

Resolviendo el problema de encontrar multiples rutas con búsqueda tabú.

Rocela Durazo Verdugo, Pedro Flores Perez
Universidad de Sonora



Introducción

- El **problema de ruteo de vehículos** (VRP por sus siglas en inglés: Vehicle routing problem) es un problema de optimización combinatoria, donde se quiere transportar mercancías desde uno o varios almacenes a un número de clientes con una flota de vehículos. Este es un problema importante en los campos de transporte, distribución y logística. El *VRP* se puede plantear con varios objetivos. El más conocido es encontrar las rutas que deberán recorrer de un único almacén cada uno de los vehículos (todos con la misma capacidad) de tal manera que se minimice el costo total de transporte. Existen también versiones de este problema con vehículos de distintas capacidades o que tienen que realizar la entrega en un cierto horario establecido de antemano o que consideran varios almacenes.
- El objetivo de este cartel es presentar los resultados obtenidos aplicando el algoritmo de búsqueda tabú al problema de ruteo de vehículos con capacidades.

Problema de ruteo de vehículos con capacidades(CVRP)

- Un problema de ruteo de vehículos (VRP) introducido por Dantzig y Ramser [1] consiste en, dado un conjunto de clientes y depósitos dispersos geográficamente y una flota de vehículos, determinar un conjunto de rutas de costo mínimo que comiencen y terminen en los depósitos, para que los vehículos visiten a los clientes máximo una vez. Se considera un problema de optimización combinatoria y pertenece a la clase de problemas NP-completos, para los que no existe un algoritmo de tiempo polinomial que pueda resolverlos a optimalidad.
- Problema de ruteo de vehículos con capacidades(CVRP) es como VRP con la restricción adicional de que cada vehículo debe tener una capacidad uniforme.

