GUBÁN MIKLÓS[1], CSELÉNYI JÓZSEF[2]

Késleltetett összeszerelő üzemek logisztika-orientált optimális telepítését befolyásoló tényezők és a telepítés heurisztikus algoritmusa

1. Bevezetés

Az [1], illetve [2] dolgozat egy multinacionális cég szerelőüzemeinek telepítésére szolgáló matematikai modellt ad meg. A [3] dolgozat egy heurisztikus algoritmust vázol fel a matematikai modellre. Ebben a dolgozatban az algoritmus további részletezését és pontosítását végezzük el és megadunk egy módszert, mely a rögzített számú és helyű összeszerelő üzemhez kvázioptimálisan hozzárendeli a felhasználókat és a beszállítókat.

2. A matematikai modell

A telepítés algoritmusának megadásához az *1. ábra* szerinti modellből indulunk ki. [1] Jelölje n az összeszerelő üzemek számát! Ekkor a rendszer struktúrája alapján a felhasználók száma:

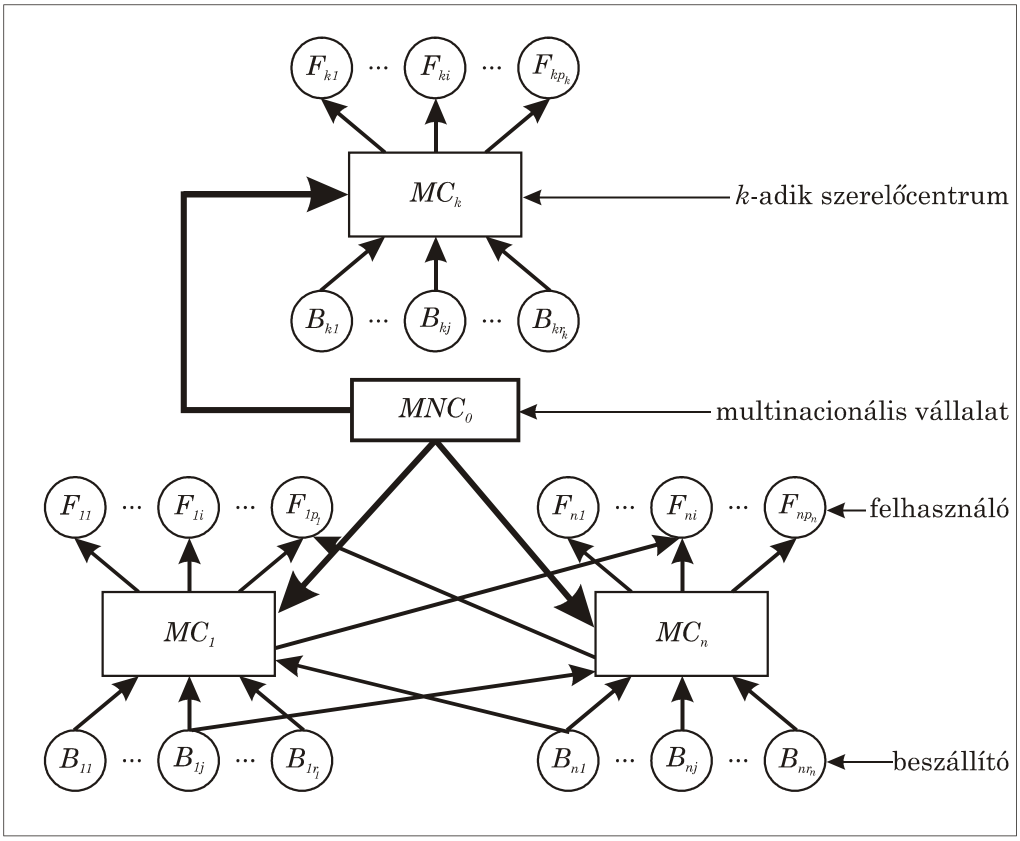
$$p_0 = \sum_{k=1}^{n} p_k \qquad (1)$$

és a beszállítók száma a multinacionális vállalattal együtt (mint beszállítóval)

[1] BGF Pénzügyi és Számviteli Főiskolai Kar Salgótarjáni Intézet, főiskolai docens.
[2] Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, tanszékvezető egyetemi tanár.

$$r_0 = 1 + \sum_{k=1}^{n} r_k \tag{2}$$

lesz.



