

# Predpovedanie času riešenia pre ťažké logické úlohy

---

Bc. Lukáš Ivan

Školiteľ: RNDr. Michal Forišek, PhD.

13. 06. 2019

# Ciel'

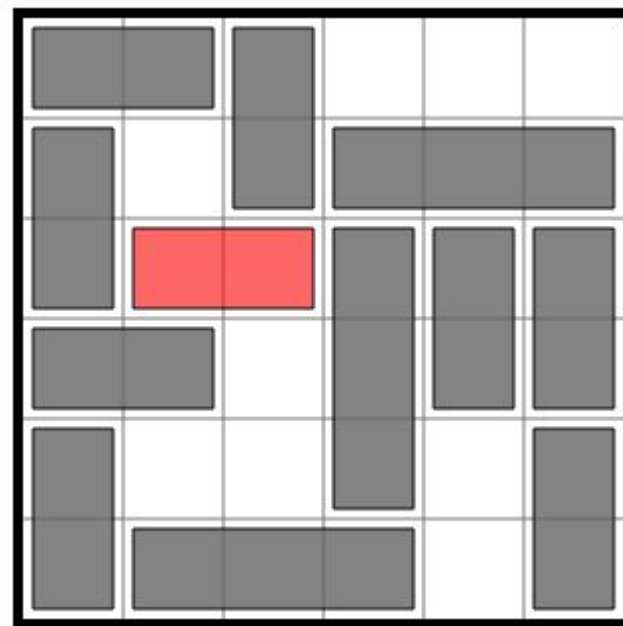
- Skúmanie ako ľudia riešia ťažké logické úlohy
- Faktory vplyvajúce na čas riešenia
- Predpoveď času

# Štruktúra

- Výber logickej úlohy
- Zber dát
  - Web portál
  - Externé dáta
- Analýza

# Logická úloha - Rush Hour

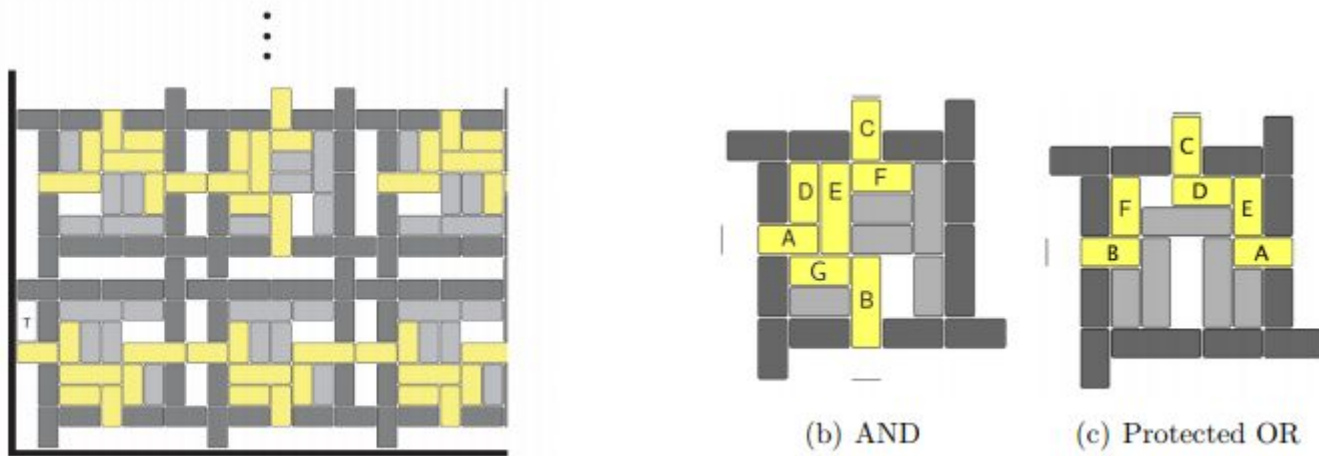
- Jednoduché pravidlá
  - Dostať blok von
  - Bloky sa hýbu len dopredu/dozadu
- Väčšinou 6x6 plocha
  - Jednoducho rozširiteľná



Obrázok 1: Rush Hour úroveň

# Logická úloha - Rush Hour

- Dostatočne ťažká
  - Rozšírená úloha je PSPACE úplná
- Vyrobené logické brány
  - Redukcia na Nedeterministickú obmedzujúcu loaiiku



(a) Layout

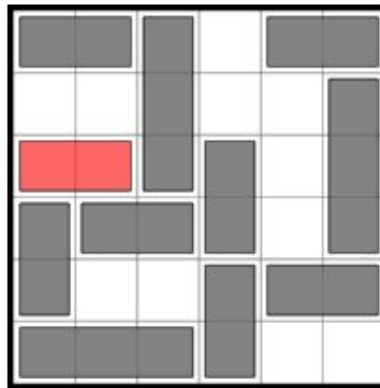
Obrázok 2: Redukcia Rush Hour. J.N. van Rijn, 2011

