

Programa de Doctorado en Infraestructuras de Transporte y Territorio

Doctorando: Pablo Martínez Fernández

Director: Ricardo Insa Franco

Resumen:

El transporte es una actividad fundamental en las sociedades modernas, pero también es uno de los sectores que más contribuye al consumo energético y a las emisiones. El ferrocarril es uno de los medios de transporte más eficientes, pero todavía existe un margen de mejorar para reducir su consumo energético y aumentar su sostenibilidad. Uno de los modos más efectivos para lograr esto, especialmente en ferrocarriles de ámbito urbano, es mediante la optimización de marchas.

Existen muchos estudios que afrontan este problema a través de la simulación y el uso de algoritmos que identifican perfiles de conducción eficiente bajo múltiples escenarios. En este contexto, el propósito de la tesis doctoral es contribuir al conocimiento de las herramientas empleadas para estudiar el consumo energético en el ferrocarril de ámbito urbano, centrándose por un lado en estudiar el posible uso de redes neuronales como instrumento de simulación, y por otro lado llevando a cabo una comparativa sistemática de algunos de los algoritmos meta-heurísticos de optimización más usados.

Para ello, se ha desarrollado un simulador de marchas combinado con una red neuronal, el cual parte de una serie de comandos que representan la salida del sistema ATO, y calcula el correspondiente perfil de velocidad, tiempo de viaje y consumo energético. El simulador ha sido validado con datos reales medidos en la red de metro de Valencia, con un error medio del 2,87% en la estimación de tiempo y del 3,62% en la estimación de la energía. Mediante este simulador se han calculado más de 5.800 combinaciones de comandos ATO para 32 tramos de la red de metro de Valencia (considerando ambos sentidos de circulación) y se han calculado los frentes de Pareto reales para cada caso.

A partir de aquí, se han aplicado cinco algoritmos meta-heurísticos (NSGA-II, MOPSO, SPEA-II, MOEA-D y MOACOr) para obtener conjuntos de soluciones no-dominadas en cada uno de los 64 casos de estudio, y se ha evaluado el grado de convergencia, regularidad y diversidad de cada conjunto de soluciones con una serie de métricas, aplicando un análisis estadístico para detectar diferencias significativas. Se ha observado que los cinco algoritmos ofrecen resultados similares en términos de convergencia y regularidad, pero que el algoritmo MOPSO destaca significativamente en términos de diversidad (y, en menor medida, el algoritmo SPEA-II), siendo el algoritmo más habitual (NSGA-II) el que peor resultados presenta en este sentido. Estos resultados pretenden ofrecer una cierta guía para escoger algoritmos más efectivos en futuros estudios de optimización de marchas ferroviarias.