

Vizualizace problémů pohybu po grafu

Petr Koupý
petr.koupy@gmail.com

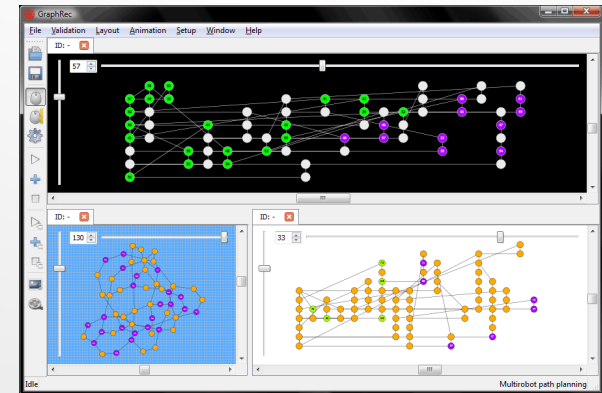
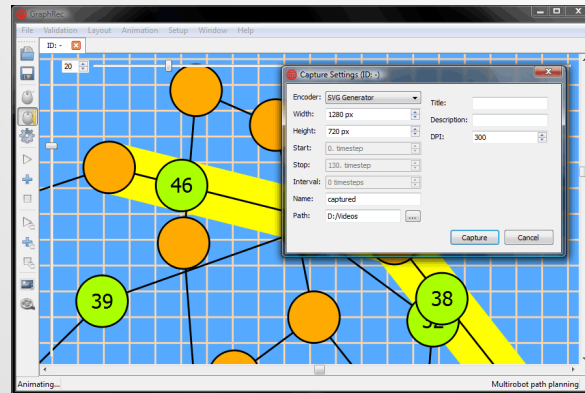
GraphRec

- ▶ vizualizační nástroj pro animaci pohybu entit na obecném grafu (desítky až stovky vrcholů)

nakreslení
grafu

obarvení
entit

animace
pohybů



<http://www.koupy.net/graphrec.php>

Vizualizace řešení (1)

▶ vstup

- definice grafu
- počáteční pozice entit
- posloupnost pohybů

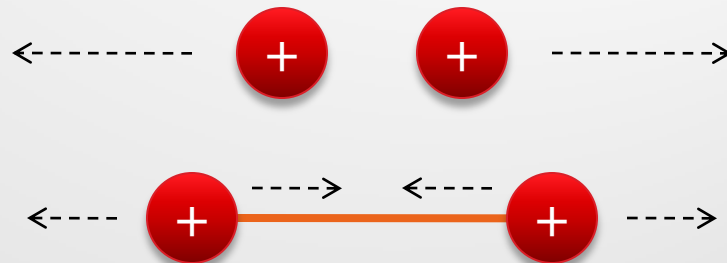
▶ nakreslení grafu

- nemusí existovat rovinné nakreslení
- alespoň minimalizace křížení hran
- jak definovat ideální vzdálenost vrcholů ?
- požadavky na algoritmus:
 - interaktivní, intuitivní ([inspirace fyzikou](#)), rychlý
- manuální úpravy, zoom, posuny, rotace

```
<scenario validator="Multirobot">
  <move tms="0" src="3" dst="1"/>
  <move tms="0" src="1" dst="2"/>
  <move tms="0" src="2" dst="3"/>
  <move tms="1" src="1" dst="2"/>
  <move tms="1" src="2" dst="3"/>
  <move tms="1" src="3" dst="1"/>
  <move tms="2" src="1" dst="2"/>
  <move tms="2" src="2" dst="3"/>
  <move tms="2" src="3" dst="1"/>
</scenario>
```

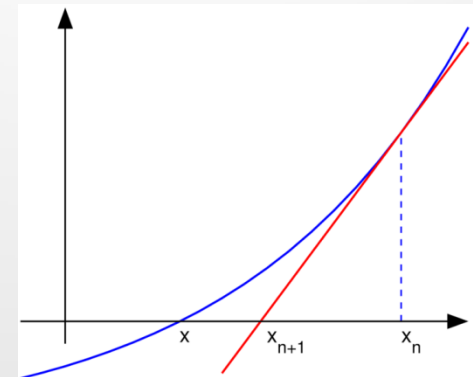
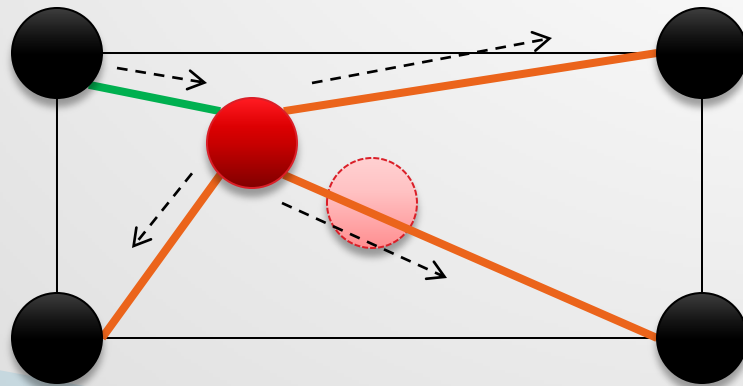
Fruchterman-Reingold