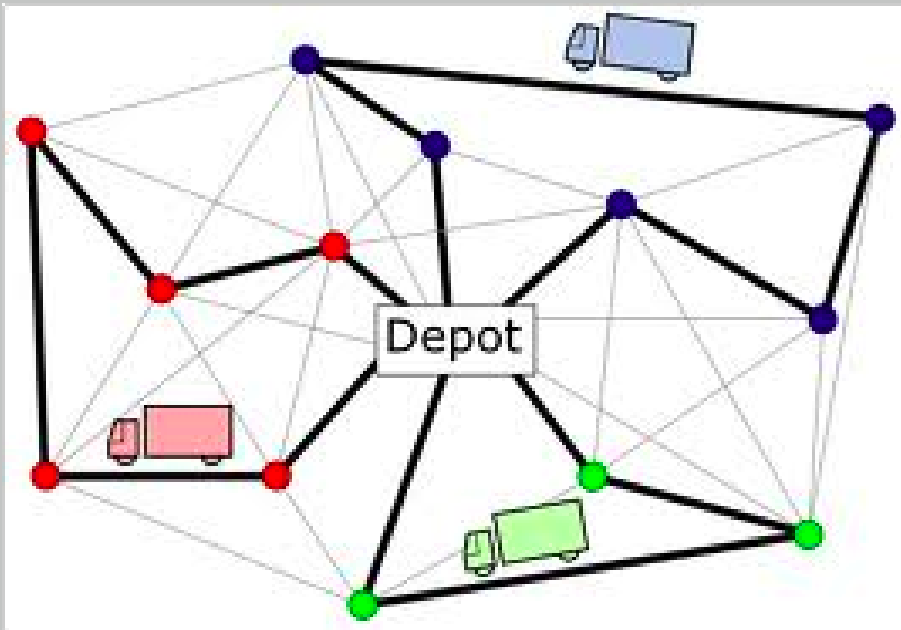


Figura : CVRP

Definición del problema para CVRP

- Definición de problema:
 - $G = (V_0, A)$ grafo completo no dirigido, donde $V_0 = \{0, 1, \dots, N\}$ es el conjunto de nodos
 - $A = \{(i, j) : 0 \leq i < j \leq N\}$ conjunto de aristas.
 - $V = V_0 \setminus \{0\}$ representa los N clientes, mientras el nodo 0 es el depósito.
 - El costo c_{ij} está asociado con cada borde $(i, j) \in A$.
 - d_i = demanda del nodo i .
 - Existe una flota de K vehículos idénticos disponibles con un máximo de capacidad Q .
 - cada cliente $i \in V$ requiere q_i unidades de producto ($0 < q_i \leq Q$).
- La solución del CVRP necesita la determinación de un conjunto de rutas (i.e. encontrar la asignación y visitar una secuencia de clientes), de tal manera que:
 - Cada cliente es visitado solo una vez por exactamente un vehículo.
 - La carga acumulada hasta algún cliente de una ruta no excede la capacidad del vehículo.
 - Todos los vehículos disponibles son utilizados.
 - Cada vehículo empieza y termina en el deposito.
 - El costo total es minimizado.
 - Usando una variable binaria X_{ij} que indica si el arco (i, j) es utilizado en la solución.
 - Objetivo: $\min \sum_{i \in V} \sum_{j \in V_0} C_{ij} X_{ij}$

Búsqueda Tabú (BT)

- La búsqueda tabú es una técnica iterativa de búsqueda local inteligente que trata de evitar que las soluciones caigan en óptimos locales. Para esto se utilizan unas estructuras de memoria de corto y largo plazo(lista tabú), acompañadas de criterios de aspiración. En esta técnica en una iteración se pretende pasar de una solución a la mejor solución vecina, sin importar si esta es mejor o peor que la solución actual. El criterio de terminación puede ser un cierto número máximo de iteraciones o un valor de la función por optimizar. El objetivo más general de la lista tabú es continuar estimulando el descubrimiento de soluciones de alta calidad. En general, un tipo común de restricción opera seleccionando algún subconjunto de atributos y declarando un movimiento tabú un determinado número mínimo de veces. Otra característica son los criterios de aspiración que se introducen para determinar cuándo pueden ser reemplazadas las restricciones tabú, eliminando así una clasificación tabú aplicada a un movimiento en otro caso (Glover y Melian, 2003). [3]
- La búsqueda tabú es utilizado en problema de optimización combinatoria como problemas de programación, planeación, ruteo, agente viajero y problemas relacionados.

