

Bevezetés a lágy számítás módszereibe

Bevezetés és tematika

Alapvető fogalmak: optimalizálási
feladatok, evolúciós algoritmusok

Werner Ágnes

Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék



Tematika

- Genetikus algoritmusok alapfogalmai (populáció, egyed, kromoszóma, gén, rátermettségi függvény), jellemzői, felhasználási kör
- Alap algoritmus, kódolási technikák, szelekciós, rekombinációs, mutációs műveletek és jellemzőik
- Alkalmazási példák, MATLAB - Global Optimization Toolbox – GA használata
- Bevezetés a fuzzy rendszerekbe: a fuzzy koncepció, alapfogalmak (fuzzy halmazok, tagsági függvények), fuzzy halmazműveletek
- Fuzzy relációk, fuzzy reláció műveletek, nyelvi változók, fuzzy szabályok
- Fuzzy logika és közelítő következtetés
- Fuzzy rendszerek: fuzzy szabálybázis, fuzzifikálás, defuzzifikálás, fuzzy következtető gép
- Alkalmazási példák, MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox használata

Az előadás anyagai megtalálhatóak:

virt.uni-pannon.hu oldalon

Tantárgyak menüpont

Bevezetés a lágy számítás módszereibe tárgy

Számonkérés:

- **2 félévközi dolgozat** külön-külön min. 40%-os teljesítése, 35-35 pontosak lesznek a dolgozatok
- **1 beadandó elkészítése**, 30 pont
- Mindösszesen 100 pontot lehet gyűjteni
- **Aláíráshoz szükséges: 40 pont**
- Ponthatárok: 0-45=1 46-58=2 59-71=3 72-84=4 85-100=5

Beadandó feladathoz

- A **MATLAB Fuzzy Logic Toolbox**-ával vagy a **GA**-hoz kapcsolódó lehetőségekkel (**Global Optimization Toolbox**) egy feladat megoldása.
- **Feltöltés a Moodle-be, Határidő: 2025. május 14. 12:00**
- **Elkészített MATLAB állomány(ok) + leírás:**
 1. a feladat leírása,
 2. a megoldás bemutatása,
 3. konklúzió, továbbfejlesztési lehetőségek.
- Lehet a **google scholar** alkalmazás segítségével kutakodni, hogy ki és milyen módon foglalkozott hasonló probléma megoldásával, a leírásban hivatkozni kell rá. (Plágium ellenőrzés!)
- Ha ez egy jó ötlet, lehet később egy szakdolgozat vagy TDK dolgozat alapja.

Kérdések, felvetések

Néhány terület, ahol a jövőben alkalmazhatjuk a fuzzy logikát és a genetikus algoritmusokat vagy azok továbbfejlesztett változatát

- Az MI és a robotika nem fog egész iparágakat törölni
- Egészségügy:

Orvos: információ feldolgozásra koncentrálni → **elemzi a bizonytalan orvosi adatokat**, ez alapján diagnózist állít fel → **MI házi orvos az okostelefonon**

- Az emberek egyre tovább élnek, kevesebb gyermek születik → valószínű **az idős gondozás az egyik leggyorsabban növekvő szektor az emberi munkaerőpiacon** (MI-s segítő alkalmazások lehetnek – **Fuzzy, GA**)

Mozart a gépben

- Egyetlenegy munkahely sem lehet biztonságban az automatizálástól.
- A művészettről általában az emberi érzésekre asszociálunk
 - azt gondoljuk, hogy belső pszichológiai erőket csatornáznak be a művészek
 - a művészet célja, hogy összekössön bennünket az érzelmeinkkel, vagy újakat keltsen bennünk
- **Mi történik akkor, ha az algoritmusok képesek lesznek jobban megérteni és manipulálni az emberi érzelmeket, mint Shakespeare vagy Beyoncé?**
- Az érzelmek biokémiai folyamatok! → Egy tanuló algoritmus képes lehet elemezni a szenzorai által a testünkből és testünkről közvetített biometrikus adatokat (Fuzzy) → meghatározzák személyiség típusunkat és hangulatunkat → kiszámítja milyen hatással lesz ránk egy-egy dal

