

Abstract geometric lines in white on a black background, forming various polygons and intersecting lines.

# ENHANCED PROFITABLE TOUR PROBLEM

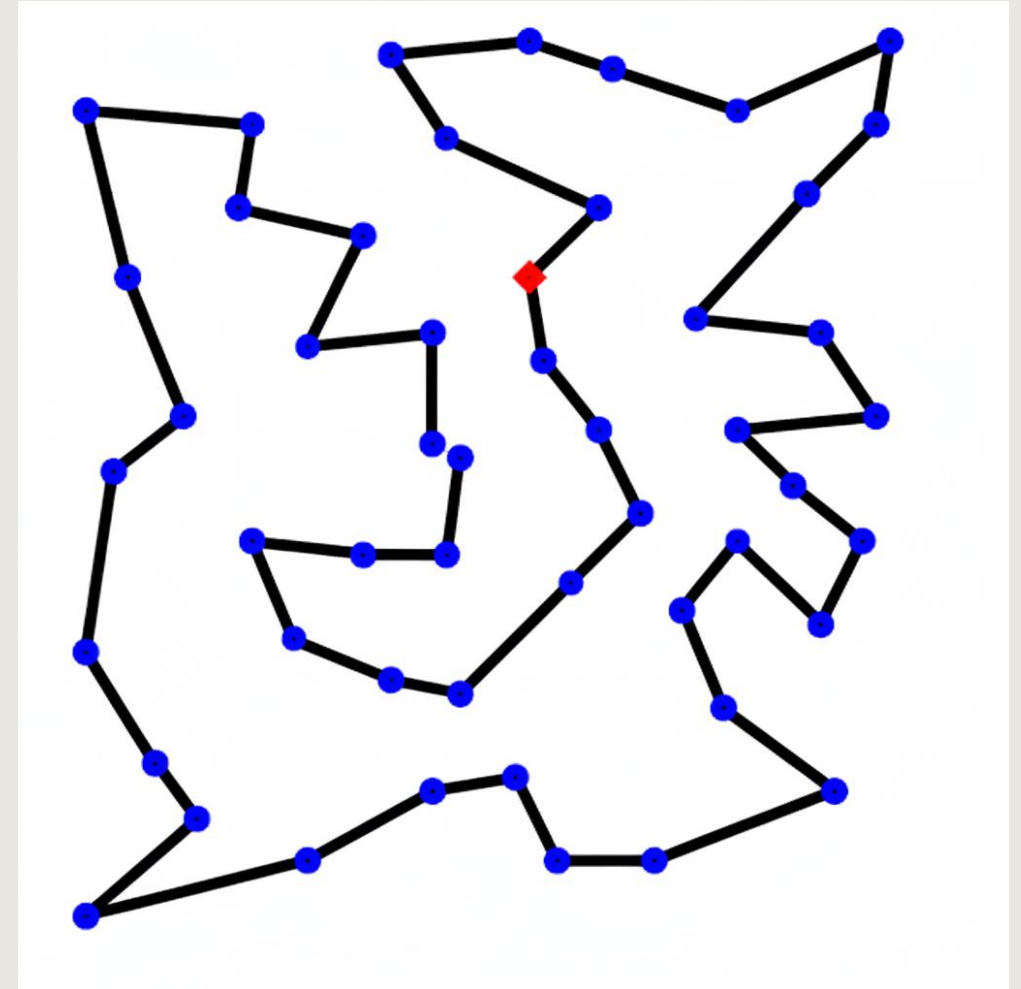
Marcel Silva  
msilvan@usm.cl

# INTRODUCCIÓN

El **Enhanced Profitable Tour Problem** (EPTP) es una **generalización de Traveling Salesman Problem** (TSP) : Dado un conjunto de ciudades, encontrar la ruta más corta que visita todas las ciudades y regresa al origen.

