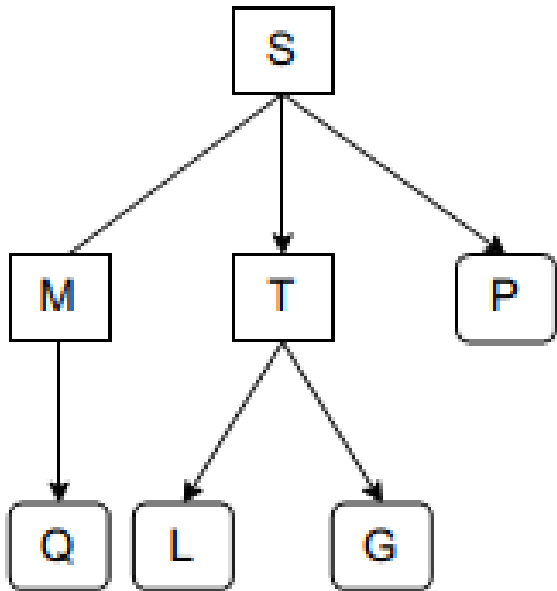


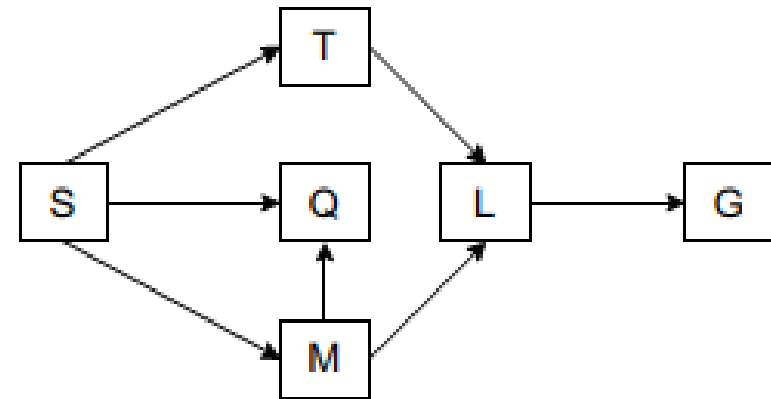
ÚVOD DO UMĚLÉ INTELLIGENCE (CVIČENÍ 2)

Simona Ondrčková

PROHLEDÁVÁNÍ STROM VS GRAF



Uzel = 1:1 cesta z počátečního stavu



Uzel = dosažitelný stav
Cyklus

PROHLEDÁVÁNÍ TERMINOLOGIE

Stav = aktuální uzel + konfigurace (počet navštívených uzlů, cena cesty...)

Akce = hrana (přesun do dalšího uzlu), změna konfigurace

Počáteční stav = počáteční uzel

Cíl = vrchol/(y) kam se chceme dostat (ve hrách více cílů)

Přechodová funkce(stav, akce)=stav

PROHLEDÁVACÍ STRATEGIE

Vstup: Počáteční uzel (S), cílový uzel (G) a graf (strom)

- 1) Dej vrcholy do množiny nenavštívených vrcholů M .**
- 2) Dej S do množiny navštívených vrcholů N a vyber z M .**
- 3) while (existuje vrchol v M a G je neprozkoumané):**

Zvol libovolný vrchol z N : x

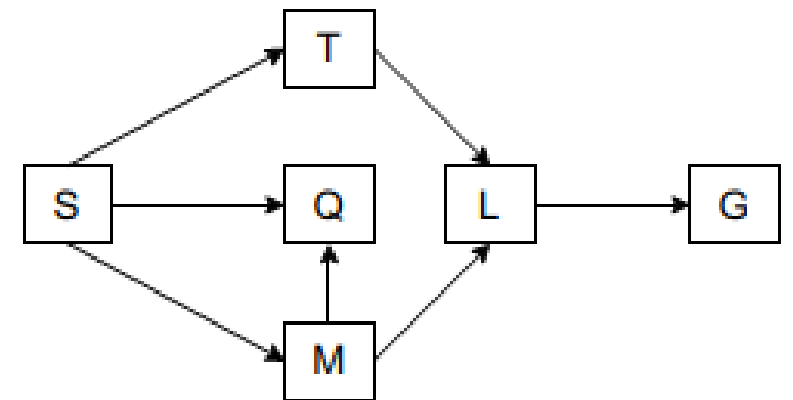
for (v soused x)

Pokud v je v M , tak ho přesuň do N .

