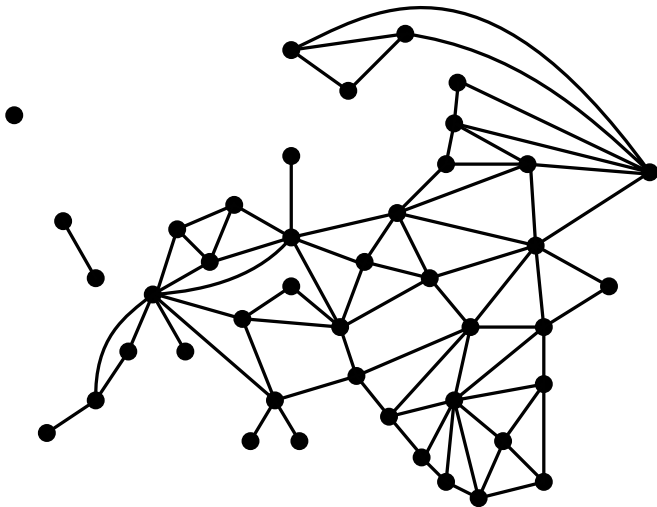


Grafy a bludiště

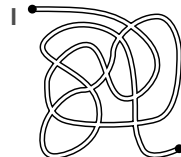
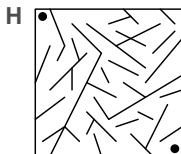
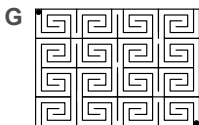
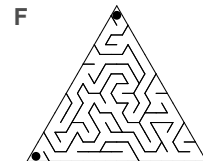
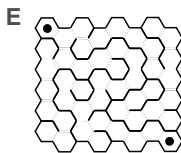
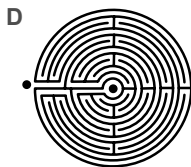
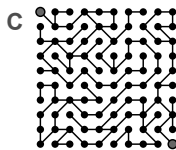
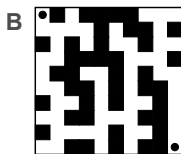
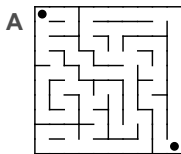
Radek Pelánek

IV122

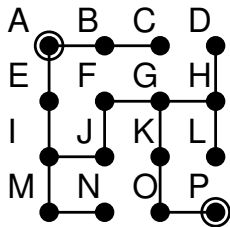
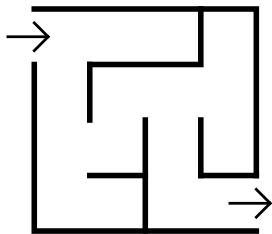
Graf



Bludiště



Bludiště a grafy



Grafy a bludiště

dnes:

- aplikace grafových pojmů na bludištích
- řešení bludišť

příště:

- generování bludišť
- netradiční „mřížky“ – aplikace geometrických pojmů

Grafy – pojmy

- vrchol, hrana, stupeň, cesta, vzdálenost
- procházení grafu: do šířky (BFS), do hloubky (DFS)
- kostra grafu
- komponenta, silně souvislá komponenta

Lze následující problémy řešit efektivně? Jakým algoritmem?

- 1 nejkratší cesta v neváženém grafu
- 2 nejkratší cesta ve váženém grafu
- 3 detekce cyklu v orientovaném grafu
- 4 eulerovský tah (každá hrana právě jednou)
- 5 hamiltonovská kružnice (každý vrchol právě jednou)
- 6 nejlevnější kostra grafu

Ilustrace grafových algoritmů

Pěkná interaktivní ukázka grafových algoritmů (hledání cesty):

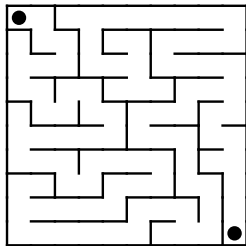
<http://qiao.github.io/PathFinding.js/visual/>

Bludiště – pojmy, typy

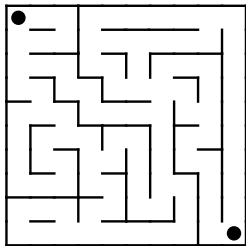
- struktura:
 - unicursular = labyrint
 - perfektní
 - braid
 - semi-braid
- podkladová mřížka: čtvercová, trojúhelníková, „kruhová“, nepravidelná, ...
- starty a cíle: 1:1, 1:N, N:N, ...
- speciální podmínky: mosty, žebříky, zákazy zatáčení, střídání barev, ...

