

GENETIKUS PROGRAMOZÁS ÉS TABU KERESÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSA MŰSZAKI FELÜGYELETI ÉS KARBANTARTÓ RENDSZEREK OPTIMÁLÁSI FELADATAINÁL

COMPARISON OF GENETIC PROGRAMMING AND TABU SEARCH AT THE OPTIMIZATION OF TECHNICAL INSPECTION AND MAINTENANCE SYSTEMS

Kota László*

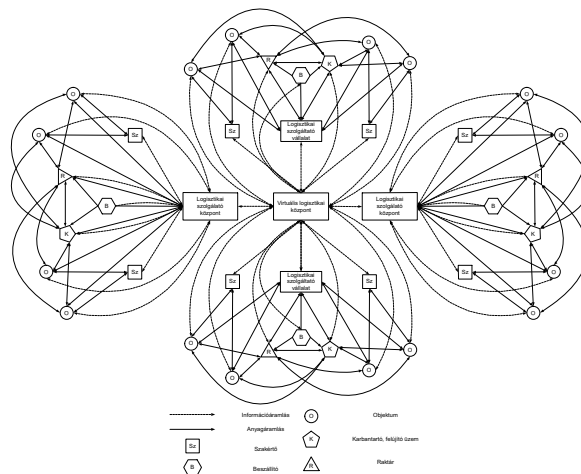
ABSTRACT

This paper describes a comparison between the previously developed and already published single phase genetic programming algorithm for the fixed destination multi-depot multiple traveling salesman problem with multiple tours (mmTSP) and the generalized taboo search algorithm. This optimization problem is widely appears in the field of logistics mostly in connection with maintenance network and therefore applying this research in the field of logistics it can results a high savings in these systems. This article shows the advantage of the developed genetic programming algorithm through numerous tests.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a szolgáltatások területén kiemelt jelentőségűek a műszaki felügyeleti és karbantartási rendszerek, mivel ezek a termelési, vagy szolgáltatási terület - ezek közül kiemelt fontosságúak a lakosságot közvetlen érintőek – biztonságát, megbízhatóságát biztosítják, ilyen területek például, kommunális szolgáltatások, víz, szennyvíz, gáz, villamos energia, távfűtés, üzemanyag ellátás, telekommunikációs szolgáltatások, vagy akár a felvonók és kötélpályák. Ezek megbízható, balesetmentes és gazdaságos üzemeltetése megköveteli az időszakos műszaki ellenőrzéseket, karbantartásokat. Felülvizsgálatuk, karbantartásuk pedig az esetek túlnyomó többségében speciális, vizsgához kötött szaktudást igényel. Ilyenek lehetnek például az emelőgépek egy sajátos változatai a felvonók, amelyek vizsgálata, karbantartása életvédelmi szempontból is igen fontos, így ezt a területet kormányrendelet szabályozza Hasonlóan kezelhetőek a különböző szolgáltató hálózatok, például villamos energia-, gáz-, hő-, vízellátás biztosítására szolgáló

olyan objektumok, biztonsági berendezések, irányító alközpontok, ellenőrző egységek, kritikus hálózati elemek, amelyek időszakos felülvizsgálata, helyszíni ellenőrzése, karbantartása szükséges.



1. ábra Hálózatszerűen működő, regionális decentrumokkal rendelkező műszaki felügyeleti és karbantartási rendszer általános struktúrája

Az ilyen tevékenységek végrehajtásánál a következő feladatok jelentkeznek:

- egy-egy személynek kell évente egy vagy több alkalommal a helyszínre kiszállni és a tevékenységet ellátni,
- a tevékenység ellátáshoz alkatrészek, szerszámok, gépek egyéb eszközök helyszínrre való ki- és visszaszállítására is szükséges lehet,
- az is belátható, hogy a tevékenységet ellátó személyek vagy szakértőknek a kiszolgált terület objektumaihoz közel lakjanak, mert így képesek kis időráfordítással, költséghatékonyan tevékenykedni,
- a szükséges anyagok, alkatrészek, eszközök, gépek a rendszer különböző pontjaiban telepített

* tudományos segédmunkatárs, Miskolci Egyetem, ALT

raktárakban találhatóak, ezekből történik ki- ill. visszaszállításuk,

- illetve előfordulhatnak a helyszínen nem javítható szerkezeti elemek, amelyeket kiszerelem után a karbantartó üzemekben újítják fel.

