FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2002. március 22-23.

AZ ÖSSZMEGMUNKÁLÓ IDŐ OPTIMÁLÁSA A "Timp_Prel1" PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL

Mezei Sándor

ifj. Mezei Sándor

Summary

In the case of the parts produced with group technology the global manufacturing time depends on the manufacturing order. The optimal production is defined by the order that offers minimal production time. Within one group this time can be counted in all cases with "Timp_prel1" software. Minimal value gives maximal productivity. If there are several solutions we choose the one that has the minimal waiting time.

1. BEVEZETÉS

A csoporttechnológiát geometriailag és technológiailag azonos vagy hasonló alkatrészek megmunkálására alkalmazzuk. Egy adott csoportot p különböző típusú alkatrész alkotja, melyeket m művelettel vagy szerszámgéppel készítünk el. Egyszerre legyártott csoport darabszámát jelöljük N_g -val, melyet a csoportot alkotó alkatrészek darabszáma N_j határoz meg.

$$N_g = \sum_{j=1}^p N_j \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (1)$$

Egy bizonyos j darabnak a megmunkálási idejét az i gépen jelöljük t_{ij} -vel, melyet ha N_j darabszámmal megszorozunk, akkor megkapjuk a T_{ij} gépidőt, mely az i szerszámgépen a j alkatrész tölt.

$$T_{i,j} = t_{i,j} \cdot N_j \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (2)$$

Jelöljük X_{ij} -vel azt az időt, melyet várakozással tölt el a csoport i alkatrésze megmunkálás közben objektív okok miatt az / gép előtt.

Ismert módszer a megmunkálási és várakozási idők ábrázolására a GANTT diagrammok (1. ábra), melyek segítségével egy adott sorrend esetében grafikusán is meghatározhatjuk az összmegmunkáló időt T_Σ vagy az összvárakozási időt X_Σ .

A rendelkezésünkre álló T_{ij} gépidőket egy T mátrixban adatbázisként kezeljük, melynek mérete $m \times p$, hol m a sorok számát és a p az oszlopok számát jelenti.

A várakozási idők kiszámítására a következő képleteket használjuk (lásd az 1. ábrát):

$$X_{i,j} = \text{Poz}(X_{i-1,j}) + T_{i-1,j} - T_{i,j-1} \quad (3)$$

$$X_{i,j} = T_{i-1,j} - T_{i,j-1} \quad (4)$$

$$X_{i,j+1} = X_{i,j} + X_{i-1,j+1} + T_{i-1,j+1} - T_{i,j} \quad (5)$$

A (3)-as képletben az $X_{i-1,j}$ csak pozitív értéként szerepelhet. Ha negatív akkor a (4) képletet alkalmazzuk. Ha a (3) és (4) képletek eredményei negatív számok, akkor ezekhez hozzáadjuk a következő adatokat mint mutatja a (5) képlet.

1. Ábra GANTT diagram három szerszámgépen megmunkált csoport esetében

2. A VÁRAKOZÁSI IDŐK ÉRTELMEZÉSE

Az adott (3), (4) és (5) képleteket alkalmazva az eredmény három féle lehet:

a. **Pozitív**, ami azt jelenti, hogy a következő i gépnek várakoznia kell addig, míg az előző $i-1$ gépen az adott j alkatrész elkészül. Általában az első szerszámgépeket sikerül maximálisan kihasználni és a nehézségek a következő gépeknek az alkatrészekkel való ellátásában lesznek. Minden várakozó idő az adott gép terhelési tényezőjét csökkenti. Ezt bizonyos korlátok között javíthatjuk a gépek várakozási időinek koncentrálásával és a szabad kapacitásokat a csoporton kívüli alkatrészek megmunkálásával leterhelni. Megtartva az első gépek folytonos terhelését, ugyanolyan jó eredményt érhetünk el az utolsó gépeknél is, az összmegmunkálási idő módosítása nélkül.

b. **Negatív**, ami azt jelenti, hogy az előző $i-1$ gépen befejezett j alkatrész megmunkálását nem kezdhetjük el a következő i gépen, mert nem fejeződött be az előző $j-1$ alkatrész megmunkálása. Tehát, az alkatrész vár, ami az összmegmunkálási T_Σ időt növeli. Ebben az esetben a gépek terhelési tényezője magas szinten tartható. Az i gépnek a negatív várakozási ideje az előző $i-1$ gépre is kiterjed, melyet az adott időre leállíthatunk és a szükségszerű tevékenységeket elvégezhetjük (karbantartás, javítás, átépítés, stb.). Ugyanakkor, előnyösen kompenzálható a várakozási idő egy adott, közepén elhelyezkedő gép estében, melynél jelen lehet egyrészt a saját pozitív várakozási ideje X_{ij} és alsóbb szintről örökölt egy negatív várakozási időt $X_{i+1,j-1}$. Ennek az összmegmunkáló időre csökkentő hatása van.

c. **Nulla**, ami azt jelenti, hogy nincs várakozás sem szerszámgépeknél sem az alkatrészeknél. Akkor kapunk ilyen eredményt, mikor az azonos j alkatrészek gépideje minden szerszámgépen egyforma. Ez ideális eset, mely ritkán teljesül, de megfelelő tervezéssel lehetséges (technológiai sorrendterv, forgácsolási adatok, darabszám, stb.). Ebben az esetben a gépek terhelése is nagyon jó és az összmegmunkáló idő is rövid. Ajánlatos azonban úgy választani, hogy a várakozási idő ne hiányozzon, mert szükséges az alkatrészek, anyagok mozgatásához, a karbantartó műveletek elvégzéséhez, a munkás fiziológiai szükségleteinek kielégítéséhez, stb.