# Zber dát - Webstránka

- Sledovanie hráčov
  - Jednoduchá registrácia
- Motivácia
  - Výsledkové listiny

Minimum moves: 42

Configurations: 2105



⬆️⬇️⬆️ - 28

🕒 - 0:37

Obrázok 3: Používateľské rozhranie

# Zber dát - Webstránka

- 200 levelov
  - Rôzne obtiažnosti
- 100+ hráčov s aspoň jedným riešením
- 3500+ úspešných riešení

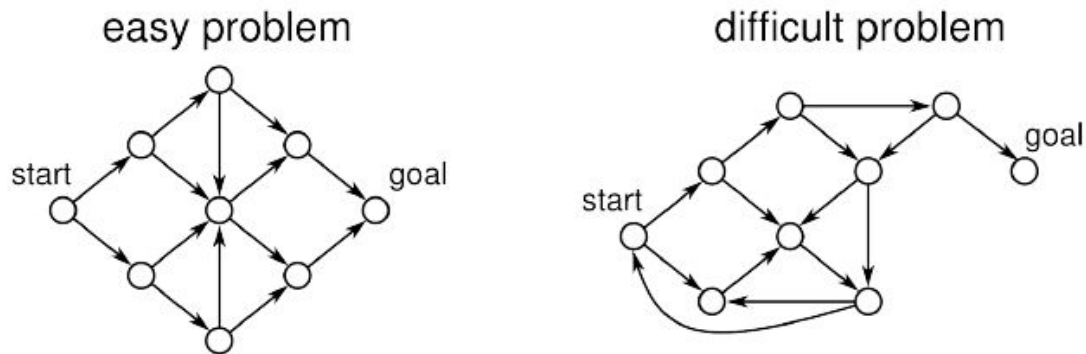
# Analýza

- Dekompozícia
  - Príliš komplikovaná
- Stavový priestor
  - Tvar
  - Návštevy
  - Strávený čas



# Štruktúra priestoru stavov

- Vplyv na ťažkosť problému

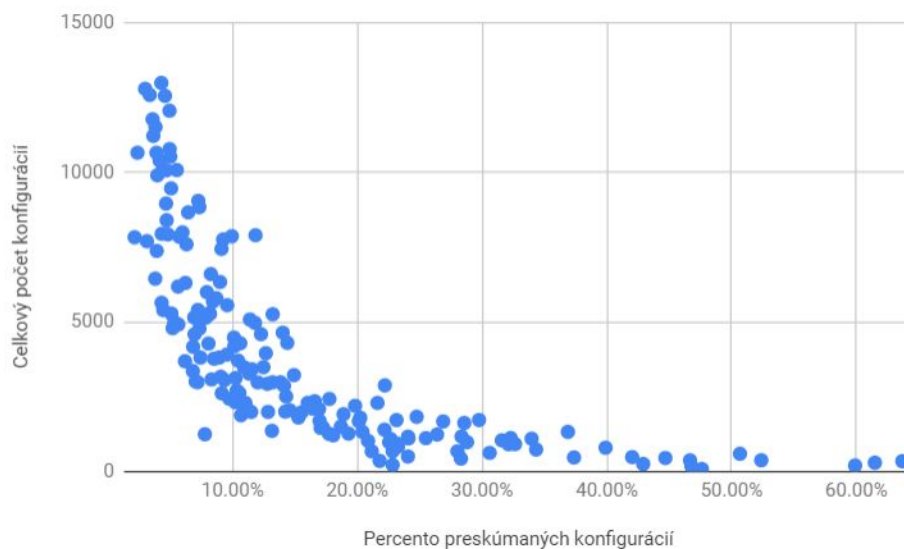


Obrázok 4: Obtiažnosť stavového priestoru. Petr Jarušek, 2013

- Zostrojenie vizualizácie grafu
  - Minimalizovať chaos v zobrazení
  - Kamada-Kawai grafové kreslenie

# Tvar stavového priestoru

- Zaujímavé útvary priestoru
  - Časový lievik
  - Slepá ulička
  - Preskúmanosť priestoru



