FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Mobil robotos palettázó és osztályozó rendszer tervezéséhez használt költségfüggvények érzékenységvizsgálata

Prof.Dr.Cselényi József - Bányai Tamás

Summary

This paper describes the cost functions for the evaluation of an automated system served by mobile robots for making unity of stack. We will briefly summarise the results of the sensitivity analysis of the cost functions. The results of the sensitivity analysis are very important for the effective optimisation algorithm, because these results make it possible to simplify the optimisation algorithm and reduce the unknown parameters of the problem.

A modell

A mobil robotos egységgrakománypéző és osztályozó rendszerek (1.ábra) kialakítása során egy fontos feladat a főbb rendszerelemek optimális paramétereinek (mobil robot anyagkezelő egység maximális palettázási intenzitás, mobil robot szállítóegység maximális sebesség, torlasztópályahossz) és élettartamainak megválasztása.

1.ábra: Egyrobotos egységgrakománypéző és osztályozó rendszer modellje

2.ábra: A rendszerelemek fajlagos költségeinek típusai

A tervezési modellben adottnak tekintem a termékek beérkezési intenzitását és méretét minden egyes kiszolgálási programban. Egy kiszolgálási programon belül a termékek típusa és beérkezési intenzitása állandó. A mobil robotok feladata egységgrakományok képzése a torlasztópályákon feltorlasztott termékekből a torlasztópálya mellett elhelyezkedő egységgrakománypéző helyeken. Feltétel, hogy az egységgrakománypéző eszközök kapacitásának nagysága nem befolyásolja a mobil robot tevékenységét.

A költségfüggvények

A tervezés fontos lépése a tervezési módszer kiválasztása mellett a tervezési változatok összehasonlításául szolgáló eszközrendszer (költségek, természetes paraméterek) meghatározása. Az 1. ábrán bemutatott rendszer esetében költségfüggvények segítségével végeztem el az egyes rendszerváltozatok összehasonlítását. A költségfüggvényeknek mint célfüggvényeknek az alkalmazása az optimalizálás során jelenthet előnyt is és hátrányt is. A költségfüggvények alkalmazásának előnyei a következők: az optimalizálás előtt érzékenységi vizsgálatok végezhetők el a költségfüggvényekkel és általános érvényű következtetések vonhatók le a problémára vonatkozóan; ha reálisak a költségtényezők, akkor az optimalizálás eredményeként adódó költségek közvetlenül a logisztikai menedzsment elé terjeszthetők döntésre, hiszen azokból megítélhetők a gazdaságossági hatások; a költségfüggvényekre hatékony optimalizálási módszerek dolgozhatók ki. A költségfüggvények alkalmazásának hátrányai a következők: a reális költségtényezők meghatározása alapos elemző munkát igényel; a költségtényezők folyamatosan változnak, így azokat folyamatosan nyomon kell követni; a költségek alapján kapott optimumok hosszabb távon változnak. Természetesen nem csupán a költségfüggvények jelenthetnek kizárólagos megoldást, hiszen a természetes jellemzők alapján is elvégezhetők az optimalizálási feladatok. Az optimalizálás során két különböző költségfüggvényt használtam célfüggvényként, a beruházási és az üzemeltetési költséget.

A beruházási költség megfelel a tőkeszegény helyzetben történő tervezés során felvetülő kérdésnek: hogyan lehet a legalacsonyabb költséggel az adott rendszert felépíteni úgy, hogy az üzemeltetési költségek nem kerülnek figyelembevételre. A beruházási költség függvénye az adott rendszerelem teljesítményének és élettartamának, mint ahogy azt a mobil robot rakodóegységének esetében az (1) összefüggés mutatja. Az össz beruházási költség a mobil robot és a torlasztópályák beruházási költségeinek összege.

$${}^B K^{rakodó} = {}^B K^{rakodó} \cdot (\mu_{max}^{opt.})^\alpha + {}^B K_{élett.}^{rakodó} \cdot (N)^\beta, \quad (1)$$

ahol ${}^B K^{rakodó}$ a mobil robot rakodóegységének beruházási költsége egységnyi anyagkezelési intenzitás esetén, $\mu_{max}^{opt.}$ az optimalizálás során kiadódott legnagyobb szükséges palettázási intenzitás, ${}^B K_{élett.}^{rakodó}$ a mobil robot rakodóegységének beruházási költségét növelő költség egységnyi élettartam esetén, N a mobil robot anyagkezelő egységének élettartama, α és β a költségfüggvény linearitástól való eltérését kifejező kitevő.

Az üzemeltetési költség a vizsgálati időszakra vetített **működtetési költség**, illetve az ugyanezen vizsgálati időpontra vetített **amortizációs költség** összege. A működtetési költség függvénye a rendszerelem működési teljesítményének (például a mobil robot rakodóegység vizsgálati időintervallumra vetített átlagos palettázási intenzitásának), valamint a rendszerelem karbantartási költségeit figyelembe vevő, a rendszerelem élettartamával fordítottan arányos tényezővel, mint ahogy azt a mobil robot anyagkezelő egysége esetében a (2) összefüggés mutatja. Az össz üzemeltetési költség a mobil robot és a torlasztópályák üzemeltetési és amortizációs költségeinek összege.

$${}^M K_{T_0}^{rakodó} = T_0 \cdot \overline{\mu} \cdot {}^M K^{rakodó} \cdot c_{karb.}^{rakodó}, \quad (2)$$

ahol $\bar{\mu}$ a palettázási intenzitás kiszolgálási programok gyakorisága és a torlasztópályánként palettázott termékek száma alapján számított átlaga, $c_{karb.}^{rakodó}$ a mobil robot rakodóegységének karbantartási költségeit figyelembevevő tényező, $^M K^{rakodó}$ a mobil robot rakodóegységének működtetési költsége egy palettázott termék esetén egységnyi palettázási intenzitásnál, T_0 vizsgálati időintervallum.

