


B1 - Z1 - 24 Stavový prostor a jeho prohledávání, stromová expanze, hľadacie prohledávanie, prohl. do hĺbky a šírkou

Stavový prostor

Orientovaný graf, kt. lze prohledávat.

(V, E) - stav $\xrightarrow[A \in I]{}$ (S, A)
Hraný - akce

Problemy

a) Hľadanie cesty

b) Hľadanie celoréčného stamu

Prohľadávaní stromové expanzie

1. Vytvor koreň stromu - počiatočný uzel

2. Pokiaľ žiadny list stromu nie je koncovým stavom, opakuj:

1. „Vzber nejaký“ list stromu a preved expanziu:

-pripoj k listu riešky jeho nasledníky zo stavového prostoru (S, A)

Náhodné prohľadávání

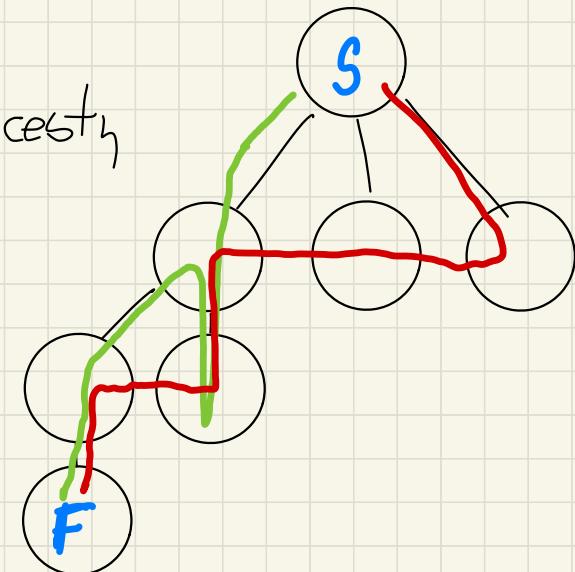
- Len pre triviálne príklady, inak neponzitelný
- list, k expansii volá náhodne - zabludi do nesmyselných oblastí

Breadth-first search (BFS)

- expansie po hladinách
- horek exponenciálne rastú s dĺžkou najkr. cesty
- najkratšia cesta
- neponzitelný pre praktické problémy

Depth-first search (DFS)

- expansie do hĺbky stromu
- DFS sa "zahorí" do čŕtaneho podstromu, preto sa môže zdáť byť efektívnejší.



Bi-ZUM-25 Dijkstruv algoritmus, heuristiky pro odhad ceny cesty, hľadové prehľadávaní, A* algoritmus

Dijkstruv alg.

- najlacnejšia cesta z počiatocného wžlu
- cesta cesty do všetkých wžlov
- pri expanzii vyberá list, kt. cena je najmenšia
- relaxace
- bez žáporních cien $O(|A| + |S| \cdot \log(|S|))$

≈ prehľadávanie do šírky s prioritnou frontou

Heuristika (S, A, c) -stavový prostor

Prípustná - nikdy nemáť väčší odhad ceny zostávajúcich cesty
monotoná - cena cesty prechádzaním grafu neklesá

Heuristika je fce $h: S \rightarrow \mathbb{R}^+$ taká, že $h(s)$ udáva odhad ceny cesty
stavu $s \in S$ k najblížšiemu $s_g \in G$ a $\forall s \in G: h(s) = 0$

↑ Koncové stav

Bladotré prehľadávanie (Greedy search)