Typy bludišť: příklady

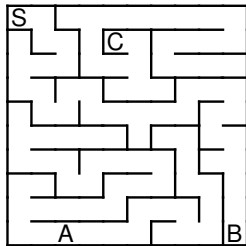
Perfektní bludiště



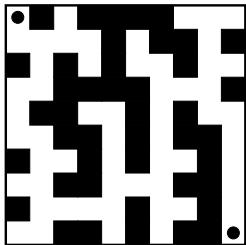
Pletenec



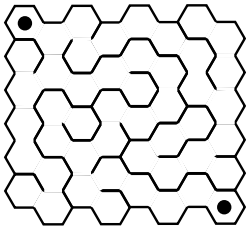
Více cílů



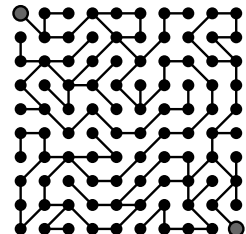
Bludiště se zdmi



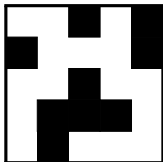
Šestiúhelníková mřížka



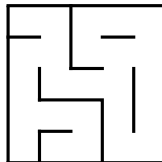
Uzly a spojnice



Reprezentace



```
..#.#  
#...#  
..#..  
.###.  
.#...
```



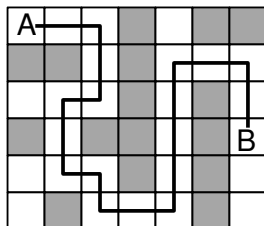
```
+--+--+--+  
|...|...|  
+--+--+--+  
|...|...|  
+--+--+--+  
|. |...|. |  
+--+--+--+  
|. |...|. |  
+--+--+--+  
|. |...|. |  
+--+--+--+
```

Řešení bludišť

- algoritmy „pro lidi“ (agenty v bludišti)
 - pravidlo pravé ruky – nefunguje vždy, protipříklad?
 - algoritmus se značkováním – funguje vždy
- algoritmy „pro počítače“ (agenty nad bludištěm)
 - standardní procházení grafu – BFS
 - bludišťové variace (ale i mnohé další problémy):
 - většinou správně: vymyslet vhodnou transformaci na graf, použít BFS
 - většinou možné a nevhodné: použít přímočarý graf a vymýšlet speciální grafový algoritmus

Základní bludiště

Základní zadání



Textový zápis
zadání

```
A . . # . ##  
## . # . . .  
 . . . # . # .  
# . ## . # B  
 . . . # . # .  
 . # . . . # .
```

Textový zápis
řešení

```
Axx# . ##  
##x#xxx  
 . xx#x#x  
#x##x#B  
 . xx#x# .  
 . #xxx# .
```

Bludišťové variace

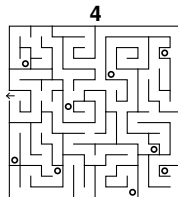
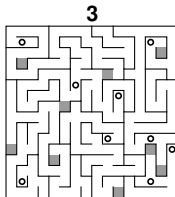
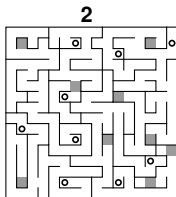
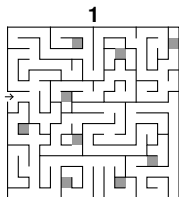
- Trojrozměrné bludiště
- Robot v bludišti
- Bludiště a dynamit
- 3 lampy v bludišti
- Zákaz zatáčení vlevo
- Bludiště s kuličkou
- Sokoban
- Číselné bludiště
- Barevné bludiště
- Kvantové bludiště

Jak formulovat jako grafový problém?

Trojrozměrné bludiště

šedé pole = žebřík nahoru

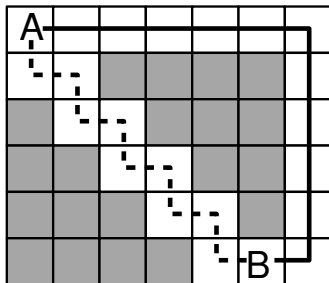
kolečko = žebřík dolů



Robot v bludišti

Akce robota: krok, otočení o 90 stupňů

$A \rightarrow B$, minimalizovat počet akcí

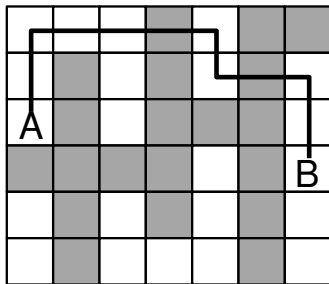


Optimální řešení: plná čára

Bludiště a dynamit

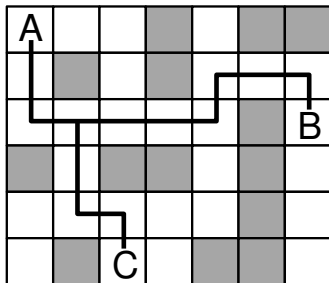
$A \rightarrow B$, minimalizovat:

