

Ipari ütemezési feladat megoldása egzakt és metaheurisztikus optimalizálási módszerek kombinálásával

Önálló projekt, szakmai gyakorlat I.

2021/2022 1. félév

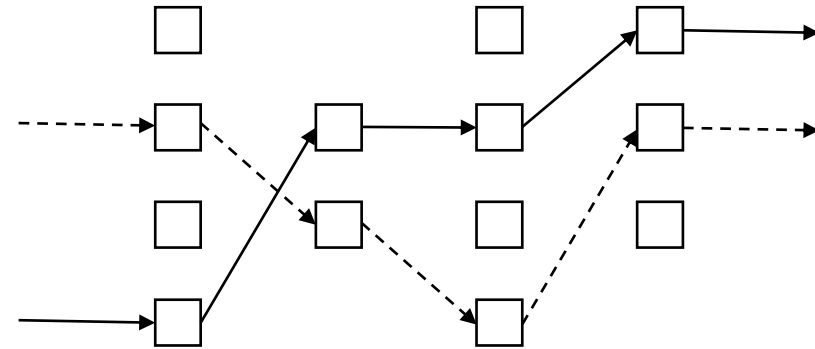
Hatala Imre

A projekt témája

- Komplex gyártási folyamat ütemezése
- Flexibilis flow shop feladat (Flexible Flow Shop Problem, FFSP)

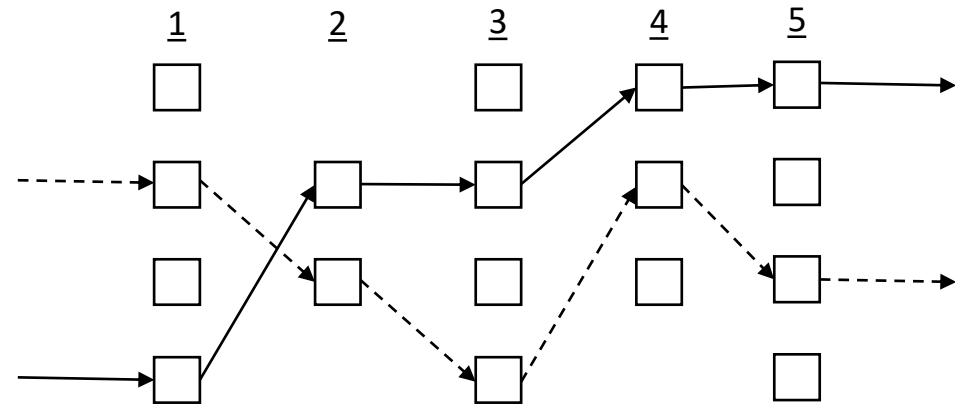
- Shop modellek
- Flow shop
- Flexibilis flow shop

- A gyakorlatban **NP**-nehéz
- Már az $F_3 || C_{\max}$ feladat is **NP**-nehéz



A vizsgált probléma

- Alapanyagból késztermék 5 lépésben
- Lépésenként 5-10 gép
- Egy tervezési ciklusban 100-200 termék



Célok

- Megrendelések kielégítése határidőre
- Teljes átfutási idő minimalizálása
- Gépek állásidejének minimalizálása

Input: általános korlátok

- BOM
- Minimum és maximum gyártott mennyiség termékenként
- Átállási idő minden gépre és termékre
- Maximum készlet lépésenként és termékenként
- Maximum készlet lépésenként

