

71.14 - Modelos y Optimización I - 3er entrega  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de Buenos Aires

Mermet, Ignacio Javier  
98153

Junio 2022

# Índice

<b>1</b>	<b>Análisis de las soluciones</b>	<b>2</b>
1.1	MTZ . . . . .	2
1.2	Subtours . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Modificación de la heurística de la segunda entrega</b>	<b>3</b>
2.1	MTZ inicializado . . . . .	4
2.2	Subtours inicializado . . . . .	5

# 1 Análisis de las soluciones

Si bien ambas soluciones proveen una solución con valor del objetivo  $\approx 5249.622$ , hay diferencias en los tiempos de ejecución, los cuales se detallan a continuación en 1.1 y 1.2. También se detallan las diferencias en las estrategias para eliminar subtours, mediante las restricciones:

## 1.1 MTZ

Uno de los dos modelos dados por la cátedra es el ya conocido MTZ. En esta estrategia, se emplean variables enteras  $U_i, i = 2, \dots, n$  que indican el orden en el cual se pasa por la ciudad  $i$ .

$$u_i - u_j + (n - 1) \times Y_{ij} \leq n - 2 \quad \forall i, j \in \text{cities} \mid i > 1, j > 1, j \neq i \quad (1)$$

La idea detrás de esta estrategia es crear un recorrido entre todas las ciudades menos la de partida, en la cual no se pueda volver para atrás. Por eso notemos que estando las ciudades indexadas desde 1, las variables  $U$  arrancan para  $i = 2$ . Se requiere una ciudad fuera de este recorrido que cierre el tour. Esta ciudad será nuestra ciudad de partida.

La restricción 1 no permite que se pueda ir de una ciudad con número de orden  $x$  a una con número de orden  $y < x$ . Solo se puede volver a la ciudad inicial, por lo dicho anteriormente que no tiene esta restricción.

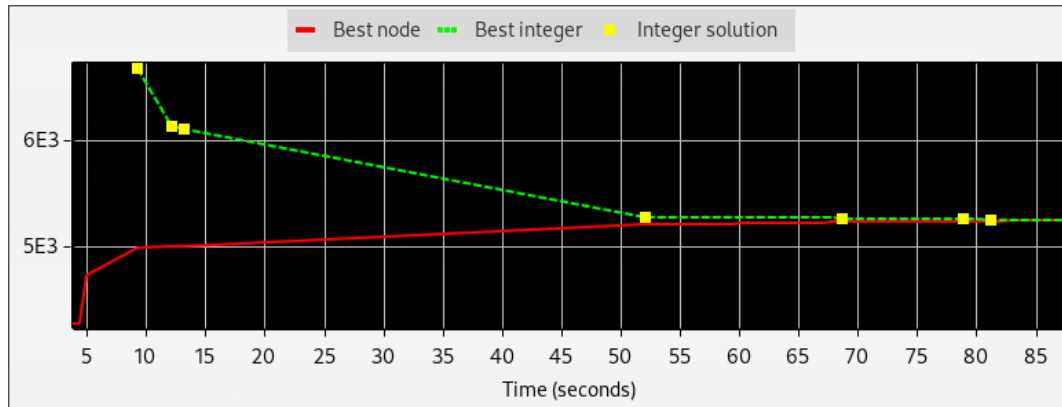


Figura 1: Gráfico de la solapa Statistics

```

Root node processing (before b&c):
  Real time           =    5.65 sec. (3495.92 ticks)
Parallel b&c, 32 threads:
  Real time           =   80.17 sec. (41031.31 ticks)
  Sync time (average) =   23.10 sec.
  Wait time (average) =    0.08 sec.
-----
Total (root+branch&cut) =   85.82 sec. (44527.24 ticks)

```

Figura 2: Fragmento de la salida bajo la solapa Engine Log

Notemos que la solución se alcanza en un tiempo de 85.82 segundos (más algunos segundos de inicialización).

## 1.2 Subtours

En este segundo modelo,

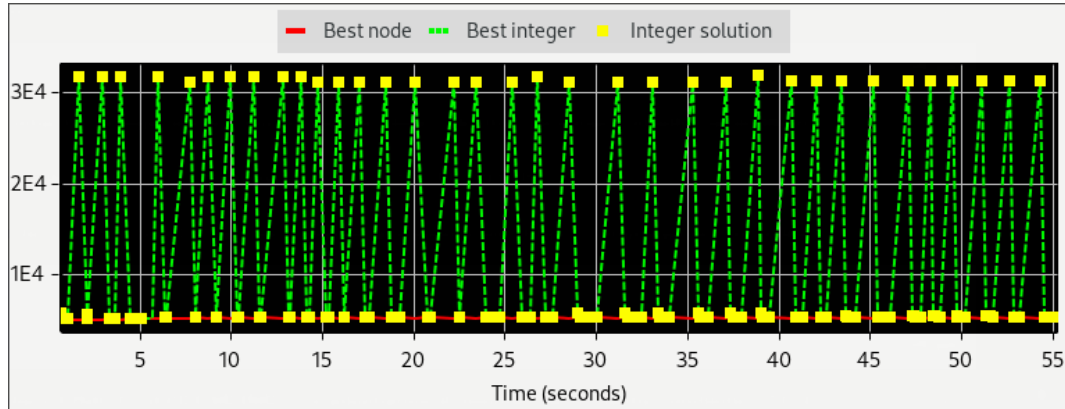


Figura 3: Gráfico de la solapa Statistics

```
Root node processing (before b&c):
  Real time           =    1.46 sec. (305.17 ticks)
Parallel b&c, 32 threads:
  Real time           =    0.00 sec. (0.00 ticks)
  Sync time (average) =    0.00 sec.
  Wait time (average) =    0.00 sec.
-----
Total (root+branch&cut) =    1.46 sec. (305.17 ticks)
```

Figura 4: Fragmento de la salida bajo la solapa Engine Log. Notar que esto se repite más de 30 veces.

