

A gépgyártási technológiák számítógépes fejlesztése

The Development of Computer Technologies in Machine Building

Dezvoltarea informatică a tehnologiilor în construcții de mașini

SZÉL Sándor, SZÁLLASI [Dzița] Mirela

Nagyvárad Egyetem

ABSTRACT

Based on the characteristics of Manufacturing Engineering we have analyzed those elements which make the operative planning and the process control difficult during the manufacturing process.

In the first part of the development we have created a component-level production time calculation algorithm, which in the production phase with the help of the development given partial sums, in connection with the production element, it will give almost at on-line speed the actual parts' production time and suggested starting time, without the need of the time-consuming calculations at the operational level

Regarding the production control it is important the computer handling of the product structure. Starting from this point of view we have developed a database structure for the products' structural build as well as created a query program which is competitive on an international level due to its simplicity and speed. These improvements support the computer-aided manufacturing processes as well as the development of an operative control system with recalculations where/when necessary. This solution can be applied for any discreet technology (machinery, light industry, food industry, electrical appliances, etc.) but we can achieve a serious advantage in the case of multi-operation or the series production of products with multiple parts.

ÖSSZEFOGLALÓ

A gépgyártási technológiák sajátosságaiból kiindulva elemeztük azokat az elemeket, amelyek a gyártási folyamatok keretében megnehezítik az operatív szintű tervezést, a folyamatok vezérlését.

A fejlesztés első részében megalkottunk egy alkatrész-szintű gyártási idő számítási algoritmust, amely a tervezésnél megadott bizonyos részösszegek segítségével, a gyártási szakaszban, a gyártási tétel függvényében szinte on-line gyorsasággal megadja az alkatrész gyártási idejét, javasolt kezdési időpontját, anélkül hogy szükség lenne a műveleti szintű időigényes számításokra.

A gyártásvezérlés szempontjából fontos a termékszerkezet (felépítési struktúra) számítógépes kezelhetősége. Ebből a szempontból kiindulva kifejlesztettünk egy adatbázis struktúrát a termékek szerkezeti felépítésére, valamint megalkottunk egy lekérdező programot, amelynek egyszerűsége és sebessége nemzetközi szinten is versenyképes.

Ezek a fejlesztések lehetővé teszik a gyártási folyamatok számítógépes támogatását, akár egy operatív szintű kontroll-rendszer kifejlesztését, szükség szerinti újraszámításokkal.

A megoldást alkalmazhatjuk bármely diszkrét technológia esetére (gépipar, könnyűipar, élelmiszeripar, villamos gépek, stb.), különös előnyt a sok művelettel rendelkező, vagy sok alkatrészből álló termékek sorozatgyártásánál érünk el.

1. BEVEZETŐ

A gépgyártási technológiák két fontos célkitűzése a hatékonyság és a minimális gyártási idő. Ezen elemek fontossága még nagyobb a sorozatgyártás esetében.

A technológia tervezésénél mindig egy gyártási tételt (darabszámot) vesznek figyelembe, amit később más tétélekkel, újabb megrendeléseknél nem tudnak betartani. Ezért zavar keletkezik a gépek és munkacsoportok leterhelésében, megszakítások és holtidők jelennek meg a műveletek között, kiegészítő idővesztések jelennek meg az újabb szerszámok és eszközök cseréjével. Ugyanakkor a műveletek közötti tétélek megváltásával, hatékonyatlanná válik a műveletek közötti szállítás és raktározás. Újra kéne számítani a műveletek közötti tétéleket, az új időbeni beosztást, de ez a gépgyártás esetében (nagy számú alkatrészek és műveletek)

nagyon időigényes. Egy új megrendelő esetében nehezen tudjuk megbecsülni a végleges gyártási időt, habár ismertek az újraszámítási módszerek.

2. A FEJLESZTÉS CÉLJA

Az említett rendellenességek kezelésére kidolgoztunk a gyártási ciklus kiszámítására egy új számítási modellt, amely elemei (adatai) nem függenek a gyártási tétel nagyságától, és rögzíthetők (memorálhatók) már a technológia tervezési fokozatában alkatrész szinten. A gyártási fokozatban az újraszámítás egy új tételnek megfelelően, a tétel hozzáadásával azonnal (nagy időspórolással) megoldható, mivel nem szükséges a számításokat műveleti szintre levinni. Számítógépes alkalmazás esetében, szinte on-line eredményeket kaphatunk.

