

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

11. Klassische Suche: Analyse von Heuristiken

Malte Helmert

Universität Basel

24. März 2014

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

24. März 2014 — 11. Klassische Suche: Analyse von Heuristiken

11.1 Eigenschaften von Heuristiken

11.2 Beispiele

11.3 Zusammenhänge

11.4 Zusammenfassung

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

11.1 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

11.2 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?

11.3 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?

11.4 Zusammenfassung

Zusammenfassung

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