3. A MEGMUNKÁLÁSI IDŐ OPTIMÁLÁSA

Az összmegmunkálási idő az az idő mely eltelt attól a pillanattól mikor elkezdődött az első gépen az első alkatrésznek a megmunkálása és addig a pillanatig míg befejeződik az utolsó gépen az utolsó darabnak a megmunkálása. Ezt a GANTT diagram utolsó sorának az összegeként számítjuk ki, felhasználva az adott T gépidő mátrixot és a közben a **Timp_prel1** programmal kiszámított várakozási idők X mátrixát, melynek az utolsó sorából a pozitív értékeket használjuk.

$$T_\Sigma = \sum_{j=1}^p T_{m,j} + Poz\left(\sum_{j=1}^p X_{m,j}\right) \quad (6)$$

A szakirodalomban többen is foglalkoztak a T_Σ optimalizálásával, arra törekedve hogy a T_Σ minimál értékét a várakozási idők minimalizálásával helyettesítsék.

A **Timp_prel1** program a megmunkálási összidőt számítja ki egy adott csoport esetében elvégezve a számításokat minden lehetséges esetben és a kapott végeredmények közül kiválasztja a legkisebbet. A konkrét estek bizonyítják, hogy ugyanazon végeredmények mellett a várakozási összidők különbözhetnek a több variánsos megoldások miatt. A két eljárásnak az összehangolása vezet a legjobb eredményhez.

A **Timp_prel1** program három alprogramot használ:

a. Mátrix-permutáció alprogram, melynek az a szerepe, hogy a T mátrixban foglalt gépidőket minden féle képpen permutálja. Mivel hogy ezek az idők, egy adott alkatrésznek a technológiai sorrendjét jelentik, az oszlopok elemeinek a felcserélése tilos. Az oszlopok sorrendjének a folytonos változtatásával a megmunkálási sorrendet cseréljük fel a csoport belsejében, azért hogy megtaláljuk az optimális rangsort, melyet a csoportot alkotó alkatrészek kell hogy alkossanak.

2. Ábra Az X mátrix elemeinek kiszámítási algoritmus

b. Összmegmunkáló idő kiszámítása alprogram (2. ábra), melynek az a szerepe hogy a T_{Σ} időt kiszámítsa a (6) képlet segítségével a T és az X mátrixok elemeivel. Tulajdon képen az X mátrix utolsó

sorának a pozitív és a T mátrix utolsó sorának az elemeit összegezi, de a várakozási idők kiszámítása során számontartja a belső összes megmunkálásokat és várakozásokat.

c. Optimális sorrend alprogram, melynek az a szerepe hogy az előbbi eredményeket összehasonlítsa és megtartsa a legkisebbet közülük. Adott esetben lehetséges több megoldást is kapni, ami nem zárja ki a program hasznosságát, ezekre a megoldásokra más kritériumok alkalmazását ajánlanám.

4. GYAKORLATI ALKALMAZÁS

Adva van egy $p=5$ alkatrészből álló csoport, melyet csoporttechnológia segítségével $m=5$ műveletben (szerszámgépen) készítenek el. A műveletek gépidejét a T mátrixba foglaltam, mely adatbázisként kezelhető :

$$T = \begin{bmatrix} 2 & 5 & 3 & 4 & 1 \\ 5 & 3 & 1 & 2 & 4 \\ 1 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & 4 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

A **Timp_prel1** programot alkalmazva a következő két mátrixot kaptam és a megfelelő végeredményt:

$$X_{\min} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 5 & 3 & -2 & 2 & 2 \\ 6 & 4 & -3 & 0 & -1 \\ 8 & 7 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$T_{\min} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 & 4 & 2 \\ 4 & 3 & 1 & 2 & 5 \\ 1 & 3 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & 4 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$T_{\Sigma \min} = 25$ min Permutáció = 5 2 3 4 1
 Ennek az esetnek megfelel a következő várakozási összidő $X_{\Sigma} = 43$ min

3. Ábra GANTT diagram $m=5$ és $p=5$ csoport esetében (5 2 3 4 1 -es permutáció)

4. KÖNYVÉSZET

1. Gyenge Cs., Ancau M., Antal T. : Általános algoritmus az optimális megmunkálási sorrend meghatározására rugalmas gyártórendszerekben, Micro CAD 93, Miskolc.
2. Kerekes L., Gyenge Cs., Dezső G. : Optimizarea proceselor de aschiere, Casa cartii de stiinta, 1993.

Mezei Sándor doktorandus
 Tg-Mures., str.Pacii nr. 41
 T 0040-65-214511 , E-mail: smezei@fx.ro

ifj. Mezei Sándor
 Tg-Mures, str. Pácii nr. 41
 T 0040-65-211692