FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1998. március 20-21.

Mobil robotos osztályozó rendszer különböző változatainak összehasonlító vizsgálata

Prof.Dr.Cselényi József - Bányai Tamás

Summary

Nowadays material handling systems with mobile robots gain more and more significance as due to their flexibility they increase the material handling capacity of the system, reduce the waiting time that occur in the system, increase the efficiency of the related manufacturing system and improve the utilisation factor of the elements of the system. In case the required material handling task can be done with one-robot the tasks of optimisation of the system is nothing else but choosing the suitable type of robot, the suitable scheduling and the calculation and sizing of the elements of the material handling and manufacturing system. In case the material handling tasks to be done within the system cannot be solved with one-robot choosing the suitable number of robots is an important task in addition to the ones above. In the case of this system we can distinguish between three important groups of models: systems based on mixed, quasi homogeneous and homogeneous product structure. In the case of this system based on the mixed product structure we can actually talk about a storage place commissioning system where it is the mobile robot that finds the products and carries out the collection of the products required for the unity of stack. In the case of the homogeneous or quasi-homogeneous product structure it is the products that approach the mobile robot system and they do so with the help of a related classifying material handling system. This paper describes some important aspects of planning an automated system for making unity of stack, which have great influence on the cost of the system. This paper introduces a possible solution for the optimisational tasks both in the case of the homogeneous and the quasi-homogeneous product structures.

Az egységrakományképzést, mint az anyagkezelő rendszereknél jelentkező egyik gyakori feladatot az ipar igen sok területén (vegyipar, építőanyagipar, élelmiszeripar) még napjainkban is humán erőforrásokkal vagy automatákkal végzik el. Napjainkban egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert a mobil robotos anyagmozgató rendszerek, melyek flexibilitásuknál és megbízhatóságuknál fogva jelentősen növelik a rendszer anyagmozgatási teljesítményét, csökkentik a rendszerben fellépő várakozási időket, növelik a kapcsolódó gyártórendszer hatékonyságát és flexibilitásuknál fogva emelik a rendszerelemek kihasználtságát. Mivel a mobil robotok beruházási költsége igen jelentős, ezért a mobil robotos rendszerek tervezésekor jelentkező igen fontos feladat annak a vizsgálata, hogy a kapcsolódó anyagmozgató rendszer költségeinek figyelembevételével milyen robotszám alkalmazása szükséges a felmerülő anyagmozgatási feladatok elvégzéséhez. Amennyiben a szükséges anyagmozgatási munka egy mobil robottal ellátható, akkor a rendszer optimalizálásakor a robothoz kapcsolódó optimalizálási feladatok kimerülnek

a megfelelő robottípus, a megfelelő ütemezés és a megfelelő működési stratégia megválasztásában, illetve a kapcsolódó anyagmozgató- és gyártórendszer elemeinek (görgőspályák, daruk, függősinpályák, vezető nélküli targoncák, hagyományos targoncák, technológiai berendezések) megfelelő méretezésében. Amennyiben a rendszerben jelentkező anyagmozgatási feladatok megoldása egy robottal nem végezhető el, akkor igen fontos problémaként kapcsolódik az előző feladatokhoz az optimális robotszám meghatározása. Az alábbi dolgozat egy automatizált egységgrakománypéző rendszer tervezésének néhány olyan lényeges szempontját ismerteti, melyek jelentősen befolyásolják a rendszer beruházási és üzemeltetési költségét. A dolgozatban meghatározásra kerülnek az egyrobotos egységgrakománypéző rendszer optimális rendszerparaméterei, az egyrobotos rendszer határesetete, a többrobotos rendszerek optimális robotszáma. Az egységgrakománypéző rendszer átmeneti állapotainak (termelési programváltás, termékváltás) vizsgálatára alkalmas Petri-háló modellezés előnyeinek és lehetséges modelljeinek bemutatására az előadás keretében kerül sor.

