

ANALÓGIA A SPORT- VILÁGCSÚCSOK TÖRTÉNETE ÉS AZ EVOLÚCIÓS OPTIMÁLÓ ALGORITMUSOK ITERÁCIÓ TÖRTÉNETE KÖZÖTT

ANALOGY OF THE HISTORY OF SPORT WORLD RECORDS AND ITERATION HISTORY OF EVOLUTIONARY OPTIMIZATION ALGORITHMS

Szabó Ferenc János, PhD, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

ABSTRACT

Iteration history of evolutionary type optimization algorithms has a special asymptotic shape, approaching to the final optimum. The thinking of the algorithm is based on modeling the evolution process, which gives the reason of the iteration history curve shape. Since the sport- records and world records are also results of some evolutionary, selective process (championships), one can start to search some analogy and similarity between the shape of the history curve of world records and iteration history curves of evolutionary algorithms. In this paper this analogy is investigated, regarding several sport world record history curves. On the basis of some analogies found, interesting conclusions can be derived.

1. BEVEZETÉS

Az evolúciós típusú optimum- kereső algoritmusok iteráció- története jellegzetes lefutású görbe, mely aszimptotikusan tart a végső optimumhoz. Az algoritmus gondolat- menete a kiválasztódás, evolúció modellezésére alapul, így az iteráció- történet görbe lefutásának oka erre vezethető vissza. A sport- csúcsok is egyfajta kiválasztódási folyamat (verseny) eredményeként alakulnak ki, ezért felmerül az analógia lehetősége a sport- csúcsok történeti alakulásának görbéje és az evolúciós típusú optimumkereső algoritmusok iteráció- történetének görbéje között. Ezt vizsgáljuk a cikkben, többféle sportág csúcs- eredményeinek történeti görbéje alapján. A megtalált analógiák érdekes következtetésekre adnak lehetőséget.

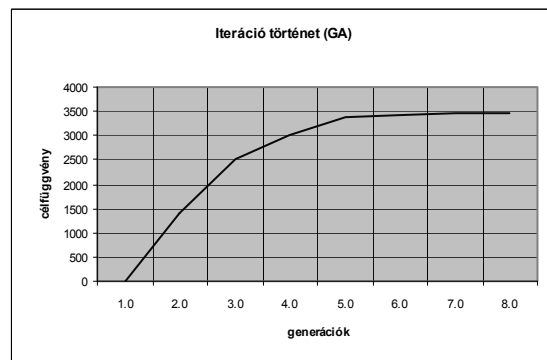
2. AZ EVOLÚCIÓS ALGORITMUSOK ITERÁCIÓ- TÖRTÉNETI GÖRBÉJE

Evolúciós típusú optimumkereső algoritmusokról az 1990-es évek eleje óta, a Genetikai Algoritmus (GA) [1] megjelenése után beszélhetünk. Az ilyen optimumkereső algoritmusok jellemzője, hogy optimumkereső stratégiájuk fő gondolatát valamely

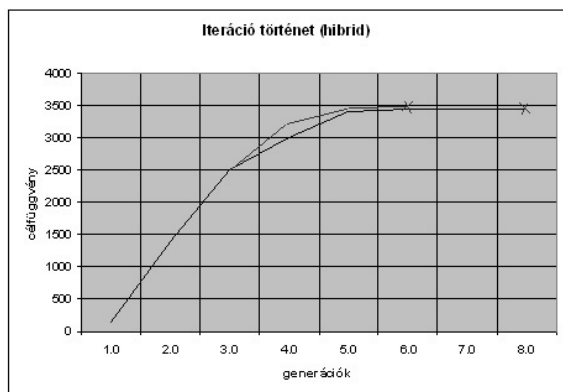
természeti jelenség (pl. kiválasztódás, evolúció, innen ered a gyűjtőne- vük is), vagy állatok, rajok, kolóniák viselkedésének modellezésére, szimulációjára építik (hangya- kolónia algoritmus (ACA) [2], madár- vagy részecske raj algoritmus (PSO) [3], Random Virus Algoritmus (RVA) [4], stb.).