Este problema aparece en aplicaciones de la vida real, como un turista queriendo visitar varios atractivos, o aplicaciones como Uber donde se deben entregar varios pedidos

Sin embargo, **no siempre queremos o podemos visitar todos los puntos.**



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

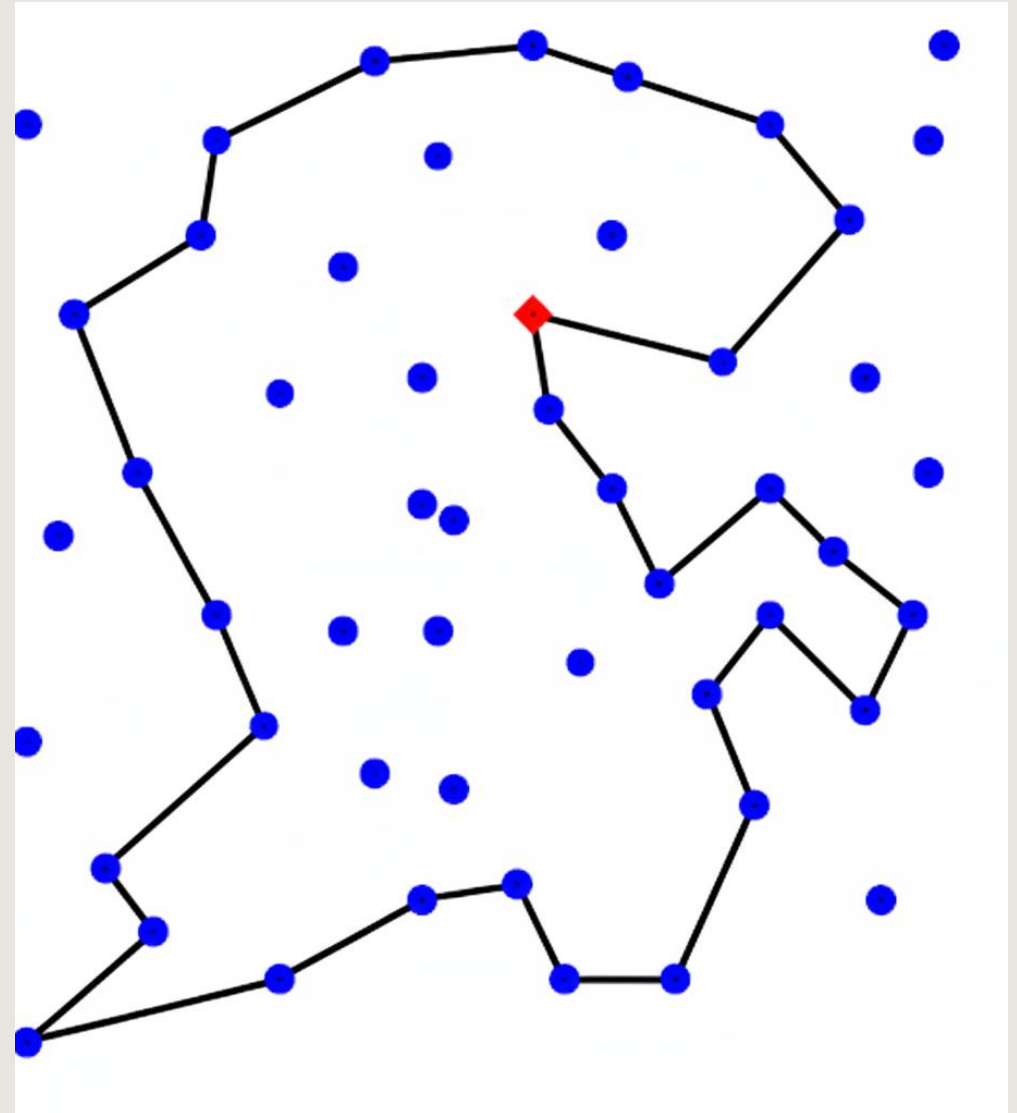
En EPTP **no elegimos visitar todos los nodos**, sino un **subconjunto** de estos.

También, tanto los **nodos como los arcos tienen una valorización** dada por el usuario que desea realizar el recorrido.

Cada **nodo** además tiene un **tiempo de servicio**, que representa la permanencia necesaria en ese punto.

Los nodos también poseen ventanas de tiempo  $[e_i, l_i]$ , que indican el intervalo en el cual el nodo puede ser visitado.

El **objetivo** consiste en **hallar un subconjunto de nodos de tal modo que maximice la valorización neta** del usuario.