Označ x za prozkoumaný.

PROHLEDÁVÁČÍ STRATEGIE

- **Začneme v počátečním stavu. Strategie se liší v tom jak vyberou následující uzel (T,Q,M?).**
- **Jak vyhodnotíme strategie?**
 - **Optimality (Optimalita)**
 - **Completeness (Úplnost)**
 - **Pokud existuje řešení najde ho náš algoritmus?**
 - **Časová/Prostorová složitost**



NEINFORMOVANÉ PROHLEDÁVACÍ STRATEGIE (UNINFORMED)

- **BFS**

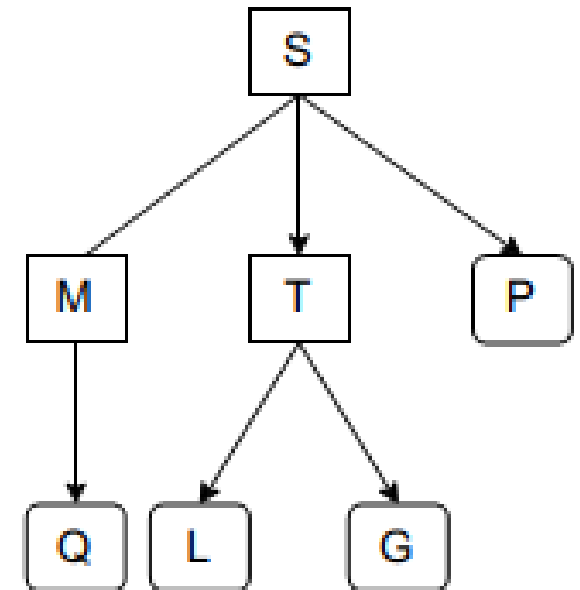
- První 4 uzly?
- Složitost: $O(b^d)$
- Úplná?
- Optimální?
- FIFO (fronta)

Proč použít DFS?

Lze vylepšit BFS?

- **DFS**

- První 4 uzly?
- Časová Složitost: $O(b^m)$
- Prostorová: $O(bm)$
- Úplná?
- Optimální?
- LIFO (zásobník)



DIJKSTRŮV ALGORITMUS

Vstup: Graf G s ohodnocením hran c a počátečním uzlem s

Algoritmus získá pro každý uzel délku nejkratší cesty z s do uzlu.

for(uzel v ve V):

$$d(v) = \infty, \text{pred}(v) = \{\}, d(s) = 0$$

$N = s$

while N není prázdné:

$u \in N, \exists x d(x) < d(u)$ (uzel z N s minimálním $d(u)$)

for (soused x uzlu u):

$$\text{path} = d(u) + c(u, x)$$

If $\text{path} < d(x)$ tak:

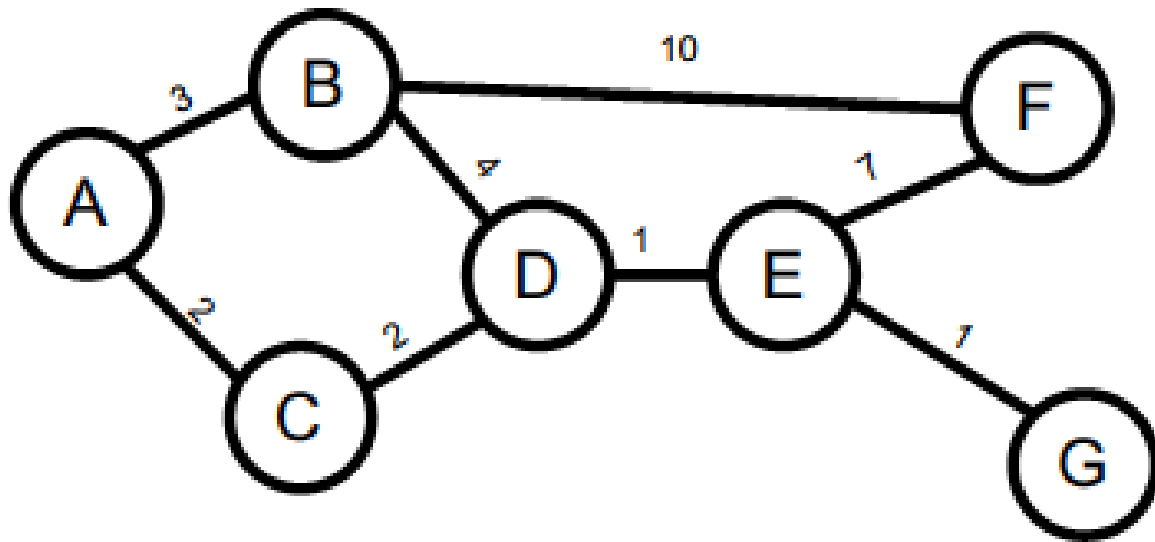
$$d(x) = \text{path}, \text{pred}(x) = u$$

Dej x do N .

Vyber u z N a označ za prozkoumaný.

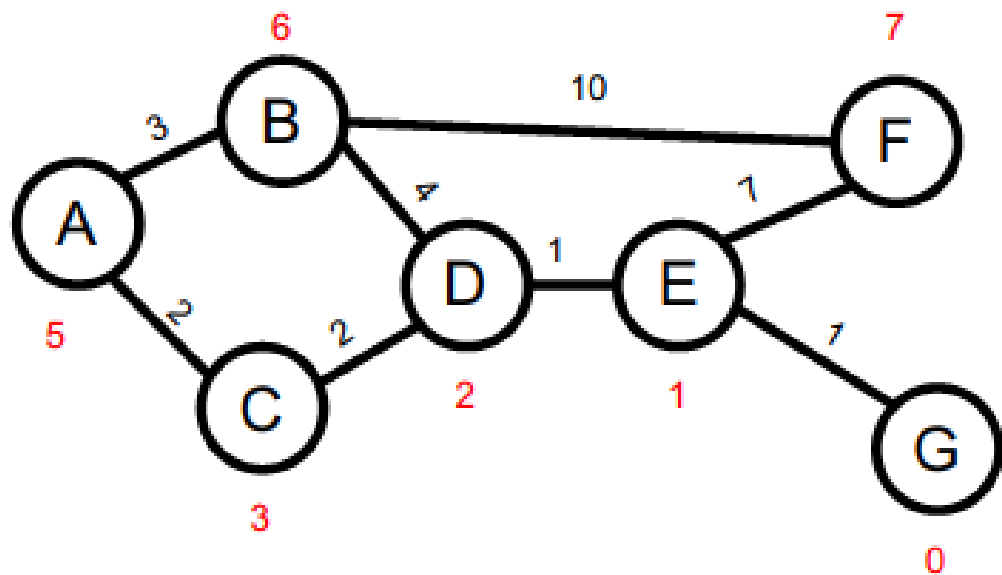
DIJKSTRŮV ALGORITMUS

V jakém pořadí projde uzly?



A* ALGORITMUS

V jakém pořadí projde uzly?