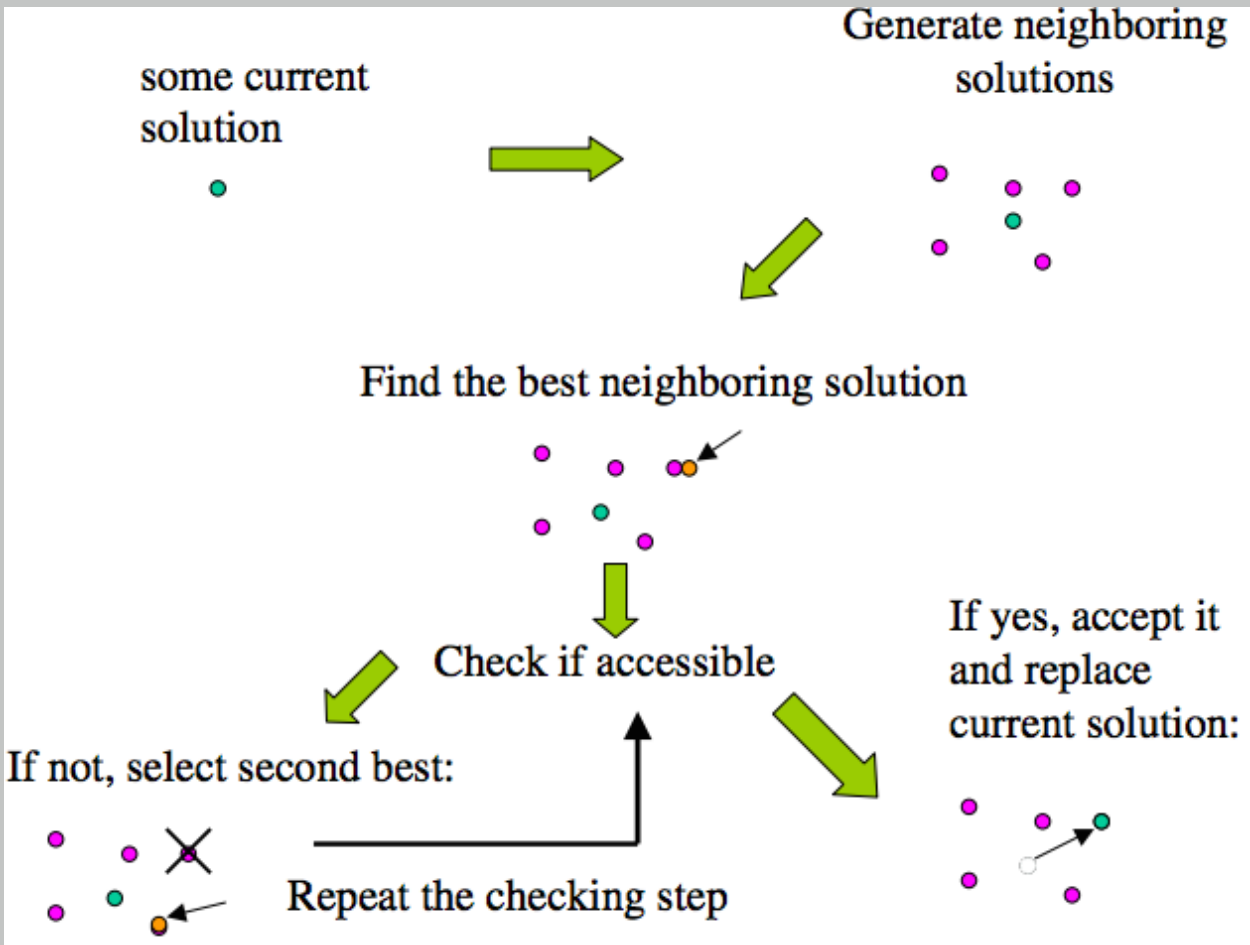


Figura : Flujo del algoritmo

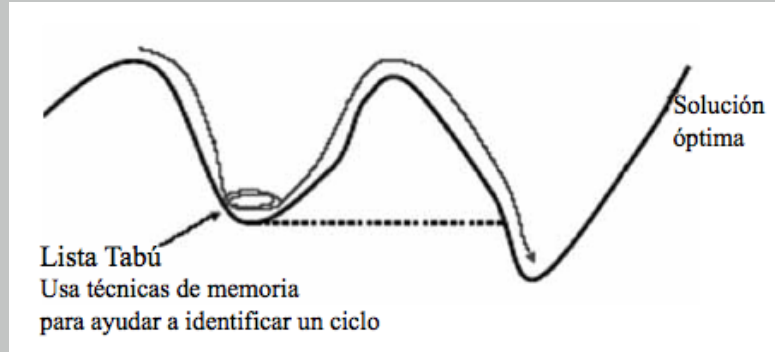


Figura : Mejoramiento mediante BT

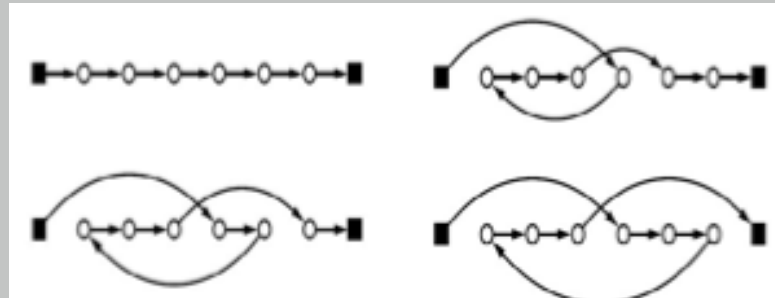


Figura : Movimientos

Resultados Computacionales:

- Nuestra unidad de prueba consistió en instancias VRP de tamaño mediano tomadas de Networking and Emeging Optimization (NEO) [4]
- Parámetros para el algoritmo: tamaño de lista tabú de 1 y entre 1,000-10,000 iteraciones.

Problema	Dimensión	Capacidad	Distancia	Vehiculos
A-n32-k5	32	100	787.082	5
A-n33-k5	33	100	663.826	5
A-n53-k7	53	100	1033.53	7

Cuadro : Resultados

References

- G.B. DANTZIG Y R.H. RAMSER (1959):
The Truck Dispatching Problem. Management Science
- GLOVER, F. Y LAGUNA, M. (1997), *Tabu search. Kluwer Academic Publishers..*
- JULIO MARIO DAZA, JAIRO R. MONTOYA Y FRANCESCO NARDUCCI (DICIEMBRE 2009), *Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento metaheurístico de dos fases.* Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 12, p. 23-38.
- NETWORKING AND EMEGING OPTIMIZATION:
This web is dedicated to the study of VRP, NEO Research Group,
<http://neo.lcc.uma.es/vrp/vrp-instances/capacitated-vrp-instances/>