Mivel az ilyen rendszerek kiterjedhetnek akár egy városra, országra vagy akár földrészekre, az optimális működtetésük jelentős logisztikai probléma, amelyet hálózatszerűen, virtuális logisztikai központ irányításával működő rendszerek látnak el.

Mivel napjainkban igen sok új optimalizációs módszert dolgoznak ki, főleg biológiai elveken alapulva, ilyenek például a részecskeraj algoritmus [1], vagy a nemrégiben kidolgozott harmónia kereső algoritmus [2], vagy a tabu keresés, amelynek általános algoritmusalkalmas a szomszédsági információkkal nem rendelkező rendszerek optimalizálására is [3].

Jelen cikkben nem foglalkozom a rendszer matematikai leírásával, hiszen az már publikálásra került [4][5].

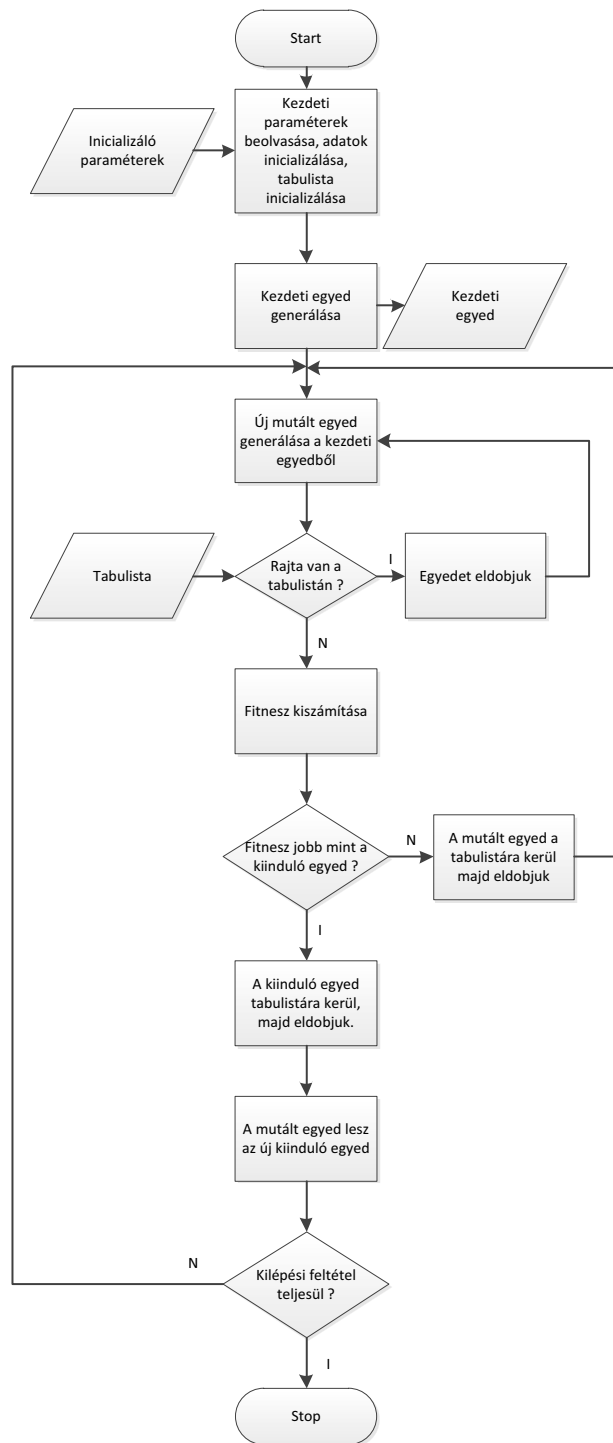
2. TABU KERESÉS

A tabu keresés egy új, széles körben - főleg kombinatorikus optimalizálásra használt - probléma független metaheurisztikus kereső eljárás.

