

**Università degli Studi di Cagliari**

**Facoltà di Scienze**

**Corso di Laurea Magistrale in Informatica**

Elaborato del corso di *Network Flows Optimization*

**Implementazione in Linguaggio Python di un “*Tabu Search*”**

**per la Risoluzione di un “*Vehicle Routing Problem*”**

Studente Docente del Corso

**PISEDDU Enrico DI FRANCESCO Massimo**

matr. 60/73/65222

**INDICE**

**INTRODUZIONE pag. 3**

1. **VEHICLE ROUTING PROBLEM pag. 4**
   1. Il Vehicle Routing Problem (VRP) pag. 4
   2. Complessità del VRP pag. XX
   3. Il Tabu Search pag. XX
2. **PROGETTO pag. XX**
   1. Istanza da risolvere pag. XX
   2. Strategia utilizzata pag. XX
   3. Strumenti utilizzati pag. XX
3. **RISULTATI pag. XX**
   1. Risultati ottenuti pag. XX
   2. Confronto con CPLEX pag. XX

**CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI pag. XX**

**INTRODUZIONE**

Il presente elaborato è composto da tre capitoli:

* il primo capitolo descrive il Vehicle Routing Problem (VRP), ne fornisce una formulazione, ne esamina la complessità e introduce il metodo del Tabu Search (TS) per la risoluzione, in generale, dei problemi NP-hard.
* il secondo capitolo illustra i dati della specifica istanza del VRP che si è risolta, la strategia TS che si è scelto di perseguire per la risoluzione e gli strumenti utilizzati per lo sviluppo dell’algoritmo.
* il terzo capitolo presenta la soluzione ottenuta dall’algoritmo TS sviluppato e in seguito, si confronta tale soluzione con quella proposta dal tool di ottimizzazione CPLEX.

1. **VEHICLE ROUTING PROBLEM**
   1. **Il Vehicle Routing Problem**

Il Vehicle Routing Problem (VRP) è un classico problema in ambito di ottimizzazione su rete. In tale problema si ha a disposizione un numero *m* di veicoli con capacità *k,* i quali devono servire *n* clienti interconnessi fra loro che richiedono, ognuno, una certa quantità di prodotto. È richiesto che ciascun veicolo inizi e termini la propria rotta in un punto speciale detto *depot*.

Siano:

* un grafo completo dotato di un insieme di vertici (rappresentante ognuno un cliente), e di un insieme di coppie di archi che collegano due vertici
* il costo associato all’arco
* la domanda di prodotto richiesta dal cliente i-esimo
* il numero di veicoli aventi ognuno la stessa capacità
* la quantità di prodotto che il veicolo spedisce al cliente
* la variabile decisionale booleana

L’obiettivo del problema è trovare, per ogni veicolo, le rotte ottimali tali da minimizzare il costo totale di trasporto, rappresentato dalla funzione obiettivo:

soggetta ai seguenti vincoli tecnologici:



Il primo vincolo impone che ogni cliente debba essere servito esattamente una volta.

Il secondo vincolo impone che per ogni veicolo v e per ogni vertice p, ad ogni arco entrante corrisponda un arco uscente (vincoli di conservazione del flusso).

Il terzo vincolo impone, per ogni veicolo, l’assenza di *subtours* (i.e. cicli che non coinvolgono il depot).

Il quarto vincolo assicura che ogni veicolo possa trasportare al più una certa quantità.

Gli ultimi due vincoli impongono rispettivamente che le variabili decisionali possano assumere solo valori booleani e che la quantità spedita dal veicolo v al cliente i sia non negativa

* 1. **Complessità del VRP**

Il VRP è un problema NP-hard, ovvero non esiste un algoritmo esatto capace di determinarne la soluzione ottimale in tempo polinomiale rispetto all’input. Il più semplice metodo per la risoluzione consiste nell’enumerare tutte le possibili soluzioni (le rotte) e prendere quella con costo minore tale da rispettare tutti i vincoli. Tuttavia, questa strada non è praticabile poiché su un’istanza di un TSP (addirittura più semplificata rispetto ad un VRP) di soli 20 nodi, tutte le possibili rotte da calcolare e da verificarne l’ammissibilità sarebbero 20! ≈ 2.4 1019, un numero proibitivo.

* 1. **Il Tabu Search**

1. **PROGETTO**
2. **RISULTATI**

**CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI**