

OPTIMIZACIÓN DE TRAYECTORIAS DE AVIONES PARA MINIMIZAR LA MOLESTIA ACÚSTICA MODELIZADA MEDIANTE LÓGICA BORROSA

X. Prats*, J. Quevedo**, F. Nejjarí**, V. Puig**

* *Departamento de Ingeniería Mecánica (EM) - Campus de Castelldefels*

** *Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial (ESAI) - Campus de
Terrassa*

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

Correos: {xavier.prats, joseba.quevedo, fatiha.nejjari, vicenc.puig}@upc.edu

Resumen: El aumento sostenido del tráfico aéreo de las últimas décadas y el crecimiento de numerosas zonas urbanizadas alrededor de los aeropuertos hace que cada vez sea más importante tomar medidas para mitigar los ruidos generados por los aviones. Este trabajo presenta una estrategia para diseñar trayectorias de despegue o aterrizaje en un determinado aeropuerto y para un determinado modelo de aeronave utilizando la lógica borrosa y la optimización multicriterio. *Copyright © 2007 CEA-IFAC*

Palabras Clave: control óptimo, optimización multiobjetivo, ruido, lógica borrosa, generación de trayectorias.

1. INTRODUCCIÓN

El aumento sostenido del tráfico aéreo de las últimas décadas y el crecimiento de numerosas zonas urbanizadas alrededor de los aeropuertos hace que cada vez sea más importante tomar medidas para mitigar los ruidos generados por los aviones. Este problema afecta no sólo a las autoridades aeroportuarias o aeronáuticas sino que también involucra las compañías aéreas y los representantes de las diferentes comunidades afectadas. En este contexto, en los últimos años han aparecido regulaciones, tanto de carácter nacional como internacional que tratan de poner medidas que hagan disminuir éstos ruidos.

Por ejemplo, la misma Organización Internacional de la Aviación Civil (OACI), que es el organismo encargado de publicar reglamentaciones y recomendaciones a seguir por sus estados miembro, tiene publicados una serie de procedimientos muy básicos diseñados con el fin de disminuir el impacto sonoro en despegues y aterrizajes (ICAO, 1993). Por otro lado, estudios realizados en los programas SONORA I (SONORA I, 2000) y SONORA II (SONORA II, 2003) tratan de analizar posibles

modificaciones de estos procedimientos con tal de mejorar su impacto acústico. De todas formas en ningún caso se realiza optimización alguna en el diseño de trayectorias, concepto que sólo aparece en recientes publicaciones a nivel de investigación. En este contexto en (Visser and Wijnen, 2003; Ren *et al.*, 2003) se presentan metodologías que combinan un modelo de ruido, un sistema de información geográfica y un optimizador de trayectorias que permite determinar el mejor procedimiento de despegue o aterrizaje que minimice el ruido generado.

En muchos casos los criterios de optimización se construyen a partir de métricas de ruido que tratan de dar una determinada magnitud al evento sonoro. Algunos autores proponen indicadores de diversa índole que tratan de modelar no solo el ruido sino también las molestias sonoras en la población afectada por los aviones. Normalmente se evalúa un sólo criterio o se construye un criterio mixto a partir de una ponderación con pesos asignados a cada uno de los criterios individuales.

Este trabajo presenta una estrategia para diseñar trayectorias de despegue o aterrizaje en un

determinado aeropuerto y para un determinado modelo de aeronave utilizando la lógica borrosa y la optimización multicriterio. La Sección 2 de éste artículo identifica los diferentes agentes que intervienen en esta optimización. Seguidamente, en la Sección 3, se presenta el modelo de molestias de ruido que hace uso de la lógica borrosa. En la Sección 4 se expone el método de optimización multicriterio adoptado y finalmente en la Sección 5 se presentan unos primeros resultados a título de ejemplo.

2. OPTIMIZACIÓN DE TRAYECTORIAS

La Figura 1 muestra los diferentes elementos que intervienen en el algoritmo de optimización de trayectorias que se propone en este trabajo.