A tabu keresés egyelemű populációt használ, a kereső operátor a genetikus algoritmushoz hasonlóan a mutáció, azonban itt nincs sem öröklődés, sem keresztezés. A tabu keresés során egy tabu listát tartunk fenn, amely a legutóbb megvizsgált néhány megoldásból áll. A tabu keresés egyes változatai ebből a tabulistából többet is alkalmaznak, mintegy

A tabu lista mérete az algoritmus paramétere. Az új populáció, azaz az új aktuális megoldás kiválasztásához először megnézzük, hogy a mutációval létrehozott új elem szerepel-e a tabu listában. Ha igen, akkor nem fogadjuk el egyébként, pedig ha nem rosszabb, mint a régi megoldás, akkor elfogadjuk. A régi megoldás a tabu listára kerül, és a tabu lista legrégebbi eleme törlődik [3].

A tabu keresés ezen általánosan megfogalmazott algoritmus (1. ábra) egy általános kereső módszer, a módszer futtatásakor ugyanazokat az operátorokat és büntetőfüggvényeket használtam, mint a genetikus programozási algoritmusnál. A tabu keresés algoritmusát teszteltem mind a négy a disszertációban szereplő feladattal. A tabulista hossza mind a négy esetben 500 volt, míg a genetikus programozási algoritmusnál az első három problémánál populációméret 500, 50 véletlen generált egyed mellett, míg az utolsó problémánál a populációméret 10, 1 véletlenszerűen generált egyeddel.



2. ábra A tabu keresés algoritmus

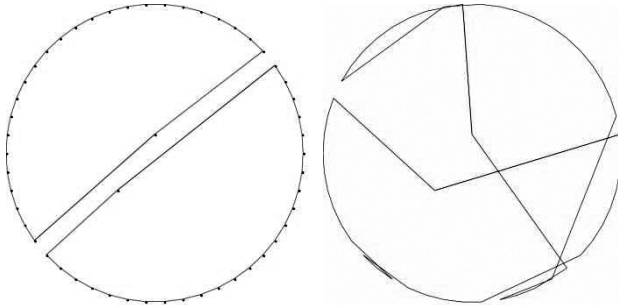
3. ÖSSZEHASONLÍTÁS

3.1 Egyszerű két szakértős tesztfeladat vizsgálata

Az első tesztfeladat kisméretű probléma két szakértővel, 50 objektummal, objektumonként 1 vizsgálattal.

Algoritmus	Célfüggvény	Relatív eltérés	Megoldási idő	Büntetések	Iteráció szám
GP	4008,85	100,00%	0:13:06	0	9100
T	5491,27	73,00%	0:13:22	0	15000

1. táblázat Tabu keresés és genetikus programozási algoritmus összehasonlítása az első tesztfeladat esetén



a.) Genetikus programozási algoritmus

b.) Tabu keresési algoritmus

3. ábra Futási eredmények

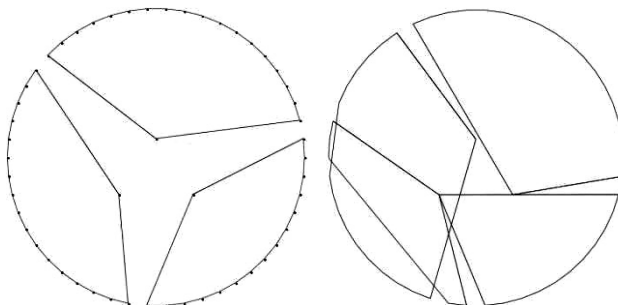
A kapott eredményekből látható, hogy a genetikus programozási algoritmushoz képest a tabu keresés algoritmus rosszabb eredményt ad ugyanannyi futási idő (mintegy 13 perc) alatt, a tabu keresés a célfüggvény értékét 73 százalékra közelíti meg.

