

JEGYZŐKÖNYV

Mesterséges Intelligencia

Féléves feladat

Flowshop határidővel, Tabu keresés

Készítette: **Bartók-Balog Péter**

Neptunkód: **ASNQPH**

Tartalom

Féléves feladat.....	1
1. A feladat leírása:.....	3
2. A megoldás lépései:.....	3
3. Választott nyelv, keretrendszer, könyvtárak:.....	4
4. Plusz feladat:	4
5. Futási eredmény:.....	4

1. A feladat leírása:

Gépek ütemezése határidős Flow-Shop-al, valamint a feladat megoldása tabukereséssel. A flow-shop feladat egy ún. egyutas, többoperációs gyártásütemezési feladat. A gyártásütemezési feladatok formális leírására az alfa, béta, gamma jelölést alkalmazzuk ($\alpha|\beta|\gamma$). Az erőforrások az ütemezési időszakban folyamatosan rendelkezésre állnak. Az erőforrások egyszerre csak egy munkán dolgoznak. A munkák legkorábbi indítási időpontja nulla (bármikor indíthatóak). Minden egyes munkához adott m számú operáció tartozik, melyeknek pontosan ismert a végrehajtási ideje: $p_{i,j} \in 1, 2, \dots, n, j \in 1, 2, \dots, m$. Az operációk végrehajtási sorrendje kötött és minden munka esetében azonos. Az operációk végrehajtása nem szakítható meg. A gépek között a munkák várakozhatnak, a műveletközi tárolók mérete nem korlátos. Az ütemezés célja az utolsóként elkészülő munka befejezési időpontjának minimalizálása.

Ezt a feladatot szükséges véletlenszámmal legenerálni a következő szempontok szerint:

- a munkák száma legyen 10, 20, 50, 100, 200, 500,
- a gépek száma legyen 5, 10, 20.
- A legenerált feladatok legyenek perzisztensen tárolva (vagy seedhez kötéssel procedurálisan generálva).

A feladatot a Tabu kereséssel kell megoldani. Ez az algoritmus az egyszer "u szomszédsági keresésre épül, azzal a különbséggel, hogy a keresés során bevezetünk egy tabu listát, melyben tároljuk, hogy mik azok a bázisok, ahol már jártunk. Ezt determinisztikus elfogadási kritériumnak nevezzük. Ez a lista változásokat, vagy eredményeket is tarthat nyilván. Ehhez a tabulistához általában rendelünk egy maximális elemszámot. Ha ez az elemszám nagyon nagy, akkor a keresés túlságosan korlátozottá válik, ha túl kicsi, akkor ismétlődő keresési útvonal alakulhat ki.

2. A megoldás lépései:

Elsősorban egy kezdeti tömb generálása, a munkák és gépek különböző darabszámára, amikre majd lefut a program. Bemeneti kezdő sor létrehozása, majd annak randomizálása, és eltárolása, majd egy iteráció létrehozása, ami vezérli majd a tabu keresés hosszát. Ezt követi a kezdeti sorhoz tartozó szomszédok keresése, és azok tárolása egy listában. Majd a különböző job-ok megfelelő átszervezése, hogy azok rendesen index szerint legyenek tárolva a táblában. Ezután történik T_i meghatározása, amihez létrehozunk két mátrixot, az egyik a befejezési, a másik pedig a várakozási idő fogja tárolni, és végül majd a kettőt összeegyeztetve jön ki a végeredmény. A befejezési időt mindig az előző feladat befejezési idejétől kezdjük, és így haladunk végig az egyes állomásokon, majd leellenőrizzük, hogy a befejezés táblába ténylegesen a jó értékek kerültek-e, és eltároljuk azokat egy megoldás táblába, majd visszatérünk a kiszámolt T_i értékkel. A végére marad a tabu keresés megírása, ami egy kezdeti iteráció megadásával történik, majd megadunk két listát, amiben a szomszédok, illetve az elhagyott állomásokat fognak kerülni, valamint megadjuk a tabu lista maximális méretét. Meghatározzuk az egyes szomszédokhoz rendelt eredményt, majd oda lépünk tovább, ahol az eredmény a legoptimálisabb, az elhagyott szomszédot pedig felvesszük a tabu listába. Ha a tabu lista eléri a maximum értéket, kitöröljük annak legelső, 0.-ik indexű elemét, és haladunk tovább.