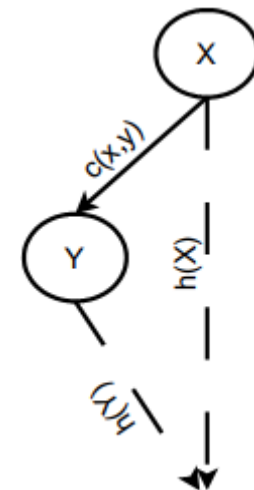
HEURISTIKY

Připustná heuristika (admissible) pokud $0 \leq h(x) \leq c(x, v)$

Monotónní heuristika (monotone) pokud $0 \leq h(x) \leq h(y) + c(y, x)$

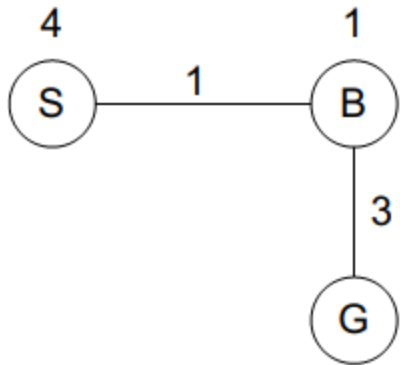
v je cílový vrchol, x a y jsou sousedé s cenou hrany $c(y, x)$.

Jsou všechny heuristiky, které jsou monotónní připustné nebo naopak?



HEURISTIKY

Je každá přípustná heuristika monotónní?



Je každá monotónní heuristika přípustná?

Důkaz indukcí: $h(N_i) \leq c(N_{i-1}, N_i) + h(N_{i-1}) \leq c(N_{i-1}, N_i) + c(N_{i-2}, N_{i-1}) + h(N_{i-2}) \leq \dots \leq c(N_{i-1}, N_i) + c(N_{i-2}, N_{i-1}) + \dots + c(N_1, N_0) + h(N_0) = \sum_{i=1}^n c(N_{i-1}, N_{i-2})$

Stačí nám monotónní heuristika pro rychlý A*?

Je maximum dvou monotónních heuristik monotónní?

JSOU TYTO HEURISTIKY MONOTÓNÍ/PŘÍPUSTNÉ?

Euklidovská vzdálenost: $h(a, b) = \sqrt{(b_1 - a_1)^2 + (b_2 - a_2)^2}$

Manhattanovská vzdálenost: $h(a, b) = |b_1 - a_1| + |b_2 - a_2|$

Maximová vzdálenost: $h(a, b) = \max(|b_1 - a_1|, |b_2 - a_2|)$

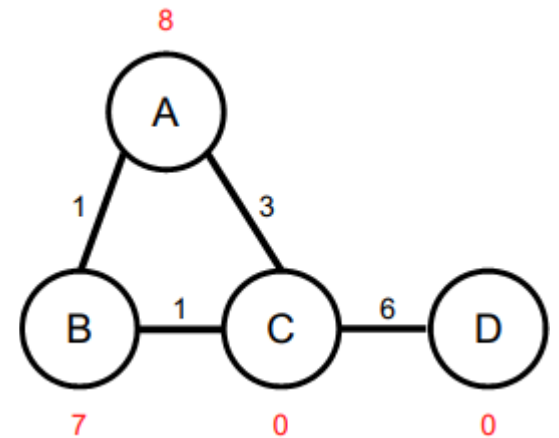
A*

A* je optimální na stromech, pokud jeho heuristika je přípustná.

A* je optimální na grafech, pokud je heuristika monotónní.

Pro monotónní heuristiku platí, že $g(x)+h(x)$ je neklesající pro nejkratší cesty. Proč?