- expanduje stav s minimálnej hodnotou heuristické fce

$$s^* \in \arg \min_{s \in \text{OPEN}} h(s)$$

A*

- kombinácia myšlienok dijkstry a greedy

$$s^* \in \arg \min_{s \in \text{OPEN}} (g(s) + h(s))$$

\uparrow dosiahnutá vzdialenosť
 \uparrow súčiajúca vzdialenosť

B1-Z1-26 Princíp metody Hill-Climbing a tabu search, Simulované žiháňi

Hill-Climbing

- generuje body v okoli a pokiaľ je bod lepší, prevedie nahradu
 - ↪ $x \in \mathbb{R}^n$ - vygeneruj y , tak aby $\|x - y\| \leq \varepsilon$
 - ↪ $\{0, 1\}^n$ - vygeneruj aby sa lišili v k -bitoch
- problém lokálnych extrémov - dočasné zhoršujúce kroky
- preklatie dimensionality - deformácia vzdialnosti pri vysokých dimenziačných

Simulované zhádání

„Jak veľký okoli volit?“

ak $f(y) > f(x)$, prejdeme k lepšiemu riešeniu

ak $f(y) \leq f(x)$, potenciálne prejdeme k tomuto zhoršujúcemu riešeniu

s pravdepodobnosťou záviskou na

- miere zhôšenia

- aktuálnej teplote - výššia teplota - výššia prav.

Tabu search

- Shaha zabránit oscilaci
- tabu list - části prostoru, kam se nové riešenie nesmie mať

vektory $x \in \mathbb{R}^n$ - Euklid., cos vzdialenosť

$\{0,1\}^n$ - Hammingova vzd.

Grafy, stromy - strukturalna vzd.

B1-Z1-27 Evoluční výpočetní techniky: genetický, alg., genetický, programování, evoluční programování, evoluční strategie. Genetické operátory (selekce, křížení, mutace)

Čo sa da "šľachtit"?

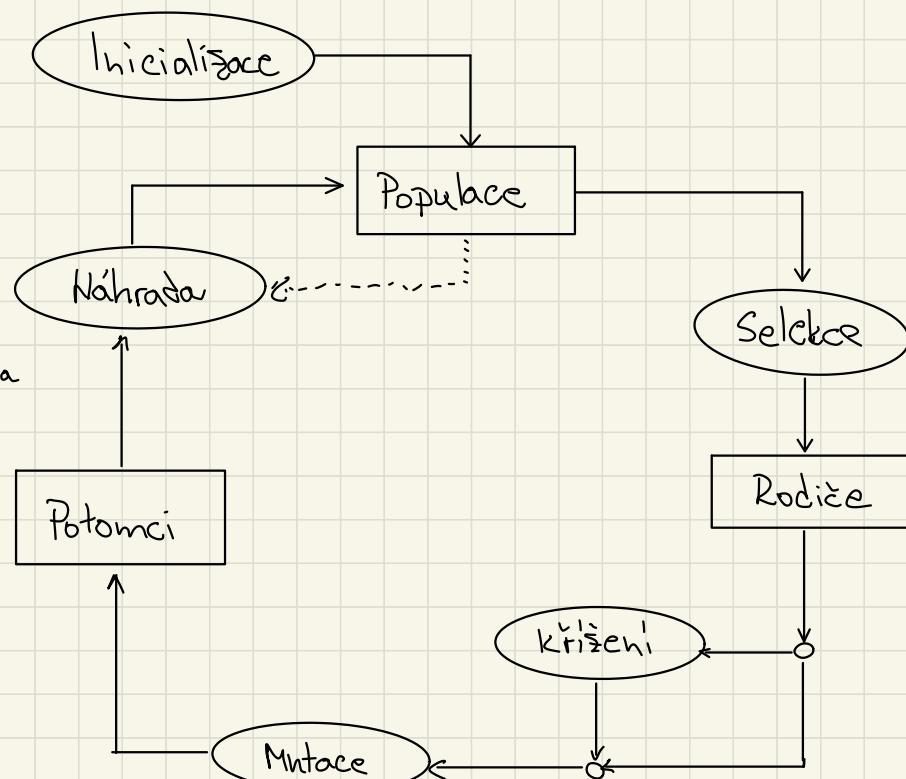
- programy, subroutines
- tvary
- rozvrh výuky
- herná inteligencia
- umelé neuronové siete