Az ilyen algoritmusok előnye, hogy nem veszélyesek lokális optimumokon való megállásra, megfeneklésre, a teljes keresési teret hatékonyan átpásztázzák, mégis viszony- lag gyorsan eredményre jutnak. Hátrányuk, hogy nagy számú populáció esetén lesznek igazán hatékonyak, ilyenkor viszont sokszor kell kiszámolni a feltételek ellenőrzését és a célfüggvényt, ami idő- igényes számítások esetén, főleg végeleges számí- tások vagy multidiszciplináris optimalás esetén hosszú futási időket eredményezhet.

Ha megvizsgáljuk egy evolúciós típusú algoritmus iteráció- történetét, azaz az egyes optimalási lépések, ciklusok során a célfügg- vény legjobb aktuális értéké- nek alakulását az optimumkeresés folyamán, akkor több algorit- mus esetén is jellemzően egy jellegzetes, eleinte gyorsan javuló, majd később lassuló, aszimpto- tikus görbéhez hasonló görbét kapunk (1. ábra.). Ezt a görbét módosíthatjuk úgynevezett hibrid- algoritmus alkalmazásával, pl. az optimalás bizonyos fázisában egy másik algoritmus gondolatmenetét alkalmazva a végeredmény még gyorsabb megtalálásának érdeké- ben. (2. ábra.)



1. ábra. Egy jellemző iteráció- történet görbe



2. ábra. Egy hibrid algoritmus iteráció- története

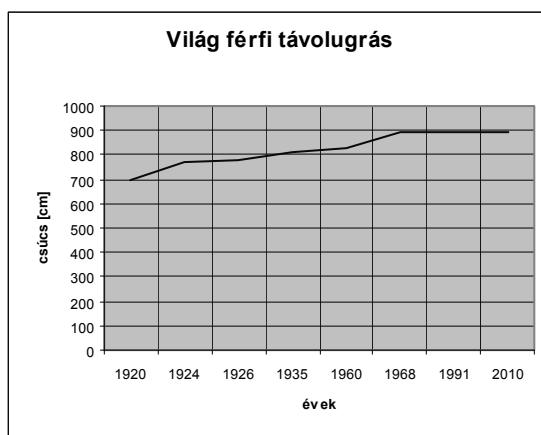
Az ilyen algoritmusok előnyeinek minél hatékonyabb kiaknázása, egyre összetettebb és számításgényes feladatok megoldása, valamint a létező algoritmusok hátrányainak minél erőteljesebb kiküszöbölése vezet az algoritmus kutatás elterjedéséhez, újabb és újabb algoritmusok kifejlesztéséhez, a meglévők folyamatos fejlesztéséhez, tökéletesítéséhez.

Az iteráció történet végén, a végső optimum közelében tapasztalható lassulás a teljes keresési tartomány pásztázása miatt alakul ki. További oka a lassulásnak, hogy az algoritmus által kezelt populáció tagjai már az elődök (más algoritmusnál a raj, a többi tag) tudásából is „tanulnak”, tehát egyre „jobbak”, az optimális megoldáshoz egyre nagyobb számban közelebb vannak, így az algoritmus egyre több „jó” pontot kénytelen kezelni, ám a „csúcs”, a legjobb célfüggvény érték alig vagy csak nagyon lassan javul. (Ezért van értelme a hibrid algoritmusoknak, vagy más keresési technikák alkalmazásának ebben a fázisban, hiszen itt már kicsi a veszélye a lokális optimumra való ráfutásnak). Az optimális végeredmény „világcsúcsként” való felfogása adta az ötletet, hogy nézzük meg néhány sportág „világcsúcs történetét”, hiszen pl. az olimpia is felfogható egy kiválasztási folyamatként (hiszen eljutni sem juthat el oda akárki, már az is a legjobb egyedek kiválasztásának eredménye), tehát az egész folyamat felfogható egy optimumkeresési folyamatként, melynek során az emberiség a maximális eredményt keresi.