Mozart a gépben

- **Mi lesz így az új zenei ízlések és stílusok felfedezésével?**
- No problem! Beállítjuk pl., hogy 8%-a az algoritmus választásainak legyen véletlenszerű, lépjen meg bennünket időnként egy kis funky zenével vagy Puccini operával.
- A reakcióinkat figyelve az MI maga is be tudja állítani a véletlenszerűség mértékét → meg legyen a felfedezés öröme, de ne legyen idegesítő (Fuzzy)
- **Ha összeveszünk a párunkkal az algoritmus a szomorúságunkat vegye át vagy próbáljon felvidítani?**
 - Vásárlóra hagyjuk a döntést → az algoritmus követi az utasításainkat
 - Utasítjuk az algoritmust, hogy R. Atkinson híres pszichológus tanácsait kövesse
 - Az algoritmus apró igazításokkal a pillanatnyi hangulatunkhoz igazítja a zenét, pl. egy idegesítő résznél átírja a dallamot

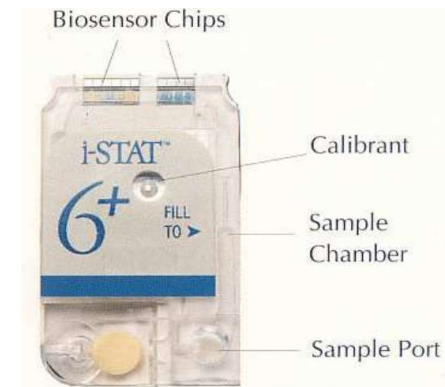
Munkák, amelyek eddig nem voltak

- A 2050-es munkaerőpiacot az **ember-MI együttműködés** kell, hogy jellemezze, nem a versengés
- Hatékonyabbak lehetnek a vegyes ember-MI csapatok pl. rendfenntartás, banki szféra (**Fuzzy, GA**)
- Deep Blue 1997 legyőzte Garri Kaszparovot → emberek tovább sakkoztak → MI-edzőknek köszönhetően a sakk mesterek jobbak lettek, DE!
- A „kentaúr” becenévre hallgató ember-MI csapatok túltettek az emberen és a számítógépen külön-külön → kinevelhetők a legjobb nyomozók, bankárok, katonák stb. (**Fuzzy, GA**)

Info- és biotechnológia

- Néhány évtizeden belül 24 órában monitorozhatják egészségügyi állapotunkat olyan algoritmusok, amelyek folyamatosan testünk biometrikus adataihoz férnek hozzá → pl. influenza, Alzheimer-kór felfedezése az észlelt tünetek előtt → személyiségünkre, DNS-ünkre, fizikumunkra szabott kezelések, életmód és étrend javaslatok → **folyton** „betegek” leszünk?! → folyamatosan javaslatok (Fuzzy, GA)
- Az egészségügyi algoritmusok jelzéseit figyelembe vesszük vagy sem?