Genotyp - reprezentácia jedincov

Fitness - fce, miera adaptacie kand. riešenia
predané prostredie

Jedinec - $(x, f(x))$

↑
genotyp ↑
fitness



Inicializace

- vytvorenie počiatkovej populácie
- hľadacia / informovaná

Selekce

- výber jedincov z populácie na základe fitness
- výsledného množstva nazívame **rodiče**
- ruletová - Pravdepodobnosť výberu je úmerná jeho fitness
- turnajová - k jedincov - vyberieme najlepšieho

Reprodukcia

- tvorba potomkov z rodičov - križovanie, mutácia
- výsledného množstva nazívame **potomstvo (offspring)**

Mutace

- drobná změna v genotypu
- bit - flip
- malá pravděpodobnost'

Křížení

- vyměna informace mezi jedinci
- jedno/dvoj / n - bázové
- uniformně - hod mincovou had každým bitum

P_1	-	1	0	0	1	0	1	1
P_2	-	0	1	1	0	1	0	1
O_1		1	0	0	0	1	0	1

Genetický algoritmus

- optimalizace binárních řešení - chromozomy
- pevná délka n

maximize $f(x)$
 $x \in \{0,1\}^n$

random init
repeat

for $i \leftarrow 1$ to $\frac{n}{2}$ do
 vyber r_1, r_2 - rodiče
 $(O_1, O_2) \leftarrow \text{křížení}(r_1, r_2)$

$\tilde{O}_1 \leftarrow \text{mutácia}(O_1)$
 $\tilde{O}_2 \leftarrow \text{mutácia}(O_2)$
 pridaj \tilde{O}_1, \tilde{O}_2 do nové populace
until zastavovacia podmienka

Genetické programování

- genotypy sú orientované koreňové stromy
- štruktúra a reakcia riešenia sú tiež predmetom výskume

Inicializácia

- náhodný strom

Grow

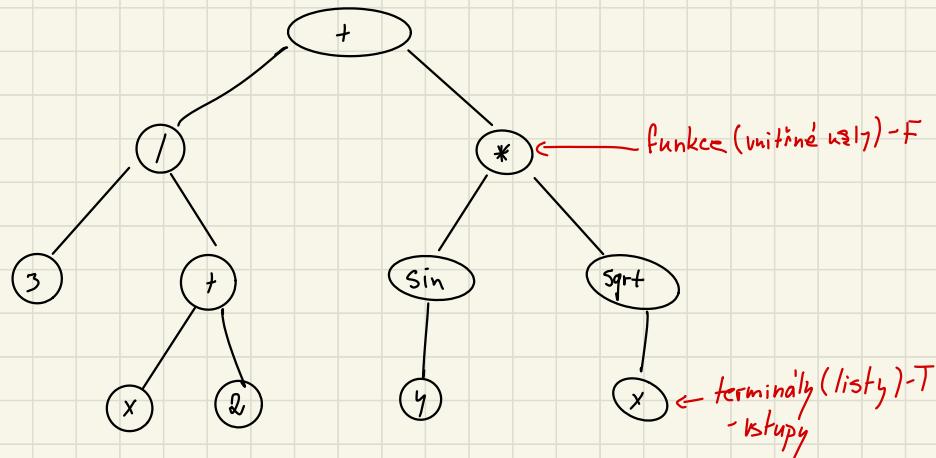
- větve majú hĺbku $\leq D_{\max}$
- věty v hĺbke $d < D_{\max}$ náhodne $\geq F \wedge T$
 $d = D_{\max}$

Full

- větve prešte D_{\max}
- věty v d $\leq D_{\max} \geq F$
 $d = D_{\max} \geq T$

PCT1

- náhodne gen. strom zo strednom hodnotou počtu uzlov E_{tree}



Mutace

- subtree mutation - náhodný podstrom
- point mutation - náhodný až stejná arity
- permutation mutation - sprehádzanie pravov podstromu
- shrink mutation - očisanie podstromu - náhodný terminal

