

VEHICLE ROUTING PROBLEM

Algoritmo di tabu search

DESCRIZIONE DEL PROBLEMA

Uno spedizioniere di Genova deve consegnare 750 kg di merce come segue: 150 kg ad Ancona, 300 kg a Bari, 100 kg a Bologna e 200 kg a Firenze. Allo scopo può utilizzare due furgoni V1 e V2 di capacità, rispettivamente, 400 e 500 kg. Le distanze tra le 5 città (in km) sono date in tabella.

Città	AN	BA	BO	FI	GE
Ancona	-	480	208	255	490
Bari		-	697	743	965
Bologna			-	107	286
Firenze				-	267

OBIETTIVO

1. A partire dalla soluzione iniziale $V1 = \{BO, FI\}$ $V2 = \{AN, BA\}$, trovare la soluzione dopo 3 passi della procedura di Hertz, Gendreau e Laporte, con parametri $p=2$, $q=4$, $\alpha=10$ che raddoppia [dimezza] ad ogni passo con soluzione corrente non ammissibile [ammissibile peggiorativa rispetto all'ottimo globale], lunghezza della lista tabu= 2.
2. Mostrare la soluzione e la lista tabu finale.

Costo della soluzione iniziale.

$V1 = \{BO, FI\}$ Distanza percorsa: $286 + 107 + 267$.
Capacità residua = $400 - 100 - 200 = 100$

$V2 = \{AN, BA\}$ Distanza percorsa: $490 + 480 + 965$.
Capacità residua = $500 - 150 - 300 = 50$

Funzione obiettivo $f1 = 2595$

Funzione obiettivo $f2 = 2595$ (la soluzione iniziale è ammissibile e pertanto la penalità aggiuntiva è zero)

Lista p nodi più vicini:

Ancona	BO	FI
Bari	AN	BO
Bologna	FI	AN
Firenze	BO	AN

Prima iterazione.

Nodi estratti (sono tutti poiché $q=4$) = AN, BA, BO, FI.

Mosse ammissibili:

AN → V1 a monte o a valle di BO

BA → V1 a monte o a valle di BO

BO → V2 a monte o a valle di AN

FI → V2 a monte o a valle di AN

Calcolo miglioramento:

AN → V1.

Penalità = 0 su V2 e 50 su V1 (150 del nuovo carico – 100 capacità residua V1)

Miglioramento sul ciclo 2: $GEAN + ANBA - GEBA = 490 + 480 - 965 = \underline{5}$

Miglioramento sul ciclo 1: a monte di BO: $- GEAN - ANBO + GEBO = - 412$

a valle di BO: $- BOAN - ANFI + BOFI = \underline{- 356}$

Miglioramento = $-351 - 50\alpha = -851$

BA → V1.

Penalità = 0 su V2 e 200 su V1 (300 del nuovo carico – 100 capacità residua V1)

Miglioramento sul ciclo 2: $ANBA + BAGE - ANGE = 480 + 965 - 490 = \underline{955}$

Miglioramento sul ciclo 1: a monte di BO: $- GEBA - BABO + GEBO = - 1376$

a valle di BO: $- BOBA - BAFI + BOFI = \underline{- 1333}$

Miglioramento = $-378 - 200\alpha = -2378$

BO → V2.

Penalità = 0 su V1 e 50 su V2 (100 del nuovo carico – 50 capacità residua V2)

Miglioramento sul ciclo 1: $GEBO + BOFI - GEFI = 286 + 107 - 267 = \underline{126}$

Miglioramento sul ciclo 2: a monte di AN: $- GEBO - BOAN + GEAN = \underline{- 4}$

a valle di AN: $- ANBO - BOBA + ANBA = - 425$

Miglioramento = $122 - 50\alpha = -378$

FI → V2.