3. Választott nyelv, keretrendszer, könyvtárak:

A program C sharp-ban íródott, az alapértelmezett .net keretrendszerrel, és az alapértelmezett könyvtárakkal, technológiával.

4. Plusz feladat:

A tabu lista méretének változtatásával, az eredmény folyamatosan változhat, attól függően, hogy felfelé vagy lefelé növeljük a maximum értéket, ha a lista mérete túl nagy, akkor lehet, hogy nem találjuk meg az optimális eredményt, így az sokkal nagyobb lehet, mint az optimális, a tabulista növelésével nő a futási idő, illetve a memóriaigény is.

5. Futási eredmény:

Munkák száma: 10

Gépek száma: 5

Kezdeti táblázat

4, 5, 1, 3, 4,

1, 9, 2, 6, 6,

9, 7, 8, 6, 3,

2, 9, 1, 9, 4,

5, 8, 6, 5, 8,

5, 9, 6, 5, 7,

5, 3, 9, 9, 4,

7, 5, 8, 8, 3,

4, 3, 6, 2, 1,

4, 9, 7, 9, 7,

A határidők:

22, 10, 18, 12, 12, 14, 17, 21, 29, 22,

A legjobb megoldási sor

8, 2, 6, 4, 9, 5, 0, 3, 7, 1, A legjobb megoldás értéke: 425

Kezdeti táblázat

6, 2, 9, 4, 6,

1, 6, 2, 5, 7,

1, 1, 5, 3, 7,

4,5,7,7,8,
5,5,4,1,3,
6,9,8,9,6,
1,8,9,9,7,
8,5,4,3,3,
4,7,6,9,9,
4,6,3,4,8,
8,9,5,9,2,
7,4,3,3,6,
4,7,4,9,8,
6,3,6,3,5,
6,1,1,1,2,
6,1,7,1,2,
2,9,7,6,1,
6,1,1,8,2,
3,7,2,3,4,
4,5,6,8,7,

A határidők:

15,20,26,10,17,15,23,17,13,17,17,25,23,15,11,17,22,27,11,17,

A legjobb megoldási sor

1,18,3,2,6,0,11,13,15,7,17,9,12,19,8,14,16,10,5,4,A legjobb megoldás értéke: 1215

Kezdeti táblázat

3,6,5,6,9,
5,5,6,3,4,
9,7,2,7,8,
2,1,7,1,4,
5,3,2,7,4,
6,7,8,8,4,
3,4,6,7,9,
4,9,2,5,7,
5,6,7,3,7,

3,9,8,7,7,
3,1,1,7,8,
3,6,9,3,5,
7,1,7,4,9,
8,1,7,5,7,
7,1,8,9,5,
4,2,2,7,9,
4,5,4,2,2,
3,8,4,9,1,
6,1,3,1,3,
2,3,9,2,3,
6,9,1,9,1,
5,8,8,3,9,
9,8,2,3,1,
2,2,7,6,2,
2,8,1,9,4,
3,3,2,4,6,
7,6,9,7,2,
2,3,8,1,7,
6,2,4,2,1,
9,9,8,6,9,
8,4,6,8,8,
2,6,9,2,9,
4,7,7,3,1,
8,8,7,8,9,
8,2,2,5,3,
1,2,4,5,9,
4,4,8,8,1,
5,4,3,3,8,
3,6,3,6,2,
2,9,9,6,3,
4,6,6,7,1,
8,7,9,8,3,

3,2,6,2,8,
8,6,1,4,1,
3,1,9,8,7,
2,7,6,2,7,
8,1,9,8,4,
1,1,9,4,3,
1,9,9,3,6,
6,7,2,2,1,

A határidők:

11,22,17,27,11,17,23,25,17,15,29,10,25,14,18,12,15,18,16,18,27,14,25,
,12,17,28,29,25,26,29,26,17,16,12,25,25,23,21,25,27,14,13,27,13,22,1
8,16,26,10,10,

A legjobb megoldási sor

41,42,11,24,8,43,19,9,1,23,26,29,45,7,34,25,0,39,37,16,14,46,6,4,20,
3,31,32,21,12,38,18,10,13,15,28,36,44,27,48,35,17,2,47,49,33,22,5,30
,40,A legjobb megoldás értéke: 7588

Kezdeti táblázat

4,4,6,6,5,1,9,8,1,3,
7,2,3,9,4,2,1,4,4,3,
5,8,6,7,8,3,8,2,3,4,
1,9,4,1,7,7,3,8,7,3,
7,2,6,6,2,7,5,1,6,8,
7,6,3,3,1,1,6,7,6,4,
7,8,9,9,5,1,8,2,6,5,
3,5,8,5,2,4,1,1,1,5,
6,6,6,6,2,9,3,6,7,5,
5,2,6,1,9,4,6,8,8,6,

A határidők:

28,29,22,21,18,21,18,19,29,18,

A legjobb megoldási sor

1,8,5,2,7,6,4,3,9,0,A legjobb megoldás értéke: 357

Kezdeti táblázat

6,3,7,9,3,2,7,6,1,3,
1,8,3,5,9,4,8,7,2,6,
2,4,7,4,1,6,2,2,8,3,
7,8,9,2,7,6,6,6,9,5,
2,6,8,2,3,4,1,1,6,9,
5,1,8,5,8,3,3,4,2,2,
8,2,3,4,2,7,1,7,5,5,
4,8,5,7,5,6,2,9,4,9,
4,3,7,6,3,6,2,2,4,2,
4,4,6,9,7,3,5,2,8,7,
7,1,2,8,1,1,3,7,3,9,
2,9,7,7,7,9,9,2,7,4,
5,3,3,4,7,1,4,1,3,5,
2,6,3,7,3,7,1,9,2,8,
5,3,2,1,6,8,5,4,5,6,
9,4,7,9,8,3,7,2,7,7,
8,9,9,1,2,6,2,6,3,2,
1,6,6,9,3,6,5,7,9,9,
3,9,2,1,4,1,2,3,6,1,
2,4,7,2,2,3,4,7,5,3,

A határidők:

19,16,22,20,11,13,19,28,20,14,10,18,29,12,14,18,20,27,20,28,

A legjobb megoldási sor

19,0,2,18,5,10,14,17,16,15,6,8,11,9,4,13,12,3,7,1,A legjobb megoldás értéke: 1114

Kezdeti táblázat

5,2,1,3,4,3,6,9,6,7,
7,4,7,1,1,8,2,2,7,7,
2,1,7,4,7,9,1,6,6,1,
6,9,3,4,7,2,7,4,6,7,
6,9,5,9,8,2,3,1,9,7,
5,9,4,9,7,6,2,2,7,7,