Križenie

- vymena 2 zvolených podstromov

Evoluční programování

- stavové automaty
 - počítací a cílové stav
 - množina stavov
 - tabuľka prechodov

} podľa mutácií

Evoluční strategie

- vektory reálnych čísel

Selekce

- $(1 + \lambda)$ -ES
 - jeden rodič reproducuje λ potomkov
 - "hill climbing"
- $(\mu + \lambda)$ -ES a (μ, λ) -ES
 - λ je počet potomkov je vybraných μ
 - μ najlepších len z potomkov

Mutace

- gaussovská - príči: náhodné číslo \geq normálneho rozdelenia
- endogenní strategické parametry
 - ↳ metaevoluce - vektor rozptýlu pre jednotlivé dimenzie

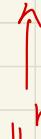
Křížení!

- diskrétní - hodnota sa prevedie od jednoho z rodičov
- aritmetická - priemer hodností

Explorace vs. Exploatace



„splňání do kopce“



„náhodné procházky prostorem“

BI-ZI-28 Multiagentní systémy, typy agentů, vlastnosti a požadavky na agenty, organizačné modely. Systém (kooperácia, kompetícia, koordinácia, výjednávanie, komunikácia), metoda fabule

Multiagentní systém

- kolekcia nezávislých agentov umiestnených v zdieľanom prostredí, z kt. každý:
 - využíva okolné prostredie
 - jedná tak, aby dosiahol svoje ciele
 - interaguje s ostatnými agentmi;

Applikačné oblasti

- distribuované systémy
- vysoko dynamické prostredie
- nekooperatívne rozšírenie

Agent

- počítačový systém, kt. je umiestnený v nejakom prostredí, v kt. je schopný samostatnej činnosti za účelom dosiahnutia svých (alebo delegovaných) cieľov

Typy agentov

- izolovaní (isolated)
 - ekvivalent single-agentného systému
- kooperatívni (cooperative)
 - jednajúci spoločne za účelom týmovočného cieľa
- self-interested
 - každý maximalizuje svoje vlastné dobro
- kombinácia typov
 - spolupracuje s jednými, súťaží s inými

Vlastnosti agenta

- autonomní
 - riadi sa snahou dosiahnuť cieľ bez „radenia zvonka“
 - vlastný cieľ aj spôsob dosiahnutia
- reaktívni
 - interaguje s prostredím interakciami
 - reaguje na zmeny
- proaktívni
 - generuje ciele a snáší sa ich dosiahniť
 - vlastná iniciatíva
- sociálni
 - interaguje s ostatnými agentmi:
 - koordinácia - správa vzájemných vzťahov medzi členmi skupiny agentov
 - kooperácia - týmova práca za účelom dosaženiu spoloč. cieľa
 - vyjednávanie - schopnosť dosahovať zhod v rôznych spoloč. záujmi

B1-Z1-29-Hry v normálnej forme, Analýza akčných profilov: Paretovo optimum, Nashovo equilibrium

Konečná hra v normálnej forme

Pre n hráčov je trojica (N, A, u) , kde

- $N = \{N_1, \dots, N_n\}$ je konečná množina hráčov
- $A = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$, kde A_i je množina akcií, kt. má k dispozícii hráč N_i

$a \in A$ je akčný profil, vyjadrujúci jednu konkrétnu voľbu akcií prevedenou hľaviskle všem hráči ve hre

- $u = (u_1, \dots, u_n)$ je postupnosť utilitných funkcií pre jednotlivých hráčov
 - $u_i: A \rightarrow \mathbb{R}$
 - $u_i(a)$ - utilita hráča N_i v akčnom profile a