# PARÁMETROS

- $V = \{1, 2, \dots, n\}$  : conjunto de nodos
- $A \subseteq V \times V$  : conjunto de arcos dirigidos
- $U = \{1, 2, \dots, m\}$ : conjunto de usuarios.
- $t_i$  : tiempo de servicio en el nodo  $i, i \in V$
- $d_{ij}$ : tiempo de viaje asociado al arco  $(i, j) \in A$ .
- $T_k$ : tiempo total para el usuario  $k, k \in U$ .
- $c_{ijk}$ : valorización del arco  $(i, j)$  que le da el usuario  $k, i, j \in V, k \in U$
- $s_{ik}$ : valorización del nodo  $i$  que le da el usuario  $k$
- $[e_i, l_i]$ : ventana de tiempo en la que el nodo  $i$  está disponible.



# RESTRICCIONES

- El tour comienza y termina en el nodo 1
- El tour consiste en un subconjunto de nodos
- Cada nodo del tour es visitado a lo más una vez
- Todos los usuarios comienzan en un tiempo inicial  $t = 0$ .
- La duración total del recorrido no debe exceder el tiempo total de cada usuario
- Cada nodo  $i$  solo puede visitarse dentro de su ventana de tiempo  $[e_i, l_i]$
- Si se arriba antes de  $e_i$ , se espera; si se arriba después de  $l_i$ , el nodo no puede visitarse.

# INSTANCIAS

- Archivo 1 : nodos/arcos
  - número de nodos
  - tiempos de servicio de los nodos
  - ventanas de tiempo de cada nodo
  - Matriz de distancias/tiempos

```
5
2 3 1 4 2
0 10 2 8 5 12 3 15 7 20
0 9 7 3 6
5 0 4 8 7
1 4 0 3 5
9 8 4 0 5
3 7 2 5 0
```

# INSTANCIAS

- Archivo 2: usuarios/valorizaciones
  - número de usuarios
  - Para cada usuarios:
    - tiempo total disponible
    - valorización de cada uno de los nodos
    - valorización de los arcos

```
2
30
8 2 0 5 6
0 2 4 0 5
8 0 1 1 3
5 2 0 7 9
1 4 7 0 2
8 6 3 6 0
40
5 3 10 1 4
0 5 3 6 3
4 0 1 2 5
2 4 0 7 2
9 3 2 0 8
5 4 5 1 0
```

# SALIDA

- Para cada usuario:
  - Valor del tour (suma de las valorizaciones de los nodos y arcos)
  - Tiempo total disponible y tiempo total empleado en el tour
  - Nodos pertenecientes al tour

```
142
30 20
1 4 2 5 3
168
40 25
5 2 3
```

\* El ejemplo de salida es sólo para fines de mostrar el formato, no es en ningún caso una solución real





# CONSIDERACIONES

- Para este problema se consideran múltiples usuarios. Sin embargo, el algoritmo no debe ejecutarse en paralelo, sino uno a la vez por usuario.
- El tour siempre comienza y termina en el nodo 1.
- El tiempo empleado en el tour incluye tiempos de viaje, tiempos de servicio y tiempos de espera por ventanas de tiempo.
- Si un nodo no puede visitarse dentro de su ventana, debe descartarse.
- El servicio de un nodo debe completarse dentro de su ventana de tiempo. Si el servicio no cabe, el nodo no se puede visitar
- Todos los usuarios empiezan con un tiempo inicial  $t = 0$



# REFERENCIAS

- Kasi Viswanath Dasari, Venkatesh Pandiri, and Alok Singh. Multi-start heuristics for the profitable tour problem. *Swarm and Evolutionary Computation*, 64:100897, 2021.
- Pengfei He, Wenchong Chen, Qinghua Wu, and Fengjun Xiao. Capacitated profitable tour problem with cross-docking. *Computers & Operations Research*, 181:107077, 2025.
- Matthias Joest and Wolfgang Stille. A User-Aware Tour Proposal Framework using a Hybrid Optimization Approach. In *Proceedings of the 10th ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, McLean, Virginia, USA, 2002. ACM
- Gonzalo Lera-Romero and Juan José Miranda-Bront. A branch and cut algorithm for the time-dependent profitable tour problem with resource constraints. *European Journal of Operational Research*, 289(3):879–896, 2021