X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GENETIKUS ALGORITMUS PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA GYÁRTÁSI FINOMPROGRAMOZÁS ESETÉN

Tokai Attila , Kutrovács Lajos, Szántai Mihály, Szűcs László

Summary

The subject of the paper is connected to one type of the artificial sciences. The genetic algorithm (GA) was used to solve scheduling problems and it was verified to be suitable to make schedule with common instance. GA is dependent on its parameters. We analyzed these parameters, what kind of change it is make with the Johnson criteria. In other words, we found the best adjustment for the GA to become more powerful.

Összefoglalás

A cikk témája a mesterséges intelligenciák egyik típusához, a genetikus algoritmushoz (GA, [1] kapcsolódik, amely bizonyítottan alkalmazható [2] a termelésirányítás egyik moduljához, a termelésprogramozáshoz [3]. A GA hatékonysága a paramétereitől függ. Megvizsgáltuk, hogy ezek a paraméterek változtatásával hogyan változik a Johnson kritérium értéke. Ötféle különböző paraméterállást vettünk fel, és kiértékeltek az összes variációt. Ezzel megtudtuk, hogy az általunk kiválasztott feladatot milyen beállításokkal érdemes a leghatékonyabban megoldani.

Bevezetés

A termelésirányítás egyik alrendszere a gyártásütemezés, amikor megtervezik a következő műszak, vagy valós időben – esetleg egy gépleállás következtében – az adott üzemben lévő gépek terhelését. Azt a folyamatot, amikor meghatározzák, hogy a gépre várakozó munkadarabok közül melyiket kell feltenni, hogy megfeleljen a gyáregység gazdasági célkitűzéseinek, finomprogramozásnak nevezzük. Hagyományosan a finomprogramozáshoz prioritási szabályokat alkalmaztak, azonban a GA ezt a problémát hatékonyabban oldja meg. A GA hatékonyságát a paramétereinek a változtatásával tudjuk beállítani [4, 5]. Azt feltételeztük, hogy a paraméterek egy része a problémától független, mindig ugyanúgy befolyásolja a GA működését, másik része pedig speciálisan a problémától függ.

Paraméterek

A következő paramétereket vizsgáltuk meg: keresztezések száma (1. paraméter), mutációk száma (2. paraméter), keresztezések és mutációk aránya (3. paraméter), mutáció szülő egyedeinek kiválasztási helye (4. paraméter), keresztezés szülő egyedeinek kiválasztási helye (5. paraméter). A keresztezések száma 1, 2, és 3 volt. A mutációk

száma 1, 3, és 5 lehetett. A keresztezések és mutációk arányát a keresztezések százalékos aránya jellemzi, 0%, 25%, 50%, 75%, és 100% között volt változtatható. A mutáció szülő egyedeinek a kiválasztása a teljes populációból vagy az utolsó 25%-ból történt. A keresztezés szülő egyedeinek a populációból való kiválasztása a teljes és az első 25%-ból történt. Az összes paraméter beállítás ezért $3 \times 3 \times 5 \times 2 \times 2$, azaz 180 különböző állása lehet. Ha minden mérést tízszer végzünk el, akkor összesen egy feladathoz 1800 mérés tartozik. Ezen paramétereknek a vizsgálata az 1. táblázatban található feladaton végeztük el. A táblázatban található gépdők másodpercben értendők.

Műveletek száma	A alkatrész		B alkatrész		C alkatrész		D alkatrész	
	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	Gépkód	gépdő
1	1	887	1	799	1	999	1	666
2	2	555	5	789	2	999	3	753
3		-		-	3	852	4	789
4		-		-	4	520	5	520
5		-	-	-	5	630	-	-

Műveletek száma	E alkatrész		F alkatrész		G alkatrész		H alkatrész	
	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő
1	1	663	1	558	1	886	1	541
2	2	699	2	558	2	965	2	863
3	3	578	4	965	-	-	3	561
4	4	876	5	543	-	-	4	723
5	5	741	-	-	-	-	5	896

1. táblázat
Termelésütemezési feladat

A futtatás során rögzítve lettek az egyes beállítások, az optimalizálás végeredménye, azaz a homogenizálódott populáció egyedeinek a Johnson kritérium szerinti értékei, és a futási idők. Ha az összes kritérium értéket ábrázoljuk a futtatások számának a függvényében, akkor az 1. ábrát kapjuk.

1. ábra Johnson kritérium értékek

Kicsit bonyolultnak tűnik az ábra, de ha megnézzük alaposabban, akkor látható, hogy kilenc elkülönült pontthalmazból áll. Az összes lehetőség paraméterek szerint egybeágyazott ciklusokkal volt legenerálva: kívül volt az első, azon belül a második, és így tovább. Tehát az 1. paraméter volt legkívül, ezért az ábrán az első három pontthalmaz az 1. paraméter első paraméterállása. Látható, hogy az első, második, és a harmadik pontthalmaz csoport között Johnson kritérium szerint jellegben nem különböznek. Tehát az első következtetés az, hogy a keresztezések számának változása nem hozott kiemelkedően nagy változást a GA működésében.

