FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

MESTERSÉGES IMMUNRENDSZER SZÁMÍTÁSOKAT TÁMOGATÓ ELJÁRÁSGYŰJTEMÉNY FEJLESZTÉSE

KOVÁCS Ádám, JOHANYÁK Zsolt Csaba

Abstract

Artificial Immune System (AIS) algorithms make possible the development of systems that can work similarly to the human immune system by emulating or copying its protection methods. They can be applied in field of information technology and other engineering sciences (medical systems, computer networks, simulations, etc.) as well. In this paper, after introducing the key ideas of AIS the development of a toolbox programmed in C# is reported. The toolbox implements several immune inspired algorithms.

Keywords:

artificial immune system, computational intelligence

Összefoglalás

A mesterséges immunrendszer (MIR) algoritmusok segítségével olyan rendszereket építhetünk, amelyekkel az informatikában és más mérnöki tudományokban (orvosi rendszereknél, számítógépes hálózatoknál, szimulációknál, stb.) az emberi immunrendszerhez hasonlóan funkcionáló védelmet és funkciókat tudunk megvalósítani. Cikkünkben a MIR alapjainak ismertetését követően egy C# nyelven írt eljárásgyűjtemény fejlesztéséről számolunk be.

Kulcsszavak:

mesterséges immunrendszer, számítási intelligencia

1.Bevezetés

A mesterséges immunrendszerek (MIR) kutatása az informatika egy aránylag új területe. A emberi szervezet védettségéhez hasonlóan egy informatikai vagy más műszaki rendszer védettsége is nagy jelentőséggel bír. A természetes immunrendszer által inspirált algoritmusokat és eljárásokat nemcsak az informatikai rendszerek védelmének biztosítására alkalmazhatjuk, hanem hasznát vehetjük az optimalizálástól a mintafelismerésig egy tág feladathalmaz megoldásainak kialakítása során is.

Dolgozatunkban ismertetünk néhány, a MIR-hez kapcsolódó alapfogalmat, majd egy olyan általános eljárásgyűjtemény elkészítéséről számolunk be, amely néhány gyakran alkalmazott MIR algoritmust implementál, és ami lehetővé teszi, hogy az alkalmazások széles körében egyszerűen hasznosíthassuk a MIR lehetőségeit.

2.A mesterséges immunrendszer

Az elmúlt években igen erőteljes fejlődés tapasztalható a biológiailag inspirált rendszerek kutatásában. Ezek belül is kiemelendő a mesterséges neurális hálózatok, az evolúciós számítás, a DNS-számítás és legújabbként a mesterséges immunrendszer. Az immunrendszer a sejtek, molekulák és szervek komplex rendszere, amely egyszerre több fontos funkciót lát el. Ezek az alakzat-felismerés, a tanulás, a memória, a generációs sokszínűség, a zajtolerancia, az általánosítás, az elosztott érzékelés és az optimalizálás.

Sok feladtnál tervezők a valódi, biológiai életformák tanulmányozásával, modellezésével, másolásával és adaptációjával alkotnak. A mesterséges életformák intelligenciával, érzelmekkel, genetikai öröklődőképességgel, saját evolúcióval jellemezhetők. A mesterséges agysejtekből létrehozott hálózat tanulni képes és mintázatokot ismer fel. A robotok csapatmunkában dolgoznak, a virtuális teremtmények fejlődnek, tanulnak, öregednek, táplálkoznak és meghalnak.

Az élőlények túlélőképességét az immunrendszer biztosítja. Erre van szükség a virtuális világban is, hiszen a virtuális vírusok nagyban hasonlók „valódi”, természetes társaikhoz. Szekvenciákat ismernek fel, beépülnek bizonyos helyekre és megváltoztatják az eredeti programot, BIOS-t károsítják, szaporodnak, fertőznek, elrejtőznek és újra élednek. Jellemezhetők saját egyedi szekvenciával, felismerhetők, sebezhetők, képesek átalakulni (mutálódni), fejlődni.

