Relazione Intelligenza Artificiale

Lorenzo Mugnai

Giugno 2022

Indice

1 Introduzione

1.1 Job-shop scheduling

Le fabbriche hanno il problema di programmare una giornata di lavori, soggetta a vari vincoli. In pratica, molti di questi problemi vengono risolti con le tecniche CSP. L'intero lavoro è composto da attività che possiamo modellare come una variabile, dove il valore di ciascuna variabile è l'ora di inizio dell'attività, espressa come un numero intero di minuti. I vincoli possono essere:

- vincoli di precedenza: un attività deve essere eseguita prima di un'altra;
- vincoli disgiuntivi: due attività non possono essere eseguite insieme ma non interessa quale viene eseguita per prima.

2 Implementazione

Ho scelto di utilizzare il linguaggio python per lo sviluppo del programma. Le librerie utilizzate sono:

- random: utilizzata per avere valori casuali;
- matplotlib.pyplot: utilizzata per disegnare i risultati.

2.1 Algoritmo

L'algoritmo utilizzato per la risoluzione del problema è il Backtracking con implemento dell'inferenza tramite MAC (Maintaining Arc Consistency).

3 Risoluzione

La risoluzione del problema può essere divisa in due parti, la prima dove andiamo a costruire le attività mentre la seconda per trovare la soluzione del problema.

3.1 Prima Parte

Le classi utilizzate in questa prima parte sono la classe Test e la classe Task.

3.1.1 Classe Task

La classe task simula un attività e contiene gli attributi:

- *name*: contiene il nome dell'attività;
- *time*: il tempo necessario ad eseguire l'attività;
- *precedence*: array contenente puntatori alle attività che deve aspettare;
- *disjunctive*: array contenete puntatori alle attività con cui ha un vincolo disgiuntivo;
- *id*: all'inizio settato a -1, poi conterrà il numero di indice a cui l'attività è presente nell'array della classe Variable.

3.1.2 Classe Test

Si occupa di creare i Task e richiama la classe Backtracking per risolvere il problema.

3.2 Seconda Parte

Le classi utilizzate in questa seconda parte sono la classe Variable, Domain, Constraint, CSP e Backtracking

3.2.1 Classe Variable

La classe Variable rappresenta le variabili del problema. Questa classe contiene gli attributi:

- *name*: array di nomi dei rispettivi task;
- *time*: array dei tempi di esecuzione dei rispettivi task;
- X: array di variabili settate inizialmente a -1, poi prenderanno il valore del tempo a cui la variabile inizia;
- *len*: numero di variabili presenti.

3.2.2 Classe Domain

La classe Domain rappresenta i domini del problema. L'unico attributo che contiene è l'attributo D che è un matrice dove le righe rappresentano le variabili mentre le colonne sono i valori che possono assumere.

3.2.3 Classe Constraint

La classe Constraint rappresenta i vincoli del problema. Gli attributi di questa classe sono:

- C: dizionario di vincoli di precedenza dove la chiave è una coppia di *id* dove gli *id* sono delle variabili del vincolo, mentre il valore è una funzione lambda che prende in ingresso due valori e restituisce True se tali valori sono accettati altrimenti restituisce False;
- $CDis$: dizionario di vincoli di disgiunzione, hanno lo stesso funzionamento dei vincoli di precedenza;
- *Constraint*: dizionario che contiene come chiave l'*id* di una variabile e restituisce come valore la lista dei valori che deve attendere;
- *ConstraintD*: dizionario che contiene come chiave l'*id* di una chiave e restituisce come valore la lista dei vincoli di disgiunzione della variabile.

I metodi di questa classe sono i getter e i setter dei vari attributi e il metodo getArc.

getArc: restituisce tutte le coppie di variabili che hanno un vincolo che le accomuna.

3.2.4 Classe CSP

La classe CSP ha come attributi:

- *jobs*: l'insieme delle attività da eseguire;
- X: un oggetto della classe Variable;
- D: un oggetto della classe Domain;
- C: un oggetto della classe Constraint.

3.2.5 Classe Backtracking

La classe backtracking è la classe in cui verrà risolto il problema. La classe backtracking contiene gli attributi:

- *csp*: un oggetto della classe CSP;
- $nWorker$: il numero di lavoratori che dovranno eseguire le attività.