Penalità = 0 su V1 e 150 su V2 (200 del nuovo carico – 50 capacità residua V2)

Miglioramento sul ciclo 1: $BOFI + FIGE - BOGE = 107 + 267 - 286 = \underline{88}$

Miglioramento sul ciclo 2: a monte di AN: $- GEFI - FIAN + GEAN = \underline{- 32}$

a valle di AN: $- ANFI - FIBA + ANBA = - 518$

Miglioramento = $56 - 150\alpha = -1444$

La mossa migliore è quindi: BO → V2 a monte di AN.

$$\mathbf{V1 = \{FI\} ; V2 = \{BO, AN, BA\}}$$

Funzione obiettivo $f1 = 2595 - 122 = 2473$

Funzione obiettivo $f2 = 2473 + 50\alpha = \mathbf{2973}$ non amm. ($\Rightarrow \alpha=20$)

Ottimo globale 2595 (è la soluzione iniziale, per ora)

Seconda iterazione.

Lista Tabu = {BO → V1 }

Nodi estratti (sono tutti poiché $q=4$) = AN, BA, BO, FI.

Mosse ammissibili:

AN → V1 a monte o a valle di FI

FI → V2 a monte o a valle di BO

Calcolo miglioramento:

AN → V1.

Capacità residua = 50 su V2 e 100 su V1

Miglioramento sul ciclo 2: BOAN + ANBA – BOBA = 208 + 480 – 697 = -9

Miglioramento sul ciclo 1: a monte di FI: - GEAN - ANFI + GEFI = - 478

a valle di FI: - FIAN - ANGE + FIGE = - 478

Miglioramento = -487 + 50 α = **513**

FI → V2.

Capacità residua = -250 su V2 e 400 su V1

Miglioramento sul ciclo 1: GEFI + FIGE – GEFE = 267 + 267 – 0 = 534

Miglioramento sul ciclo 2: a monte di BO: - GEFI - FIBO + GEBO = - 88

a valle di BO: - BOFI - FIAN + BOAN = - 154

Miglioramento = 446 - 200 α = - 4554

La mossa migliore è quindi: AN → V1 a valle di FI.

V1 = {FI, AN} ; V2 = {BO, BA}

Funzione obiettivo $f_1 = 2473 + 487 = 2960$

Funzione obiettivo $f_2 = 2960$ ammissibile peggiorativa rispetto all'ottimo globale

($\Rightarrow \alpha=10$)

Ottimo globale 2595 (viene aggiornato solo quando si trova una soluzione ammissibile migliore di questa)

Terza iterazione.

Lista Tabu = {AN → V2 ; BO → V1}

Nodi estratti (sono tutti poiché q=4) = AN, BA, BO, FI.

Mosse ammissibili:

FI → V2 a monte o a valle di BO

BA → V1 a monte o a valle di AN

Calcolo miglioramento:

FI → V2.

Penalità = +100 su V2 e 0 su V1

Miglioramento sul ciclo 1: $GEFI + FIAN - GEAN = 267 + 255 - 490 = \underline{32}$

Miglioramento sul ciclo 1: a monte di BO: $- GEFI - FIBO + GEBO = \underline{- 88}$

a valle di BO: $- BOFI - FIBA + BOBA = - 153$

Miglioramento = $-56 - 100\alpha = -1056$

BA → V1.

Penalità = +250 su V1 e 0 su V2

Miglioramento sul ciclo 2: $BOBA + BAGE - BOGE = 697 + 965 - 286 = \underline{1376}$

Miglioramento sul ciclo 1: a monte di FI: $- FIBA - BAAN + FIAN = - 968$

a valle di FI: $- ANBA - BAGE + ANGE = \underline{- 955}$

Miglioramento = $421 - 250\alpha = -2079$

La mossa migliore è quindi: FI → V2 a monte di BO.

V1 = {AN} ; V2 = {FI, BO, BA}

Funzione obiettivo f1 = $2960 + 56 = 3016$

Funzione obiettivo f2 = **3016** + $100\alpha = 4016$ non ammissibile ($\Rightarrow \alpha=20$)

Ottimo globale 2595

Soluzione alla terza iterazione: V1 = {AN} ; V2 = {FI, BO, BA}

Lista Tabu finale = {FI → V1 ; AN → V2}

Miglior soluzione trovata: V1 = {BO, FI} V2 = {AN, BA}