Továbbá, támogatván a számítógépes gyártási termelésirányítást, a sorozatgyártás számára kidolgozunk egy struktúrát a termékek egy faszerkezetű adatbázisába való memorálására, valamint egy nagysebességű algoritmust a faszerkezetű adatbázis lekérdezésére, amely az alkatrész szintű komponenseket darabszám szerint bontja le a gép strukturális felépítésének megfelelően. Ez a módszer a megrendelés üzembe helyezésére is alkalmas, automatikusan kiszámítván a szükséges alkatrész darabszámokat, összeköthető a munkalapok listázásával, valamint a szükséges nyersanyagok és más kellékek raktári iránti igénylési lapjaival. A nagy sebességű algoritmusok nemzetközi szintű fejlesztések.

3. A MEGVALÓSÍTÁS

Minden alkatrésze ismertek a belső műveleteknek megfelelő előkészületi idő, gyártási egységidő, a szállítási idő, a munkagép és szerszám típus, stb. A technológia tervezésénél ezekből az információkból alkatrész szinten rögzíthetők úgynevezett részösszegek, amelyek nem függenek a tétel nagyságától. Ezek segítségével később a gyártási folyamatok keretében, bármely megrendelés estén a rendelési tétel megadásával azonnal kiszámítható a gyártási össz-idő, a műveletekre való lebontás nélkül, amely nagy időnyerességet jelent.

A ciklusszámítási módszer biztosítja a műveletek közötti holtidők minimalizálását, a gépek és munkacsoportok terhelésének növelését, csökkenti a megszakítások számát, a megfelelő ideiglenes szerszám cserét. Ugyanakkor a folyamatban lévő műveletek közötti tételek nagyságát is szabályozzuk, csökkennek a raktározási költségek.

A kutatásban megadjuk a faszerkezetű termékszerkezet felépítését, valamint a lebontási algoritmust a megrendelési termékkód szerint. A módszer a megrendelés üzembehelyezési műveletein kívül (anyag és munkalapok, darabszám kiszámítás, gép és munkacsoport, stb. megnevezés), használható más számítások automatizálására is, gép és munkacsoport terhelések, művelet szintű termelési ütemezés stb. fejlesztésére.

3.1. Az alkatrészszintű gyártási idő kiszámítása

Jelölések:

L - a gyártási tétel (darabszám)

EI_i - az *i* művelet előkészítési ideje

SZI_i - az *i* művelet utáni szállítási és várakozási idő

FI_i - az *i* művelet feldolgozási egységideje (1 darab)

FI_n - az *n* művelet, az alkatrész utolsó művelete feldolgozási egységideje

C₁ - az első részösszeg alkatrész szinten

C₂ - a második részösszeg alkatrész szinten

C₃ - az egymásba szerelendő alkatrészek időeltolódása

I - az *L* darab alkatrész gyártásának őszideje

LH_{j-1} - a *j-1* szintű alkatrész leghamarabbi kezdési ideje a *j* szintű kapcsolódó alkatrészek függvényében.

Ezek szerint alkatrész szinten kiszámíthatjuk és memorálhatjuk a következő értékeket:

$$C_1 = \sum_{i=1}^n (EI_i + SZI_i + FI_i)$$

$$C_2 = FI_n + \sum_{i=2}^n (FI_{i-1} - FI_i)$$

$$FI_{i-1} > FI_i$$

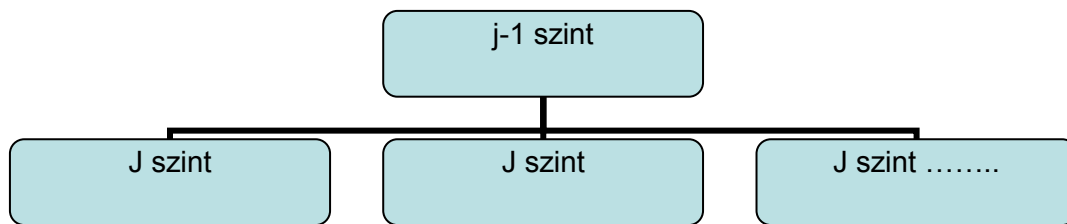
$$C_3 = (FI_{n,j} * j \text{ szintű strukturális darabszám} - FI_{1,j-1})$$