- primárně počet „odpálených“ zdí
- sekundárně počet kroků



3 lampy v bludišti

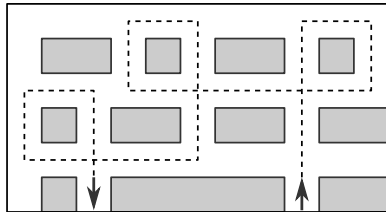
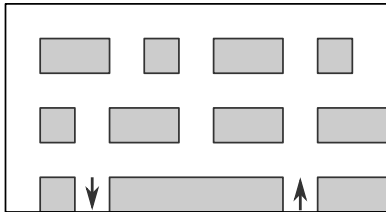
Spojit lampy drátem (co nejkratším)



Co když je lamp n ?

Zákaz zatáčení vlevo

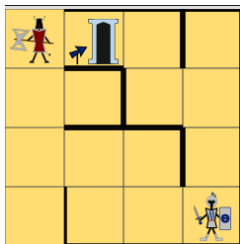
„No left turn maze“



Minotaurus a Theseus

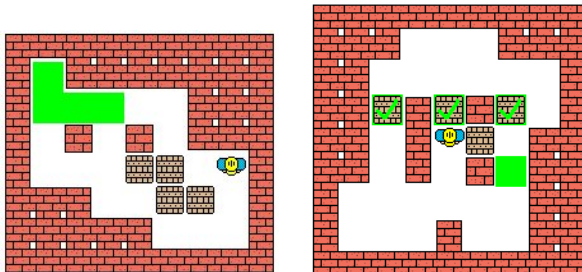
Theseus: pohyb vždy o jedno pole, dostat se k východu

Minotaurus: pohyb o 2 pole směr Theseus – „přímo“, preferuje horizontální pohyb



Sokoban

Dostat bedny na vyznačená pole.
Panáček může pouze tlačít, vždy jen 1 bednu.



K vyzkoušení: umimematiku.cz

Číselné bludiště

pravý horní roh \rightarrow levý dolní roh

skoky vertikálně a horizontálně, číslo = délka skoku

2	4	4	3	3
2	3	3	2	3
3	2	3	1	3
2	2	3	2	1
1	4	4	4	☆

3	4	3	2	2
4	4	2	2	4
4	3	1	4	2
2	1	1	3	3
1	4	2	3	☆

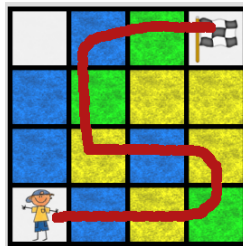
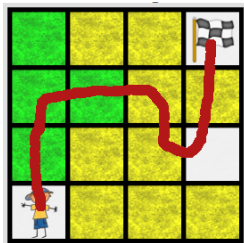
1	4	2	1	1
2	4	2	3	2
2	3	4	2	4
3	3	3	3	2
2	4	2	2	☆

Jak ověřit, zda má úloha jednoznačné nejkratší řešení?

K vyzkoušení: umimematiku.cz

Barevné bludiště

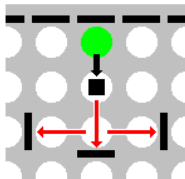
levý dolní roh → pravý horní roh
stejný počet polí od každé barvy (bílá libovolně)



K vyzkoušení: tutor.fi.muni.cz

The quantum maze

Bludiště, které se generuje podle pohybu...



<http://www.clickmazes.com/quantum/ixquantum.htm>

<http://www.fi.muni.cz/~xpelane/sendvic13/blx87ac/>

Úkoly k zamyšlení

formulujte úlohu jako grafový problém:

- graf:
 - vrcholy
 - hrany – orientované? vážené?
- algoritmus:
 - prohledávání do šířky (BFS)
 - jiný algoritmus
- odhadněte velikost grafu
- Lze řešit efektivně? Je nutné použít heuristiky?

Úloha, technický tip

- úloha: řešič některé z bludišťových variant
- znázornění řešení: textová grafika, obrázek (SVG), animace
- jak snadno udělat animaci:
 - jednotlivé kroky řešení: obrázky v SVG
 - `convert`
 - `avconv`