

# Aleatorización Sesgada

Alvarez Estarlich, Mauro  
Requero Martín, David  
Serrano Gómez, Enrique

December 6, 2020

## 1 Resumen y Comentario

### 1.1 On the use of Monte Carlo simulation, cache and splitting techniques to improve the Clarke and Wright Savings heuristics (Juan, A. et. al. (2011))

El transporte por carretera es el principal modo de transporte de bienes y se necesitan modelos y métodos eficientes para ayudar en los procesos de toma de decisiones de este campo.

El artículo habla sobre el Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) del cual el objetivo principal es encontrar la solución (viable) de mínimo coste. Además, se introduce el algoritmo probabilístico SR-GCWS-CS, con el cual quieren probar como se pueden usar los métodos basados en simulación para mejorar heurísticos existentes.

#### **El algoritmo SR-GCWS-CS**

Combina la simulación de Monte Carlo (MCS) con el heurístico de ahorros Clarke and Wright (CWS). Además, utiliza técnicas de “Divide y vencerás” y memoria cache de soluciones obtenidas. De esta manera, puede proveer, de manera eficiente, un conjunto de soluciones pseudo-óptimas para CVRP.

#### **Combinación de MCS con CWS**

Este método asigna una probabilidad sesgada, con ruido, a cada arista en la lista de ahorros de CWS. Aristas con mayores ahorros tendrán más probabilidad de ser escogidas antes para combinarse.

Para cada ruta generada, el mejor orden de viaje conocido entre los nodos se guarda en una especie de memoria cache. Esto se usa para mejorar la calidad de generación de futuras rutas.

El conjunto original de nodos se divide en subconjunto disjuntos y se resuelven de manera independiente para después generar la solución global.

Este método híbrido ofrece ventajas sobre otros metaheurísticos:

- a ) Simple.
- b ) Metodología flexible y robusta.
- c ) Buen rendimiento generando soluciones.
- d ) No requiere ajustes de alta precisión.
- e ) Se puede ejecutar en paralelo.

### Valoración

Es un artículo bien estructurado ya que responden a la mayoría de las preguntas que alguien se podría hacer al leerlo: Qué problema hay, en que consiste, como se ha solucionado y que métodos se han utilizado anteriormente, como lo van a solucionar ellos y por qué lo hacen así, etc.

Aparte de la estructura, las explicaciones están bien hechas, dando contexto a cada nuevo concepto/término para utilizarlo más adelante. Además, da referencias para que el lector profundice si lo desea y es sencillo de entender. Hubiera sido interesante que cogieran una instancia pequeña como ejemplo y que mostraran como cambian las rutas en cada optimización añadida (CWS +MCS, CWS + MCS + Hash map, CWS + MCS + Hash map + Split ).

#### 1.2 The SR-GCWS hybrid algorithm for solving the capacitated vehicle routing problem. (Juan, A. et. al. (2010))

El artículo presenta un nuevo planteamiento para encontrar soluciones al “capacitated vehicle routing problem” (CVRP). Para ello introducen el concepto de Clarke and Wright Savings (CWS), que es usado para asignar una puntuación a cada arista en función del “ahorro” que supone seleccionarlo para moverse de un nodo a otro, siempre y cuando no se violen las reglas establecidas por el problema. También se añade la técnica de Monte Carlo simulation (MCS) ya que se ha visto que resulta muy útil a la hora de resolver problemas complejos mediante el uso de números aleatorios y distribuciones estadísticas.

Poniéndolo todo junto, para cada paso en el que se deba seleccionar una nueva arista, primero se seleccionan aquellas que tengan un mayor “ahorro” y a cada una de ellas se le asigna una probabilidad de ser seleccionada (mayor probabilidad a los que presenten un “ahorro” mayor). La probabilidad que se asignará vendrá determinada por una distribución (cuasi-) geométrica, también seleccionada de un conjunto de distribuciones posibles. En concreto, el punto clave es la generación de cientos de soluciones posibles, cada una de ellas generada a partir de una versión aleatorizada de la solución obtenida por CWS. Con todo ello, se consigue un algoritmo altamente explorativo que es capaz de mejorar los resultados obtenidos por los algoritmos más vanguardistas, dentro de un periodo de tiempo aceptable.

### Valoración

El artículo plantea un algoritmo con claras ventajas frente a los algoritmos clásicos de optimización: es sencillo tanto en cuanto a la complejidad de programación como a las técnicas y conceptos que lo fundamentan, además no requiere de “tunning” de parámetros para obtener mejores resultados, por lo que se acorta el tiempo de experimentación para llegar a una solución subóptima pero aceptable cuando se compara con los mejores resultados obtenidos hasta la fecha. En cuanto a la redacción y la forma de presentar los diferentes conceptos, utilizando un lenguaje fácilmente comprensible, evitando un gran número de siglas y acrónimos, hace que la lectura no sea pesada y que el lector sea capaz de comprender los principales conceptos e ideas que se quieren transmitir. Queda por explorar el potencial de adaptación de esta solución para otros problemas de otros ámbitos.