Ha a C_1, C_2, C_3 részösszegeket memoráljuk a technológiai előkészítés szintjén alkatrészenként, a gyártás beindításánál hozzáadva az L gyártási tételt (darabszámot), alkatrész szinten kiszámítható a gyártási össz idő, valamint a legkorábbi kezdési idő :

$$I = C_1 + (L - 1) * C_2$$

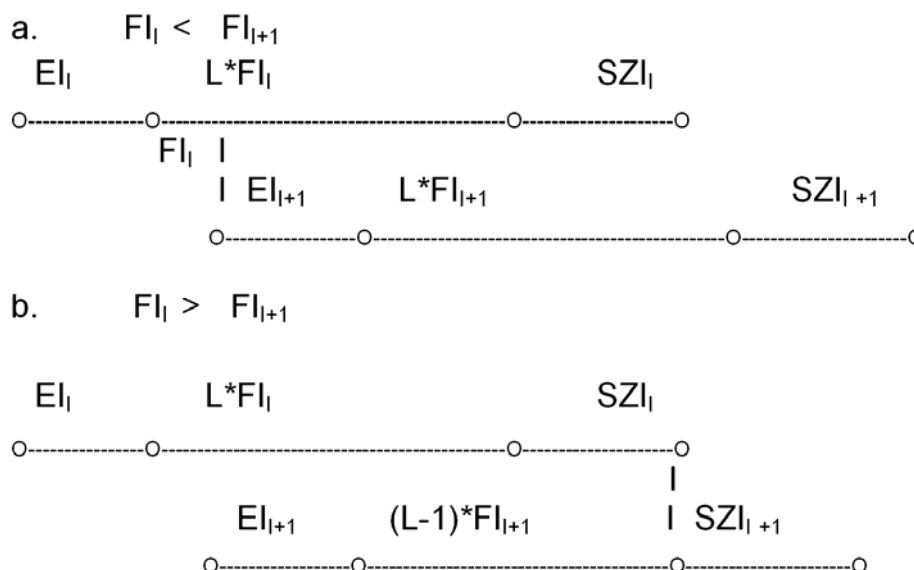
$$LH_{j-1} = \max_{r \in j} (LH_j + IV_j) \quad J > 1, \text{ r a j-1 szinthez kötődő alkatrészek halmaza}$$

$$IV_j = C_{1,j} + (L_j - 1) * (C_{2,j} - C_{3,j-1})$$



A gyártási fázisban már alkatrész szinten kiszámítható az I gyártási össz idő az ismert L darabszámra, valamint a legkorábbi kezdési idő alkatrészenként, végül megkapjuk a megrendelt termék gyártási idejét. Egy számítógépre implementált technológia esetében, utólag kiszámíthatók a leterhelési adatok munkahelyenként, egy következő fázisban a túlterhelések elemzésekor módosíthatók a kezdési időpontok (készletelés, vagy kapacitás növelés, stb.). Nem lévén szükség a művelet szintű számításokra (a számítások alkatrész szinten történnek), a gyártási fázisban nagy a számítási idő megtakarítás, a termelésirányítás valós időben kivitelezhető pontos számításokkal a fenti képletek alapján.

A várakozási idők minimalizálása érdekében a megoldások figyelembe veszik azt a nemzetközi tapasztalatot, miszerint ha egy hosszabb idejű művelet után egy rövidebb idejű művelet következik, a következő művelet elkezdését eltolják, hogy az L darabszámú tétel gyártását folytonos időben biztosítsák. Példaképpen mutassuk be a két esetet:



Hasonlóképpen cselekszünk az alkatrész első művelete és az ehhez kapcsolódó következő szintű alkatrész utolsó művelete között. (lásd a C_3 képletét).