1. ábra
A telepítés vázlata

3. A telepítés heurisztikus algoritmusa

A telepítés algoritmusa hat fő lépésből épül fel:

1. lépés: Egy induló rendszer megadása (a maximális n értékkel).
2. lépés: Egy kezdeti elrendezés megadása (rögzített n_0 értékkel).
3. lépés: Felhasználók és beszállítók optimális hozzárendelése az adott elrendezéshez.
4. lépés: Rögzített n_0 érték mellett további elrendezések megadása szimuláció segítségével. A legkisebb költségű telepítést kiválasztva hozzárendeljük az adott n_0 értékhez.

5. lépés: A lehetséges intervallumon (l. alább) végigfuttatva az n értékeket további elrendezések és hozzárendelések előállítása.
6. lépés: Az egyes értékekhez hozzárendelt telepítések közül kiválasztjuk a legkisebb költségű telepítést. Ez lesz a feladat kvázioptimális megoldása.

3.1. Az induló rendszer megadása

A heurisztikus algoritmus első lépése egy lehetséges megoldás elkészítése lesz. Itt nem feltétlenül törekszünk az optimális megoldás előállítására, a célunk csak az, hogy egy induló lehetőség álljon a rendelkezésünkre.

MC_i szerelőcentrumok kezdeti számának a meghatározása

Válasszunk ki egy vezérterméket. Legyen a termék T_j. Jelölje

Q_0^R a redukált vezértermékre vonatkozó összes kapacitás igényt;

C_{AH} az MC_i szerelőközpont minimális kapacitását.

Ekkor az egyes összeszerelő üzemre fenn kell, hogy álljon a termelés során:

$$1 \le n \le \frac{Q_0^R}{C_{AH}} \tag{3}$$

ahol n jelenti a szerelőcentrumok lehetséges számát.

Definíció

Lehetséges intervallumnak nevezzük a természetes számok halmazának

$$\left[1; entier\left(\frac{Q_0^R}{C_{AH}}\right)\right] \tag{4}$$

részhalmazát. Válasszuk elsőként az intervallum legnagyobb n értékét és jelöljük n_0-lal:

$$n_0 = entier\left(\frac{Q_0^R}{C_{AH}}\right) \tag{5}$$

Ezzel megadtuk a szerelőcentrumok kezdeti számát.

3.2. A szerelőcentrumok elrendezési változatainak a képzése

A hozzárendelést a beszállítóknak és felhasználóknak a centrumtól való távolsága alapján határozzuk meg. Adott az **L** mátrix

$$\mathbf{L} = \left[l_{\chi\rho}\right]_{z,p_0+r_0} = \left[\mathbf{L}_1 \mid \mathbf{L}_2\right] \tag{6}$$

Ez a mátrix tartalmazza a lehetséges telepítési helyek, a beszállítók és a felhasználók közti távolságot [1]. A feladat megoldása hagyományos programozási eszközökkel rendkívül munkaigényes volna és bizonyos esetekben nem is tudnánk megadni az optimális megoldást, ezért célszerű a genetikus algoritmusok felhasználásával képezni az elhelyezési változatot. Ez azt jelenti, hogy meg kell adni egy kezdeti $\mathbf{\Omega}$ mátrixot.

$$\Omega = \lfloor \omega_{k\chi} \rfloor_{nz} \qquad \omega_{k\chi} \in \{0;1\} \tag{7}$$

Jelölje a genetikus algoritmussal előállított lehetséges telepítést $\overline{\mathbf{\Omega}}$. Ekkor $\mathbf{L}_1' = \overline{\Omega} \cdot \mathbf{L}_1$ lesz a felhasználók és az összeszerelő üzemek közti távolság mátrix, és $\mathbf{L}_2' = \overline{\Omega} \cdot \mathbf{L}_2$ lesz beszállítók és az összeszerelő üzemek közti távolságmátrix. $\mathbf{L}' = [\mathbf{L}_1' \quad \mathbf{L}_2']$ adja meg a transzformált úthossz mátrixot.

