Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

13. Klassische Suche: 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

13.1 Einführung

Informierte Suchalgorithmen

- bisher betrachtete Suchalgorithmen: blind,
  da sie keine Problemaspekte ausser der formalen Definition (Zustandsraum) berücksichtigen
- Problem: Skalierbarkeit $\rightsquigarrow$ Zeit- und Speicherlimits bereits für scheinbar einfache Probleme erreicht
- Idee: versuche (problemspezifische) Kriterien zu finden, um gute von schlechten Zuständen zu unterscheiden
  $\rightsquigarrow$ bevorzuge gute Zustände

$\rightsquigarrow$ informierte („heuristische“) Suchalgorithmen

13.2 Heuristiken

Heuristiken

Definition (Heuristik)

Sei $\mathcal{S}$ ein Zustandsraum mit Zuständen S.
Eine Heuristikfunktion oder Heuristik für $\mathcal{S}$ ist eine Funktion

$$h : S \to \mathbb{R}_0^+ \cup \{\infty\},$$

die jeden Zustand auf eine nicht-negative Zahl (oder ∞) abbildet.

Heuristiken: Intuition

Idee: $h(s)$ schätzt Abstand (= Kosten des billigsten Pfads) von s zum nächsten Zielzustand

- Heuristiken können beliebige Funktionen sein
- Intuition: je näher h am wirklichen Zielabstand, desto effizienter ist die Suche, die sie benutzt

Heuristiken werden manchmal über Suchknoten statt Zuständen definiert, aber diese Allgemeinheit ist selten nützlich. (Warum?)

Warum „Heuristik“?

Was bedeutet „Heuristik“?

- Heuristik: von Altgriechisch ἑυρισκω (= Ich finde)
  $\rightsquigarrow$ vergleiche: ἑυρηκα!
- popularisiert durch George Pólya: How to Solve It (1945)
- in der Informatik oft verwendet für:
  Daumenregel, inexakter Algorithmus
- in der KI-Suche Fachterminus für Zielabstandsschätzer

Repräsentation von Heuristiken

In unserem Black-Box-Modell sind Heuristiken
ein zusätzliches Element des Zustandsraum-Interfaces:

Zustandsräume als Black Box (erweitert)

- init()
- is_goal(s)
- succ(s)
- cost(a)
- h(s): Heuristikwert für Zustand s
  Ergebnis: nicht-negative ganze Zahl oder ∞

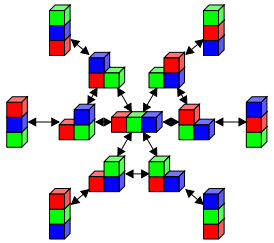
13.3 Beispiele

Beispiel: Blocks world

mögliche Heuristik:

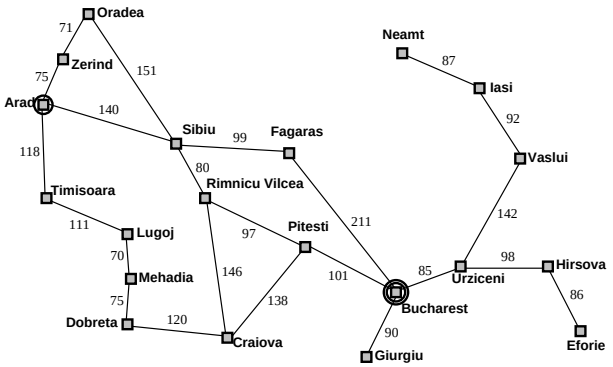
Zähle die Blöcke x, die auf y liegen
und im Ziel auf $z \neq y$ liegen müssen
(inkl. Fall, wo y oder z der Tisch ist)

Wie genau ist diese Heuristik?



Beispiel: Routenplanung in Rumänien

mögliche Heuristik: Luftliniendistanz nach Bukarest



Arad	366
Bucharest	0
Craiova	160
Drobeta	242
Eforie	161
Fagaras	176
Giurgiu	77
Hirsova	151
Iasi	226
Lugoj	244
Mehadia	241
Neamt	234
Oradea	380
Pitesti	100
Rimnicu Vilcea	193
Sibiu	253
Timisoara	329
Urziceni	80
Vaslui	199
Zerind	374

Beispiel: Missionare und Kannibalen

Aufgabe: Missionare und Kannibalen

- sechs Personen müssen einen Fluss überqueren
- sie besitzen ein Boot, mit dem ein oder zwei Personen über den Fluss rudern können (mehr passen nicht hinein)
- drei der Personen sind Missionare, drei sind Kannibalen
- Missionare dürfen nicht mit einer Mehrheit an Kannibalen allein gelassen werden

mögliche Heuristik: Anzahl Personen am falschen Flussufer

⇝ mit unserer Formalisierung von Zuständen als Tripel $\langle m, c, b \rangle$: $h(\langle m, c, b \rangle) = m + c$

13.4 Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Heuristiken schätzen Abstand eines Zustands vom Ziel
- Heuristiken können verwendet werden, um die Suche auf viel versprechende Zustände zu fokussieren

⇝ später: Algorithmen, die Heuristiken ausnutzen