- ▶ **vrcholy**
 - odpuzující se částice (stejně velikosti náboje)
- ▶ **hrany**
 - smršťující se pružiny (stejně tuhé)
 - rovnováha pružiny nastává při nulové délce
- ▶ **iterace algoritmu**
 - odpudivé síly **mezi všemi** vrcholy
 - přitažlivé síly **mezi sousedními** vrcholy



Kamada-Kawai

- 1) jeden vrchol vybrán, ostatní zakotveny
- 2) mezi kotvami a vrcholem nataženy pružiny
- 3) tuhost a rovnováha pružin odpovídá délce **nejkratší cesty v grafu** mezi vrcholem a kotvou
- 4) potenciální energie systému - funkce $E(x,y)$
- 5) přesunutí vrcholu do bodu s nulovým gradientem (**Newtonova metoda tečen**)
- 6) iterovat přes všechny vrcholy (i vícekrát)



Porovnání algoritmů

▶ Fruchterman-Reingold

- ideální vzdálenost pouze mezi sousedními vrcholy
- elasticita, interaktivnost
- iterace posune mírně všemi vrcholy - $O(|V|^2 + |E|)$

▶ Kamada-Kawai

- ideální vzdálenost mezi všemi vrcholy
- není elastický
- iterace posune významně jeden vrchol - $O(|V|^2)$

DEMO

kreslení grafu

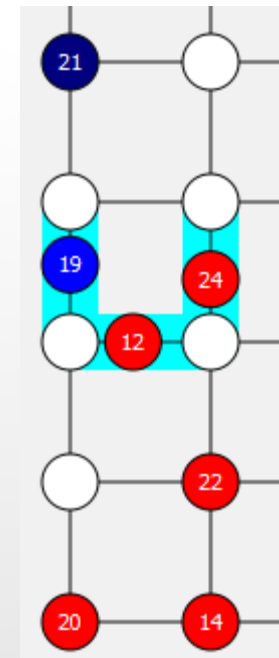
Vizualizace řešení (2)

▶ barevné odlišení

- prázdné a obsazené vrcholy
- jednotlivé entity nebo skupiny entit
- entity v cílových a necílových pozicích
- pohybující se a stojící entity

▶ identifikace

- zobrazování čísla vrcholů a entit
- sledování pohybu, hledání chyb



Vizualizace řešení (3)

▶ animace pohybu

- navigace po časových krocích
časový krok = sekvence paralelních nekonfliktních pohybů
- animace přesunů entit mezi sousedními vrcholy
- lineární nebo zakřivená časová křivka animace
- rychlost animace, manuální krokování

▶ porovnávání řešení

- synchronní animace více řešení zároveň
- např. srovnání různě optimalizovaných řešení

DEMO

animace pohybů

Další funkce

- ▶ **validace řešení**
 - hledání pohybů odporujících definici
Pebble motion on graph
Multirobot path planning
- ▶ **export sekvencí snímků**
 - rastrový i vektorový formát
- ▶ **export do video souborů**
 - MPEG1/2/4, Flash Video, H.263

Zdroje

- ▶ T. M. J. Fruchterman a E. M. Reingold. *Graph Drawing by Force-Directed Placement*. *Software: Practice and Experience*, vol. 21(11), 1129-1164, 1991.
- ▶ T. Kamada a S. Kawai (1989). *An algorithm for drawing general undirected graphs*. *Information Processing Letters*, vol. 31(1), 7-15, 1989.
- ▶ P. Surynek. *A Novel Approach to Path Planning for Multiple Robots in Bi-connected Graphs*. *Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2009)*, 3613-3619, 2009.
- ▶ P. Surynek. *An Application of Pebble Motion on Graphs to Abstract Multi-robot Path Planning*. *Proceedings of the 21st International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI 2009)*, 2009.

otázky