

# Team Orienteering Problem

## Presentación del Problema

Manuel Weitzman  
`manuel.calquin.14@sansano.usm.cl`

INF-295 Inteligencia Artificial  
Universidad Técnica Federico Santa María

25 de septiembre de 2018

# Descripción

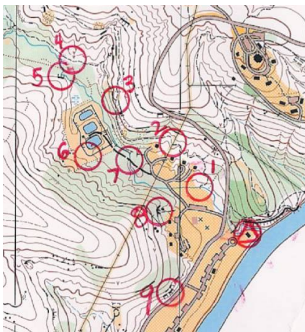
*Orienteering*<sup>1</sup> es un deporte *outdoor* generalmente practicado en áreas montañosas o bosques. Con sólo un mapa y una brújula, un competidor inicialmente en un punto de control comienza a visitar tantos otros puntos como puede dentro de una ventana de tiempo. Finalmente llega a un punto de control final.



---

<sup>1</sup>Orientación.

# Descripción



Cada punto de control tiene un puntaje asociado, por lo cual el objetivo es maximizar el puntaje obtenido. Un competidor que llega al punto final fuera de la ventana de tiempo es descalificado. El competidor con mayor puntaje que no ha sido descalificado es el ganador. Como el tiempo es limitado, puede que un competidor no visite todos los puntos de control. Por lo tanto, cada competidor debe elegir un subconjunto de puntos y un orden para visitarlos. Esto se conoce como el Orienteering Problem (OP).

# Diagrama

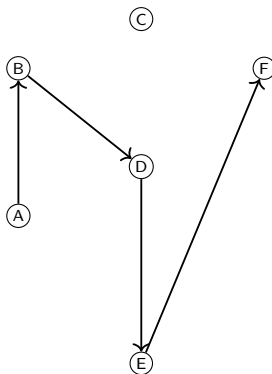


Figura 1: Una posible solución a una instancia del OP.



# Descripción



El Team Orienteering Problem extiende el OP. Un equipo que consiste de varios miembros comienzan en un punto de control. Cada integrante trata de visitar tantos puntos como puede y finaliza en el punto de control final. Una vez que un miembro del equipo visita un punto y gana el puntaje asociado, ningún otro miembro será premiado por visitar dicho punto. Por lo tanto, cada miembro debe elegir un subconjunto de puntos que tenga un *overlap* mínimo con sus compañeros, y un orden para visitarlos, de modo de no sobrepasar la ventana de tiempo y maximizar el puntaje grupal.

# Diagrama

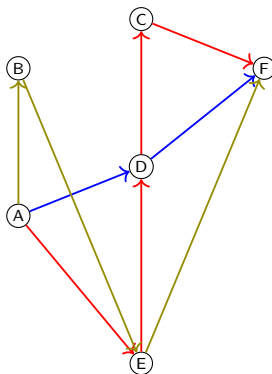


Figura 2: Una posible solución a una instancia del TOP con 3 integrantes.

# Team Orienteering Problem

Una posible combinación de dos problemas

Es decir, se debe encontrar

- 1 Una ruta para cada integrante (SHPP<sup>2</sup>).
- 2 Un subconjunto de nodos a visitar por cada integrante (0/1-KSP<sup>3</sup>).

Por lo que se podría decir que el TOP es  $\{\text{SHPP}\} + \{0/1\text{-KSP}\}$ .

---

<sup>2</sup>Shortest Hamiltonian Path Problem.

<sup>3</sup>0/1-Knapsack Problem.

# Aplicaciones

## Team Orienteering Problem

Entre las aplicaciones se puede encontrar

- 1 Visita de técnicos a clientes.
- 2 Aplicaciones turísticas: Paquetes de viaje, recorridos turísticos.
- 3 Entrega de combustible a bombas.

etcétera.



# Parámetros

$N$  = Número de vértices (puntos de interés).

$M$  = Número de rutas.

$T_{\text{máx}}$  = Tiempo máximo permitido para completar cada ruta.