3.3. Egy adott telepítési változathoz a beszállítók és felhasználók optimális hozzárendelése

Egy adott $\overline{\Omega}$ elrendezési változathoz megkeresendő a beszállítóknak ($\mathbf{X}$ mátrix) és felhasználóknak ($\mathbf{Y}$ mátrix) az egyes MC_k-hoz ($k = 1,...,n_0$) való optimális hozzárendelése. Ekkor már rögzítettnek tekinthetjük mind az n_0 szerelőcentrum számot és az egyes szerelőcentrumok elrendezését. Így az optimalizálandó mátrixok mérete egyértelműen meghatározható.

A hozzárendelés egy lehetséges algoritmusa

3.3.1. lépés. Az első lépésben ellenőrizni kell, hogy a felhasználók összes igénye nem haladja-e meg a rendelkezésre álló szerelőcentrumok összes kapacitását. Ha meghaladja, akkor az n_0 számhoz nem létezik lehetséges telepítés és így optimális telepítés sem.

3.3.2. lépés. Rendeljük hozzá az egyes felhasználókat a legközelebbi MC_k -hoz. Adjuk meg az $\mathbf{Y}^{\nu}$ hozzárendelési mátrixot. A kezdeti hozzárendelésnél feltételezzük, hogy a szerelőcentrumok nem rendelkeznek gyártási kapacitáskorláttal. Miután a hozzárendelést elvégeztük vizsgáljuk meg minden egyes centrumra, hogy az üzem kapacitását nem haladja-e meg a hozzárendelt felhasználók összigénye. Ha meghaladja, akkor válasszuk ki a legnagyobb K_{BS} költségkomponens szerinti felhasználót és rendeljük hozzá ahhoz az üzemhez, melynek van annyi szabad kapacitása amennyi a felhasználó igénye és ahol a legkisebb a K_{BS} költség. Ha ilyen nincs, akkor válasszuk a következő felhasználót. Ismételjük meg ezt a lépést addig míg a centrumhoz befutó felhasználói összigény kisebb vagy egyenlő lesz a centrum kapacitásánál.

3.3.3. lépés. Az igényekből határozzuk meg a szükséges alkatrészmennyiséget:

$$\mathbf{Q} \cdot \mathbf{A} = \left[\sum_{\nu=1}^{m} q_{i\nu} a_{\nu\mu} \right] \tag{8}$$

(alkatrészenként és felhasználónként). Ebből meghatározható az egyes szerelőcentrumok alkatrészigénye. A szerelőcentrumok igénye:

$$\mathbf{D} = \lfloor d_{j\mu} \rfloor = \mathbf{Y} \cdot \mathbf{Q} \cdot \mathbf{A} \tag{9}$$

3.3.4. lépés. Most rendeljük hozzá nem lineáris célfüggvényű szállítási feladatok megoldásával a beszállítókat. A $\mathbf{D}$ mátrixnak az egyes sorai lesznek az egyes szállítási feladat rendeltetési hely vektorai. A **B** mátrix oszlopai lesznek a feladat feladóhely vektorai. Itt mindig azonos indexű sorokat és oszlopokat választunk ki a mátrixból. Ez egy jó induló telepítést ad konkrét n-re és konkrét szerelőcentrumok elrendezésre.

A hozzárendeléseket a (10) szerinti célfüggvény [1] minimalizálásával határozzuk meg.

$$K = K(\varepsilon, n_0) \tag{10}$$

Ebben a lépésben megkapjuk az **X** mátrixot. Az **Ω**, **X**, és **Y** mátrixok segítségével megadhatjuk az összes többi mátrixot és a költségfüggvény értéket.

Most rendeljük hozzá nem lineáris célfüggvényű szállítási feladatok megoldásával a beszállítókat. A **D** mátrixnak az egyes sorai lesznek az egyes szállítási feladat rendeltetési hely vektorai. A **B** mátrix oszlopai lesznek a feladat feladóhely vektorai. Itt mindig azonos indexű sorokat és oszlopokat választunk ki a mátrixból. Ez egy jó induló telepítést ad konkrét n-re és konkrét szerelőcentrumok elrendezésre.

A hozzárendeléseket a (11) szerinti célfüggvény minimalizálásával határozzuk meg.

$$K = K(\varepsilon, n_0) \tag{11}$$

Ebben a lépésben megkapjuk az **X** mátrixot.