3. NÉHÁNY SPORTÁG VILÁGCSÚCS EREDMÉNYEINEK TÖRTÉNETE

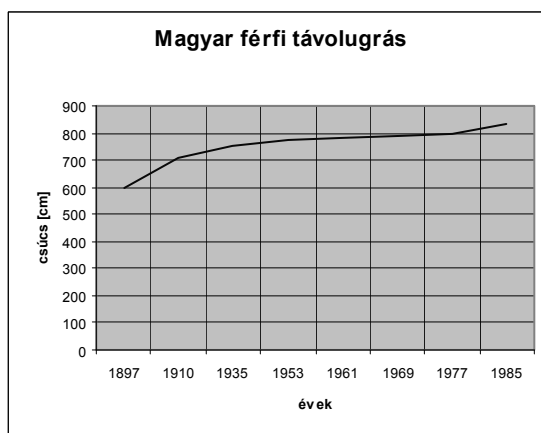
Az első vizsgált sportágként a távolugrást választottuk, mivel ennél szinte semmilyen eszközre nincs szükség, így a teljesítmény szinte kizárólag az ember által kifejtett erőfeszítés eredménye. Az emberiség történelme során szervezett összes távolugrás- verseny végeredményben egy olyan optimalizációs folyamatként fogható fel, ahol a kezelt populáció (a versenyzők) mindegyikének megfelelőnek kell lennie (feltételek kielégítése) és minél jobb célfüggvénnyel kell rendelkeznie (maximum-keresés). Az optimum keresés stratégiája tulajdonképpen egy evolúciós típusú algorit-

musként képzelhető el, melynél a kezelt populáció tagjai időről időre cserélődnek, az elért eredményeik függvényében (a rosszabbul teljesítő egyedek kiesnek, jönnek helyettük jobbak). A folyamat iterációtörténete a 3. ábrán látható.



3. ábra. A férfi távolugrás világcsúcs- története

A 3. ábrán felfedezhető a lassuló, aszimptotikus görbe alak, mely az evolúciós algoritmusokra jellemző. Az elején a javulás nem olyan robbanás- szerű, mint a számítógépes algoritmusoknál, de azok 0- ról indulnak, a világcsúcsok pedig egy konkrét értékről.



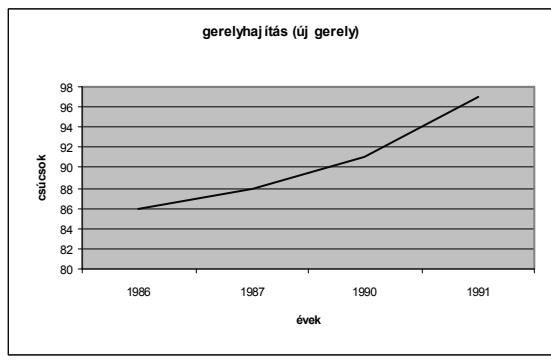
4. ábra. A távolugrás magyar csúcsának története

Még szebben tapasztalható a jellegzetes iteráció- történet alak a 4. ábrán, a távolugrás magyar csúcsának története során. Mindkét görbén nyomot hagy a neki- futó pálya és a sportcipők fejlesztéseinek hatása, főleg a hetvenes évektől. Ami kicsit a hibrid- algoritmusok viselkedéséhez teszi hasonlóvá a folyamatot, ahol szintén „belenyúlunk” az eredeti evolúciós típusú keresésbe, azaz meggyorsítjuk a folyamatot.

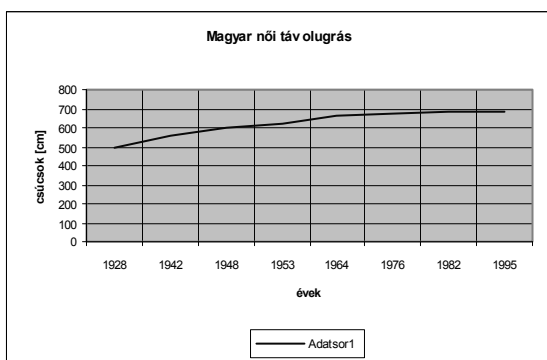
Ugyanígy hibrid- típusú iteráció- történetet mutat a női távolugrás világcsúcsának és magyar csúcsának története is (5. és 6. ábra), ami azt mutatja, hogy a hasonlóság nem lehet pusztán csak a véletlen műve.