1, 7, 6, 4, 6, 5, 1, 9, 3, 6,
1, 8, 9, 6, 2, 7, 5, 8, 2, 2,
8, 4, 2, 2, 1, 7, 2, 6, 8, 2,
7, 3, 7, 3, 3, 3, 8, 7, 7, 6,
8, 6, 2, 5, 3, 5, 7, 3, 4, 1,
6, 8, 1, 9, 7, 2, 7, 7, 2, 9,
5, 1, 7, 7, 3, 9, 1, 5, 6, 9,
8, 7, 3, 9, 3, 2, 2, 3, 2, 7,
4, 1, 9, 6, 6, 4, 8, 5, 1, 2,
8, 8, 3, 4, 6, 9, 6, 2, 7, 7,
3, 6, 1, 3, 4, 5, 9, 3, 4, 8,
2, 2, 6, 9, 6, 8, 2, 2, 7, 9,
6, 8, 6, 3, 5, 3, 4, 9, 1, 6,
7, 4, 1, 1, 1, 2, 9, 4, 5, 9,
6, 9, 2, 2, 9, 4, 8, 2, 7, 3,
3, 5, 8, 7, 1, 1, 8, 4, 5, 8,
4, 8, 7, 5, 4, 6, 9, 1, 3, 5,
8, 6, 3, 5, 5, 5, 7, 9, 6, 2,
1, 9, 2, 3, 7, 6, 9, 6, 5, 4,
5, 9, 8, 6, 2, 3, 6, 4, 1, 8,
8, 6, 4, 1, 4, 9, 6, 2, 7, 5,
2, 8, 8, 1, 3, 9, 3, 1, 9, 8,
3, 2, 1, 8, 2, 3, 1, 3, 2, 2,
7, 3, 4, 5, 7, 7, 4, 3, 1, 1,
2, 2, 6, 2, 5, 8, 3, 8, 2, 4,
9, 6, 8, 2, 1, 3, 2, 9, 5, 5,
1, 3, 7, 8, 5, 5, 5, 8, 3, 1,
1, 2, 6, 9, 9, 7, 3, 2, 5, 2,
6, 8, 6, 1, 2, 3, 9, 5, 2, 5,
5, 6, 1, 7, 9, 2, 9, 3, 4, 1,
9, 3, 5, 9, 4, 2, 4, 9, 1, 8,
9, 2, 1, 3, 5, 5, 7, 5, 7, 4,
1, 9, 4, 6, 5, 3, 4, 7, 4, 3,

5,3,8,3,7,7,1,6,2,4,
3,2,9,3,9,4,7,8,7,1,
5,3,2,8,5,5,2,1,1,6,
1,5,1,2,5,4,8,6,4,1,
5,8,4,3,3,9,4,7,4,9,
4,7,1,7,4,1,5,9,1,9,
6,7,2,9,8,7,9,4,1,3,
2,8,9,9,7,2,6,2,3,5,
1,5,8,1,4,8,1,1,6,9,
9,8,3,4,2,6,1,4,5,4,
4,9,7,3,5,1,3,8,1,2,

A határidők:

13,22,16,14,18,23,16,21,12,12,10,16,15,23,13,10,11,11,13,16,29,16,18
,19,24,12,21,28,26,16,27,28,12,10,29,29,26,22,23,18,10,28,19,19,27,2
6,18,26,16,16,

A legjobb megoldási sor

40,47,22,21,2,20,33,17,18,15,23,49,8,25,27,6,46,19,43,7,42,36,44,9,1
,0,48,12,13,34,31,5,35,11,41,10,3,37,16,14,45,26,32,39,29,4,38,28,24
,30,A legjobb megoldás értéke: 7324

Kezdeti táblázat

5,6,2,1,6,5,6,7,4,7,8,2,5,4,3,3,8,8,9,2,
2,6,1,6,9,7,3,6,4,1,3,1,6,6,4,8,8,8,2,4,
3,3,6,9,8,9,2,5,5,9,7,5,2,3,2,1,1,5,8,2,
3,9,2,3,5,4,4,8,6,9,1,3,3,9,9,5,2,2,6,8,
2,5,7,9,1,7,9,9,7,4,3,9,6,5,3,6,8,3,7,9,
5,3,2,6,4,3,6,5,7,6,7,4,5,1,3,5,5,4,2,1,
7,9,5,9,1,4,3,9,5,4,5,5,5,7,2,4,2,5,8,8,
7,1,4,4,4,4,8,2,6,1,5,3,9,5,9,4,2,7,4,9,
8,7,1,1,4,7,4,2,7,5,2,6,6,6,1,8,8,8,9,6,
6,9,9,3,1,6,8,7,5,7,5,4,3,2,1,9,6,9,4,6,

A határidők:

29,14,23,11,22,19,25,24,23,20,

A legjobb megoldási sor

9,2,7,3,6,4,8,5,0,1,A legjobb megoldás értéke: 352

Kezdeti táblázat

8,1,7,7,9,8,8,6,6,4,3,6,6,5,8,9,1,4,9,7,
4,6,7,2,4,4,3,8,3,8,7,7,3,7,2,6,7,3,5,4,
3,8,7,1,4,2,7,8,8,8,1,3,4,2,6,8,1,9,5,6,
4,5,6,2,5,8,4,7,1,9,8,2,9,2,5,4,9,7,1,1,
6,3,9,4,8,6,2,6,4,4,8,2,3,8,6,2,2,1,8,3,
1,3,6,9,2,5,6,6,3,6,7,5,6,5,6,1,3,6,6,3,
6,6,6,3,3,8,1,6,5,5,1,6,7,8,2,4,3,6,6,8,
1,5,5,5,1,7,1,1,9,2,6,7,2,3,7,7,2,3,6,8,
8,3,7,3,2,5,8,9,5,4,8,4,7,6,4,7,6,7,5,6,
2,3,4,8,1,8,7,1,4,9,2,2,6,8,5,2,8,8,1,2,
1,6,8,2,6,3,6,6,7,1,1,5,1,3,4,6,4,8,5,5,
8,4,3,5,6,8,1,4,2,3,6,7,3,8,1,6,9,9,8,8,
8,5,6,3,2,6,7,4,6,4,9,3,6,8,5,5,4,1,6,5,
6,3,6,4,6,6,9,6,8,4,5,6,1,2,8,4,9,3,4,9,
6,5,3,6,6,2,6,7,9,1,8,4,1,6,3,2,2,3,2,1,
1,2,9,5,5,4,7,6,1,8,7,1,2,7,6,4,6,6,1,1,
8,9,6,6,1,1,8,7,5,3,3,8,7,8,9,9,8,8,5,7,
5,3,8,6,2,9,2,4,4,1,5,1,7,3,8,1,3,4,3,2,
8,2,5,3,3,8,4,6,4,8,7,9,1,6,1,4,6,1,2,6,
8,2,3,6,3,7,1,9,7,5,3,6,3,8,9,2,8,8,4,5,

A határidők:

22,19,14,17,25,19,23,14,27,28,19,13,10,27,25,26,29,26,12,14,

A legjobb megoldási sor

19,8,3,9,10,16,0,7,6,18,17,4,1,15,12,13,5,14,2,11,A legjobb megoldás értéke: 1342

Kezdeti táblázat

8,3,5,3,4,7,5,6,6,2,7,8,4,6,5,3,7,5,7,6,
6,2,3,6,8,4,2,1,8,6,5,9,1,8,2,4,4,8,6,7,
9,8,1,9,4,6,3,1,8,6,8,1,3,3,3,1,9,6,3,9,

