Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

14. Klassische Suche: Analyse von Heuristiken

Malte Helmert

Universität Basel

20. März 2015

Klassische Suche: Überblick

Kapitelüberblick klassische Suche:

- 5.–7. Grundlagen
- 8.–12. Basisalgorithmen
- 13.–20. heuristische Algorithmen
  - 13. Heuristiken
  - 14. Analyse von Heuristiken
  - 15. Bestensuche als Graphensuche
  - 16. Gierige Bestensuche, A*, Weighted A*
  - 17. IDA*
  - 18. A*: Optimalität, Teil I
  - 19. A*: Optimalität, Teil II
  - 20. 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 $h(s) \leq cost(a) + h(s')$ 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 $\Longrightarrow$ sicher + zielerkennend)

Sei h eine zulässige Heuristik.

Dann ist h sicher und zielerkennend.

Warum?

Eigenschaften von Heuristiken: Zusammenhänge (2)

Satz (zielerkennend und konsistent $\Longrightarrow$ 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 $\Longrightarrow$ sicher und zielerkennend:
  - zielerkennend und konsistent $\Longrightarrow$ zulässig