A mesterséges immunrendszer (MIR, vagy angolul: Artificial Immune System - AIS) a kutatás egy széles területe, ami megkísérli összekötni az immunológiát és a mérnöki tudományokat úgy, hogy az immunrendszer metaforáit használja a problémamegoldás érdekében. A MIR az új algoritmusok egy széles, nyitott rendszere.

3. Mesterséges immunrendszer által használt eljárások és algoritmusok

Ebben a szakaszban röviden áttekintjük az eljárásgyűjteményben implementálásra kerülő fontosabb algoritmusokat.

3.1. Negatív kiválasztási algoritmus

A negatív kiválasztási algoritmusokat a csecsemőmirigy fő algoritmusai inspirálják, mely létrehoz érett T-sejteket, amelyek képesek az idegen antigéneket megkötni. Az első negatív kiválasztási algoritmust Forrest tervezte 1994-ben, hogy észlelje a vírusok által létrehozott adatmanipulációt a számítógépes rendszerekben.

Bemenetek: s : string készlet, amelyik önmagát definiálja, r : keresztreakció küszöbérték, n : kívánt detektorok (észlelők) száma.

J -vel elkezdünk számolni az n detektor számig, az inicializálásnál az m -be betöltünk egy véletlenszerűen generált mátrixot. Végigmegyünk a string készlet elemein, meghatározzuk a string

készlet összes elemére a véletlenszerűen generált m mátrixra vonatkozó affinitást a megadott r küszöbindex szerint. Ha ez az affinitás nagyobb mint az r küszöbérték, akkor az m mátrixot konkatenáljuk abba a mátrixba, amivel visszatérünk a végén.

3.2. Klónszelekciós algoritmus

A klónkiválasztási algoritmus optimalizálási feladatot hajt végre, és mintafelismerő feladatot lát el.

Bemenetek: S : felismerendő minták, g : iterációk száma, n : populáció mérete, n_1 : a kiválasztandó magas affinitású elemek száma klónozásra, n_2 : a cserélendő alacsony affinitású elemek száma az iteráció végén.

Először a P mátrixot inicializáljuk véletlenszerűen. Ezután elszámolunk g -ig miközben végigmegyünk a felismerendő mintákon, és a P mátrix minden elemére megvizsgáljuk, hogy mennyire illeszkedik a felismerendő mintákhoz. Ezután egy affinitás vektorba helyezzük az eredményt. A P mátrix elemeit az előzőekben megadott affinitás vektor szerint rendezzük, vagyis a legkevésbé (vagy legjobban) hasonlító kerül előre. Ezt követően egy p_1 mátrixot hozunk létre, amelyik kiválasztja a P mátrix első n_1 elemét. A p_1 mátrixot fogjuk klónozni. Végig megyünk az n_1 db. elemen, és létrehozunk egy C mátrixot, ami a p_1 klónozása az affinitási vektor szerint.

3.3. Diszkrét Immun Hálózat algoritmus: RAIN

Ez az algoritmus egy antitest készletet ad vissza.

Bemenetek: S : felismerendő minták, n : Hálózati affinitás küszöbérték, k : Hálózati affinitás küszöbszám, r : mutációs ráta, t : maximális erőforrások B cellák a rendszerben (B sejtek száma), c : az ARB által előállított maximum klónok száma, g : iterációk száma

1. lépés: Ez az inicializálási rész: A P mátrixban kiválasztunk véletlenszerűen a felismerendő mintákból i darabot. A küszöbértéket megszorozzuk a küszöbérték számmal.
Ezután végigmegyünk a P mátrix elemein és meghatározzuk a p -nek a p -re vonatkozó affinitását i küszöbvel. Ha a megállapított affinitás kisebb, mint az előbb módosított hálózati affinitási küszöb, akkor a p szomszédjába betesszük az a -t.
2. lépés: Főciklus: Elszámolunk a g -ig (a szükséges iteráció számig), a felismerendő minták minden egyes elemére végrehajtjuk az alábbiakat: Meghatározzuk a P mátrix minden elemére az affinitását i küszöb indexel. Ha ez az affinitás, kisebb mint az n hálózati affinitás küszöb, akkor egy affinitás vektorba betesszük ezt az affinitás értéket.