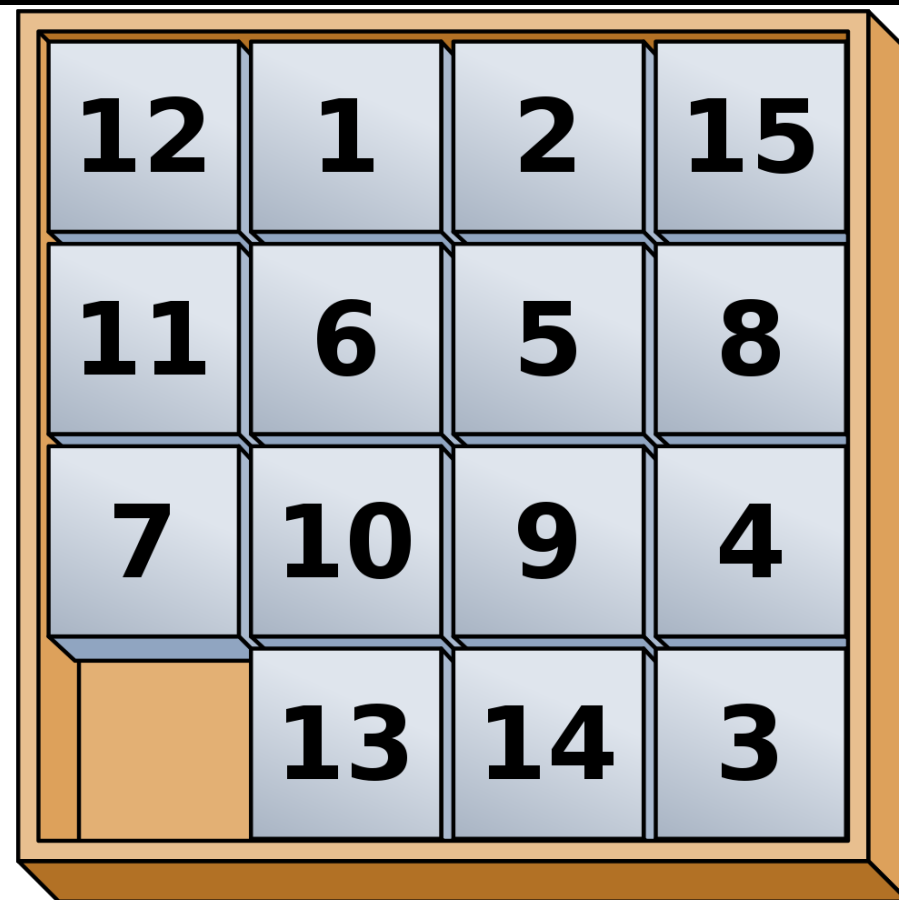
Pokud je monotónní tak A* prozkoumá vrcholy v neklesajícím pořadí dle cesty.



LOYDOVA 15

Jaké vás napadnou heuristiky pro Loyodovu 15?

Jsou tyto heuristiky monotónní/přípustné?