6,3,1,4,6,3,1,4,9,2,7,1,5,1,6,1,6,7,6,1,
4,7,3,2,5,6,7,8,5,8,7,3,5,8,7,1,9,8,4,1,
8,2,3,8,9,6,9,8,4,9,3,9,6,8,7,5,4,4,4,4,
7,7,3,9,4,9,9,8,3,8,9,5,4,7,2,7,6,4,2,7,
1,3,3,5,8,7,6,6,8,4,9,6,7,5,5,6,8,3,8,8,
6,1,7,8,4,3,8,9,4,3,4,3,9,7,1,8,7,6,4,7,
4,7,6,9,1,5,6,2,3,3,5,5,1,1,8,5,2,5,1,6,
2,8,1,2,7,8,5,4,7,6,5,1,9,1,6,7,2,9,1,4,
6,1,4,4,8,5,5,2,1,3,6,9,6,1,3,6,5,2,9,2,
1,8,3,6,7,5,1,3,5,2,3,4,9,8,6,8,4,7,9,4,
9,6,8,8,8,6,4,5,9,3,6,8,9,2,5,4,4,7,1,3,
4,4,7,9,7,9,9,8,5,2,2,1,7,3,4,6,1,7,2,1,
9,6,2,3,8,9,5,9,3,8,5,3,3,2,5,9,5,4,8,9,
2,6,7,9,5,8,2,2,9,1,2,1,3,1,1,3,7,5,7,6,
6,8,8,2,3,1,2,5,1,4,6,1,8,3,7,8,7,9,5,3,
1,7,8,4,4,3,7,6,4,3,9,1,9,2,3,3,1,3,7,5,
5,8,6,3,8,2,1,4,1,8,7,2,1,6,1,5,4,2,9,6,
6,9,6,7,7,6,8,3,5,2,3,4,2,6,7,8,2,5,7,1,
1,5,5,8,1,7,3,3,2,4,4,6,8,8,4,1,6,9,4,4,
9,9,8,7,9,8,8,5,4,2,8,8,1,5,5,9,7,3,5,2,
5,9,7,1,2,3,8,7,5,4,6,1,4,4,4,6,5,5,9,6,
7,2,4,1,9,3,1,9,1,1,7,1,3,6,1,1,5,6,6,2,
4,9,7,7,3,5,4,7,1,4,3,9,4,5,2,5,6,9,3,8,
8,2,2,6,1,1,9,2,7,9,4,2,7,7,9,2,2,9,2,1,
5,8,9,7,1,3,2,9,9,7,1,7,4,3,8,6,9,6,2,5,
6,2,8,4,3,1,5,9,6,5,6,8,4,9,5,2,3,5,5,4,
7,2,3,6,5,6,8,8,5,7,7,5,4,5,6,9,6,8,2,1,
7,3,1,8,7,9,3,7,2,9,2,5,9,8,4,7,5,8,5,3,
5,1,6,5,3,8,7,6,7,6,8,5,1,3,7,4,6,4,3,2,
5,3,5,8,3,2,1,5,7,6,6,4,9,4,6,6,7,4,3,7,
5,6,9,6,1,1,5,9,1,1,7,7,8,8,9,8,5,4,5,1,
6,7,5,3,8,3,3,7,5,1,5,4,4,9,8,3,3,4,9,3,
3,9,7,9,9,7,3,2,3,9,2,5,8,6,1,8,9,2,7,9,

2,7,9,6,9,2,9,6,3,9,9,9,2,9,7,6,9,2,5,1,
7,4,2,6,3,6,3,7,9,7,8,9,4,2,4,3,3,7,5,1,
7,9,4,7,6,5,3,1,9,6,1,6,6,3,7,9,5,7,2,7,
4,1,2,2,5,9,1,5,3,2,3,3,8,1,4,6,5,3,5,6,
2,2,6,7,2,4,6,5,7,1,3,7,5,1,1,9,1,9,4,1,
7,8,2,8,8,7,9,9,4,7,4,6,1,6,3,5,3,6,2,6,
3,6,1,5,5,4,2,9,6,4,7,1,8,2,2,4,7,8,2,1,
9,1,7,8,7,2,7,5,6,1,2,2,1,7,8,7,2,7,5,1,
6,9,5,5,7,7,7,8,8,6,3,5,3,4,4,8,1,5,6,2,
6,5,5,9,6,4,5,9,6,4,6,6,1,4,4,3,4,3,6,1,
3,6,7,8,7,2,5,8,9,4,4,5,6,6,8,9,4,9,3,7,
1,3,5,8,5,7,1,1,7,7,9,2,9,9,3,3,8,2,6,5,
6,5,2,8,2,5,9,3,9,5,7,3,7,6,1,4,6,4,3,6,
3,8,9,9,8,4,9,2,9,5,5,3,1,1,2,9,2,1,9,5,

A határidők:

14,19,20,21,17,16,12,26,25,12,21,21,26,13,22,28,21,13,17,16,23,10,21,
21,21,21,12,23,27,26,10,20,14,29,28,23,12,11,21,27,24,14,16,11,10,2
7,20,13,16,29,

A legjobb megoldási sor

38,39,29,32,2,36,8,6,0,21,16,44,9,43,11,7,30,40,25,23,35,19,3,12,5,1
4,41,1,47,49,24,33,17,26,46,20,31,45,48,27,37,13,42,10,28,15,18,34,4
,22,

A legjobb megoldás értéke: 8424