

STRATEGIC PLANNING OF AIRCRAFT TRAJECTORIES

Autores: Catalina Lizana Guzmán y Fabián A. Ulloa

1. Introducción

La idea de este proyecto es estudiar el uso de Simulated Annealing en la optimización de las trayectorias de aviones, con el fin de evitar choques entre ellos. Para ello se tomará el modelo presentado en el paper "Large Scale 4D Trajectory Planning"[1]. Para efectos del proyecto se elegirán valores apropiados para los diversos parámetros asociados y se realizarán algunas simplificaciones del problema, esto pues, el caso real es de una complejidad computacional mayor.

2. Planteamiento

Se consideran trayectorias en $2 + 1$ dimensiones (2 espaciales y 1 de tiempo). Se denomina interacción cuando dos trayectorias están lo suficientemente cerca en un punto en un intervalo de tiempo, por ende, se busca minimizar el número de interacciones. Para ello se define la siguiente función a optimizar:

$$\phi_{tot}(u) := \sum_{i=1}^N \phi_i(u) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{K_i} \phi_{i,k}(u)$$

Donde u es un set de trayectorias (i.e. u define una distribución de trayectorias), ϕ_i es el total de interacciones de la trayectoria i -ésima calculada como $\sum_{k=1}^{K_i} \phi_{i,k}(u)$, con $\phi_{i,k}(u)$ el número de interacciones en el punto k -ésimo y K_i es la cantidad de puntos con los que se discretiza la trayectoria del vuelo i .

Los vértices del grafo a usar en el algoritmo corresponden a todos los set de trayectorias u . Dos vértices son vecinos si difieren en un punto espacial de una trayectoria.

3. Resultados

En primera instancia se usan 2 aeropuertos, uno de salida ubicado en el origen del cuadrante y uno de llegada ubicado en el otro extremo. Usando distintas funciones β_n se obtuvo lo siguiente:

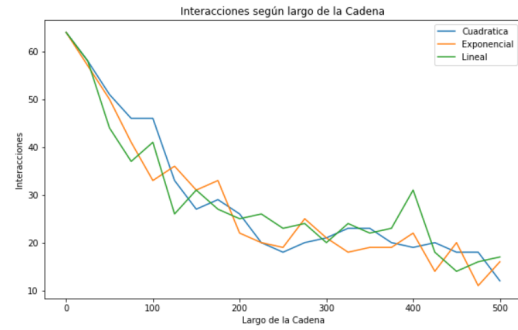


Figura 1: Interacciones según largo de la cadena, para distintas sucesiones β_n .

Se observa que a medida que aumentan las iteraciones el número de “choques” entre trayectorias disminuye, siendo la función β_n exponencial la que por lo general entrega valores menores en comparación con las otras funciones.

De manera similar y usando β_n exponencial, se implementó el algoritmo considerando un aeropuerto de salida y múltiples aeropuertos de llegada, para posteriormente realizar un análisis del tiempo y del número de iteraciones entre trayectorias en función de la cantidad de aeropuertos simulados.

4. Referencias

[1] Arianit Islami, Supatcha Chaimatanan, Daniel Delahaye. Large Scale 4D Trajectory Planning. Air Traffic Management and Systems – II, 420, Springer, pp 27-47, 2016, Lecture Notes in Electrical Engineering.