

Генетичко програмирање

Александра Стојановић, Ивана Ивановић,
Александар Стефановић, Оливера Поповић

Математички факултет
Универзитет у Београду

21. април 2020.

Садржај

- 1 Историјат
- 2 Опис алгоритма
- 3 Примери примене и мета-генетичко програмирање

Историјат

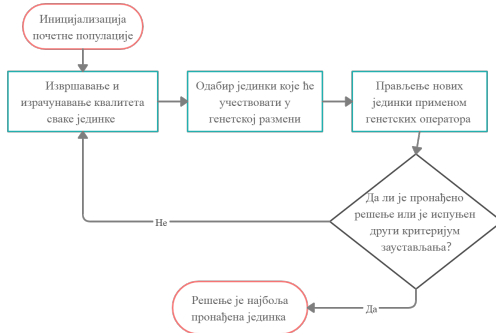
- 1948 — Алан Тјуринг
- 1962 — Џон Холанд
- Представљање бројева низовима битова фиксне дужине у проблемима оптимизације
- Холанд и Раитман — Систем класификатора
- Смит — Репрезентација променљиве дужине
- 1981 — Форсит — Репрезентација помоћу стабала
- 1985 — Крамер

Историјат

- Џон Коза
 - 1989 — документовање методе која је користила универзални језик
 - 1992 — објављивање књиге
 - 1996 — годишња конференција о ГП-у
 - 1998 — први уџбеник ГП-а
- Рик Риоло — наставак процвата ГП-а
- 2003 — годишња радионица

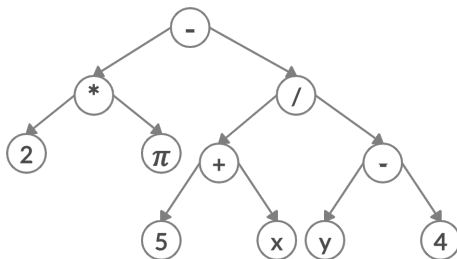
Опис алгоритма

- Инспирисан процесом еволуције у природи
- Спада у групу алгоритама **еволутивног израчунавања**
- Процес природне селекције
- Комбиновање гена



Опис алгоритма

- јединке — рачунарски програми
- синтаксно стабло — примитивни skup ГП-а
 - терминали — променљиве и константе — листови
 - функције — аритметичке, логичке... — остали чворови



$$2 * \pi - \frac{5 + x}{y - 4}$$

скуп терминала:

$\{2, \pi, 5, x, y, 4\}$

скуп функција:

$\{+, -, *, /\}$

Опис алгоритма

- Методе за генерисање почетне популације:
 - потпуна метода (eng. full method)
 - метода раста (eng. grow method)
 - комбинована метода

Функција прилагођености (eng. fitness function) даје оцену квалитета јединке.

- могућност израчунавања за сваку јединку
- ефикасност израчунавања
- мера квалитета јединке / додела пенала

Опис алгоритма

Селекција — проналажење боље прилагођених јединки

- Турнирска селекција
- Рулетска селекција

$$p_i = \frac{f(i)}{\sum_j^N f(i)}$$

Репродукција — добијање потомства од два родитеља добијених селекцијом

- метод укрштања стабала
- бирање функција 90% времена, а листова преосталих 10%

Мутација — јединке не буду превише сличне

- избегавање локалног екстремума
- бирање тачке јединке на случајан начин:
 - подстабло са кореном у тој тачки се мења случајно генерисаним стаблом
 - вредност у том чвору се замени случајно одабраном вредношћу исте арности из примитивног скупа

Опис алгоритма

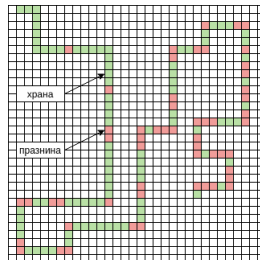
- Како изгледа примитивни скуп?

природа функције	примери
аритметичка	$+$, $-$, \times , \div
математичка	\sin , \cos , \exp
логичка	\wedge , \vee , $/$
условни изрази	if-else
петље	for, while

- Како изгледа функција прилагођености?
- Који ће параметри бити коришћени?
- Који ће бити критеријум заустављања?

Примери примене и мета-генетичко програмирање

- симулација игре јурке
- навигација робота кроз путању са комадима хране
 - примитивне операције:
 - померање напред, окретање лево/десно и „мирисање” хране
 - функција прилагођености — број скупљених комада хране



Примери примене и мета-генетичко програмирање

Медицина:

- додатан аналитички алат
- истраживање болести попут рака
- класификација медицинских података коришћењем ГП-а се показало боље од класичних алгоритама машинског учења

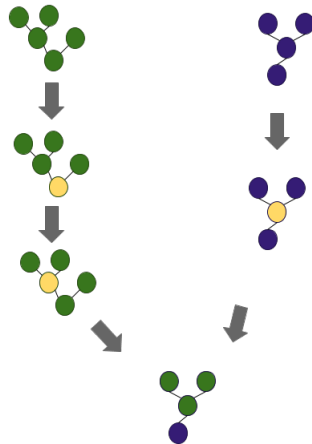
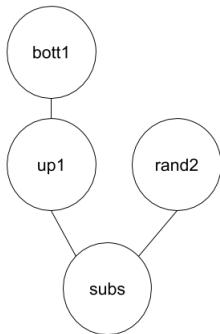
Економија:

- проблем класификације код предвиђања банкрота предузећа
- максимизовање профита на тржиштима хартија од вредности

Мета-генетичко програмирање

- Упоредно еволуирање програма који врши генетичко програмирање
- Једна од метода МГП је еволуирање оператора мутације
 - Јединке су оператори мутације приказани помоћу синтаксних стабла
 - Оператори садрже кораке који мењају гене над којима се врши мутација
- Прилагођеност јединке се мери кроз прилагођеност јединки које генерише
- Изискују више рачунарских ресурса

Мета-генетичко програмирање



Литература

Aho, A., Lam, M., Sethi, R. & Ullman, J. *Compilers: principles, techniques and tools*. ISBN: 9780321486813 (Addison-Wesley Longman Publishing Co., 2006).

Engelbrecht, A. *Computational Intelligence: An Introduction*. ISBN: 9780470035610 (John Wiley & Sons, Ltd, 2007).

Janičić, P. & Nikolić, M. *Vestačka inteligencija*. (Matematički fakultet u Beogradu, 2019).

Koza, J. R. *Genetic programming: on the programming of computers by means of natural selection*. ISBN: 9780262111706 (The MIT Press, London, 1992).

Poli, R., Langdon, W. & McPhee, N. *A Field Guide to Genetic Programming*. ISBN: 9781409200734 (Lulu Enterprises, UK Ltd, 2008).

Хвала на пажњи!
Питања?