

Úvod do umělé inteligence (NAIL120)

8. cvičení

Jirka Fink

<https://ktiml.mff.cuni.cz/~fink/>

Katedra teoretické informatiky a matematické logiky
Matematicko-fyzikální fakulta
Univerzita Karlova v Praze

Letní semestr 2021/22

Poslední změna 19. dubna 2022

Licence: Creative Commons BY-NC-SA 4.0

Zadání (zkráceno)

- Na Marsu přistane robot, který se má dostat na základnu
- Přistání není 100 % úspěšné, takže
 - nepřistál přímo na základně, ale musí k ní dojet
 - poškodili se motory a robot často jede jinam než řídící jednotka zadala
- Naštěstí funguje alespoň lokalizace, takže robot vždy ví, kde se na čtvercové mřížce nachází
- Přesun po povrchu Marsu není ještě bezpečný, ale pro každé políčko je známá pravděpodobnost, že se na něm robot nenávratně zasekne
- Cílem je najít nejbezpečnější cestu na základnu
 - vzhledem k poškozeným motorům nelze předem spočítat optimální cestu
 - proto pro každou pozici spočítáme nejlepší pokyn, který může řídící jednotka zadat

- **Filtering** – $P(X_t | e_{1:t})$: Kde jsme nyní?
- **Prediction** – $P(X_{t+k} | e_{1:t})$ pro $k > 0$: Kde budeme?
- **Smoothing** – $P(X_k | e_{1:t})$ pro $1 \leq k < t$: Kde jsme byli?
- **Most likely explanation** – $\arg \max P(x_t | e_{1:t})$: Nejpravděpodobnější varianta

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsaným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Robot přistane, pohybuje se po hranách, ale pravidla neznáme
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsaným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Robot přistane, pohybuje se po hranách, ale pravidla neznáme
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků

Filtering

Dokážete určit množinu všech vrcholů V_t , ve kterých se robot může nacházet po t krocích?

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsaným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Robot přistane, pohybuje se po hranách, ale pravidla neznáme
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků

Filtering

Dokážete určit množinu všech vrcholů V_t , ve kterých se robot může nacházet po t krocích?

Prediction

Dokážete určit množinu všech vrcholů V_{t+k} , ve kterých se robot může nacházet po dalších k krocích?

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsaným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Robot přistane, pohybuje se po hranách, ale pravidla neznáme
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků

Filtering

Dokážete určit množinu všech vrcholů V_t , ve kterých se robot může nacházet po t krocích?

Prediction

Dokážete určit množinu všech vrcholů V_{t+k} , ve kterých se robot může nacházet po dalších k krocích?

Smoothing

Dokážete určit množinu všech vrcholů V_k , ve kterých se robot mohl nacházet po k krocích?

Popis problému (zatím bez informací o barvě vrcholů)

- X_t je náhodná proměnná pozice robota v čase t
- Známe počáteční rozložení $P(X_1)$
- Známe rozložení pohybů $P(X_{t+1}|X_t)$, t.j. známe $d_{u,v} = P(X_{t+1} = v|X_t = u)$
- Pohyb je Markovský proces: $P(X_{t+1}|X_t) = (X_{t+1}|X_{1:t})$

Popis problému (zatím bez informací o barvě vrcholů)

- X_t je náhodná proměnná pozice robota v čase t
- Známe počáteční rozložení $P(X_1)$
- Známe rozložení pohybů $P(X_{t+1}|X_t)$, t.j. známe $d_{u,v} = P(X_{t+1} = v|X_t = u)$
- Pohyb je Markovský proces: $P(X_{t+1}|X_t) = (X_{t+1}|X_{1:t})$

Prediction

Dokážete určit rozložení $P(X_t)$?

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsaným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků
- X_t je náhodná proměnná pozice robota v čase t
- Známe počáteční pravděpodobnostní rozložení $P(X_1)$
- Známe rozložení pohybů $P(X_{t+1}|X_t)$, t.j. známe $d_{u,v} = P(X_{t+1} = v|X_t = u)$
- Pohyb je Markovský proces: $P(X_{t+1}|X_t) = (X_{t+1}|X_{1:t})$

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsáným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků
- X_t je náhodná proměnná pozice robota v čase t
- Známe počáteční pravděpodobnostní rozložení $P(X_1)$
- Známe rozložení pohybů $P(X_{t+1}|X_t)$, t.j. známe $d_{u,v} = P(X_{t+1} = v|X_t = u)$
- Pohyb je Markovský proces: $P(X_{t+1}|X_t) = (X_{t+1}|X_{1:t})$

Filtering

Dokážete určit rozložení X_t , známe-li $e_{1:t}$?

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsaným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků
- X_t je náhodná proměnná pozice robota v čase t
- Známe počáteční pravděpodobnostní rozložení $P(X_1)$
- Známe rozložení pohybů $P(X_{t+1}|X_t)$, t.j. známe $d_{u,v} = P(X_{t+1} = v|X_t = u)$
- Pohyb je Markovský proces: $P(X_{t+1}|X_t) = (X_{t+1}|X_{1:t})$

Filtering

Dokážete určit rozložení X_t , známe-li $e_{1:t}$?

Prediction

Dokážete určit rozložení X_{t+k} , známe-li $e_{1:t}$?

Popis problému

- Robot přistane a pohybuje se v terénu popsaným grafem (V, E)
- $N(u)$ je množina všech vrcholů sousedících s u
- Známe barvu b_u každého vrcholu u
- Známe barvy e_1, \dots, e_t vrcholů, po kterých se robot pohyboval posledních t kroků
- X_t je náhodná proměnná pozice robota v čase t
- Známe počáteční pravděpodobnostní rozložení $P(X_1)$
- Známe rozložení pohybů $P(X_{t+1}|X_t)$, t.j. známe $d_{u,v} = P(X_{t+1} = v|X_t = u)$
- Pohyb je Markovský proces: $P(X_{t+1}|X_t) = (X_{t+1}|X_{1:t})$

Filtering

Dokážete určit rozložení X_t , známe-li $e_{1:t}$?

Prediction

Dokážete určit rozložení X_{t+k} , známe-li $e_{1:t}$?

Smoothing

Dokážete určit rozložení X_k pro $1 \leq k < t$, známe-li $e_{1:t}$?