### 1.3 Biased Randomization of Heuristics using Skewed Probability Distributions: a survey and some applications (Grasas, A. et. al. (2017))

La aleatorización sesgada (BRP) se plantea como una solución al problema de obtener algoritmos más exploratorios que permitan obtener soluciones a lo largo de todo el dominio del problema, fuera del intervalo situado en torno a un óptimo local. Se puede implementar empleando funciones empíricas o a través del uso de distribuciones de probabilidad sesgadas. El primer caso se basa en una función sesgada con un criterio que asigna un peso a cada candidato, a partir de los cuales se genera una distribución de probabilidad empírica. Sin embargo, el segundo caso presenta dos ventajas fundamentales: las distribuciones de probabilidad teóricas suelen ser función de un único parámetro fácilmente definible y se disponen de fórmulas analíticas para la obtención sus valores, que son más eficientes a nivel computacional al evitar el uso de bucles. La variación de dicho parámetro a partir de sus dos valores extremos permite obtener una selección más aleatoria o más sesgada. Empleando paralelización se pueden obtener numerosas soluciones candidato, lo cual resulta beneficioso para aplicaciones en las que el tiempo es un factor crítico. Se han implementado de forma experimental en cinco problemas de optimización con heurísticas constructivas (VRP, ARP, PFSP, UFLP, y 2DSPP). Se obtienen mejores resultados a mayor tiempo de ejecución y mayor número de agentes en paralelo. Además, se observa una mejora en los resultados frente a la heurística original, y en comparación con la aleatorización uniforme, donde se obtiene un resultado bastante deficiente en la mayoría de casos.

#### Valoración

Al tratar de evitar que los resultados obtenidos estén atrapados el entorno de un óptimo local, se corre el riesgo de que el proceso de selección aleatoria empleado descarte soluciones candidato plenamente válidas. El empleo de distribuciones estadísticas sesgadas se plantea como solución computacionalmente eficiente al combinar en una única función una fuente de aleatoriedad y de sesgo. Principalmente se han probado las distribuciones triangular y geométrica, aunque la gran variedad de distribuciones no simétricas permitirá implementar la opción más adecuada para el caso en cuestión, ya que las distintas distribuciones ofrecen distintos grados de asimetría y de dispersión de los valores. Es destable que este procedimiento se puede aplicar a heurísticas de problemas de muy diversa índole, en general con resultados óptimos. Por último, el empleo de técnicas de paralelismo con tal de aumentar su rendimiento permitirá aprovechar las últimas tecnologías de computación distribuida.

# Diseño y desarrollo de un algoritmo de búsqueda randomizada y heurística CWS aplicada al VRP

## 1 ) Introducción

El problema del rutaje de vehículos (VRP de sus siglas en inglés) se centra en la búsqueda del mejor conjunto de rutas por las que guiar a una flota de vehículos de mercancías cuyo deber es abastecer a los clientes. Pero el problema puede ser planteado con diferentes grados de complejidad en función de las restricciones y detalles que se quieran considerar con tal de asemejar el sistema cada vez más al mundo real. Las principales restricciones que se aplican al VRP se basan en:

- El uso de vehículos con una capacidad finita en cuanto al transporte de mercancías.
- Que los vehículos no pueden visitar dos veces un mismo cliente en su ruta de reparto.
- La presencia de un almacén desde el que todos los vehículos salen y al que deben volver tras el reparto.

El VRP tiene un gran interés tanto por los beneficios económicos que puede reportar, así como por los beneficios ecológicos que se pueden deducir del mismo.

## 2 ) Revisión de la literatura

Para el desarrollo de nuestro algoritmo nos hemos basado en la revisión de tres artículos: Juan, A. et. al. (2010) (1), Juan, A. et. al. (2011) (2) y Grasas, A. et. al. (2017) (3).

En el primer trabajo (1) demuestra como el uso de Clarke and Wright Savings (CWS) y simulaciones de Monte Carlo (MCS) favorecen la búsqueda de soluciones con un menor "coste" y además se introduce el uso de funciones (cuasi-) geométricas para la asignación de probabilidades a los candidatos a mejor ruta. Con este enfoque se consigue que el mejor candidato pueda o no ser elegido, ya que se le asigna una probabilidad (más elevada en función de la calidad de la solución) para que sea o no seleccionado.

En el segundo artículo (2) del mismo autor, a parte de las técnicas descritas anteriormente se añade el concepto de "splitting", basado en el principio de "divide y vencerás", por el cual se subdivide el conjunto de nodos en subgrupos para ser procesados de manera independiente y después unir las diferentes subsoluciones obtenidas en una solución única. Gracias a este planteamiento se consigue obtener soluciones donde las rutas se cruzan con menor frecuencia, es simple y permite ser ejecutado en paralelo.

En el artículo más reciente (3), se plantea el uso de la aleatorización sesgada como medida para obtener un algoritmo más explorativo, permitiendo obtener soluciones a lo largo de todo el dominio del problema. Para ello se plantean dos maneras de obtener distribuciones de probabilidad sesgadas, la primera basada en la obtención empírica y la segunda (y preferida) la basada en distribuciones teóricas generadas a partir de funciones matemáticas. Esta segunda opción es más rápida a nivel computacional y configurable a partir de los parámetros que definen la función de distribución.

3 ) **Algoritmo desarrollado**

4 ) **Experimento computacional y análisis de resultados**

5 ) **Conclusiones y trabajo futuro**