A költségfüggvények meghatározásakor α , β , χ , δ , ϕ , φ , γ , η tényezőket lehetséges figyelembe venni, melyek a költségfüggvénykomponensek linearitástól való eltérését mutatják. Ezen tényezők bevezetése miatt a fajlagos költségek két fajtája képzelhető el (2.ábra):

- Fajlagos függvény a teljes vizsgálati intervallumon állandó: ekkor a fajlagos költséghez tartozó költségkomponens linearitástól való eltérését befolyásoló tényező definiálja, hogy a fajlagos költség és az abból levezethető tényleges költség között lineáris, degresszív vagy progresszív kapcsolat áll fenn.
- Fajlagos költség szakaszonként állandó: ekkor nem csupán a fajlagos költséghez tartozó költségkomponens linearitástól való eltérését befolyásoló tényező definiálja a fajlagos költség és az abból levezethető tényleges költség közötti kapcsolatot.

Érzékenységvizsgálat

A költségfüggvények érzékenységvizsgálatát több paraméter esetében elvégeztük. A dolgozatban egyetlen példa kerül bemutatásra a mobil robot anyagkezelő egysége esetében. A mobil robot anyagkezelő egység palettázási intenzitásának költségfüggvényekre gyakorolt hatásáról a következő következtetések vonhatóak le (3-4.ábra): Amennyiben minden paraméter egy rögzített értéket vesz fel, és egyedül a mobil robot palettázási intenzitása változik, akkor ezen változás még magával vonja a torlasztópálya hosszának változását, azaz az összköltségváltozás mértékén a mobil robot szállítóegység sebességéből eredő beruházási költség nem módosít.

3. ábra: Beruházási összköltség a palettázási intenzitás változásának és az α függvényében

4. ábra: Vizsgálati időszakra vetített költség a palettázási intenzitás változásának és az α függvényében

Mivel a mobil robot anyagkezelő egységének és a torlasztópályának az élettartama is állandó, ezért az összköltség változását az sem befolyásolja, azaz a két beruházási költségéből a szélsőérték helyének meghatározása során elhagyható az élettartamokból eredő költségtag. Ahogy az a 3. és 4. ábrákon is látható, a mobil robot szállítósebességének növekedéséből eredő mobil robot szállítóegység beruházási költség növekedés egy bizonyos pontig kisebb, mint az ennek következményeként lecsökkent torlasztópályahosszból eredő torlasztópálya beruházási költség. Egy ponton túl ezen költségek aránya megváltozik, azaz nem érdemes a mobil robot palettázási intenzitását minden határon túl növelni. A 3. és 4. ábrákból még az a következtetés is levonható, hogy a mobil robot palettázási intenzitása egy bizonyos érték alá nem csökkenthető, hiszen akkor a palettázási feladat nem hajtható végre a megfogalmazott kiszolgálási stratégiával.

Hasonlóan a 3-4. ábrán bemutatotthoz, mind a mobil robot, mind a torlasztópálya esetében elvégezhetőek az érzékenységvizsgálatok a rendszerelemek teljesítményének és élettartamának, mint meghatározandó paramétereknek, valamint a fajlagos költségeknek a függvényében.

Összefoglalás

Összefoglalva az a megállapítás tehető, hogy az élettartamok értékeit nem célszerű az optimális rendszerparaméterek meghatározása során tetszőlegesen változtatni, hanem azok optimális (költségminimumot biztosító) értéke az összes rendszerparaméter ismeretében meghatározható, így az optimalizálás algoritmusát egyszerűsíthető. A mobil robot szállítóegység mozgási sebességének és a mobil robot anyagkezelő egység palettázási sebességének vizsgálata alapján az a következtetés vonható le, hogy ugyan minden egyes paraméter esetében analitikusan meghatározható az optimális érték, mely első közelítésben egy Pareto-optimumot biztosító megoldás, azonban mivel az egyes paraméterek nem függetlenek egymástól, ezért az első közelítésben Pareto optimumnak tűnő megoldás lehet, hogy nem is megoldása a problémának. A további paraméterek (fajlagos költségek, termékek beérkezési intenzitása, torlasztópályák távolsága) költségfüggvényre gyakorolt hatását célszerű az optimalizálás után, az optimális rendszerparaméterek alapján meghatározott optimális rendszer esetében megvizsgálni.

Irodalomjegyzék

- [1] Bányai T. - Cselényi J.: Some models for a mobile robot system for making unity of stack, Proceedings of the 6th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, University of Cassino, Cassino, 1997, p.341-346.
- [2] Evans J.R.: Applied Production and Operations Management, West Publishing Company, Minneapolis, 1993
- [3] Großeschallau W.: Materialflußrechnung, Springer Verlag, Berlin, 1984

Prof.Dr.Dr.h.c.mult.Cselényi József / Bányai Tamás

Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, Miskolc-Egyetemváros 3515

Telefon:++36-46-565-111/2030, Fax: 36-46-367-828, E-mail: alttamas@gold.uni-miskolc.hu