A modellrendszer

A mobilrobotos egységgrakománypéző rendszerek esetében három lényeges modellcsoportot különböztethetünk meg: a kevert, kvázi homogén és homogén termékstruktúrán alapuló rendszereket. A kevert termékstruktúrán alapuló egységgrakománypéző rendszer esetében tulajdonképpen nem másról, mint egy olyan speciális elosztó rendszerről beszélhetünk, ahol a mobil robot keresi fel az egyes elosztó soroknál a termékeket és végzi változó helyen az egységgrakománypézést. A homogén és kvázi homogén termékstruktúra esetében a termékek egy kapcsolódó osztályozó anyagmozgató rendszer segítségével kerülnek homogén vagy kvázi homogén formában a mobil robotos egységgrakománypéző rendszer környezetébe. A kapcsolódó osztályozó anyagmozgató rendszer alapvetően görgőspályás szakaszokból felépülő osztályozó rendszer. Jelen dolgozat a homogén és kvázi homogén termékstruktúra esetében mutat be a lehetséges optimalizálási feladatokra egy-egy lehetséges megoldást.

1. ábra

Egyrobotos rendszer

A vizsgált modellben elosztó görgősoron keresztül jutnak el a termékek az osztályozó folyosókra. Minden osztályozó folyosóhoz hozzárendelt egy-egy termék, a termékek beérkezése az osztályozó folyosóra termékenként változó, de állandó időközű és determinisztikus, a termékek mozgásirányú mérete termékfajtánként eltérő, az osztályozó folyosók hossza azonos, egy mobil robotal történik a kiszolgálás, az egységgrakománypéző eszközök mozgását nem a mobilrobot végzi. A mobil robot esetében több lehetséges stratégia közül a következő került kiválasztásra a rendszer hatékonyságát

alapul véve: a ciklusidőn belül akkor kell a mobil robotnak az egységgrakománypézést megkezdenie egy

osztályozó folyosónál, amikor az éppen megtelt, és akkor kell elhagynia az osztályozó folyosót, amikor az éppen leürült, azaz a robot várakozási idő nélkül nem tud az aktuális osztályozó folyosóról újabb terméket leszedni. Az 1. ábra egy robot lehetséges mozgásciklusának egy részletét mutatja. Ezen mozgásciklushoz felírható egy egyenlőtlenségrendszer, mely az egyes sorok közötti átállás bekövetkezésének

2. ábra

2. ábrán látható $t_{ie}^R - l_0$ függvény. Ezen függvénynek a robot határteljesítmény figyelembevételével kiadódik egy értelmezési tartománya, melyen az optimális robot (jellemzői optimálisak) és osztályozó folyosó hossz egy összetett célfüggvény ill. többcélú (pareto) programozás segítségével határozható meg.

Többrobotos rendszer

Az előadás keretében ismertetésre kerülő összefüggések felhasználásával vizsgálható, hogy egy osztályozó folyosó csoport paramétereinek (termékek beérkezési intenzitása, osztályozó folyosók száma és hossza) változása hogyan befolyásolja az igényelt palettázási intenzitást:

1. a ciklusidőn belül érkező termékszám változtatása nélkül az osztályozó folyosók számának a csoporton belüli növelése, azaz ugyanazon termékszám több osztályozó folyosón érkeztetése növeli az igényelt palettázási intenzitást,
2. az osztályozó folyosó csoporton belül lévő feladatok „egymáshoz viszonyított szórása” befolyásolja az osztályozó folyosó csoporton belül igényelt palettázási intenzitás mértékét,
3. az osztályozó folyosók hosszának növelése változatlan beérkezési intenzitás mellett az igényelt palettázási intenzitás nem lineáris csökkenését eredményezi.