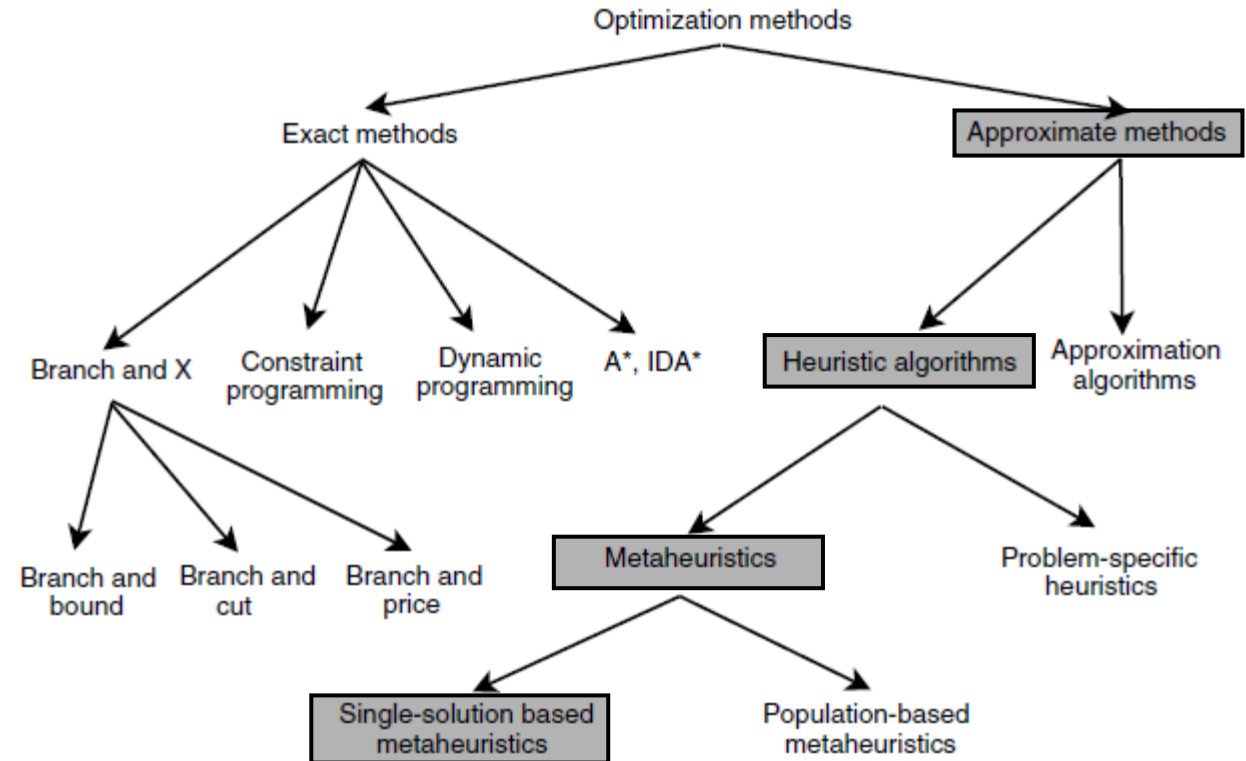
Input: gyár állapota

- Az egyes gépek mikortól használhatók
- Az egyes gépeken utoljára gyártott termék
- Az egyes lépések végén felgyűlt aktuális készlet

- **NP**-nehéz
- Jelenlegi algoritmus: MILP modell és probléma specifikus heurisztikák, egyszerűsítések

Metaheurisztikák

- **NP**-nehéz feladatok és egzakt módszerek
- A gyakorlatban: „elég jó” megoldás, de elfogadható idő alatt
- Metaheurisztikák
 - Általános megoldási módszerek
 - Az optimum elérése nem garantált
 - Az eltérésre sem ad becslést
 - Elfogadható minőségű megoldás
 - Nagy méretű problémákra is gyors
- Lokális keresés (Local Search, LS)



Forrás: El-Ghazali Talbi: *Metaheuristics: From Design to Implementation*. John Wiley and Sons, (2009)

A lokális keresés

- Széles körben alkalmazott metaheurisztika (pl. útkereső algoritmusok, ütemezés)
- Működési elve
 - Kezdeti megoldás
 - Iterációk: javítás az aktuális megoldás lokális környezetében (szomszédsági reláció)
 - Leállási feltétel
- Alkalmazás egy konkrét problémára
 1. Kezdeti megoldás számítása
 2. Szomszédsági reláció meghatározása
 3. Alternatív megoldás választásának stratégiája
 4. Leállási feltétel
- Kilépés a lokális optimumból
 - Keresés több kezdeti megoldásból
 - A szomszédsági reláció (ideiglenes) megváltoztatása
 - Nem javító cserék megengedése (pl. *simulated annealing*, *tabu search*)

A lokális keresés alkalmazása a problémára

- Ötvözzük a lokális keresést és az MILP modellt
 - Kezdeti megoldás az MILP modell segítségével
 - Szomszédsági reláció: a döntési változók Hamming-távolságának függvényében
 - Javító megoldások keresése a lokális környezetben: az MILP modell megszorításával
- Javító megoldás választásának lehetséges stratégiái
 - A legjobb megtalált
 - Az első megtalált
 - Az első megtalált, amely legalább α javítást kínál
- Kilépés a lokális optimumból
 - A szomszédsági reláció módosítása: nagyobb távolságra lévő megoldásokat is szomszédnak tekintünk
 - Valójában az új Hamming-gömbnek csak az előzőtől diszjunkt részét kell vizsgálni
- Leállási feltétel: egymás utáni n iteráció esetén sem találunk javító megoldást
 - Lehetséges finomítás: időkorlát és hibahatár (az MILP modellből ezt is kapunk)

A lokális keresés alkalmazása a problémára

- Tisztázandó: szomszédsági reláció pontos meghatározása
 - Pl. két ütemezés szomszédos, ha egyik megkapható a másiból két részmunka helyének megcserélésével
 - Általánosan: hogyan határozzuk meg két ütemezés távolságát, hogy hatékony algoritmust eredményezzen
 - Ez a probléma és az MILP modell további vizsgálatát követeli meg
- Továbbiak (következő félév)
 - A felvázolt konfiguráció implementálása
 - Az eredmények vizsgálata
 - Finomhangolás

Köszönöm a figyelmet!