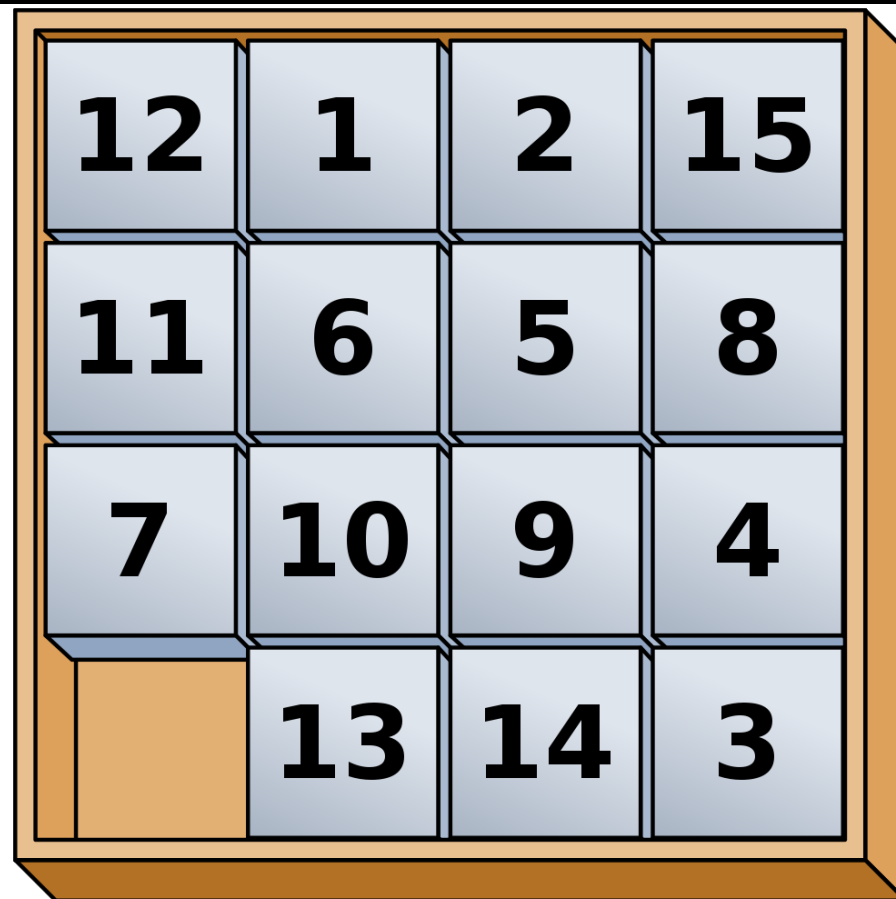
Obrázek z wikipedia.org

LOYDOVA 15

Počet chybně umístěných čísel

Součet Manhattanských vzdáleností všech čísel z jejich aktuální pozice?

Která je lepší?



Obrázek z wikipedia.org

HANOJSKÉ VĚŽE

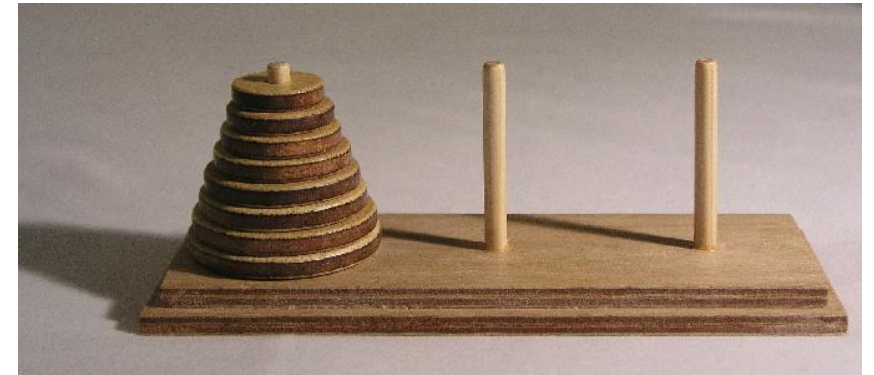
Cílem je dostat všechny disky na jednu věž od nejmenšího po největší.

Lze hýbat jen s jedním diskem najednou.

Nesmí se položit větší disk na menší.

Začne se se všemi disky na jedné věži a chci dostat všechny disky na jinou věž.

Jaké vás napadnou přípustné heuristiky?



Obrázek z wikipedia.org

DOMÁCÍ ÚKOL

(Přibližné zadání:) Vaším úkolem je implementovat monotónní heuristiky pro A* na mřížkách:

- 1) Dvourozměrná mřížka
- 2) Třírozměrná mřížka
- 3) Dvourozměrná mřížka s uhlopříčkou
- 4) Třírozměrná mřížka se stěnovou i prostorovou uhlopříčkou
- 5) Třírozměrná mřížka se stěnovou ale ne prostorovou uhlopříčkou
- 6) Hrany odpovídající pohybům věže po šachovnici.
- 7) Skokan (2 políčka v jedné souřadnici a jedno v druhé) –(kůň)
- 8) Král jež se může pohnout o 8 políček v obou souřadnicích.

Přesné zadání: https://gitlab.mff.cuni.cz/finkj1am/introai/-/tree/master/01-a_star_heuristic?ref_type=heads

DOMÁCÍ ÚKOL

Hledáte heuristiku, ne konkrétní vzdálenost

Pamatujte, že má být monotonií tedy i přípustná (dolní odhad).

Obvykle stačí heuristika do dvou řádků jen v pár případech potřebujete víc.