Metodi

backtracking-search: si occupa di creare una nuova variabile di assegnamento che corrisponde ad un dizionario che ha come chiave il numero dei worker e di chiamare il metodo backtracking.

selectUnassignedVariable: seleziona tutte le variabili ancora non assegnate che possono essere eseguite ovvero che non hanno vincoli di precedenza.

orderDomainValues : ordina le variabili seguendo i seguenti parametri: numero di vincoli di precedenza, dominio e tempo di esecuzione.

getMachine : prende in ingresso un assegnamento e restituisce la coppia di valori i e j dove j rappresenta la macchina che si libera per prima ed i rappresenta il tempo a cui quella macchina si libera.

addAssignment : richiama il metodo getMachine, aggiunge nell'assegnamento la variabile alla macchina che si libera per prima ed aggiorna il dominio della variabile aggiunta lasciando solo il valore di tempo a cui è stata assegnata.

getNeighbors : restituisce i vicini di una variabile.

revise : prende in ingresso due variabili e un dominio ed elimina tutte i valori dal dominio che non rispettano i vincoli delle due variabili.

AC-3 : esegue l'algoritmo maintaining arc consistency.

backtracking : implementa l'algoritmo di backtracking usando i vari metodi della classe e restituisce tutte le soluzioni possibili.

getBestSolution : prende in ingresso tutte le soluzioni possibili e restituisce solo la soluzione migliore.

4 Risultati

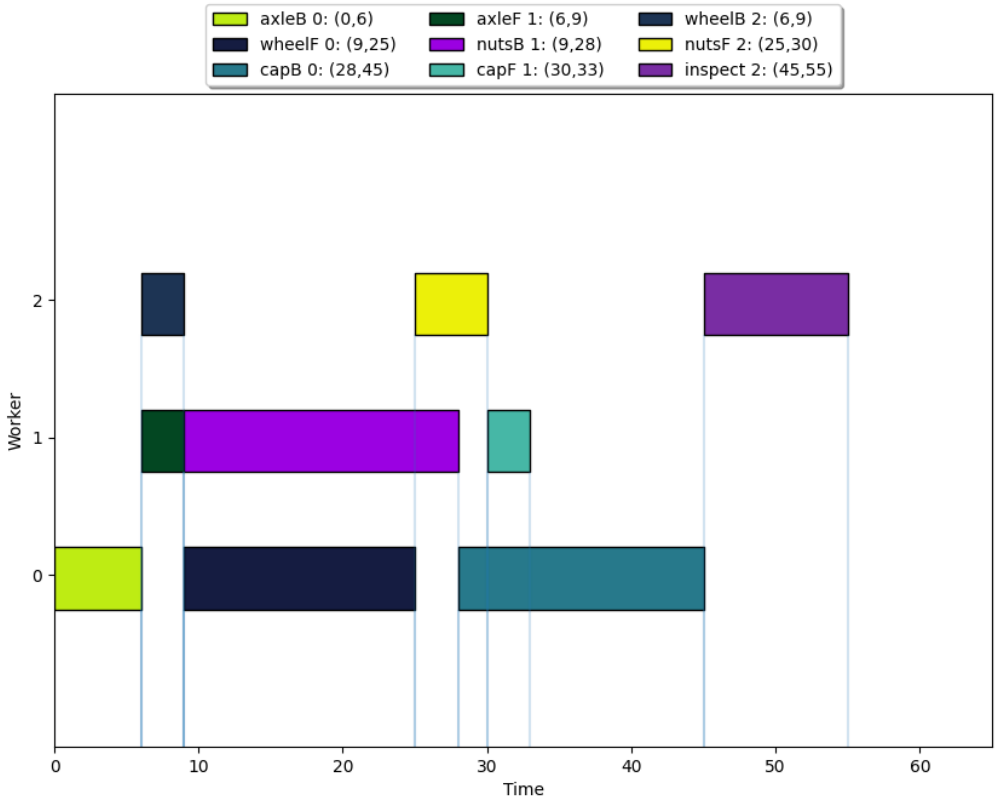
I risultati del problema vengono stampati a schermo grazie alla classe Draw che ha due metodi:

drawTable : stampa la tabelle che spiega il problema. Contiene le colonne:

- job: nome dell'attività;
- Time: tempo di esecuzione dell'attività
- Precedenze: lista delle precedenze
- Vincoli disgiuntivi: lista dei vincoli disgiuntivi

Job	Time	Precedenze	Vincoli Disgiuntivi
axleB	6		axleF
axleF	3		axleB
wheelF	16	axleF	
wheelB	3	axleB	
nutsF	5	wheelF	
nutsB	19	wheelB	
capF	3	nutsF	
capB	17	nutsB	
inspect	10	axleF, axleB, wheelF, wheelB, nutsF, nutsB, capF, capB	

drawSolution : stampa il diagramma di Gantt della soluzione



5 Riferimenti a fonti

É stato consultato il libro "Artificiale Intelligence a modern approach" di Russell e Norvig