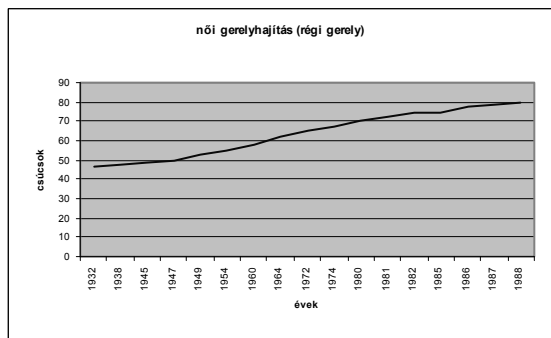
5. ábra. A női távolugrás világcsúcsának története



8. ábra. A férfi gerelyhajítás világcsúcs- története (új gerely)

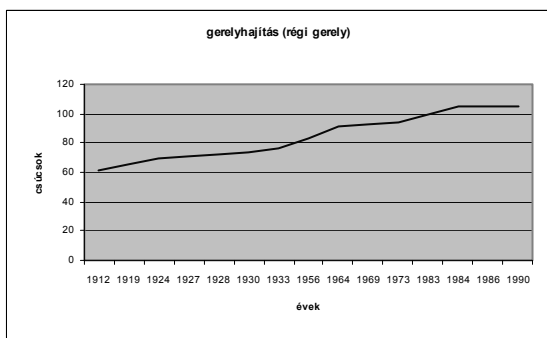


6. ábra. A női távolugrás magyar csúcsának története

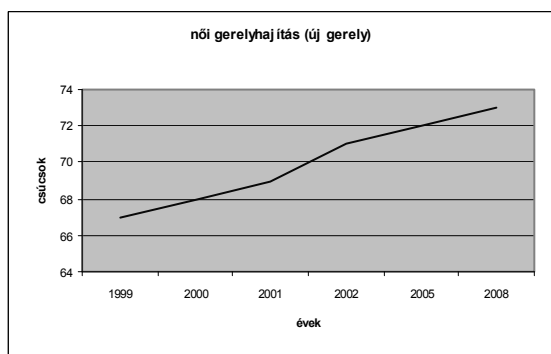


9. ábra. Női gerelyhajítás világcsúcsainak története (régí gerely)

Mivel a görbék lefutása a hibrid- típusú evolúciós algoritmusok alakjához hasonlít leginkább, valamint a gyorsítás, a hibrid lefutás okaként pedig valamilyen külső beavatkozás, fejlesztés gyanítható, vizsgáljunk meg egy olyan sportágat is, melynél eszköz is szükséges, és az eszköz változtatáson is átesik az idők folyamán. Ilyen sportág a gerelyhajítás, ahol a gerely tömegét és méretét is nagy változás érte az 1980-as évek végén. (7., 8., 9., 10. ábra)



7. ábra. A férfi gerelyhajítás világcsúcs-története (régí gerely)



10. ábra. A női gerelyhajítás világcsúcsainak története (új gerely)

Ennél a sportágnál a beavatkozás, fejlesztés a gerely súlynövekedésével járt, így nem a „gyorsítás” irányában hatott, de a jellegzetes iterációtörténet görbe alakja megmaradt. Egy kivételtől eltekintve (férfi gerelyhajítás, új gerely) mindegyik vizsgált világcsúcs-történeti görbe aszimptotikus lefutást mutat, hasonló az evolúciós típusú optimumkereső algoritmusok iterációtörténeti görbéjéhez.

A sportsúcsok történeti görbéjének hasonlósága az optimumkereső algoritmusok iterációtörténeti görbéjéhez azt jelenti, hogy a két rendszer viselkedése is hasonló. Az optimum közelében (azaz a sport csúcsok esetében a jelenben) mindkét rendszer „lelassul”, azaz a csúcsok, az ismert legjobb eredmények egyre kisebb mértékben változnak, szinte alig javulnak. Ez azt

eredményezi, hogy a rendszerben nyilvántartott egyedek egyre nagyobb számban képesek egy bizonyos szintnél jobb eredményre, de a kiugró teljesítmény egyre ritkább és egyre kisebb mértékű az előző legjobb eredményhez képesti ugrás. Ez egyfajta „válság” állapotot eredményez, ami a számítógépes optimumkeresés esetén előbb- utóbb a keresési folyamat leállítását eredményezi, a nagyszámú felesleges számítás elkerülése érdekében.

A sport- szakma is érzékeli ezt a helyzetet, néhány jóslat a sporteredmények válságáról beszél, azaz felmerül a félelem, hogy a sportok világrekordjainak fejlődése leáll, a teljesítmények előbb- utóbb eléri az emberi test fizikai teljesítőképességének határait, ami a sportok „kifulladásához” vezethet. A világcúscgörbék és az algoritmusok iteráció-történeti görbéi közötti hasonlóságok ezt a „kifulladás” tendenciát alá is támasztják.