Info- és biotechnológia

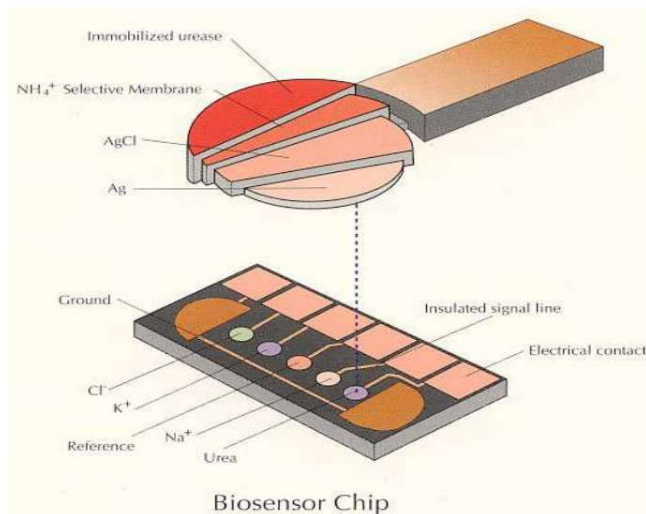


- „Video on demand” – ajánlórendszerek sokasága
- Megadjuk milyen filmeket szeretünk, óriási statisztikai adatbázis segítségével az algoritmus megtalálja a tökéletes választást → **önbevallás megbízhatatlan!**
- Valós időben adatok gyűjtése, amikor filmet nézünk (pl. tudni fogja, hogy jónak hirdettük, de fél óránál tovább soha nem tudtuk megnézni)
- A szem és arcizmok mozgása alapján az ember érzelmeinek felismerése (kamera + algoritmus → nevetés, sírás stb.)
- Algoritmus összekapcsolása bioszenzorokkal → információ a pulzusunkról, vérnyomásunkról, agytevékenységünkről → különbség az erőltetett nevetés és a szívből jövő nevetés között

(Fuzzy, GA)

Bioszenzorok

- TV (televízió = messze látni) **hamarosan látni fog bennünket?**
→ lehet, hogy ha végig nézünk egy filmet, nem is emlékszünk rá, de pl. a Netflix (aki működteti a tévéalgoritmust) ismerni fogja a személyiségtípusunkat → tudni fogja hogyan hasson ránk → tökéletes film választás → de tovább is léphetünk, akár megmondható mit tanuljunk, hol dolgozzunk stb. (Fuzzy, GA)



Collect just 2-3 drops of fresh whole blood and fill cartridge.



Insert cartridge into the portable, battery-powered analyzer.



View quantitative test results in less than 2 minutes.

Filozofáló autók

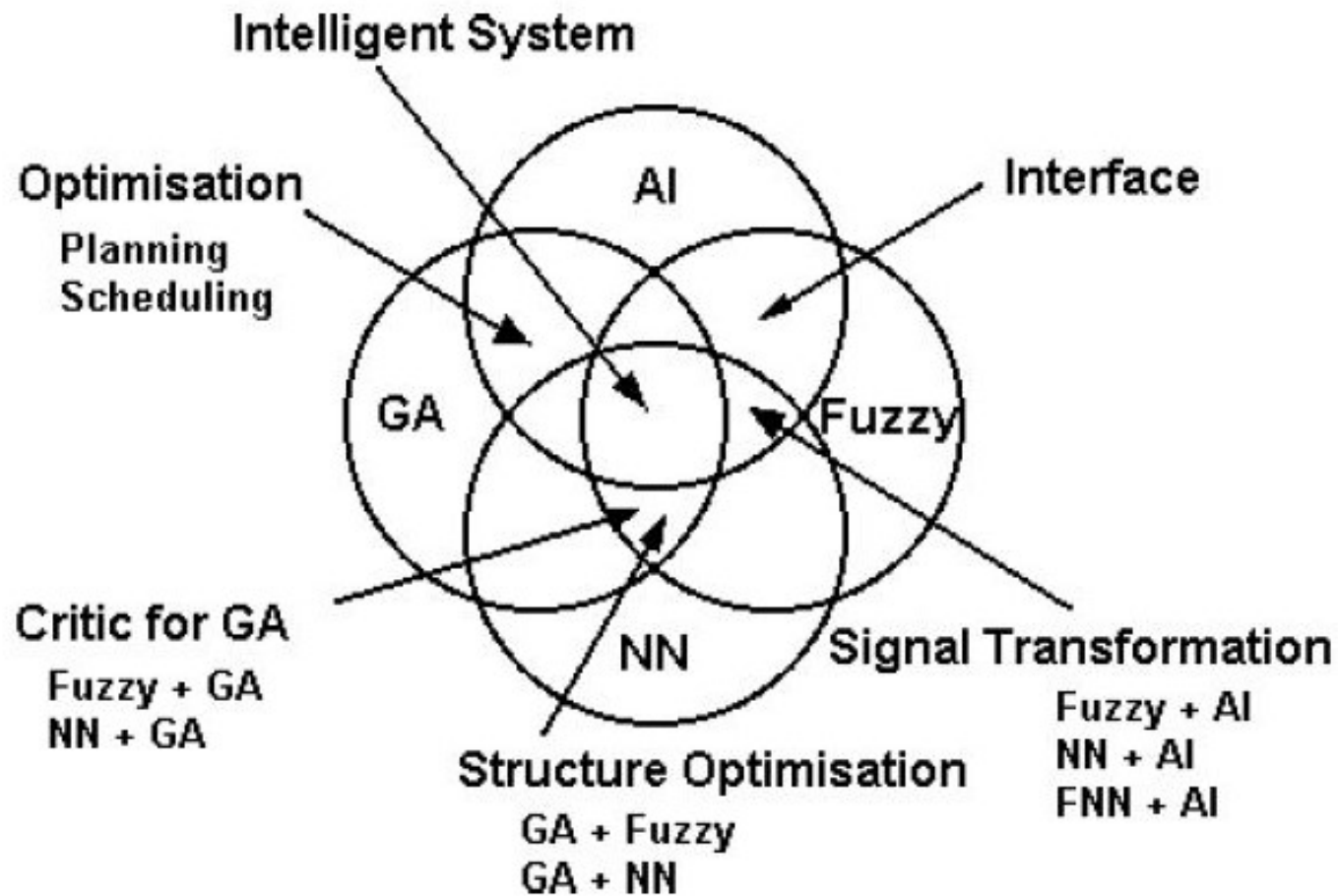
- Ha az önvezető autót beprogramozzuk, hogy álljon meg segíteni a bajba jutott idegeneknek, akkor bármi is történik, meg fog állni.
- Ha beprogramozzuk, hogy térjen át a másik sávba, ha gyerekek tévednek eléje, át fog menni, még akkor is, ha ott egy teherautó jön szembe.
- **Mit tegyen? Mentsen meg minket vagy a gyerekeket?** → filozófiai algoritmusok – nem lesznek tökéletesek, de lehetnek jobbak, mint mi → filozófusokra is szükség lesz (Fuzzy, GA)

