

Progetto Heuristics & Metaheuristics for Optimization & Learning

Algoritmo Tabu Search per il Problema del Massimo Flusso

Matteo Vullo

Matricola: 1000034661

Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Matematica e Informatica

Luglio 2025



Indice

Introduzione

Scelta dell'Algoritmo

Implementazione dell'Algoritmo

- Struttura della Soluzione

- Inizializzazione della Soluzione

- Mosse

- Memoria Tabù e Diversificazione

Risultati Sperimentali

Conclusioni



Problema del Massimo Flusso:

- ▶ Dato un grafo diretto $G = (V, E)$ con capacità positive sugli archi.
- ▶ Obiettivo: determinare il flusso massimo da un nodo sorgente s a un nodo pozzo t , rispettando i vincoli di capacità e conservazione del flusso.

Obiettivo del Progetto:

- ▶ Implementare un algoritmo metaeuristico (Tabu Search) per risolvere il problema del massimo flusso.
- ▶ Ottenere soluzioni vicine all'ottimo in tempi ragionevoli.



Scelta dell'Algoritmo

Tabu Search (TS):

- ▶ Evita ottimi locali grazie alla *lista tabù*.
- ▶ Flessibilità nella definizione del vicinato e delle mosse.
- ▶ Punto di partenza: soluzione iniziale di alta qualità (inizializzazione EK parziale).
- ▶ Compromesso tra complessità di implementazione e capacità di esplorazione.



Struttura della Soluzione

Rappresentazione della soluzione:

- ▶ Vettore $\vec{f} \in \mathbb{R}^n$, dove $n = |E|$.
- ▶ Ogni componente f_i rappresenta il flusso sull'arco i -esimo.

Funzione Obiettivo:

$$f_{\text{tot}} = \sum_{(s,v) \in E} f(s, v)$$



Inizializzazione della Soluzione

Strategie:

- ▶ **Casuale:** Flusso uniforme in $[0, c(u, v)]$.
- ▶ **Greedy:** Percorsi aumentanti con Dijkstra.
- ▶ **EK parziale:** Versione ridotta di Edmonds-Karp con fattore casuale $r \in [0.7, 0.95]$.

Migliore strategia: EK parziale per qualità e velocità di convergenza.



Definizione delle Mosse

Mosse Elementari:

- ▶ Incremento/decremento del flusso su un arco.
- ▶ $\delta = 20\%$ della capacità residua o totale.

Mosse di Scambio:

- ▶ Ridistribuzione del flusso tra archi saturi e non saturi.
- ▶ Applicate ogni 20 iterazioni.

Mosse di Aumento su Cammino:

- ▶ Ispirate a Edmonds-Karp, applicate ogni 100 iterazioni o in caso di stallo.



Memoria Tabù e Diversificazione

Memoria Tabù:

- ▶ Dizionario per archi tabù con scadenza.
- ▶ Accesso rapido ($O(1)$) e gestione efficiente.

Diversificazione:

- ▶ Perturbazione ogni 2000 iterazioni senza miglioramenti.
- ▶ Riduzione proporzionale del flusso e aggiunta di rumore controllato.



Risultati Sperimentali

Dati aggregati su 10 esecuzioni:

- ▶ **Istanze piccole/medie:** Ottimo raggiunto in tutte le esecuzioni (deviazione standard nulla).
- ▶ **Istanze grandi:** Soluzioni vicine all'ottimo ($\sim 99\%$), ma con tempi di convergenza più lunghi.

Grafici di Convergenza:

- ▶ Best run e convergenza media mostrano crescita rapida verso l'ottimo per istanze piccole.
- ▶ Per istanze grandi, convergenza lenta e stagnazione.



Conclusioni

Punti di forza:

- ▶ Algoritmo robusto per istanze piccole/medie.
- ▶ Soluzione iniziale ibrida e adattività dinamica dei parametri.
- ▶ Vicinato ridotto ma efficace.

Limitazioni:

- ▶ Scalabilità ridotta per istanze molto grandi.

Originalità:

- ▶ Combinazione di tecniche per bilanciare esplorazione e intensificazione.



Grazie per l'attenzione!