Az első három ponthalmaz a 2. paraméter három különböző állását mutatja. Látható, hogy ha egyről növeltük a mutációk számát háromra, akkor optimálisabb pontot tudott találni a GA, de amikor tovább növeltük ötre, akkor már nem csökkent tovább a kritérium értéke. Tehát a mutáció számát érdemes egyről megnövelni.

Egy ponthalmazon belül a 3. paraméter öt állásának változása látszik (2. ábra). Első pontok a több mutációt, az utolsók a több keresztezést alkalmazzák. A mérés szerint a tiszta mutáció hozta a legjobb eredményt, azaz a keresztezés teljesen elhanyagolható. Azonban, ha megvizsgáljuk, hogy a mérés során hogyan változott az idő (3. ábra), akkor látható, hogy ha a mérés a legjobb eredményt hozta, akkor sok idő telt el, de ha a legrosszabb eredményt adta ki, akkor kevés idő telt el. Ezért, ha az időt is figyelembe vesszük, akkor a 3. paraméter optimális beállítása 75% mutáció, 25% keresztezés és 50% mutáció és keresztezés között van.

2. ábra 3. paraméter Johnson értéke

3. ábra 3. paraméter idő adatai

A 4. paraméter változtatásakor a mért Johnson kritérium szerinti értékek átlagát és a szórását tudjuk kiszámítani. Ha a mutáció a populáció egész részéből történik, akkor az átlag 7629.6s és a szórás 681s volt, ha az utolsó 25%-ából választottunk, akkor az átlag 8482.8s és a szórás 582.7s volt. Ezért a mutációkor a teljes populációból célszerű választani a szülő egyedeket.

Az 5. paraméter vizsgálatokor szintén átlagot és szórást számoltunk. Populáció egészéből választva az átlag 8054.2s, a szórás 810.74s lett. A populáció első 25%-ából választva az átlag 7936.89s, a szórás 706s lett. A keresztezéskor a szülő egyedeket a populáció első 25%-ából célszerű kiválasztani.

Ha a 4. és az 5. paramétert egyszerre vizsgáljuk, akkor a következő táblázatot (2. táblázat) kapjuk, amiből kiolvashatóak, hogy az adott változtatások milyen mértékben befolyásolják a kritérium értékét, és hogy melyek az optimális beállítások.

	4.p. 100%, 5.p. 100%	4.p. 25%, 5.p. 100%	4.p. 100%, 5.p. 25%	4.p. 25%, 5.p. 25%
Átlag	7712,9s	7525,3s	8480,8s	8485,5s
Szórás	752,4s	573,2s	673,5s	446,35s

2. Táblázat 4. és 5. paraméter Johnson kritérium értékei

Továbblépési lehetőség

Erre a feladatra kiderült, hogy melyik paraméter hogyan befolyásolja a GA működését, de úgy sejtjük, hogy a finomprogramozási probléma fajtájától függ, hogy milyen beállítás szükséges. Ezért a közeljövőben meg fogjuk vizsgálni, hogy miként változnak a paraméterek, ha az alkatrészek műveleteinek a száma azonos vagy különböző; műveleti idők közel azonosak, vagy nagyon eltérnek egymástól; alkatrészen belül vannak-e visszatérő gépek vagy nincsenek; gépek száma kevés vagy sok. Létezhet olyan paraméter, ami a feladat típusától független, és lehet olyan, ami az adott feladattól függ.

Irodalom

- [1] HOLLAND, J. H.: **Adaption in neural and artifical systems**. MTI Press 1975
- [2] TOKAI, A.: **Finomprogramozás genetikus algoritmus segítségével**. Diplomaterv, Budapest, 2003.
- [3] VÁNCZA, J.: **Műveleti sorrendtervezés tudásalapú módszerek és genetikus algoritmusok együttes alkalmazásával**. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1993.
- [3] S.G. PONNAMBALAM, N. JAWAHAR, B. SENTHIL KUMAR: **Estimation of Optimum Genetic Control Parameters for Job Shop Scheduling**. Int J Adv Manuf Technol 2002. 19:224-234.
- [4] SÁNTAI, M., TOKAI, A., KUTROVÁ CZ, L.: **Mesterséges intelligencia a termelésütemezésben**. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2003.

Készítette:

Tokai Attila, PhD hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egry J. u. 1. E ép. II.;

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: tokai@manuf.bme.hu;

Kutrovác Lajos, tanszéki mérnök, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egry J. u. 1. E ép. II.

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: kutrovac@manuf.bme.hu;

Szántai Mihály, gépészmérnök, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egry J. u. 1. E ép. II.

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: szantaim@manuf.bme.hu;

Szűcs László, egyetemi hallgató, szucs@vipmail.hu