$S_i$  = Puntuación (*score*) del vértice  $i$ -ésimo.

$t_{ij}$  = Tiempo para viajar del vértice  $i$ -ésimo al  $j$ -ésimo<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup>Proporcional a la distancia *euclídeana* en los casos de prueba.

# Función Objetivo

Maximizar la puntuación total

$$\text{máx } z = \sum_{i=1}^N y_i \cdot s_i$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si el } i\text{--ésimo vértice es visitado} \\ 0 & \text{si no} \end{cases}$$

# Restricciones

- Cada ruta comienza en el primer vértice y termina en el vértice  $N$ -ésimo.
- En **cada ruta** no aparece el mismo vértice más de una vez.
- Visitar un vértice es premiado a lo sumo una vez.
- El tiempo de recorrer **cada ruta** no excede  $T_{\text{máx}}^5$ .
- Deben generarse exactamente  $M$  rutas.

---

<sup>5</sup>Es equivalente a decir que la ruta más cara no excede  $T_{\text{máx}}$ .

# Instancias

## Formato de Entrada

Cada línea posee valores separados por un espacio:

**Primera línea:** Caracter  $n$  seguido del número total de puntos de control.

**Segunda línea:** Caracter  $m$  seguido del número total de rutas a generar.

**Tercera línea:** String  $t_{\max}$  seguido de el tiempo máximo a tardar en cada ruta.

**$N$  líneas subsiguientes:** Cada línea posee la posición cartesiana y *score* de los puntos de control en el formato  $x$   $y$   $s$ .



# Instancias

## Formato de Salida

Se debe indicar el *score* de la solución obtenida, seguido de las rutas con su tiempo asociado.

**Primera línea:** `int` indicando el *score* total de la solución.

***M* líneas subsiguientes:** Tiempo gastado en ruta, seguido de una lista conformada por los nodos en el orden visitado y separados por un espacio, por ejemplo:

37.125866 1 2 6 4 7 19 44

# Formato de Entrada

```
n 6
m 2
tmax 17.0
0.0000 0.0000 0
0.0000 3.0000 5
2.5000 4.0000 2
2.5000 1.0000 9
2.5000 -3.0000 8
5.0000 3.0000 0
```

# Representación de Entrada

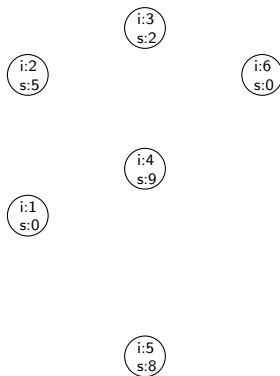


Figura 4: Una posible instancia del TOP.

# Formato de Salida

24

16.701562 1 2 4 5 6

7.409573 1 3 6

# Representación de Salida

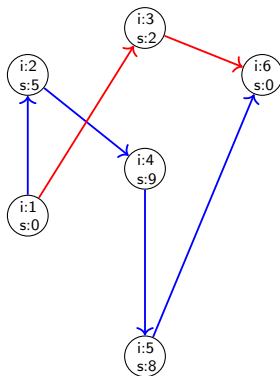


Figura 5: Una posible solución a una instancia del TOP con 2 rutas.

## Referencias Relevantes



Chao, I.-M., Golden, B. L., and Wasil, E. A. (1996a).  
A fast and effective heuristic for the orienteering problem.  
*European journal of operational research*, 88(3):475–489.



Chao, I.-M., Golden, B. L., and Wasil, E. A. (1996b).  
The team orienteering problem.  
*European Journal of Operational Research*, 88(3):464–474.



Vansteenwegen, P., Souffriau, W., and Van Oudheusden, D. (2011).  
The orienteering problem: A survey.  
*European Journal of Operational Research*, 209(1):1–10.

# Team Orienteering Problem

## Presentación del Problema

Manuel Weitzman  
`manuel.calquin.14@sansano.usm.cl`

INF-295 Inteligencia Artificial  
Universidad Técnica Federico Santa María

25 de septiembre de 2018