Common-Payoff hra

Uvažujme hru v normální formě $G = (N, A, u)$, kde $u = (u_1, \dots, u_n)$. Řekneme, že G je common-payoff hra, ak

$$\forall a \in A: u_1(a) = u_2(a) = \dots = u_n(a)$$

Constant-sum hra

Uvažujme hru v normální formě $G = (N, A, u)$, kde $u = (u_1, \dots, u_n)$. Řekneme, že G je constant-sum hra, ak

$$\exists c \in \mathbb{R}: \forall a \in A: \sum_{i=1}^n u_i(a) = c$$

Paretovo optimum

- změhou aktuálního profilu už žiadny hráč nemôže zvýšiť svoju utilitu, aniž by se snížila utilita iných hráčov

$$\begin{aligned} & \forall i \in \{1, \dots, n\}: u_i(a') \geq u_i(a) \\ & \exists i \in \{1, \dots, n\}: u_i(a') > u_i(a) \end{aligned} \quad \left. \right\} \text{paretovská dominance}$$

N_i	A	B	C	D
E	6,3 *	8,2 *	8,3	7,1 *
F	3,2 *	4,5 *	6,4 *	6,5
G	4,5 *	0,8	5,7	6,1 *

Nashovo ekilibrium

Uvažujme hru v norm. formě (N, A, u) , a akční profil $a = (a_{N_1}, \dots, a_{N_n})$. Řekneme, že a je Nashovo equilibrium, ak

$$\forall i \in \{1, \dots, n\}: a_{N_i} \in BR(a_{-i})$$

$\xrightarrow{\text{→ redukovaný akční profil + hráč}}$
 okrem hráče $N_i \rightarrow BR(a_{-i}) = \arg \max_{\hat{a}_{N_i} \in A_i} u_i((a_{N_1}, \dots, a_{N_{i-1}}, \hat{a}_{N_i}, a_{N_{i+1}}, \dots, a_N))$

→ akce každého hráče představuje BR na akce ostatních hráčů

	N_1	N_2	A	B	C	D
N_1	E	F	G			
E	6,3	8,2	8,3	9,8		
F	7,9	4,5	6,4	6,5		
G	4,5	9,9	5,7	6,1		

BI-21-30 Prohledávání herního stromu: Algoritmus MinMax, alfa-beta prořezávání

Hry v extenzivní formě

-hra vyjádřená herním stromem

$$(N, A, H, T, X, \rho, \sigma, u)$$

H - množina rozhodovacích uzlov

T - množina terminálních uzlů, $T \cap H = \emptyset$

X - $H \rightarrow 2^A$ - popisuje, kt. akcie sú v danom uzlu k dispozícii

ρ - $H \rightarrow N$ - kto je na fáhu

σ - prostá parciální fce následnictví $\sigma: H \times A \rightarrow H \cup T$

MinMax

Max - hráč, kt. je na ťahu v koreni stromu Δ

Min - súper ∇

→ hra dvoch hráčov - zero-sum

→ Rekneme, že hráč hraje perfektnú hru, pokud nedělá chyby, t.j. pokud v každom ťahu volí bezchybnú akciu - zahrál akciu a^* maximalizujúcu zaručenou minimálnu hodnotu a v terminálnu podstromu - t.j. zvolil akciu, kt. smeruje k výhre

- perfektná hra od superov

Princíp:

1. priebehom do hĺbky generuj kompletnejší hernej strom

2. pri usporiadani $\Sigma \cup \times$ a iných \times hodnotou:

- $\text{eval}[\times] \leftarrow u(\times)$, je-li \times terminal'

$\leftarrow \max_{a \in X(\times)} \text{eval}[\sigma(x, a)]$, ak je \times Max uzel

$\leftarrow \min_{a \in X(\times)} \text{eval}[\sigma(x, a)]$, ak je \times Min uzel

3. vráť akciu $a \in \arg \max_{a \in X(x_0)} \text{eval}[\sigma(x_0, a)]$

Alfa - beta prerežávanie

α - najväčšia utilita, kt. hráč MIN zaručene nezíži pri perfeknej hre hráča MAX

β - najmenšia utilita, kt. hráč MAX zaručene nezíži pri perfeknej hre hráča MIN