

El impacto de la asimetría en la resolución de problemas de distribución y rutas.

Alejandro Rodríguez¹, Rubén Ruiz²

¹ Grupo de Sistemas de Optimización Aplicada, Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Pza. Ferrándiz Carbonell, 2 03801 Alcoy, España arodriguez@doe.upv.es

² Grupo de Sistemas de Optimización Aplicada, Instituto Tecnológico de Informática, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46021 Valencia, España rruiz@eio.upv.es

Palabras clave: ATSP benchmark algoritmos asimétrico

1. Objetivos

Es por muchos conocida la gran importancia que en la investigación operativa ha tenido y sigue teniendo el estudio del clásico problema del viajante de comercio (*TSP – Traveling Salesman Problem*):

- Por un lado, su gran complejidad de resolución incluso para problemas aparentemente sencillos y de pequeñas dimensiones (NP-completo) ha sido un gran reto para los investigadores; que desde hace décadas han dedicado un gran esfuerzo a desarrollar técnicas de resolución, procurando a cada paso mejorar los resultados obtenidos por técnicas anteriores: ya sea en términos de proximidad al óptimo, como en calidad de la solución frente a tiempos de computación necesarios.
- Por otro lado, es visible y de gran importancia su aplicación práctica en la resolución de problemas reales de dirección de operaciones y logística: secuenciación de operaciones, problemas de rutas, entre otros.

Sin embargo, al revisar la literatura científica y los algoritmos desarrollados, se detecta cierta contradicción entre ambos objetivos. Si bien muchos autores justifican la importancia de sus desarrollos en la aplicación práctica de los mismos, son pocos los que realmente tienen en consideración la particular complejidad y asimetría de la realidad, que en cambio, obvian y simplifican para testear sus heurísticas. Dicho de otro modo, la gran mayoría de los problemas reales de secuenciación y de rutas (por citar sólo estos dos tipos) requieren de estructuras de datos en forma de grafos dirigidos y asimétricos (*ATSP – Asymmetric Traveling Salesman Problem*), mientras que por el contrario, la mayor parte del esfuerzo y de la literatura se centra en el desarrollo de técnicas para la resolución del problema en entornos de grafos no dirigidos y simétricos (*symmetric TSP*). Existe un supuesto comúnmente aceptado de que un algoritmo o método que funcione bien para un entorno simétrico, lo hará también para un entorno asimétrico. En este trabajo pretendemos refutar este supuesto.

La justificación y el origen de este trabajo es precisamente analizar y cuantificar la importancia de la asimetría (propia de las redes reales) frente a los resultados obtenidos por las mejores técnicas y heurísticas de resolución conocidas para los problemas TSP y ATSP.

¿Son validas las técnicas y heurísticas TSP en entornos asimétricos? ¿Cuál es el impacto en términos de calidad de la solución (proximidad al óptimo) y tiempos de computación?

2. Desarrollo del estudio

Este artículo se organiza de la siguiente manera:

- En primer lugar, se hace una selección y una breve descripción de las principales técnicas y algoritmos seleccionados para este estudio: nn - nearest neighbor algorithm (1957), 2-Opt heuristic (1958), Lin and Kernighan (1973), Concorde TSP solver (2003), LKH Keld Helsgaun (1998). Dicha selección se ha realizado en base al reconocimiento científico y a la bondad de sus soluciones obtenidas procurando recoger en los resultados un espectro desde las técnicas más simples y clásicas hasta las más actuales y avanzadas.
- A continuación se describen los indicadores que se utilizarán en el estudio para valorar los resultados (valor de la función objetivo, distancia al óptimo y tiempo de computación). También se describe el ámbito de los experimentos y el procedimiento utilizado (generación de experimentos, *hardware* y *software* utilizado).
- Por último, se presentan y analizan los resultados obtenidos, haciendo una comparativa en función de las técnicas utilizadas, el tamaño del problema (número de nodos), la asimetría y su reformulación.

En las conclusiones de este trabajo se contesta a las cuestiones anteriormente planteadas, y puede observar como algunas de las más reconocidas técnicas y heurísticas de resolución TSP se comportan de un modo ineficaz e ineficiente frente a entornos reales con asimetría. Así mismo, se reconoce y se mide la bondad de la heurística LKH para diferentes grados de tamaño y asimetría del problema.

3. Aplicación de los resultados en un problema real

Como punto final, los autores de este trabajo presentan la aplicación práctica de este conocimiento en el desarrollo de una plataforma para la resolución de problemas reales de rutas en un entorno de redes reales de transporte asimétricas y dinámicas.

Referencias

Applegate, D.; Cook, W.; Rohe, A. (2003). Chained Lin-Kernighan for large traveling salesman problems. *INFORMS Journal on Computing*, 15(1): 82-92.

Croes, G.A. (1958). A method for solving traveling-salesman problems. *Operations Research*, 6(6): 791-812.

Helsgaun, K. (1998). An Effective Implementation of the Lin-Kernighan Traveling Salesman Heuristic. *Writings on Computer Science*. Roskilde University, No. 81.

Lin, S.; Kernighan, B. W. (1973). An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling-Salesman Problem. *Operations Research*, 21, 498-516.

Prim, R. (1957). Shortest connection networks and some generalizations. *Bell System Technical Journal*, 36:1389-1401.