A hibrid algoritmusok jellegzetes-ségeinek megjelenése a világcúsc-történeti görbékben azonban azt mutatja, hogy mód van ezt a tendenciát megváltoztatni, azaz a szabályokon, az alkalmazott eszközökön végzett fejlesztések, változtatások befolyásolják a görbék alakulását, így a sportvezetők, olimpiai és más bizottságok rendelkeznek olyan változtatási lehetőségekkel, melyek továbbra is érdekessé, izgalmassá tehetik a sportot, a játékot.

A kétféle, egymástól nagyon távol eső terület jellemző görbéinek hasonlósága azt mutatja, hogy a különböző optimumkeresési algoritmusok egyre pontosabban képesek leírni, szimulálni azt a biológiai, társadalmi, viselkedési jelenséget, melyre a keresési stratégiájuk alapul. Ez a tény azt vetíti előre, hogy az ilyen típusú algoritmusok, programok nemcsak a tervezésben, optimális megoldások keresésében alkalmazhatóak, hanem különféle társadalomkutatási, emberi viselkedéstani alkalmazásai is lehetségesek. Ezek nagyon érdekes, ma még nem kiaknázott kutatási területeket nyithatnak meg az ilyen kérdésekkel foglalkozó tudományok számára.

Ilyen további alkalmazás lehet például a Random Virus Algorithm (RVA) esetén a vírusok terjedésének tanulmányozása, ami hasznos lehet a gyógyításban, a vírusos megbetegedések megfékezésében, a vírusok viselkedésének jobb megértésében, nemcsak a betegségeket okozó vírusok, hanem a számítógépes vírusok esetében is.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A számítógépi evolúciós típusú optimumkereső algoritmusok iteráció- történeti görbéje és a különböző sportágak világcúscainak történeti görbéje közötti hasonlóság fedezhető fel, ami azt mutatja, hogy a számítógépi algoritmusok igen pontosan és hatékonyan leírják az általuk szimulált természeti jelenséget.

A távolugrás (férfi, női, világ- és magyar csúcsok), valamint a gerelyhajítás (férfi, női, régi gerely, új

gerely) világcúscainak történeti görbáján keresztül jól megfigyelhető az a tendencia, ami hosszú távon a világcúscok „kifulladását” idézheti elő.

A jellemző görbék lefutásában tapasztalható jó egyezés lehetővé teszi, hogy az ilyen típusú algoritmusok, programok nemcsak a tervezésben, optimális megoldások keresésében alkalmazhatóak, hanem különféle társadalomkutatási, emberi viselkedéstani alkalmazásai is lehetségesek. Ezek nagyon érdekes, ma még nem kiaknázott kutatási területeket nyithatnak meg az ilyen kérdésekkel foglalkozó tudományok számára.

Ilyen további alkalmazás lehet például a Random Virus Algorithm (RVA) esetén a vírusok terjedésének tanulmányozása, ami hasznos lehet a gyógyításban, a vírusos megbetegedések megfékezésében, a vírusok viselkedésének jobb megértésében, nemcsak a betegségeket okozó vírusok, hanem a számítógépes vírusok esetében is.

5. IRODALOM

- [1] GOLDBERG, D. E.: Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Addison-Wesley, Massachusetts, USA. 1989.
- [2] COLORNI, A.; DORIGO, M.; MANIEZZO, V.: Distributed optimization by ant colonies. Proceedings of 1st Conference on Artificial Life, Paris, France, 1991. pp. 134-142. Elsevier.
- [3] KENNEDY, J.; EBERHART, R.: Particle swarm optimization. Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. IV. pp 1942-1948. doi: 10.1109/ICNN. 1995.
- [4] SZABÓ, F. J.: Multidisciplinary optimization of a structure with temperature dependent material characteristics, subjected to impact loading. International Review of Mechanical Engineering (IREME), Vol. 2. No. 3. May, 2008, Naples, Italy. ISSN 1970- 8734

6. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen munka a TÁMOP-4.2.1.B- 10/2/KONV- 2010-0001 sz. projekt részeként, az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében jött létre. A projekt megvalósulását az Európai Unió az European Social Fund társfinanszírozásában támogatta. A szerző ezúton kíván köszönetet mondani a munka során kapott támogatásért és segítségért.