Obrázok 5: Graf percenta preskúmanosti vs počet konfigurácií

# Príklad stavového priestoru



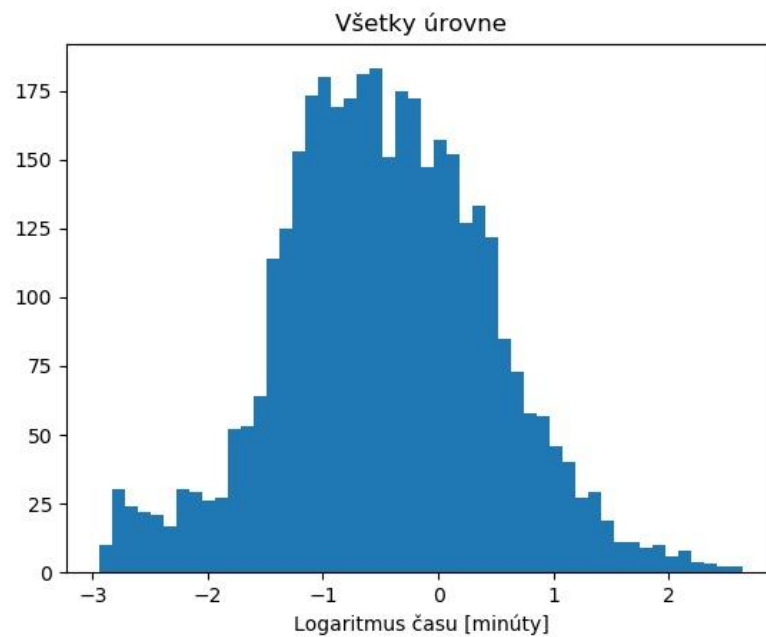
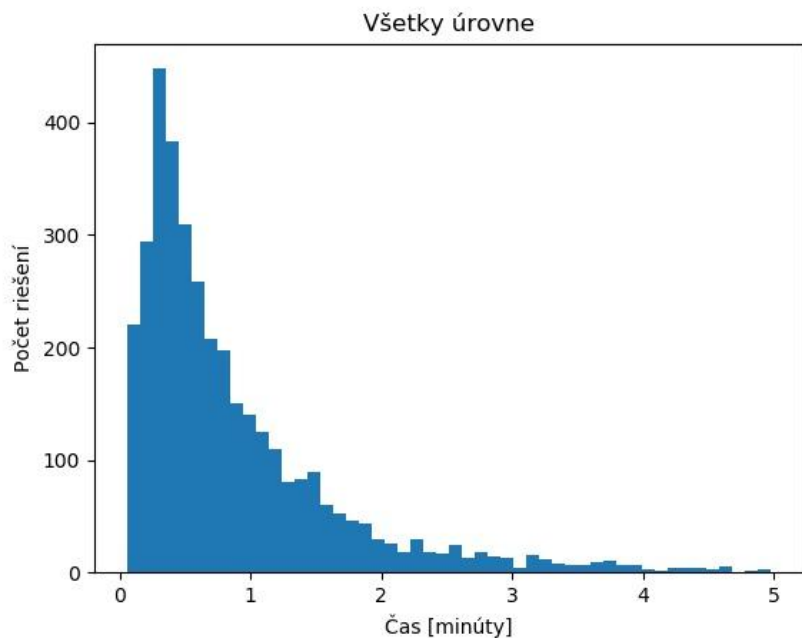
Obrázok 6: Časový graf stavového priestoru

# Predikcia obtiažnosti

- Miera obtiažnosti
  - Čas riešenia
- Vlastnosti
  - Dĺžka min. riešenia + počet konfigurácií
  - Minimálny rez
  - Hustota grafu
  - 2-spojité komponenty
  - Komunitné rozdelenie

# Normalizácia

- Štandardná technika
- Pre čas  $\rightarrow$  logaritmus



Obrázok 7: Normalizácia času riešenia úrovní

# Modely strojového učenia

- SVM
  - **Linear**
  - RBF
- Neurónová sieť
  - TanH
  - ReLU
- **Hrebeňová regresia**
- **Náhodný les**

# Trénovanie modelov

- Vybratie najlepších meta-parametrov
  - Prehľadávanie mriežky
- Skóre modelov bolo porovnateľné

Model	Najlepšie parametre	Trénovacie skóre	Testovacie skóre
SVR jadro RBF	C: 0.869, gamma: 0.010	0.650	0.633
SVR jadro linear	C: 0.013	0.628	<b>0.648</b>
Hrebeňová regresia	alfa: 44.984	0.647	0.645
Náhodný les	n_estimators: 13	<b>0.929</b>	0.614
Neurónová sieť ReLU	skryté neuróny: 2x 10	0.787	0.382
Neurónová sieť Tanh	skryté neuróny: 1x 10	0.678	0.639

Tabuľka 1: Skóre najlepšie natrénovaných modelov

# Orezanie vlastností

- Hľadanie najvýznamnejších vlastností
  - Rekurzívne eliminovanie
  - Ohodnotenie
- **Najlepšie vlastnosti**
  - Minimálny počet ťahov
  - Počet komunit



# Pokračovanie

- Analýza - Ohodnotiť zručnosť hráča
- Simulovať kroky ľudského riešenia
- Generovanie primerane ťažkých úrovní

# Ďakujem za pozornosť

Stránka: <https://rushhourpuzzle.pythonanywhere.com/>