

Resumen

Hoy en día, los costes asociados al transporte de mercancías representan una gran parte del coste final de un producto. Poco a poco, la deslocalización y la globalización ha provocado que haya un flujo creciente de mercancías, elaboradas o no, a lo largo de todo el mundo, y esa tasa de crecimiento sigue aumentando. Ante tal flujo de mercancías, y por medio del desarrollo de la llamada ingeniería del transporte, han aparecido tipologías de redes de distribución que optimizan los recursos de una red. Una de estas redes es la llamada *hub&spoke*.

La localización de las instalaciones llamadas *hubs* es una materia creciente tanto en las redes de comunicaciones como en el flujo de pasajeros de aerolíneas o las redes de paquetería. El problema que se trata en la presente tesina modela la situación cuando n nodos pueden interactuar solamente a través de un conjunto de p *hubs* completamente conectados; estos dos conjuntos, *hubs* y nodos, y sus respectivos arcos de unión, conforman un grafo totalmente interconectado. Usando la cantidad de flujo y el coste por unidad de flujo entre dos nodos en una red, se debe decidir sobre la localización de *hubs* y sobre la asignación de cada nodo que no es *hub* a aquéllos que lo son. Nos referiremos a este problema como el *hub location problem* (HLP).

El presente estudio pretende analizar el estado del estudio de la localización y la asignación de *hubs* (tanto los estudios sobre movimientos de mercancías, como esquemas de tráfico aéreo o redes de telecomunicaciones; en resumen, que tengan una tipología similar) para posteriormente proponer un modelo que pueda emplearse para tomas de decisión sobre localizaciones óptimas de centros de intercambio modal (CIMs) y plataformas logísticas. Para ello se pretende trabajar en dos sentidos diferenciados: proponer una nueva formulación que interprete e incluya las variables que se consideran más importantes para aplicar el modelo a encaminamiento de mercancías y proponer un nuevo método de resolución de este tipo de problemas mediante técnicas metaheurísticas (empleo de la Búsqueda tabú).

Para definir una nueva formulación, se debe recopilar una muy buena base matemática sobre la materia, debido a que es usual que nuevas formulaciones contengan características muy similares a las aportadas por otros autores. Una vez familiarizados con la materia, se procederá a presentar las directrices que puedan dar pie a configurar una función objetivo, gracias a la definición de las características básicas que conforman cualquier formulación de esta índole: método de asignación, capacidad de *hubs*, dominio de soluciones escogido, estrategias de envío consideradas, costes incluidos y prefijación o no del número de *hubs* que actúan.

Con el objeto de poder validar la nueva propuesta, se han utilizado datos y escenarios disponibles en la literatura, y se ha editado un pequeño modelo a nivel español para aumentar el significado físico del modelo.

El modelo es un nuevo método metaheurístico basado en la Búsqueda tabú, mezclado con algoritmos voraces, para el problema de localización y asignación de p *hubs* interactuando con n nodos en una red. El modelo, bautizado como LATS (localización y asignación con Tabu Search) realiza, en cada iteración, una búsqueda de soluciones óptimas en el vecindario de una solución determinada. Como se trata de un modelo de búsqueda, y para evitar un comportamiento cíclico, se ha creado una lista tabú donde se recogen los movimientos más eficientes durante un corto espacio de tiempo para que el algoritmo huya de esas soluciones e investigue otros espacios de búsqueda. Se han realizado 3 versiones del algoritmo: LATS1, con diversificación de soluciones aleatoria; LATS2, con diversificación de soluciones voraz; y LATS3, con diversificación de soluciones voraz y vecindario reducido.

Se han analizado los resultados en términos de precisión y velocidad de cálculo, siendo LATS2 el más preciso y LATS3 el más rápido, reduciendo los tiempos de ejecución en más de 40%. El modelo se ha aplicado a un caso de transporte de mercancía por carretera en el estado español, obteniendo un resultado satisfactorio.

Con estas nuevas metodologías de resolución, se ha abierto un punto de partida para futuras investigaciones sobre la materia.

Palabras clave: Hub; Localización; Asignación; Búsqueda tabú; Metaheurística