Mi történik a sok adattal?

Csak egy példa a változásra:

- A reklámpiar csődje jön, ha az algoritmusok választanak és vásárolnak helyettünk?
- Mi történik akkor, ha a Google-től ezt kérdezzük:
„Szia, figyelembe véve mindazt, amit az autókról tudsz és mindazt, amit rólam – beleértve a szokásaimat, a nézeteimet, az igényeimet, a nézeteimet a klímaváltozásról vagy a bevándorlásról -, melyik autó lenne nekem a legjobb?”
- Ha jó választ ad nekünk, mi pedig tapasztalatból megtanultuk, hogy hallgassunk rá, akkor a reklámoknak semmi haszna sem lesz! (Fuzzy, GA)

MI technológiák



Bevezetés

- 1950-60-as évek biológiai evolúció - mérnöki problémák - optimalizálási feladatok
- Darwini evolúciós elmélet
- Genetika
- Evolúciós módszerek
- Genetikus algoritmusok - John Holland (1975)
- Többpontos, párhuzamos keresés - robosztusság

Megnézni:

Genetic algorithm: learning to jump over ball

https://www.youtube.com/watch?v=Gl3EjiVlz_4

Optimalizációs feladatok

- az ellenállás meghatározása a mért áramerősség és feszültség segítségével
- a sebesség számítása a mért időből és a megtett távolságból
- a napi beosztások megtervezése
- két város között az optimális út megkeresése
- adott erőforrások mellett az eredmény maximalizálása
- adott gazdasági cél mellett a ráfordítás minimalizálása
- menükészítés

Optimalizálási feladatok

Az optimalizálási feladatok során egy adott halmazon (keresési tér, S) definiált függvény (fitness függvény, f) maximumhelyét (vagy minimumhelyét) keressük.

Vannak hagyományos módszerek:

- *hegymászó módszer* (gradiens módszer) véletlen pontot választunk a keresési térben, megnézzük a kiválasztott pont szomszédait, a legmagasabb fitnessértékű pontot választjuk következő vizsgálandó pontnak
lokális maximumot talál
- *szimulált lágyítás* (szimulált lehűtés) véletlenszerűen választjuk meg a lépés irányát a keresési térben
képes egy lokális csúcsról lejönni

