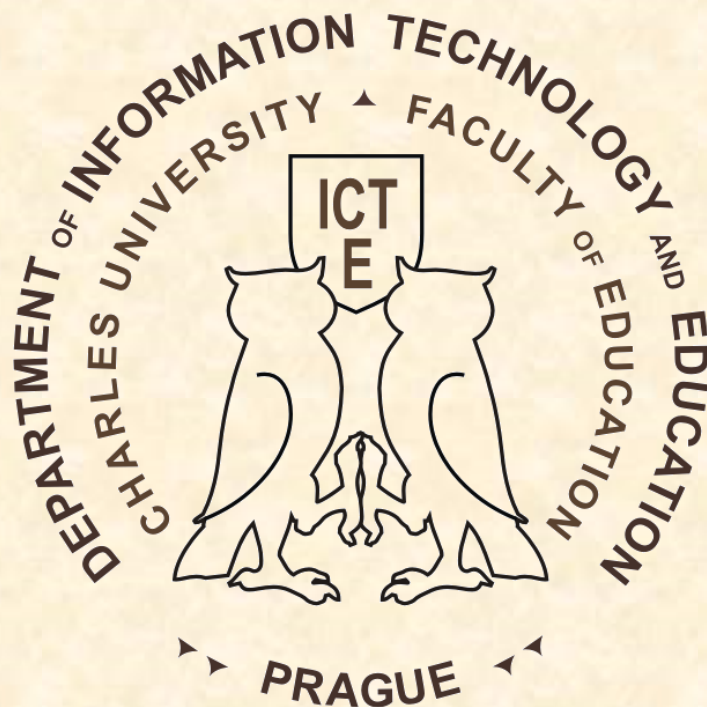




Genetické algoritmy



Evolve

- Přírodní evoluce je úspěšná a robustní metoda adaptace v biologických systémech - potomci dědí vlastnosti rodičů, lepší jedinec přežívá a množí se dál; probíhá v čase (**trvá dlouho**).
- **Adaptace** - schopnost organismu přizpůsobit se prostředí.
- **Gen** - gen jako jednotka informace, dle níž se vytváří podoba organismu (=>chromozom). Člověk cca 20000 genů.
- **Chromozom** – DNA, geny.
- **Genom** - veškerá genetická informace uložená v DNA konkrétního organismu (včetně např. mitochondriální).
- **Jedinec** - každý soběstačný organismus, základní jednotku evoluce.

Evolve

- **Populace** - soubor jedinců téhož druhu, nacházejících se v jednom určitém místě v daném čase.
- **Fitness** – biologická zdatnost, schopnost konkrétního jedince předat své geny dalším generacím.
- **Generace** – odpovídá okamžiku vzniku jedince a okamžikem vzniku jeho potomka.
- **Rozmnožování** – pohlavní x nepohlavní (např. dělení, mitóza, klony).
- **Křížení** – cílená (zá)měna genů potomka.
- **Mutace** – náhodná změna genu.
- **Inbreeding** – příbuzenské křížení.
- **Mem** - obdoba genu při přenosu kulturní informace.
- **Přírodní výběr** – „hnací motor“ evoluce.

Evoluce

- **Dědičnost** - potomek získává vlastnosti nebo predispozice k vlastnostem rodičovského organismu; vlastnosti přenášené do další generace nemusí být zcela totožné s vlastnostmi rodiče.
- **Genetika** - zabývá se dědičností i proměnlivostí organismů a jejími příčinami.
- **Memetika** - usilující o evoluční modelování přenosu informací v kultuře.

Algoritmus

- Přesný návod či postup, kterým lze vyřešit daný typ úlohy.
 - **Konečný** - algoritmus musí skončit v konečném počtu kroků; počet kroků může být libovolně velký ale konečný.
 - **Opakovatelný** – na stejné vstupy dává stejné výsledky/výstupy.
 - **Deterministický** - každý krok algoritmu musí být jednoznačně a přesně definován.
 - **Univerzální** - algoritmus řeší obecnou třídu obdobných problémů (např. násobení čísel).
- Např. Fibonacciho posloupnost

Genetické algoritmy (1960->)

- Evoluce se používá pro optimalizační metodu genetického programování (obecněji evolučního programování).
- V umělé evoluci závisí rychlost vývoje pouze na výkonu použitého výpočetního zařízení.
- Umělá inteligence, strojové učení,...
- Vytváření počítačových programů, které co nejlépe řeší danou úlohu.
- Vyhledávací algoritmy založené na mechanismu přirozeného výběru a principech genetiky.