## 2 Modificación de la heurística de la segunda entrega

La heurística modificada se puede consultar en el notebook `Greedy+2opt-Problema3.ipynb`. Como resumen, utilizando una heurística de vecino más cercano, se genera un camino que empieza desde cada ciudad. Luego, se toma el de menor costo (distancia total recorrida) y se aplica 2-OPT como optimización local. En la versión de la segunda entrega se generaba una cantidad razonable de candidatos y se optimizaba localmente durante una hora como máximo. Para cumplir con las capacidades, se revisaba también que el camino fuera válido.

En esta instancia, no es necesario revisar que el camino cumpla con las restricciones de capacidad. Y dado el tamaño de la instancia del problema, se pueden generar caminos para todas las ciudades como candidatos iniciales. Esta heurística da un resultado con distancia total recorrida de 5411.213, apenas un 3 % por encima del óptimo.

## 2.1 MTZ inicializado

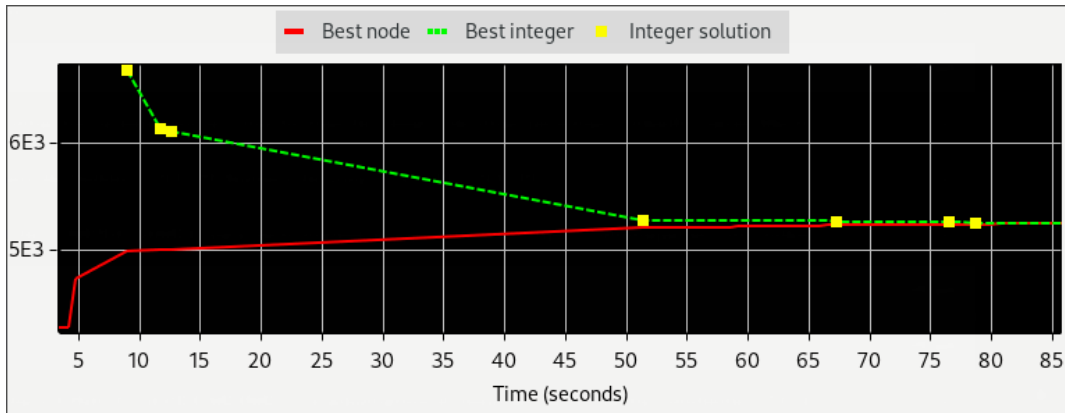


Figura 5: Gráfico de la solapa **Statistics**

```

Root node processing (before b&c):
  Real time           =    9.67 sec. (6852.01 ticks)
Parallel b&c, 32 threads:
  Real time           =   64.71 sec. (31281.19 ticks)
  Sync time (average) =   20.94 sec.
  Wait time (average) =    0.04 sec.
  -----
Total (root+branch&cut) =   74.38 sec. (38133.19 ticks)

```

Figura 6: Fragmento de la salida bajo la solapa **Engine Log**

Vemos, al comparar con 1.1, que agregar la salida de la heurística como inicialización el modelo converge  $\approx 13\%$  más rapido. Las soluciones iniciales encontradas tienen valores mucho más cercanos al óptimo.

## 2.2 Subtours inicializado

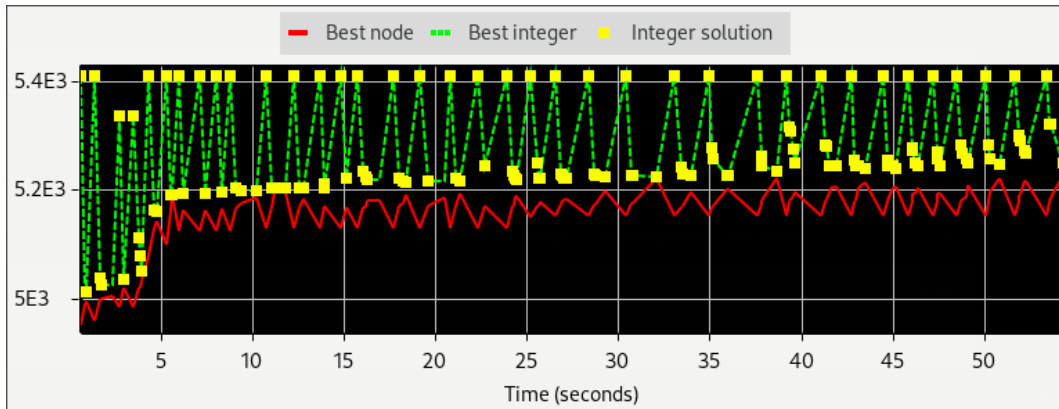


Figura 7: Gráfico de la solapa Statistics

```

Root node processing (before b&c):
  Real time           =    1.56 sec. (276.30 ticks)
Parallel b&c, 32 threads:
  Real time           =    0.00 sec. (0.00 ticks)
  Sync time (average) =    0.00 sec.
  Wait time (average) =    0.00 sec.
-----
Total (root+branch&cut) =    1.56 sec. (276.30 ticks)

```

Figura 8: Fragmento de la salida bajo la solapa Engine Log. Notar que esto se repite más de 30 veces.

En este caso notamos grandes diferencias con 1.2 en cuanto al gráfico de la solapa Statistics. Por empezar, la escala utilizada es un orden de magnitud más chica. En este caso, podemos apreciar mejor los valores de las soluciones obtenidas. Vemos como el rango de valores entre los cuales se mueven es mucho más chico.