Megemlítjük, hogy a termékek felépítését egy faszerkezetű adatbázis segítségével a következő alpontokban tárgyaljuk, megadván az adatbázis lekérdezésére szükséges programot is.

3.2. A faszerkezetű adatbázis szerkezete (struktúrája)

A struktúra felépítése:

STR.DBF

SOSSZETETT N 13

SOSSZETEVO N 13

SSZINTMENY N 10.3

SFELBONTAS C 1 (Igen, Nem)

Egy példa a relációs adatbázis leírására:

1								0 SZINT
2		3		4		5		1 SZINT
6	7	8	9	10	11	12	13	2 SZINT

SOSSZETETT	SOSSZETEVO	SSZINTMENYISEG	SFELBONTAS
1	2	2	I
1	3	3	I
1	4	2	I
1	5	4	I
2	6	2	N
2	7	3	N
3	8	2	N
3	9	3	N
4	10	2	N
4	11	3	N
5	12	2	N
5	13	3	N

A struktúra adattár lekérdezési módja lehet random típusú az SOSZETETT kulcs szerint, valamint szekvenciális az SOSSZETETT + SOSSZETEVO szerint.

3.3. A faszerkezetű adatbázis lekérdezése

A lekérdezés szempontjából egy, a rendeléseket tartalmazó file-ból indulunk ki, amely tartalmazza a termékek kódját és a gyártandó mennyiségeket:

RENDELES.DBF

RTERMEKKOD N 13

RMENYISÉG N 9.3

A lekérdezés eredményeképpen leírunk egy kimenő file-t

KIMENET.DBF

KOSSZETEVO N 13

KMENYISEG N 9.3

KSZINT N 4

KSZINTMENY N 10.3

KFELBONTAS C 1 (Igen, Nem)

KOSSZETETT N 13

Az 1. számú mellékletben megadjuk a lekérdezési algoritmust működőképes program formájában. A nagysebességű algoritmus vetekszik a legmodernebb nemzetközi megoldásokkal, különösképpen egyszerűsége és nagy sebessége teszi versenyképessé.

A szekvenciálisan olvasott RENDELÉS file minden R-OSSZETEVO kódjának megfelelően, random kulccsal belépünk a STR struktúra file-ba, majd szekvenciálisan olvasva tovább a STR file-t mindaddig amíg a SOSSZETETT = RTERMEKKOD, a fa összes ágaival – amelyek megfelelnek a fenti feltételnek és amelyeknek van felbontása, (SFELBONTÁS="I") –, feltöltünk egy verem-memóriát, kiszámoljuk a komponensenkénti rendelésnek megfelelő mennyiséget (mindaddig amíg az SFELBONTÁS ≠ "N"). Ezek után sor kerül a verem kiolvasására és a KIMENET file írására mindaddig, míg minden verem adatot feldolgozunk. Pár gyakorlati tesztelésben elégségesnek bizonyult egy 400 mélységű verem.

A KIMENET file minden bejegyzése szerint az alkatrész (komponens) kóddal és a K-MENYISÉG-el (mint L gyártási tétellel) ha visszatérünk a 3.1 pontban leírt algoritmushoz, egy memorált technológia segítségével, amely tartalmazza a C1, C2, C3, részösszegeket, operatív módon bármely gyártási időszakra újraszámíthatjuk nagy sebességgel az alkatrészek kezdési időpontját, valamint a termékek gyártásának időtartamát.