Evolúciós algoritmusok

- evolúciós stratégia
- evolúciós programozás
- genetikus algoritmusok
- genetikus programozás
- (osztályozó rendszerek)

populáció, egyed, minél jobb megoldás megtalálása (elég jó megoldás)

szaporodás, keresztezés, mutáció, fitnessérték

Általános evolúciós algoritmus pszeudó-kódja

- $t := 0$ {kezdeti idő beállítása}
- *initpopulacio* P_t {kezdeti populáció létrehozása}
- *fitnessszamit* P_t {fitnessértékek kiszámítása}
- **while** amíg nincs kész **do**
- $P'_t := \text{szulokivalasztas } P_t$ {szülők választása}
- *keresztez* P'_t {a szülők génjeinek keresztezése}
- *mutacio* P'_t {véletlen mutáció}
- *fitnessszamit* P'_t {az új fitness kiszámítása}
- $P_{t+1} := \text{tulelo}(P_t, P'_t)$ {az új populációba kerülnek az egyedek}
- $t := t + 1$
- **end while**

Az algoritmus konvergál.

Evolúciós stratégia

- 1960-as évek Rechenberg
- a megoldás paramétereinek optimális értékét keressük
- Különböző változatok:
 - $[(1 + 1)]$ -es változat: 1 szülő generál 1 leszármazottat
 - $[(m + l)]$ stratégia: a túlélőket az m szülő és az l leszármazott közül választjuk
 - $[(m, l)]$ stratégia: csak a leszármazottak közül választunk

Evolúciós programozás

- 1966 Fogel, Owens, Walsh
- nincs megkötés a megoldások ábrázolási módjára
- véletlenül választott kezdeti populáció
- összes egyedről másolat
- lemásolt egyedek mutációja
- fitness értékek kiszámítása
- új populáció előállítása
- nem alkalmaznak keresztezést

Genetikus algoritmusok

- 1975 John Holland
- a megoldásokat nem az eredeti feladatnak megfelelő formában tárolja - *kromoszóma*
- a műveleteket a kromoszómákon hajtjuk végre
- szelekció
- rekombináció
- mutáció
- egyedek fitnessértéke

Genetikus programozás

- 1992 Koza
- a populáció nem lehetséges megoldásokat, hanem a problémát megoldó programokat tartalmaz
- program tárolása *kifejezésfában*
- keresztezés

GA jellemzői

- több pontos keresést valósítanak meg
- flexibilisek
- robosztusak
- biztosítják, hogy elfogadható időn belül elfogadhatóan jó megoldást találjunk
- a problémának nem egy, hanem több különböző, közel optimális megoldását nyújthatja, amelyek közül a felhasználó kiválaszthatja a neki leginkább megfelelőt

Vektor játékok

Gondolunk egy sorozatra: 011100
Ki kell találni, hogy mire gondoltunk!

1. Előállítunk tetszőlegesen 4 egyedet:

- (1) 001111 $\phi = 3$
- (2) 100011 $\phi = 0$
- (3) 010101 $\phi = 4$
- (4) 111110 $\phi = 4$

2. Választunk szülő párokat a rekombinációhoz:

- (1) 001111 } \Rightarrow (5) 001110 $\phi = 4$
- (4) 111110 } \Rightarrow (6) 111111 $\phi = 3$
- (3) 010101 } \Rightarrow (7) 010110 $\phi = 4$
- (4) 111110 } \Rightarrow (8) 111101 $\phi = 4$

3. Valamely egyedeken mutációt hajtunk végre:

- (5) 001110 \Rightarrow (9) 001100 $\phi = 5$
- (8) 111101 \Rightarrow (10) 011101 $\phi = 5$

4. Újabb szelekcióhoz egyedek választása:

- (7) 010110 $\phi = 4$
 - (8) 111101 $\phi = 4$
 - (9) 001100 $\phi = 5$
 - (10) 011101 $\phi = 5$
- javulás!* \Rightarrow (11) 010101 $\phi = 4$
(12) 111110 $\phi = 4$
(13) 011101 $\phi = 5$
(14) 001100 $\phi = 5$

5. Rekombináció a szülő párokon

6. Mutáció a kiválasztott egyedeken:

- (12) 111110 \Rightarrow (15) 011110 $\phi = 5$
- (14) 001100 \Rightarrow (16) 011100 $\phi = 6$