A fentiek alapján az osztályozó folyosó csoportok képzésekor a következőket kell figyelembe venni:

1. az osztályozó folyosók számának osztályozó folyosó csoporton belüli növelése az igényelt palettázási intenzitás növelését eredményezi, mely azonban a robotszám csökkenéséhez vezet.
2. Az optimális osztályozó folyosó csoport képzés egyik feltétele a csoporton belüli közel egyenletes beérkezési intenzitás. A 3. ábrán látható, hogy három osztályozó folyosó fix beérkezési intenzitása mellett a negyedik beérkezési intenzitásának változása befolyásolja az igényelt palettázási intenzitást.

feltételét fejezi ki, s melyből az egyes sorok ciklusai közötti indítási időkülönbségek határesetei is meghatározhatóak.

$$(T_{1\varepsilon}^R + T_{1\varepsilon}^B) \cdot i + T_{1\varepsilon}^R + t_{1 \rightarrow 2}^S \leq (T_{2\varepsilon}^R + T_{2\varepsilon}^B) \cdot i + c_2$$

$$(T_{2\varepsilon}^R + T_{2\varepsilon}^B) \cdot i + T_{2\varepsilon}^R + t_{2 \rightarrow 3}^S + c_2 \leq (T_{3\varepsilon}^R + T_{3\varepsilon}^B) \cdot i + c_3$$

$$(T_{n-1\varepsilon}^R + T_{n-1\varepsilon}^B) \cdot i + T_{n-1\varepsilon}^R + t_{n-1 \rightarrow n}^S + c_{n-1} \leq (T_{n\varepsilon}^R + T_{n\varepsilon}^B) \cdot i + c_n$$

$$(T_{n\varepsilon}^R + T_{n\varepsilon}^B) \cdot i + T_{n\varepsilon}^R + t_{n \rightarrow 1}^S + c_n \leq (T_{1\varepsilon}^R + T_{1\varepsilon}^B) \cdot (i + 1)$$

A fenti egyenlőtlenségrendszerből néhány extrémum és a rendszer működtetési stratégiájából adódó korlátozó tényező figyelembevételével meghatározható a

3. Az osztályozó folyosó csoportok összegzett beérkezési intenzitásai közötti különbségek és az azokon belüli beérkezési intenzitások (feltöltési idők) közötti különbségek minél kisebbek legyenek.

3.ábra

A fentiek alapján egy olyan stratégia kiválasztása a cél, melynek segítségével az optimális osztályozó folyosó csoport képzés elvégezhető. A két leglényegesebb stratégia (4.ábra) a csoportok közötti terhelés kiegyenlítést végző (CKTK) elosztási stratégia (a legnagyobb feltöltési idejű osztályozófolyosók kerülnek először felosztásra) és a csoportok közötti és a csoporton belüli feladatkiegyenlítést (CKBTK) egyaránt elvégző stratégia (egyik csoportba a legkisebb, másik csoportba a legnagyobb feltöltési idejű osztályozó folyosók kerülnek).

Az optimalizálás célfüggvénye egy olyan összetett költségfüggvény, mely egyaránt figyelembe veszi a rendszerelemek beruházási és üzemeltetési költségeit.

Amennyiben a rendszerben több kiszolgálási program lehetséges, akkor vizsgálni kell, hogy az egyes kiszolgálási programok esetén adódott optimális rendszerparaméterektől milyen mértékben kell eltérni.

4.ábra

A többrobotos rendszer fenti stratégiákkal végzett optimalizálása ahhoz az eredményhez vezetett, hogy célszerűbb a második feladatelosztás alkalmazása. Az eredmények konkrét ismertetésére és a dolgozatban említett optimalizálási módszerek részletes bemutatására az előadás keretében kerül sor.

Irodalomjegyzék

1. Daum: *Mobile Roboter im Lager. Rationelle Kommissionierung*. Verlag TÜV Rheinland, 1990
2. Cselényi.: *Some Problems of Mobil Robot System Design Integrating the Inter Operating Transport of the Constituent Production and the Attendance of Workspace*. 5th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, RAAD'96, Budapest, June 10-13 1996
3. Cselényi - Bányai: *Optimierung eines Palettierungssystemenmodells mit mobilen Roboterelementen*, XIV. ICMHW'96, Beograd, p. 2.1.-2.5.

Prof.Dr.Dr.h.c.mult.Cselényi József / Bányai Tamás
Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, Miskolc-Egyetemváros 3515
Telefon:++36-46-366-111/2030, Fax: 36-46-367-828, E-mail: banyai@snowwhite.alt.uni-miskolc.hu