Genetické algoritmy

- Proces postupného vylepšování populace jedinců opakovanou aplikací genetických operátorů, který vede k evoluci takových jedinců, kteří lépe vyhovují stanoveným podmínkám než jedinci, ze kterých vznikly.
- Proces konverguje k situaci, kdy je populace tvořena jen těmi nejlepšími jedinci.
- Hlavním principem je kopírování a vyměňování řetězců - chromozómů. Chromozóm má pevnou délku, jednotlivé pozice tvoří geny. Geny reprezentuje často binární 0 nebo 1.

Genetické algoritmy

- Každý chromozóm v populaci má definovanu hodnotící funkci, nazývanou fitness funkce, která charakterizuje vhodnost chromozómu.
- Genetický algoritmus definuje operátory **křížení, mutaci a reprodukci**.
- Chromozómy s vyšší fitness hodnotou jsou do nové populace kopírovány s vyšší pravděpodobností.
- Stochastické algoritmy – prvek náhody; nedeterministické.
- 0. generace většinou jako náhodná.

Genetické algoritmy

- **Hledání optima** – optimalizační úlohy; optimum nemusí být to nejlepší, ale **pro danou situaci postačuje** (časově, energeticky, finančně,...) – např. problém obchodního cestujícího (algoritmicky neřešitelné – brute force; hledání nejkratší možné cesty mezi městy).
- Alternativní metody učení neuronových sítí.
- Heuristický postup, který se snaží aplikací principů evoluční biologie nalézt řešení složitých problémů, pro které neexistuje použitelný exaktní algoritmus (evoluční optimalizace).

Genetické algoritmy

- **Jedinec** – jedno z navrhovaných řešení problému (např. řetězec znaků).
 - Vždy stejně velký (stejný počet genů).
- **Fitness** – kvalita řešení/jedince (hodnotící fce).
- **Křížení** – kombinace 2 jedinců.
- **Mutace** – náhodná změna hodnoty genu.
- **Gen** – obsahuje hodnoty; pozice v genomu.
- **Generace** - změna populace.
- Nová generace nahrazuje starou (počáteční stav = 0. generace); opakují, dokud se nenalezne první řešení, které vyhovuje zadání (blíží se k optimu).

Reprezentace jedinců

- Volba vhodné reprezentace.
 - Řetězec by měl odrážet vlastnosti objektu, který reprezentuje.
 - Je žádoucí, aby všichni jedinci reprezentovali přípustná řešení (vyřazování nepřípustných řešení zpomaluje algoritmus).
- Reprezentace jedince.
 - Binární – řetězec nul a jedniček.
 - Číselná – řetězec čísel.
 - Znaková – písmena abecedy.
 - Objektová – např. funkce nebo příkazy programovacího jazyka.

Metody výběru

- **Elitářství** – do další generace беру jen ty nejlepší (kopírování). Jedinec vybrán vždy. Pozor na lokální maxima!
- **Proporcionálně k hodnotící fci** – nevylučují se z výběru horší, ale jsou méně pravděpodobní (metoda Monte Carlo - ruleta). Nebezpečí seskupení všech jedinců blízko sebe.
- **Pomocí turnaje** – i slabší může vyhrát (eliminuje elitářství).
- **Podle pořadí** – seřazení do řady podle zdatnosti, stejná vzdálenost.
- Metody se volí podle charakteru úlohy.
- Malá velikost populace – trvá to dlouho (expertní odhad); velká populace – náročná na výpočetní výkon.

Činnost gen. algoritmu

- **Inicializace** – stanovení velikosti populace, náhodné vygenerování genů pro všechny jedince (0. generace), stanovíme všem fitness hodnotu.
- **Selekce**
- **Křížení**
- **Mutace**
- **Vyhodnocení** – vzniklé nové generace, pokud vznikl jedinec požadovaných vlastností – algoritmus končí.
- **Náhrada** – stávající generace nově vzniklou.
- **Opakování** (od selekce).

Využití

- Nastavení výrobních procesů (optimalizace).
- Materiál potřebný k výrobě (řezání/svařování; úspora, co nejmenší ztráty,...).
- Dopravní dispečerský systém.
- Logistika ve skladu; nakládání kontejnerů.
- Grafické karty, paralelní programování (vlákna).
- Učení chování robotů.
- Topologie sítí.
- Predikce akciových trhů...
- Problém obchodního cestujícího
- Problém osmi dam (x Backtracking – např. prohledávání bludiště)
- Problém zlodějova batohu (Knapsack problem)
- Problém dvou loupežníků

Výhody/nevýhody

- Pro problémy jinak obtížně řešitelné.
- Vždy poskytnou řešení (=jedinec).
- Nemáme zaručeno, že jsme našli optimum („nejlepší z nejlepších“ - neznáme ho).
- Mohou být velmi pomalé (při špatném návrhu a nastavení).
- Nutnost nastavovat větší množství parametrů.