FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Mobil robotos palettázó és osztályozó rendszer tervezése heurisztikus-evolúciós optimumkereső algoritmussal

Prof.Dr.Cselényi József - Bányai Tamás

Summary

This paper describes some important aspects of design an automated system for making unity of stack served by mobile robots. We will briefly summarise the modules of the design method for determining the optimum parameters of the systems in the case of deterministic parameters and stationary operation. This paper introduces a possible heuristic optimisation method based on evolution strategies for the specification of the parameters of the system.

Bevezetés

Az anyagmozgatás fejlődésének sokáig meghatározója volt az, hogy a különböző mozgatási tevékenységek ellátására alkalmas eszközöket hozzanak létre. Ez a helyzet a futószalagos termelés, a taylori munkaszervezés megjelenésével megváltozott, ugyanis a gépkonstrukciók tervezése mellett növekvő szerepet kapott az anyagmozgatási folyamatok tervezése is. A gyártástechnika, a gyártásszervezés és az anyagmozgatás között egyre szorosabb kapcsolat jött létre, mely az anyagmozgatás fejlődésének fontos tényezőjévé vált. A technológia, a gyártási folyamat, az egyes technológiai helyeken folyó tevékenységek, gyártási részfolyamatok, műveletek kapcsolatának, összehangolt megoldásának és integrációjának két fontos eszköze az anyagáramlás és a hozzá kapcsolódó információáramlás, melyek együttesen a logisztika két alapvető elemét alkotják. Az integráció a rendszerek tervezésének olyan problémáit vetette fel (beszállítás, termelésütemezés, készletezés, kiszállítás), melyek nagyrésze hagyományos matematikai eszközökkel, analitikus módszerekkel nem megoldható. A dolgozat egy mobil robotokkal kiszolgálható egységrakományképző és osztályozó rendszer [1] optimális rendszerparamétereinek evolúciós stratégiákon alapuló heurisztikus optimumkereső algoritmussal történő meghatározásán keresztül mutatja be a heurisztikus módszerek alkalmazhatóságát.

A modell

A mobil robotos egységrakományképző 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 egységgrakományképző és osztályozó rendszer modellje

A tervezési modellben adottnak tekintetem 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 egységgrakományképző helyeken. Feltétel, hogy az egységgrakományképző eszközök kapacitásának nagysága nem befolyásolja a mobil robot tevékenységét.

A tervezési algoritmus

A tervezési algoritmus hat lényeges lépésből áll. Az első tervezési lépés a *határesetvizsgálat*. A határesetvizsgálat célja a kiválasztott, kevés számú bemenő adat ismeretében annak az eldöntése, hogy mely torlasztópályák vizsgálata szükséges a mobil robotos rendszer tervezésekor, és melyek azok a torlasztópályák, melyeknél fix robot alkalmazása szükséges. A második tervezési lépés a *lehetséges kiszolgálási stratégiák* feltárása (2.ábra). A harmadik tervezési lépés a *rendszerparaméterek közötti kapcsolatok* meghatározása. Ezen tervezési lépés célja a stratégia-struktúrából leszármaztatható stratégiák esetében a rendszerparaméterek közötti kapcsolatok definiálása. A negyedik tervezési lépés a különböző rendszerparaméterekkel rendelkező rendszerek értékelésére szolgáló *célfüggvények és korlátozások* meghatározása. Az optimalizálás során két különböző esetét vizsgálom a célfüggvényeknek, a *beruházási költség* minimalizálását, valamint a vizsgálati időszakra vetített *üzemeltetési költség* (működtetési és amortizációs költség összege) minimalizálását.

Az ötödik tervezési lépés a *célfüggvények érzékenységvizsgálata*. Az optimalizálás előtt érzékenységi vizsgálatok végezhetők el a költségfüggvényekkel és általános érvényű következtetések vonhatók le a problémára vonatkozóan. A hatodik tervezési lépés az *optimalizálási algoritmus* kidolgozása. A dolgozat következő fejezetében ezen tervezési lépés jellegzetességei kerülnek bemutatásra.

Optimalizálás evolúciós stratégiák alapján

Az evolúcióelméletnek alapvetően két olyan modellterülete alakult ki, amely a számítógépes szimuláció és az optimalizálás területén különösen jól alkalmazható: az evolúciós stratégiák és a gene

2.ábra: Lehetséges kiszolgálási stratégiák leképezésének struktúrája

itikai algoritmusok. Az evolúciós stratégiák az evolúciónak egy olyan modelljére alapulnak, melyet a hetvenes években Ingo Rechenberg fejlesztett ki a Berlieni Műszaki Egyetemen [2, 3]. Az evolúciós stratégiák egy olyan heurisztikus optimalizálási algoritmust képeznek, melyben az optimalizálási probléma célfüggvényének értékét meghatározó paraméterek egy valós számokból álló vektorban vannak lekódolva. Ezen valós vektor értékei az algoritmus során megváltoznak az úgynevezett evolúciós operátoroknak (duplikáció, kiválasztódás, mutáció, keresztezés) a hatására. Az evolúciós stratégiáknak igen sok változata terjedt el, melyeket az egyedek száma, a populációk száma, a szülők száma, az evolúciós operátorok jellege és egyéb tényezők alapján a következő főbb csoportokba sorolhatunk.

