

Introducción de penalizaciones de giro en el Problema General de Rutas con Capacidades sobre Grafos Mixtos

EULALIA MARTÍNEZ, DAVID SOLER, JOSÉ ALBIACH
Dpto. de Matemática Aplicada-IMPA, Univ. Politécnica de Valencia
eumarti@mat.upv.es, dsoler@mat.upv.es, jalbiach@mat.upv.es

Resumen

Uno de los problemas más importantes en optimización combinatoria es el que tiene relación con el diseño de rutas para una flota de vehículos sobre un grafo mixto, de tal manera que se minimice el coste total del recorrido y se satisfagan con mínimo coste las restricciones de capacidad de los vehículos y la demanda presente en el grafo (ver por ejemplo [1] y [3]). El interés en el estudio de este problema radica fundamentalmente en el gran número de aplicaciones conocidas, cuya solución asegura economías importantes en los costes de ejecución de muchos proyectos. Problemas como el de la recogida de basuras en las grandes ciudades, el reparto de todo tipo de mercancías y el transporte escolar son algunas aplicaciones importantes en esta materia.

Este problema es llamado Problema General de Rutas con Capacidades sobre Grafos Mixtos (PGRCM) y puede enunciarse de la siguiente manera:

Sea $G = (V, E \cup A)$ un grafo mixto fuertemente conexo donde: cada enlace $(i, j) \in E \cup A$ tiene asociado un coste $c_{ij} \geq 0$, el vértice 1 representa un depósito donde hay k vehículos con idéntica capacidad W , existe un conjunto $V_R \subseteq V$ tal que cada vértice $i \in V_R$ tiene asociada una demanda positiva $q_i \leq W$, existe un conjunto $A_R \subseteq A$ tal que cada arco $(i, j) \in A_R$ tiene asociada una demanda positiva $q_{ij} \leq W$, existe un conjunto $E_R \subseteq E$ tal que cada arista $(i, j) \in E_R$ tiene asociada una demanda positiva $q_{ij} \leq W$ y la suma de todas las demandas no es mayor que kW .

Encontrar k tours en G de forma que cada tour pase por el depósito, las demandas en V_R , A_R y E_R se satisfagan, cada una por exactamente un tour, la demanda satisfecha por cada tour no supere W y la suma de los costes de los k tours sea mínima.

Este problema, al igual que la gran mayoría de los problemas académicos de rutas de vehículos asume que todos los giros son permitidos y que no consumen tiempo (coste) en su realización. Sin embargo, en algunos problemas reales especialmente para rutas dentro de ciudades y en particular para camiones, algunos giros son más costosos y/o peligrosos en su realización. Además, al menos en grandes ciudades, muchos giros en U y algunos giros a izquierda son prohibidos. Por consiguiente, para estos casos la solución dada por la modelización matemática del problema puede no ser posible si se deben respetar las señales de tráfico.

Recientemente, algunos problemas conocidos de rutas de vehículos resueltos sobre grafos han sido generalizados incluyendo penalizaciones de giro y giros prohibidos en el coste de la solución (ver por ejemplo [2] y [4]). Pero por lo que sabemos, este tipo de generalización no se ha realizado para el PGRCM, unos de los problemas de rutas más complejos existentes.

En este artículo presentamos una generalización del PGRCM que considera penalizaciones de giro y giros prohibidos: el conjunto de los k tours de la solución óptima al problema debe atravesar todos los vértices requeridos y enlaces (arcos y aristas) requeridos sin realizar giros prohibidos y su coste total será la suma de los costes de los enlaces atravesados junto las penalizaciones asociadas a todos los giros realizados para pasar de un enlace a otro.

Lo importante de esta aportación es que demostramos que existe una transformación en tiempo polinomial de nuestro problema generalizado a otro problema conocido de rutas por arcos, para el que se han descrito en la literatura científica tanto algoritmos exactos como heurísticos para su resolución, por lo que podemos resolver, al menos desde un punto de vista teórico, el problema complejo presentado, tanto de forma exacta como aproximada.

Sección en el CEDYA 2007: CO o Matemática Discreta

Referencias

- [1] J.C. Ángel, D. Soler, A. Hervás. *The capacitated general routing problem on mixed graphs*. Investigación Operacional 23 (2002), 15-26.
- [2] A. Corberán, R. Martí, E. Martínez, D. Soler. *The rural postman problem on mixed graphs with turn penalties*. Computers & Operations Research 29 (2002), 887-903.
- [3] R. Pandit, B. Muralidharan. *A capacitated general routing problem on mixed networks*. Computers & Operations Research 22 (1995), 465-478.
- [4] D. Soler, E. Martínez, J.C. Micó. *A transformation for the mixed general routing problem with turn penalties*. Journal of the Operational Research Society (2007), doi:10.1057/palgrave.jors:2602385.