Az **Ω**, **X**, és **Y** mátrixok segítségével megadhatjuk az összes többi mátrixot és a költségfüggvény értéket.

3.4. Adott n_0-hoz újabb elrendezési változatok előállítása

Állítsunk elő a fenti módon további $\overline{\Omega}_\varepsilon$ elrendezési mátrixot (más telepítési változatot)! Határozzuk meg a hozzájuk tartozó optimális hozzárendeléseket:

$$K(\varepsilon, n_0) \Rightarrow \min! \tag{12}$$

Egy kezdeti kijelölés és szimulációs eljárás segítségével előállítunk egy változatot, majd javítva a célfüggvényt, újabb populációkat állítunk elő. Ezt folytatva meghatározunk egy kvázioptimális megoldást az adott n_0 számú szerelési centrumra.

$$K(n_0) = \min_{\varepsilon} K(\varepsilon, n_0) \tag{13}$$

3.5. Az MC_i szerelőközpontok számának optimalizálása

Az előbb kapott kvázioptimum csak az adott n_0-ra vonatkozott. Mivel ez az érték relatíve nem túl nagy határok között mozog, ezért végigvizsgálhatjuk a lehetséges intervallumban szereplő egész értékek mindegyikét. Hajtsuk végre az intervallum összes értékére a korábbi lépéseket és mindegyik n-re határozzuk meg az optimális költséget és telepítési és hozzárendelési változatot.

3.6. Az optimális változat meghatározása

Válasszuk ki azt a változatot, melyre az összköltség minimális lesz:

$$K_0 = \min_n K(n) = \min_n [K_T(n) + k_S W(n)] \tag{14}$$

az egyes n értékekre, ahol $n = 1, \ldots n_0$; a $K_T(n)$ a telepítési költség. A költségfüggvény részletes leírása megtalálható pl. [1]. Az algoritmus nagyvonalú folyamatábrája [3]-ban látható.

4. Az optimális megoldás vizsgálata

Felvetődik a kérdés, hogy a kapott optimális megoldás hány különböző telepítési változatra teljesül (alternatív optimum), illetve hogyan függ a költségfüggvény a telepítendő centrumok számától. Ezért érdemes utolsó lépésként egy érzékenységvizsgálatot végezni. Érdekes vizsgálatot képez az algoritmus hatékonysága is, hiszen ez dönti el a gyakorlati alkalmazhatóságát is.

5. Összefoglalás

A dolgozat egy multinacionális cég szerelőüzemeinek a telepítési algoritmusát mutatja be. Az algoritmus segítségével meghatározhatjuk, hogy a szerelőüzemeket hol építsük fel és hogyan rendeljük hozzájuk az egyes felhasználókat és beszállítókat. Az algoritmus heurisztikus eljárásokat tartalmaz, hiszen egzakt megoldásokat alkalmazva a feladat rendkívül bonyolult lenne. A genetikus algoritmusok felhasználása az első lépésben jelentősen egyszerűsíti a problémát. Ez a dolgozat konkrét n darabszámú és helyű szerelőcentrum telepítésére megadja a részletes algoritmust. Az algoritmus további lépéseinek megadása és az algoritmus hatékonyságának a vizsgálata egy későbbi dolgozat feladata lesz.

IRODALOM

[1] GUBÁN, M., CSELÉNYI, J., KOVÁCS, L.: Methodes for establish of delayed assembling plants oriented by logistics MISKOLCER GESPRÄCHE 2000 „Die neuesten Ergebnisse auf Gebiet Fördertechnik und Logistik" wissenschaftliches Fachseminar (31. August und 1. September 2000, Miskolc)

[2] GUBÁN MIKLÓS: Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikaorientált optimális telepítésére szolgáló matematikai modellek. Magyar Tudomány Napja. Doktoranduszok fóruma (Miskolci Egyetem, 2000. október 30.)

[3] GUBÁN, M., CSELÉNYI, J.: Heuristic algorithm to establish delayed assembling plants oriented by logistics. 3rd International Conference of PhD Students. University of Miskolc. 13-19 August 2001. Engineering Sciences.