Klónozási kiválasztás: A P mátrix minden elemére meghatározzuk a stimuláció szintjét. A P mátrix minden elemére erőforrást állítunk l szerint. A q az erőforrások összege. Ha a q nagyobb, mint az összes B sejt száma a rendszerben, akkor: Legyen z ez a többlet. A P -t sorba rendezzük az allokált erőforrások szerint. Amíg z nagyobb, mint 0, addig: eltávolítunk egy elemet a P mátrixból és a z -t

csökkentjük az eltávolított elemre allokált erőforrások számával. A C mátrixot létrehozuk a P klónozásával az affinitás vektor szerint, majd a C minden elemét mutáljuk az affinitás vektor szerint. Meghatározzuk a C_i elemeknek az eredeti C mátrix elemeire vonatkoztatott affinitását. Ha ez az affinitás kisebb, mint a hálózat affinitási küszöbértéke, akkor a C mellé betesszük az a -t. Ezt követően a P mátrixot módosítjuk úgy, hogy a C_i mátrixot hozzá konkaténáljuk. A kellő számú iteráció elvégzése után visszaadjuk a P mátrixot.

MIR számításokat támogató eljárásgyűjtemény

A MIR algoritmusok az informatika számos területén alkalmazhatóak az egyszerű optimalizálási feladatoktól, a felügyeleti rendszereken keresztül egészen a behatolás érzékelőig. Gyakorlati alkalmazásuk és fejlesztésük elősegítése érdekében egy olyan eljárásgyűjteményt dolgoztunk ki, amely a széleskörűen alkalmazott .NET platform és C# nyelv segítségével készült egy osztálykönyvtár formájában, valamint könnyen felhasználható és illeszthető bármilyen .NET alá fejlesztett alkalmazáshoz. A szoftver nyílt kódú, azaz szabadon hozzáférhető akár forráskód formájában, így bárki felhasználhatja és továbbfejlesztheti.

A projekt folytatásaként két irányban kívánunk továbbhaladni. A rövidtávú célunk a kidolgozott MIR eszközök alkalmazása automatikusan generált fuzzy modellek paramétereinek optimalizálására. A hosszú távú cél egy olyan szoftver fejlesztése, mely szimulálja az emberi szervezet működését.

Irodalomjegyzék

- [1] L. N. de Castro and F. J. Von Zuben, (1999) "Artificial Immune Systems: Part I -Basic Theory and Applications", School of Computing and Electrical Engineering, State University of Campinas, Brazil, No. DCA-RT 01/99. ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/tr_dca/trdca0199.pdf
- [2] Castro, Leandro Nunes de, Timmis, Jonathan: Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach, 1st Edition., 2002, XVIII, 380 p.
- [3] <http://zega.web.elte.hu/prez/AIS.pdf> - [Závodszy Gábor - Mesterséges Immunrendszer \(2011.10.23.\)](#)
- [4] <http://www.artificial-immune-systems.org/index.shtml> - [AISWeb](#)
The Online Home of Artificial Immune Systems

Kovács Ádám Mérnök informatikus hallgató
Kecskeméti Főiskola, Gépipari és
Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar,
Informatika Tanszék
6000 Kecskemét, Izsáki út 10.
E-mail: kovacsadam89@gmail.com

Dr. Johanyák Zsolt Csaba Főiskolai docens
Kecskeméti Főiskola, Gépipari és
Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar,
Informatika Tanszék
6000 Kecskemét, Izsáki út 10.
E-mail: johanyak.csaba@gamf.kefo.hu