

Kutatási beszámoló - 2015-2016

"Direkt kereső eljárások vizsgálata és alkalmazása befektetési feladatok optimalizálására"

Kutatásvezető: Dr. Pál László, egyetemi docens

Tag: Tamás Simon-Lehel, egyetemi hallgató

A kutatás első szakaszában az UNIRANDI helyi keresővel kapcsolatos témakörrel foglalkoztunk az alábbiak szerint:

1. Az UNIRANDI helyi keresőt úgy módosítottuk, hogy bizonyos számú véletlen keresés után egy olyan irány mentén hajtunk végre keresést (a Rosenbrock, Powell módszerekhez hasonlóan), amely a kiindulási pontból mutat az aktuális pont irányába. A módosított algoritmust megvizsgáltuk 18 unimodális függvényen sima multistart környezetben, azaz valamennyi mintapontból helyi keresést indítottunk. Az eredményeket összehasonlítva a régi módszer eredményeivel, elmondható, hogy az új algoritmus mind átlagos függvényhívás mind sikerességi ráta (success rate) tekintetében fölülmúlja a régi változatot. A javulás hangsúlyosabb a rosszul kondicionált függvények esetében.

A fenti eredményeket a Temesváron rendezett (2015.05.21-23), *SACI2015 - 10th Jubilee IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics*, nemzetközi konferencián mutattuk be, valamint a Cegléden megszervezett (2015.06.10-12) *XXXI. Magyar Operációkutatási Konferencián*. Az eredmények publikáció formájában is megjelentek:

Pál, L., Csendes, T. , *An Improved Stochastic Local Search Method in a Multistart Framework*, SACI 2015: Proceedings of the 10th Jubilee IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, pages 117-120, IEEE, 2015.
(10.1109/SACI.2015.7208182)

2. Az előzőleg bemutatott biztató eredmények után további javításokat vezettünk be az UNIRANDI helyi kereső eljárásba a következők szerint:
 - A véletlen irányok közé beiktattunk egy véletlenszerűen választott koordináta irányt is, így remélhetőleg jobb eredményeket érünk el szétválasztható feladatok esetén
 - Minden ciklus végén a legjobb két irány mentén hajtunk végre helyi keresést
 - A lépésközt meghatározó paramétert csak akkor csökkentjük, ha két egymásután generált irány nem vezet javuláshoz, így késleltethetjük a helyi keresőből való korai kilépést

A módosított UNIRANDI helyi keresővel három nagy tesztet végeztünk. Első körben összehasonlítottuk a régi változattal, majd ismert direktkereső eljárásokkal (Rosenbrock, Powell, NEWUOA, BOBYQA) is összevetettük. A harmadik teszt során az algoritmusok teljesítményét mértük abban a kontextusban, hogy rögzített függvényhívás szám mellett a feladatok hány százalékát képesek megoldani.

Az első tesztben egyértelmű eredményeket kaptunk, amelyből kitűnik az új UNIRANDI algoritmus jobb hatékonysága és megbízhatósága a régi változattal szemben. A második teszt alapján elmondható, hogy a függvényhívások tekintetében sok esetben az új UNIRANDI elmarad a Powell és NEWUOA(BOBYQA) algoritmusoktól, viszont rosszul kondicionált feladatokon, magasabb dimenziókban jobban teljesít, mint az említett módszerek.

A fenti eredményeket publikáció formájában beküldtük közlésre a Central European Journal of Operations Research folyóiratba:

Pál, L., *Empirical study of an improved local search method*, Közlésre beküldve (Bírálat alatt).

Valamennyi eredmény a kutatásvezető érdeme. A kutatás másik tagja (Tamás Simon-Lehel) a kutatás ezen szakaszában, a globális optimalizálás témakörének az ismerkedésével foglalkozott, valamint helyi kereső algoritmusok tesztelésével. Továbbá Lehel feladata volt megismerni a befektetési portfóliók fontosabb fogalmait, valamint a tőzsdei adatok előkészítése elemzésre.

A kutatás második szakaszában az "Omega alapú befektetések optimalizálása" című témakörrel foglalkoztunk az alábbiak szerint:

1. Az első esetben a BUX és DJIA részvényeken keresztül vizsgáltuk az Omega alapú portfóliók kockázatát és ezt összehasonlítottuk a Markowitz modell kockázatával. A szimulációkhoz a napi záró adatokat használjuk a 2010.01.01-2016.01.01 periódusban. Az Omega optimalizálására a DE módszert alkalmaztuk. A vizsgálatokat úgy végeztük, hogy egy rögzített hozam küszöbértékre kiszámoltuk az Omega hozamot, majd ezen a szinten meghatároztuk a megfelelő Markowitz portfólió kockázatát. Az eredmények alapján elmondható, hogy az Omega portfóliók általában enyhén kockázatosabbak.

Továbbá vizsgáltuk az Omega alapú modellt, mint befektetési stratégia az ún. *back-testing* módszer segítségével. Összehasonlítva más stratégiákkal (Sharpe, minimum variancia, egyenlő súlyok) elmondható, hogy 0-hoz közeli küszöbértékeknél az Omega hozama magasabb mindegyik más stratégiánál. Az eredményeket Tamás Simon-Lehel mutatta be a helyi Tudományos Diákköri Konferencián (I. Díj).

A fenti eredmények Tamás Simon-Lehel érdemei.