Az optimális rendszerparaméterek meghatározása során egy populációs evolúciós algoritmust használtam fel. A heurisztikus algoritmus használatát indokolja a keresett ismeretlenek nagy száma, illetve a keresett paraméterek között fennálló bonyolult kapcsolatok. Az evolúciós elméleten alapuló optimalizáló eljárások esetében az evolúciós operátorok értékeinek megfelelő, problémaszpecifikus meghatározása döntő jelentőségű abból a szempontból, hogy az algoritmus a célfüggvény mely értékét adja vissza mint optimumot. A vizsgált fizikai probléma szempontjából az öröklődés és keresztezés operátor esetében nem adódtak nehézségek, hiszen az evolúciós algoritmusok a genetikai algoritmusokkal ellentétben a mutációs operátorra fektetik a hangsúlyt. A mutációs operátor értéke nagymértékben befolyásolja az algoritmus „konvergenciasebességét”. Mivel a mutáció során az egyed egy génje módosul egy normál eloszlással adott értékkel, ezért ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az egyed az állapottérben egy az egyed középpontjával rendelkező csökkenő sűrűségű hipergömb valamely pontjába mozdul el.

A szimuláció során kis mutációs érték (nulla várható érték kis szórás) esetében az egyedek az állapottérben kismértékben ugráltak, ami azt vonta maga után következményként, hogy az algoritmus igen kis lépésekkel haladt az optimumpont felé. Amennyiben a mutáció értéke nagyra lett választva, akkor az állapottérben nagy ugrásokat hajtottak végre az egyedek, azaz az állapottér nagy része át lett vizsgálva, azonban a megtalált „jó pontok” környezete nem lett felkutatva megfelelő mértékben, ugyanis az egyed amilyen hirtelen bekerült egy „jó pont” környezetébe olyan hirtelen távozott is (4.ábra). Ebből azt a következtetést lehetett levonni, hogy célszerű az algoritmus futtatása során a mutáció mértékét változtatni. Erre az algoritmust realizáló program (3.ábra) lehetőséget teremt mind a manuális szabályozás, mind az automatikus szabályozás formájában.

A mutáció manuális szabályozása során az a tapasztalat volt levonható, hogy a keresés elkezdésekor érdemes nagy értékű mutációt választani, hogy az algoritmus az állapottér minél nagyobb részét átkutathassa, majd ha az optimumpont közelében több egyed található, akkor a mutáció értékét fokozatosan csökkenteni lehet azért, hogy az optimumpont közelében lévő egyedek az optimumpont környezetét átkutathassák az optimumpont környezetében lévő legjobb pont megtalálása érdekében.

Az automatikus mutációsérték-szabályozás kétfajta algoritmust kínál fel: a **tabu search** módszernél használt mutációs szabályozást, mely során a mutáció értéke folyamatosan csökken, illetve a **lépésköz-**

szabályozó algoritmust, mely során a mutáció mértéke attól függően növekszik vagy csökken, hogy az eredeti egyedek hány százalékának a jósága javul a mutáció után. A számítógépes program futtatása során azt a következtetést lehetett levonni, hogy a tabu search módszerből átvett mutációs szabályozás megfelel az adott probléma esetében az optimális rendszerparaméterek megtalálásához, hiszen a lépésközt növelni és csökkenteni tudó algoritmus a tabu search módszerből átvett mutációs szabályozó algoritmushoz hasonlóan a program futása során a mutációs lépésközt folyamatosan csak csökkentette.

3.ábra: Az optimalizáló algoritmust megvalósító számítógépes program felhasználói felülete

4.ábra: Konvergencia a mutáció függvényében

A mobil robottal kiszolgált egységirányítókészítő és osztályozó rendszer optimális rendszerparamétereinek heurisztikus, evolúciós stratégiákon alapuló optimumkereső algoritmussal történő meghatározása céljából elkészített számítógépi program DELPHI PASCAL programfejlesztői környezetben készült. A program lehetőséget nyújt a vizsgálandó rendszer bemenő paramétereinek, az optimalizálás célfüggvényéül szolgáló költségfüggvény ismert paramétereinek, illetve az optimalizálás típusát befolyásoló evolúciós operátorok tulajdonságainak, valamint a korlátozásoknak a megválasztásához. Az elért eredmények az előadás keretében részletesen bemutatásra kerülnek.

Irodalomjegyzék

- [1] Bányai T. - Cselényi J.: Modelling of stochastic part-ordering system served by mobile robots, Proceedings of the IAD 98 Conference, Ljubljana, 1998, p.101-106.
- [2] Mühlenbein, H. – Schomisch, M. – Born, J.: The parallel genetic algorithm as function optimizer, in: Parallel Computing, 1991/17
- [3] Schöneburg, E. – Heinzmann, F. – Feddersen, S.: Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien (Eine Einführung in Theorie und Praxis der simulierten Evolution), Addison-Wesley, 1994

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