3.2 Egyszerű három szakértős tesztfeladat vizsgálata

A második tesztfeladat kisméretű probléma három szakértővel, 50 objektummal, objektumonként 1 vizsgálattal

Alg.	Célf.	Relatív eltérés	Megoldási idő	Bünt.	Iteráció
GP	4483,96	100,00%	0:24:35	0	16434
T	159581,79	2,81%	0:28:57	3	30000

2. táblázat Tabu keresés és genetikus programozási algoritmus összehasonlítása a második tesztfeladat esetén



a.) Genetikus programozási algoritmus

b.) Tabu keresési algoritmus

4. ábra Futási eredmények

A kapott látható, hogy a genetikus programozási algoritmushoz képest a tabu keresés algoritmus rosszabb eredményt ad, habár ennél a problémánál a tabukeresés algoritmus mintegy 4 perccel tovább futott. Ennél a problémánál a tabu keresés megoldása jelentősen rosszabb, mint a genetikus programozási feladat megoldása, a célfüggvény értékét csak mintegy 2,81 százalékra közelíti meg. Az itt tapasztalt nagy relatív eltérés miatt a tabukeresési algoritmust többször is lefuttattam, minden alkalommal más értékkel inicializálva a véletlenszám generátort (3. táblázat). Az eredmények az első futtatáskor kapott eredmények körül szórtak, így az első futtatásra kapott eredmény helyesnek tekinthető.

Futtatás	Célfüggvény
1	159532,87
2	158366,67
3	159189,03
4	158633,57
5	157738,56
6	160244,28

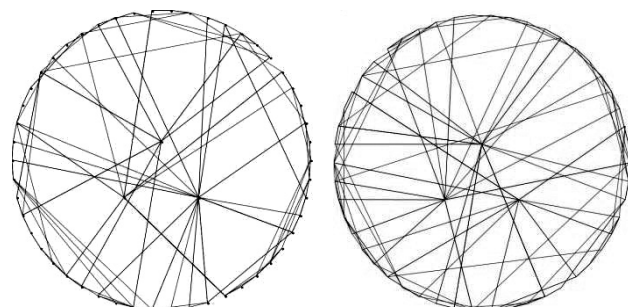
3. táblázat Tabu keresési algoritmus futtatásai

3.2 Több vizsgálatos három szakértős tesztfeladat

A harmadik tesztfeladat közepes méretű probléma három szakértővel, objektumonként 2-4 vizsgálattal. A genetikus programozási algoritmus 200000 iterációig futott a tabukeresési algoritmus 650000 iterációig, a genetikus programozási algoritmussal azonos ideig.

Alg.	Célf.	Relatív eltérés	Megoldási idő	Bünt.	Iteráció
GP	217534,75	100,00%	9:01:12	11	200000
T	495470,75	43,90%	9:02:10	14	650000

4. táblázat Tabu keresés és genetikus programozási algoritmus összehasonlítása a harmadik tesztfeladat esetén



a.) Genetikus programozási algoritmus

b.) Tabu keresési algoritmus

5. ábra Futási eredmények

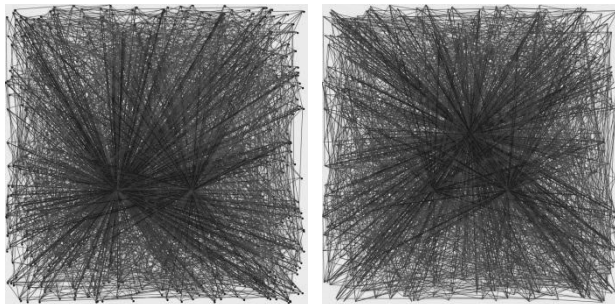
A kapott eredményekből látható, hogy a genetikus programozási algoritmushoz képest a tabu keresés algoritmus a rosszabb eredményt ad ugyanannyi futásidő (mintegy 9 perc) alatt, a tabu keresés a célfüggvény értékét 43,9 százalékra közelíti meg.