1. Számú melléklet, program a faszerkezetű adatbázis lekérdezéséhez

```

CLOSE ALL
CLEAR
SET TALK OFF
WW=' '
DO WHILE WW#'I'.AND.WW#'N'
@4,4 SAY ' faszerkezetű adatbázis lekérdezés(I/N):' GET WW PICT 'X'
READ
ENDDO
IF WW='I'
MOSSZETETT=0
MMENYISEG=0
MSZINT=0
POSSZETETT=0
P=1
F=0
I=1
DECLARE SPT(400)
DECLARE VOSSZETEVO(400)
DECLARE VMENYISEG(400)
DECLARE VFELBONTAS(400)
DECLARE VSZINT(400)
DECLARE VSTERIL(400)
DECLARE VOSSZETETT(400)
DECLARE VSZINTMENY(400)

DO WHILE I<401
VOSSZETEVO(I)=0
SPT(I)=0
VFELBONTAS(I)='N'
VSZINT(I)=0
VSTERIL(I)=' '
VOSSZETETT(I)=0
VSZINTMENY(I)=0
I=I+1
ENDDO
USE KIMENET EXCLUSIVE
ZAP
USE RENDELES ORDER RTERMEKKOD IN 1
USE STR ORDER STR IN 2
USE KIMENET IN 3
SELE 1
DO WHILE .NOT.EOF()
WPT=0
NRCP=0
NRPT=0
MOSSZETETT=RTERMEKKOD

```

```

MMENYISEG=RMENYISEG
MSZINT=0
P=1
VSZINT(P)=MSZINT
VFELBONTAS(P)='I'
VSTERIL(P)='I'
POSSZETETT=1
F=0
    DO WHILE P>0
        SELE 2
        SET EXACT OFF
        SEEK STR(MOSSZETETT,13)
        IF .NOT.FOUND().and.VSZINT(p)#0
            @ 4,4 SAY 'OSSZETETT HIANYZIK A STRUKTURABOL : '+STR(MOSSZETETT,13)+
STR(WPT,13)
            WAIT ' '
            VFELBONTAS(P)='N'
            P=0
        ELSE
            DO WHILE STR(SOSSZETETT,13)=STR(MOSSZETETT,13).AND..NOT.EOF()
                P=P+1
                SPT(P)=NRPT
                VOSSZETEVO(P)=SOSSZETEVO
                VMENYISEG(P)=SSZINTMENY * MMENYISEG
                VSZINTMENY(P)=SSZINTMENY
                VSZINT(P)=MSZINT+1
                VFELBONTAS(P)=SFELBONTAS
                VOSSZETETT(P)=A->RTERMEKKOD
                VSTERIL(P)='N'
                SKIP
            ENDDO
            VSTERIL(POSSZETETT)='I'
            F=0
            DO WHILE P>0.AND.F=0
                IF VFELBONTAS(P)='I'.AND.VSTERIL(P)='N'
                    WPT=SPT(P)
                    MOSSZETETT=VOSSZETEVO(P)
                    MMENYISEG=VMENYISEG(P)
                    MSZINT=VSZINT(P)
                    POSSZETETT=P
                    F=1
                ELSE
                    SELE 3
                    APPEND BLANK
                    REPLACE KOSSZETEVO WITH VOSSZETEVO(P)
                    REPLACE KMENYISEG WITH VMENYISEG(P)
                    REPLACE KSZINT WITH VSZINT(P)
                    REPLACE KFELBONTAS WITH VFELBONTAS(P)
                    REPLACE KSZINTMENY WITH VSZINTMENY(P)
                    REPLACE KOSSZETETT WITH VOSSZETETT(P)
                    P=P-1
                ENDIF
            ENDDO
        ENDIF
    ENDDO
SELE 1
SKIP
ENDDO
ENDIF
CLOSE ALL
CLEAR
RETURN

```

4. A kutatás továbbvitelének a lehetősége

A megoldást alkalmazhatjuk bármely diszkrét technológia esetére (gépipar, könnyűipar, élelmiszeripar, villamos gépek, stb.), különös előnyt a sok művelettel rendelkező, vagy sok alkatrészből álló termékek sorozatgyártásánál érünk el.

A megvalósítást támogatta az MTA DOMUS 2013 évi kutatási programja.

Könyvészet

- [1] Szél Alexandru – Soluții de modelare performante privind fabricația asistată de calculator în ramura construcțiilor de mașini- INFOTEC ' 88 București pag.150-153.
- [2] ORACLE-ORDO Kézikönyv - Compagnie Internationale pour l'Informatique-1973
- [3] Ladislau Németi – Metode euristice de ordonantare a fabricației – Editura Dacia Cluj 1977.