2. A második teszt során helyi kereső algoritmusokat hasonlítottunk össze a GLOBAL részeként különböző számú portfóliók kialakítására. A szimulációkhoz a DJIA (30 részvény) heti záró adatait használtuk a 2010.01.01-2016.01.01 periódusban. A vizsgált helyi keresők: módosított UNIRANDI (nUNIR) és annak korábbi változata (UNIR), Rosenbrock (RSB), Hooke-Jeeves (HJ), Powell, NEWUOA és BOBYQA módszerek.

A szimulációk során a Dolan-More-féle "data profile" tesztkörnyezetet használtuk.

A vizsgálatokat az 5, 10, 20 és 30 dimenziókra illetve 0, 0.001, 0.005, 0.01, 0.02 és 0.03 küszöbértékekre végeztük el. Minden dimenzió számra véletlenszerűen generáltunk 10 portfóliót a teljes halmazból (30 részvény). Így összesen $(4 \cdot 10 - 9) \cdot 6 = 186$ feladat került megoldásra. A vizsgált tolerancia értékek: $\tau \in \{10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-7}\}$. Minél kisebb a tolerancia érték, annál nehezebb a probléma. A vizsgált maximálisan megengedett függvényhívások (*maxFunEvals*) száma 2000, illetve 50000.

Az első esetben ($maxFunEvals = 2000$) elmondható, hogy az optimalizálás első szakaszában a koordináta menti módszerek (RSB, HJ) gyorsabbak, mint az UNIR és nUNIR algoritmusok. $\tau = 10^{-3}$ esetén a két UNIRANDI módszer, felülmúlva a HJ, RSB algoritmusokat, a feladatok 80%-át képesek megoldani. Magasabb tolerancia értékek esetén ($10^{-5}, 10^{-7}$), a HJ módszer egyértelműen felülmúlja a többi módszert, megoldva a feladatok 55%-át. Ezekre a tolerancia értékekre az új UNIRANDI algoritmus hatékonyabb, mint a korábbi változat.

Ha megnöveljük a maximális függvényhívások számát ($maxFunEvals = 50000$), akkor a helyzet kicsit változik. $\tau = 10^{-3}$ -ra a HJ a domináns az optimalizálás első szakaszában, viszont a végén a két UNIRANDI algoritmus megelőzi, megoldva a feladatok 95%-át. $\tau = 10^{-5}$ és 10^{-7} értékekre az nUNIR algoritmus oldja meg a legtöbb feladatot (70% és 65%). Ezek az értékek a HJ esetén (64% és 62%) illetve az UNIR módszernél (66% és 55%).

A fenti eredmények a kutatásvezető érdemei.

3. A fenti tesztek elvégeztük három globális optimalizáló (GLOBAL, DE, MCS) esetén is. A GLOBAL algoritmust az nUNIR helyi keresővel alkalmaztuk.

A DE algoritmus esetén a maximális iteráció szám 10000, a populáció mérete $5 * n$, a mutációs faktor értéke $F = 0.5$, a keresztezés valószínűsége $CR = 0.5$. Új egyedek előállítására az exponenciális keresztező operátort alkalmazzuk. Az értelmezési tartományból "kilógó" egyedek esetén az UNIRANDI-ban alkalmazott projekciós technikát alkalmazzuk.

Az MCS algoritmus esetén valamennyi paraméter esetén az alapértelmezett értéket hagytuk, kivéve a helyi keresőben alkalmazott lépések számát (100 az 50 helyett) és az inicializáló listát. Az inicializáló lista az alsó, illetve a felső korlátokat tartalmazza, valamint egy véletlenszerű pontot (nem a szokásos középpontot) az értelmezési tartományból.

A tesztek a $maxFunEvals \in \{2000, 50000\}$ illetve a $\tau \in \{10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-7}\}$ értékeire végeztük el. Az eredmények alapján elmondható, hogy az MCS algoritmus valamennyi esetben gyorsabb mint a GLOBAL, illetve a DE. Ez a tulajdonság hangsúlyosabb nagyobb tolerancia értékek esetén, amikor viszonylag kevés függvényhívás engedélyezett. $\tau = 10^{-3}$ -ra 500 függvényhívás fölött már az nUNIR a domináns és 2000 függvény hívással a feladatok 92%-át képesek megoldani. Ha az engedélyezett függvényhívások száma viszonylag nagy (50000), akkor nagyobb tolerancia értékekre is már előnyösebb a GLOBAL vagy DE algoritmusok alkalmazása.

Következtetésként elmondható, hogy a vizsgált helyi keresők illetve globális optimalizálók eltérő eredményeket mutatnak attól függően, hogy mennyi a megengedett maximális függvényhívás szám, vagy a tolerancia értéke. Ezek ismeretében javasolt, a megfelelő módszer alkalmazása.

A fenti eredmények nagyrészt a kutatásvezető érdemei. A DE algoritmus optimális paramétereinek a beállítása Tamás Simon-Lehel érdeme.

A tervezett vizuális felületet portfóliók kialakítására nem sikerült elkészíteni idő hiányában, habár minden összetevője rendelkezésre áll. Ez továbbra is Tamás Simon Lehel feladata lesz, ami remélhetőleg a következő ETDK-ra készül.

A kutatás eddigi eredményei (előadások, publikációk) elérhetőek a következő weboldalon: www.emte.siculorum.ro/~pallaszlo/dfo

Csíkszereda, 2016.08.19

Dr. Pál László, kutatásvezető