



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica

TESINA DI RICERCA OPERATIVA 2

**TRAVELLING SALESMAN
PROBLEM**

Autori

Raffaele Di Nardo Di Maio 1204879

Cristina Fabris 1205722

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

Indice

1	Introduzione	1
2	Istanze del problema	3

Introduzione

L'intera tesina verterà sul Travelling Salesman Problem. Quest'ultimo si pone l'obiettivo di trovare un tour ottimo, ovvero di costo minimo, all'intero di un grafo orientato.

In questa trattazione verranno analizzate soluzioni algoritmiche per una sua variante, detta simmetrica, che viene applicata a un grafo completo non orientato.

Di seguito viene riportata la formulazione matematica di tale versione:

$$\begin{cases} \min \sum_{e \in E} c_e x_e \\ \sum_{e \in \delta(v)} x_e = 2 & \forall v \in V \\ \sum_{e \in E(S)} x_e \leq |S| - 1 & \forall S \subset V : |S| \geq 3 \end{cases}$$

Un'istanza di tale problema viene definita normalmente da un grafo, per cui ad ogni nodo viene associata un numero intero (Ex. $\Pi = \{1, 2, 3, \dots, n\}$). Una soluzione del problema corrisponde invece ad una sequenza di nodi, definita come una permutazione dell'istanza (Ex. $S = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ tale che $x_i = x_j \iff x_i \in \Pi \wedge x_i \in S \wedge x_i \neq x_j \forall i \neq j$). Poichè in questa variante non esiste alcuna origine, ogni tour può essere descritto da più permutazioni, due per ogni nodo del grafo. Una volta definita la soluzione S , infatti, questa può essere percorsa in entrambi i versi e l'origine può essere uno qualsiasi dei nodi del grafo.

I risolutori che verranno applicati al problema sono di due tipologie:

- **Risolutori esatti**

basati sul Branch & Bound. I più conosciuti sono:

- **IBM ILOG CPLEX**

gratuito se utilizzato solo a livello accademico.

- **XPRESS**

- **Gurobi**

- **CBC**

l'unico Open-Source tra questi

- **Risolutori euristici (meta-euristici)**

algoritmi che forniscono una soluzione approssimata.

Esempio di risolutori: Concorde [2]

William Cook [1]

Istanze del problema

Le istanze del problema solitamente sono punti dello spazio 2D, che sono quindi definiti da due coordinate, x e y . Per generare istanza enormi del problema, si utilizza un approccio particolare in cui viene definito un insieme di punti a partire da un'immagine già esistente.

La vicinanza dei punti generati dipende dalla scala di grigi all'interno dell'immagine (Ex. generazione di punti a partire dal dipinto della Gioconda[3]). Le istanze che verranno utilizzate dai programmi, creati durante il corso, utilizzano il template **TSPlib**. Di seguito viene riportato il contenuto di un file di questa tipologia.

```
1 NAME : esempio
2 COMMENT : Grafo costituito da 5 nodi
3 TYPE : TSP
4 DIMENSION : 5
5 EDGE_WEIGHT_TYPE : ATT
6 NODE_COORD_SECTION
7 1 6734 1453
8 2 2233 10
9 3 5530 1424
10 4 401 841
11 5 3082 1644
12 EOF
```

Listing 2.1: esempio.tsp

Le parole chiave solitamente contenute in questi file 2.1 sono:

- **NAME**
seguito dal nome dell'istanza TSPlib
- **COMMENT**
seguito dal commento associato all'istanza
- **TYPE**
seguito dalla tipologia dell'istanza

- **DIMENSION**
seguito dal numero di nodi nel grafo (num_nodi)
- **EDGE_WEIGHT_TYPE**
seguito dalla specifica del tipo di calcolo che viene effettuato per ricavare il costo del tour
- **NODE_COORD_SECTION**
inizio della sezione composta di num_nodi righe in cui vengono riportate le caratteristiche di ciascun nodo, nella forma seguente:
indice_nodo x y
- **EOF**
decreta la fine del file

Bibliografia

- [1] *<http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/>*
- [2] *<http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/concorde/index.html>*
- [3] *<http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/data/ml/monalisa.html>*