

1 Genetické algoritmy

Vznik genetických algoritmů se datuje do 60. let dvacátého století. Základní myšlenky těchto algoritmů vycházejí z Darwinovy teorie o vývoji druhů. Od doby, kdy zakladatel této vědní disciplíny John Holland popsal základní principy a vlastnosti těchto algoritmů, prošel obor dlouholetým vývojem a množství praktických nasazení ukázalo jeho smysluplnost.

Obecně slouží genetické algoritmy pro řešení optimalizačních problémů. Jsou založeny na principech genetiky a mechanismech přirozeného výběru. Na rozdíl od matematických optimalizačních metod jsou genetické algoritmy velmi jednoduché.

1.1 Reprezentace vlastností a informací

Nejprve několik základních pojmů, které popisují tu část genetických algoritmů, kde jsou neneseny informace a hodnocena jejich kvalita. Mezi nejzákladnější nepochybně patří:

- chromozóm,
- gen,
- populace,
- fitness hodnota.

Chromozóm je řetězec informací, který v sobě nese vlastnosti a chování každého jedince. Nejčastěji jde o řetězec nul a jedniček, kterým je zakódována pozice jedince v prostoru možných řešení. Nemusí ale vždy jít jen o prostý řetězec jakým je např. celé číslo. Použít můžeme reálná čísla, matice, vektory i křivky.

Gen je nejmenší část chromozómu, která už je dále při aplikaci algoritmů nedělitelná.

Populace se nazývá skupina jedinců popsaných svými chromozómy v rámci jedné generace.

Fitness hodnota je číselné vyjádření kvality každého jedince. Obvykle jde o reálné číslo v rozsahu od 0 do 1, ale může to být číslo z libovolného intervalu. Pro každý problém tak musíme sestavit tzv. fitness funkci, která bude jako svůj výsledek dávat požadovanou číselnou hodnotu.

Uveďme příklad, jak by taková jedna populace mohla vypadat:

Pořadí	Chromozóm	Fitness hodnota
1.	010001100110	0.23
2.	111010100010	0.67
3.	001010001010	0.12
4.	110101000111	0.51
5.	001000101001	0.36
6.	111100101111	0.78

1.2 Algoritmy

Činnost genetických algoritmů je velmi jednoduchá. Používají 3 základní operace:

- selekce,
- křížení,
- mutace.

Tyto operace se vždy v dané generaci aplikují nad celou populací a výsledkem je nová generace. Tento proces se opakuje do té doby, než se v nově vytvořené generaci vyskytne jeden, nebo více jedinců s požadovanými vlastnostmi.

1.2.1 Selektce

Tento první krok slouží k výběru jedinců z populace, kteří se mohou stát rodiči. Metod, jak tento krok provést, je hned několik. Většinou pracujeme s kvalitou jedince, tedy fitness hodnotou jeho chromozómu.

Vážená ruleta je jedna z prvních používaných metod. Každý jedinec dostane na pomyslné ruletě takový podíl, jaký odpovídá jeho fitness hodnotě. Matematicky můžeme vyjádřit procentuální část rulety pro každého jedince následovně:

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_1^N f_i}$$

- p_i pravděpodobnost, s jakou bude i -tý jedinec vybrán
- f_i fitness hodnota i -tého jedince
- N počet jedinců v populaci

Podle uvedeného vztahu vytvoříme kruh rulety rozdělený na N částí úměrných hodnotám p_i . S takto vytvořenou ruletou pak provádíme losování pro výběr každého dalšího rodiče.

Pro názornost můžeme naši výše uvedenou tabulku s populací rozšířit o pravděpodobnost, s jakou se mohou jednotlivci stát rodiči:

Pořadí	Fitness hodnota	Pravděpodobnost %
1.	0.23	8.6
2.	0.67	25.1
3.	0.12	4.5
4.	0.51	19.1
5.	0.36	13.5
6.	0.78	29.2

Turnajová metoda vybírá vždy náhodně skupinu jedinců z populace. Tato skupina musí mít vždy minimálně dva jedince, ale můžeme vybírat i větší skupiny. Vítězem turnaje ve skupině se stává jedinec s nejvyšší fitness hodnotou.

Při **ořezávání**, což je další metoda selekce, se všichni jedinci seřadí podle své fitness hodnoty. Tuto řadu pak podle libovolně zvoleného parametru rozdělíme na dvě části. Z té části s nízkými fitness hodnotami nebudeme možné rodiče vybírat vůbec, a z druhé části můžeme vybírat podle jakéhokoliv deterministického či náhodného pravidla.

Náhodný výběr je nejjednodušší metoda selekce, která nijak nezohledňuje kvality jedinců. Jako rodiče jsou náhodně vybíráni jedinci z celé populace.

1.2.2 Křížení

Tato operace navazuje na selekci. Stejně jako v přírodě, rodiče si vymění část svého genetického kódu, tedy část chromozómu. Nejjednodušší metoda je **jednobodové** křížení, kdy se náhodně zvolí bod v chromozómu. Tato hranice rozdělí chromozom na dvě části a ty se mezi potomky vymění. Uvedme to na příkladu dvou jedinců s těmito chromozómy:

X = 1100101|1100
Y = 1001110|0101

Křížením vzniknou dva nové chromozómy:

P = 11001010101
Q = 10011101100

Teď si musíme jen vybrat, zda necháme do další generace postoupit oba nové jedince, nebo si náhodně vybereme jen jednoho z nich. Můžeme také volit i **vícebodové** křížení a kód potomka může vznikat různými kombinacemi z více než dvou rodičů.

Není ani vyloučeno, že by se mohli do další generace dostat i někteří rodiče a to dokonce aniž by se zúčastnili křížení. Tato možnost se ovšem používá jen velmi malou pravděpodobností.

1.2.3 Mutace

Jde o poslední operaci genetického algoritmu. U každého jedince z nové generace procházíme celý chromozóm a s velmi malou pravděpodobností měníme hodnoty některých genů z 0 na 1 a obráceně. Význam mutace je v tom, že se může v dané generaci objevit vlastnost, kterou dosud žádný jedinec neměl a nemohl ji tedy předat potomkům.

1.3 Činnost genetického algoritmu

Vlastní činnost genetického algoritmu můžeme na závěr popsat následujícími kroky:

1. **Inicializace.** Stanovení velikosti populace a náhodné vygenerování chromozómů pro všechny jedince. Tím vytvoříme 1. generaci a stanovíme všem fitness hodnotu.
2. **Selekce**
3. **Křížení**
4. **Mutace**
5. **Vyhodnocení** nově vzniklé generace. Pokud vznikl jedinec splňující požadované vlastnosti, algoritmus končí.
6. **Náhrada** stávající generace nově vygenerovanou.
7. **Pokračování** od bodu 2.