

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

11. Klassische Suche: Analyse von Heuristiken

Malte Helmert

Universität Basel

24. März 2014

Klassische Suche: Überblick

Kapitelüberblick klassische Suche:

- 3.–5. Einführung
- 6.–9. Basisalgorithmen
- 10.–17. heuristische Algorithmen
 - 10. Heuristiken
 - 11. Analyse von Heuristiken
 - 12. Bestensuche als Graphensuche
 - 13. Gierige Bestensuche, A*, Weighted A*
 - 14. IDA*
 - 15. A*: Optimalität, Teil I
 - 16. A*: Optimalität, Teil II
 - 17. A*: Vollständigkeit und Komplexität

Eigenschaften von Heuristiken

Perfekte Heuristik

Definition (perfekte Heuristik)

Sei \mathcal{S} ein Zustandsraum mit Zuständen S .

Die **perfekte Heuristik** für \mathcal{S} , geschrieben h^* , bildet jeden Zustand $s \in S$ auf die Kosten einer **optimalen Lösung** für s ab.

Anmerkung: $h^*(s) = \infty$, wenn keine Lösung für s existiert

Eigenschaften von Heuristiken

Definition (sicher, zielerkennend, zulässig, konsistent)

Sei \mathcal{S} ein Zustandsraum mit Zuständen S .

Eine Heuristik h für \mathcal{S} heisst

- **sicher**, falls $h^*(s) = \infty$ für alle $s \in S$ mit $h(s) = \infty$
- **zielerkennend**, falls $h(s) = 0$ für alle Zielzustände s
- **zulässig**, falls $h(s) \leq h^*(s)$ für alle Zustände $s \in S$
- **konsistent**, falls $h(s) \leq \text{cost}(a) + h(s')$ für alle Transitionen $s \xrightarrow{a} s'$

englisch: safe, goal-aware, admissible, consistent

Beispiele

Eigenschaften von Heuristiken: Beispiele

Welche unserer drei Beispiel-Heuristiken haben welche Eigenschaften?

Routenplanung in Rumänien

Luftliniendistanz:

- sicher
- zielerkennend
- zulässig
- konsistent

Warum?

Eigenschaften von Heuristiken: Beispiele

Welche unserer drei Beispiel-Heuristiken haben welche Eigenschaften?

Blocks world

Falsch liegende Blöcke:

- sicher?
- zielerkennend?
- zulässig?
- konsistent?

Eigenschaften von Heuristiken: Beispiele

Welche unserer drei Beispiel-Heuristiken haben welche Eigenschaften?

Missionare und Kannibalen

Personen am falschen Flussufer:

- sicher?
- zielerkennend?
- zulässig?
- konsistent?

Zusammenhänge

Eigenschaften von Heuristiken: Zusammenhänge (1)

Satz (zulässig \implies sicher + zielerkennend)

Sei h eine zulässige Heuristik.

Dann ist h sicher und zielerkennend.

Warum?

Eigenschaften von Heuristiken: Zusammenhänge (2)

Satz (zielerkennend und konsistent \implies zulässig)

Sei h eine zielerkennende und konsistente Heuristik.

Dann ist h zulässig.

Warum?

Nachweis aller vier Eigenschaften

Wie kann man am einfachsten zeigen, dass eine Heuristik alle vier Eigenschaften hat?

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- perfekte Heuristik h^* : wahre Kosten zum Ziel
- wichtige Eigenschaften:
sicher, zielerkennend, zulässig, konsistent
- **Zusammenhänge** zwischen diesen Eigenschaften
 - zulässig \Rightarrow sicher und zielerkennend:
 - zielerkennend und konsistent \Rightarrow zulässig