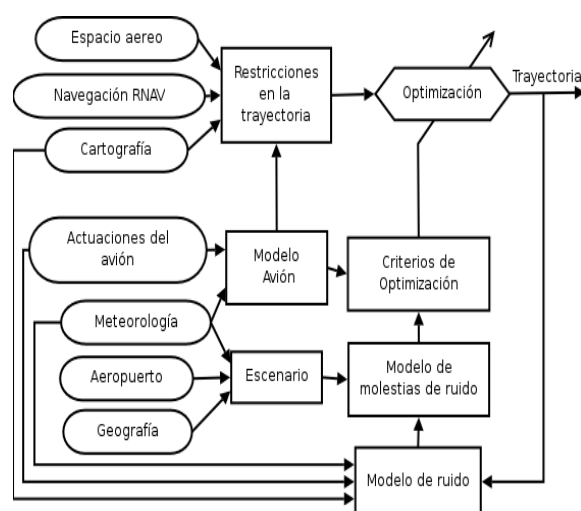


Figura 1. Marco general de la optimización de trayectorias

El aeropuerto de estudio, con la cartografía, geografía y condiciones meteorológicas de la zona definen un determinado escenario que servirá para definir los diferentes indicadores de molestias sonoras, en función del ruido emitido por el avión a lo largo de su trayectoria. Estas molestias, junto con posibles indicadores adicionales que tengan en cuenta el consumo de tiempo o combustible servirán para definir unos determinados criterios de optimización. Un algoritmo de optimización buscará la trayectoria de vuelo que mejor satisfaga dichos criterios y que respete en todo momento un conjunto de restricciones. En dichas restricciones no sólo se deberá tener en cuenta la dinámica del avión sino que también se considerarán aspectos como el franqueamiento de obstáculos, el uso correcto de los diferentes tipos de espacio aéreo o las limitaciones de los sistemas de navegación y guiado del avión. En el caso de los despegues, las coordenadas (en tres dimensiones) del punto de finalización del procedimiento de salida definirán las condiciones finales del problema y del mismo modo, las coordenadas iniciales del punto de llegada o aproximación servirán en el caso de los aterrizajes.

Así pues, se pretende que la autoridad aeroportuaria correspondiente disponga de una herramienta de decisión que le permita generar un conjunto de trayectorias de salida (o aproximación) para cada tipo de avión que opere en el aeropuerto y para cada uno de los puntos de salida (o llegada) establecidos.

Teniendo en cuenta que los principales criterios que afectarán a la elección de las mejores trayectorias se basan en la percepción del ruido que éstas generan, es importante disponer de un buen modelo de molestias de ruido y de un buen método de clasificación o ponderación de las mismas.

3. MODELO DE MOLESTIAS DE RUIDO

3.1 Modelo acústico de ruido

El ruido se mide como el nivel de percepción real de la presión sonora en un oído humano utilizando como unidad de medida los decibelios (dB). Cuando se trata de medir ruidos ambientales es muy común ponderar el valor de presión sonora con un factor que depende de la frecuencia (o frecuencias) que forman el ruido. Este filtro o ponderación, conocida como *A-weighting*, tiene en cuenta el hecho de que el oído humano no percibe por igual todo el espectro de frecuencia de las señales acústicas, siendo las frecuencias bajas percibidas en menor medida que las altas a igual presión sonora. Cuando se habla de un evento sonoro ponderado de ésta forma se utiliza el dBA o dB(A) como unidad de medida. A continuación se definen brevemente diferentes métricas que son habituales en los estudios de impacto acústico de aviones. Para más información sobre las métricas, sus definiciones y sus usos en aviación civil el lector debería consultar (SAE, 1986).

a) Máximo Nivel de Sonido o Maximum Sound Level (L_{max})

Una posible medida acústica del ruido es la obtención del máximo nivel de ruido producido por un sólo evento acústico (como por ejemplo del paso de un avión), medido en dBA. Esta métrica es importante pero no puede ser la única medida ya que también es importante en la percepción del ruido la duración del mismo.

b) Nivel de Exposición del Sonido o “Sound Exposure Level” (SEL)

SEL (expresado también en dBA) mide la energía total percibida de un único evento sonoro y por tanto, permite comparar eventos de diversa duración. Se define como la integral de la energía acústica del evento:

$$SEL = 10 \log_{10} \left[\int 10^{La(t)/10} dt \right] \quad (1)$$

donde $La(t)$ (medido en dBA) es el nivel instantáneo de presión de ruido.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1702211>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1702211>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)