3.2 Összetett sok objektumos, sok vizsgálatos feladat

A negyedik tesztfeladat nagyméretű méretű probléma három szakértővel, 1000 objektummal objektumonként 2-4 vizsgálattal. A genetikus programozási algoritmus 5500 iterációig futott a tabukeresési algoritmus 29000 iterációig, a genetikus programozási algoritmussal gyakorlatilag azonos ideig.

Alg.	Célf.	Relatív eltérés	Megoldási idő	Bünt.	Iteráció
GP	138245712,9	100,00%	0:57:05	631	5500
T	138781405,3	99,61%	0:57:46	645	29000

5. táblázat Tabu keresés és genetikus programozási algoritmus összehasonlítása a második tesztfeladat esetén



a.) Genetikus programozási algoritmus

b.) Tabu keresési algoritmus

6. ábra Futási eredmények

A kapott eredményekből látható, hogy a genetikus programozási algoritmushoz képest a tabu keresés algoritmus a rosszabb eredményt ad. Ennél a problémánál viszont a tabu keresés megoldása nem tér el jelentősen a genetikus programozási feladat megoldásától, a célfüggvény értékét 99,61 százalékra megközelíti.

4. ÖSSZEGZÉS

A tabu keresés nem adott jobb eredményt a kidolgozott genetikus programozási algoritmusnál egyik esetben sem, habár az utolsó esetben nagymértékben megközelítette a genetikus programozási megoldás eredményét, a 2. példában pedig csak a megoldás töredékét szolgáltatva azonos időn belül. Ebben az esetben felmerült a véletlen lokális optimumba futás

lehetősége. Azonban a további lefuttatott tesztek (3. táblázat) azt mutatták, hogy ez nem csak a véletlen szórás eredménye.

A tabu keresés egyik előnye, hogy nem számítja ki főlegesen egyes már megvizsgált elemek eredményét – amelyeket a tabulistán megtalál -, ez ebben az esetben azonban ez sokszor hátrányává válik, hiszen az operátorok által előállított elemek szétszórtsága igen magas. Míg általános függvényszerű megoldás keresésekor könnyen megvalósítható a szomszédság fogalma, ami az egy lépéssel elérhető újabb megoldás, itt ezen elemek halmaza nagyobb problémáknál, gyakorlatilag olyan magas hogy a meghatározásuk nem megvalósítható. Hiszen itt az egy lépésben elérhető elemek halmaza a hat operátor összes paraméter kombinációjával előállítható megoldások halmaza, amely a problémamérettel emelkedik. Így a tabulista elemein kevés találat születik, gyakorlatban egy közepes méretű problémát megvizsgálva a tabulistán nem volt egyetlen találat sem. Viszont a tabulistán való keresés, az egyedek összehasonlítása, főleg nagyméretű egyedeknél, valamint az egyedek elhelyezése a tabulistára (memóriefoglalás, egyed átmásolása) olyan sok időt vehet igénybe, amely összemérhető az elem fitnessfüggvényének kiszámításával.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

6. IRODALOM

- [1.] FARKAS J, JÁRMAI K.: Design and optimization of metal structures, Horwood Publishing Limited 2008, ISBN 978-1-904275-29-9
- [2.] BÁNYAI T.: Optimisation of multi level supply chain of automatised production systems with harmony search algorithm, Proceedings of the II. European conference on logistics, pp.: 65-71., ISBN 978-83-61118-67-1
- [3.] JELASITY M.: Mesterséges Intelligencia 1 fejezet, ed.: Futó Iván, Aula Kiadó 1999
- [4.] KOTA L., JÁRMAI K.: Műszaki felügyeleti és karbantartó rendszerek optimalálása, GÉP LXII: évfolyam, 2011/7-8, I. Kötet, pp.: 75-78, ISSN: 0016-8572
- [5.] KOTA L.: Optimisation of Large Scale Maintenance Networks with Evolutionary Programming, DAAAM International Scientific Book 2011 ISBN 978-3-901509-84-1, ISSN 1726-9687