al tratarse de un problema de optimización, existen una función objetivo y restricciones. Esto se llevó a cabo mediante CPLEX, una librería para resolver problemas de optimización en JAVA y

C.

Para más información sobre la estructura de la BBDD o del funcionamiento de CPLEX, así como la función objetivo y restricciones del problema pueden verse en las memorias de los TFC de Diego o Rodrigo.

4. Modelo

El primer paso es pasar la BBDD antigua a la nueva. No vamos a dar más detalles porque es poco probable que nadie vuelva a repasar esta parte. Una vez ejecutado el JAVA, tenemos ya la BBDD nueva. Algunas tablas importantes que contiene:

■ Sobre aeropuertos:

1. Airports: id del aeropuerto y el sector donde se encuentra
2. AirportCapacitiesDiscrete: capacidad de salida y llegada de cada aeropuerto
3. AirportCapacitiesTree: recoge las variaciones de las capacidades de los aeropuertos y de despegue/aterrizaje que están en la tabla AirportCapacitiesDiscrete.

■ Sobre sectores:

1. Sectors: id de los sectores
2. SectorCapacitiesDiscrete: capacidad de cada sector
3. SectorCapacitiesTree: recoge la variación de capacidad de los sectores de SectorCapacitiesDiscrete

■ Sobre vuelos:

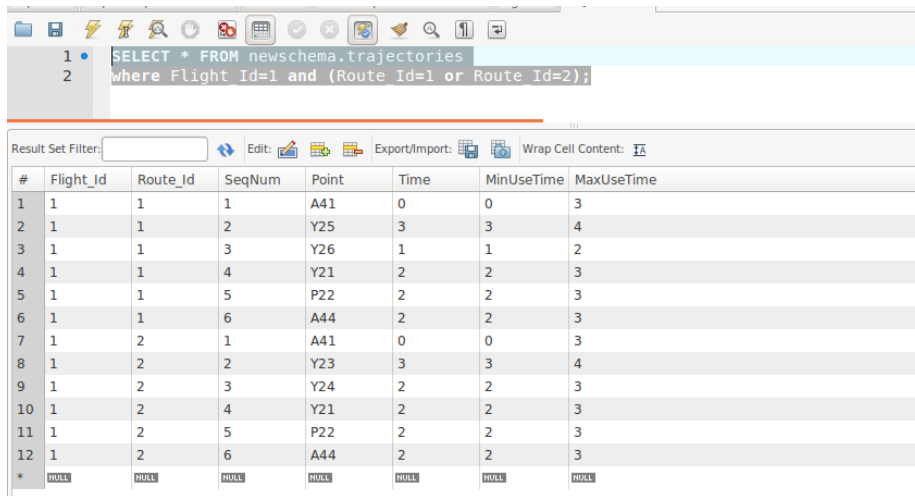
1. Flights: identificador, matrícula, momento de despegue, tiempos de retraso máximos, costes por cancelar o retrasarse
2. Trajectories: contiene los distintos “trozos” de los que se compone una trayectoria. Por ejemplo para acceder a las 2 primeras rutas posibles del vuelo con id=1, bastaría con hacer

```
SELECT * FROM SchemaName.trajectories
where Flight_Id=1 and (Route_Id=1 or Route_Id=2);
```

Aquí se pueden ver los segmentos de los que están compuestas las trayectorias para un vuelo determinado.

3. Waypoints: a qué sector pertenece cada waypoint

- **Sobre árbol de escenarios:** ScenarioTree tiene los nodos que forman el árbol de escenarios del modelo. Almacena los padres y el peso de cada nodo, además del tiempo en que se inician



The screenshot shows a database query interface. At the top, a SQL query is entered in a text box:

```
SELECT * FROM newschema.trajectories
where Flight Id=1 and (Route Id=1 or Route Id=2);
```

Below the query, a table of results is displayed. The table has 8 columns: #, Flight_Id, Route_Id, SeqNum, Point, Time, MinUseTime, and MaxUseTime. The results are as follows:

#	Flight_Id	Route_Id	SeqNum	Point	Time	MinUseTime	MaxUseTime
1	1	1	1	A41	0	0	3
2	1	1	2	Y25	3	3	4
3	1	1	3	Y26	1	1	2
4	1	1	4	Y21	2	2	3
5	1	1	5	P22	2	2	3
6	1	1	6	A44	2	2	3
7	1	2	1	A41	0	0	3
8	1	2	2	Y23	3	3	4
9	1	2	3	Y24	2	2	3
10	1	2	4	Y21	2	2	3
11	1	2	5	P22	2	2	3
12	1	2	6	A44	2	2	3
*	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Figura 1: Trayectorias para un vuelo

5. Detalles de implementación

5.1. Árbol de escenarios

Como se dijo antes, hay un árbol de escenarios en el que para cada momento de tiempo puede haber varias configuraciones posibles. Como hay que moverse con frecuencia por el árbol para saber los padres y sucesores de un nodo, se descartó los árboles dinámicos. Se optó por una tabla hash de clave-valor que permiten acceder a un nodo determinado indicando solo la etapa de tiempo.

5.2. Vuelos

Son grafos dirigidos en el que los nodos representan a los waypoints y aeropuertos y las aristas son las uniones entre waypoints

5.3. Conjuntos de tiempo

Como se dijo antes, para cada arco y nodo hay que guardar 2 valores: el conjunto de tiempo y su intervalo (instantes de tiempo en los que puede llegar un vuelo y tiempo en recorrerlo). Los conjuntos de tiempo están implementados en un SortedSet. Para asociar cada conjunto a un vuelo se utiliza una tabla hash en la que el valor de búsqueda es el nodo/arco en cuestión. Los intervalos se almacenan directamente como 2 enteros (mínimo y máximo). Los conjuntos se van calculando en cada paso (ojo, no se pueden calcular los tiempos de un nodo sin haber calculado previamente los de los arcos incidentes)