

2. Übung „Künstliche Intelligenz“

Wintersemester 2007/2008

1 Suche

1. In der letzten Vorlesung wurde das Thema *Suche* besprochen. Welche möglichen Anforderungen erfüllen die Tiefensuche und die Breitensuche? Welche Lösungen liefern die beiden Verfahren? Beschreiben Sie die Vorgehensweise beider Verfahren sowie jeweilige Vor- und Nachteile.

Tiefensuche: Die Suchschlange ist nach dem last-in/first-out-Prinzip („LIFO“ bzw. „Stack“) organisiert. Es wird diejenige Lösung gefunden, die sich in der Tiefe des Suchbaumes befindet. Bei unendlichen Pfaden werden nicht alle Lösungen geliefert. Probleme bereitet die Tiefensuche, wenn eine unendliche Anzahl von erreichbaren Zuständen vorliegt. Das Traversieren des Suchbaumes ist dann unmöglich. Allerdings lässt sich die Tiefensuche speichereffizient rekursiv implementieren, da man anstatt einer Suchschlange einen Stack verwenden kann.

Breitensuche: Die Suchschlange der Breitensuche ist nach dem first-in/first-out Prinzip (FIFO) organisiert. Innerhalb des Suchbaums wird der kürzeste Weg gefunden. Jedoch benötigt die Breitensuche im Vergleich zur Tiefensuche viel Speicherplatz $\theta(b^d)$, da die Zahl der Knoten exponentiell mit der Baumtiefe steigt.

Allgemein: Die Breitensuche ist vollständig, da jede Schicht des Suchbaumes systematisch durchsucht wird und jeder Knoten expandiert wird. Die Tiefensuche kann hingegen unvollständig sein, wenn der Suchbaum einen unendlichen Ast besitzt. Dadurch terminiert die Tiefensuche nicht.

2. Wieso ist die Breitensuche ein Spezialfall von Gleiche-Kosten-Suche bzw. die Gleiche-Kosten-Suche ein Spezialfall von A^* ?

Die Breitensuche findet unter mehreren Lösungen diejenige, welche die geringste Tiefe im Suchbaum besitzt. Diese ist eine optimale Lösung, wenn man die Anzahl der Lösungsschritte als Kostenfunktion nimmt. Die Grundidee ist die Expandierung der Knoten, welche die geringsten Kosten besitzen. Die Gleiche-Kosten-Suche entspricht der Breitensuche, wenn alle Knoten mit den gleichen Kosten belegt werden. Die Gleiche-Kosten-Suche ist ein Spezialfall der Besten-Suche A^* , da die Vorgehensweise dieselbe ist. A^* verwendet zusätzlich eine Heuristik $h(n)$.

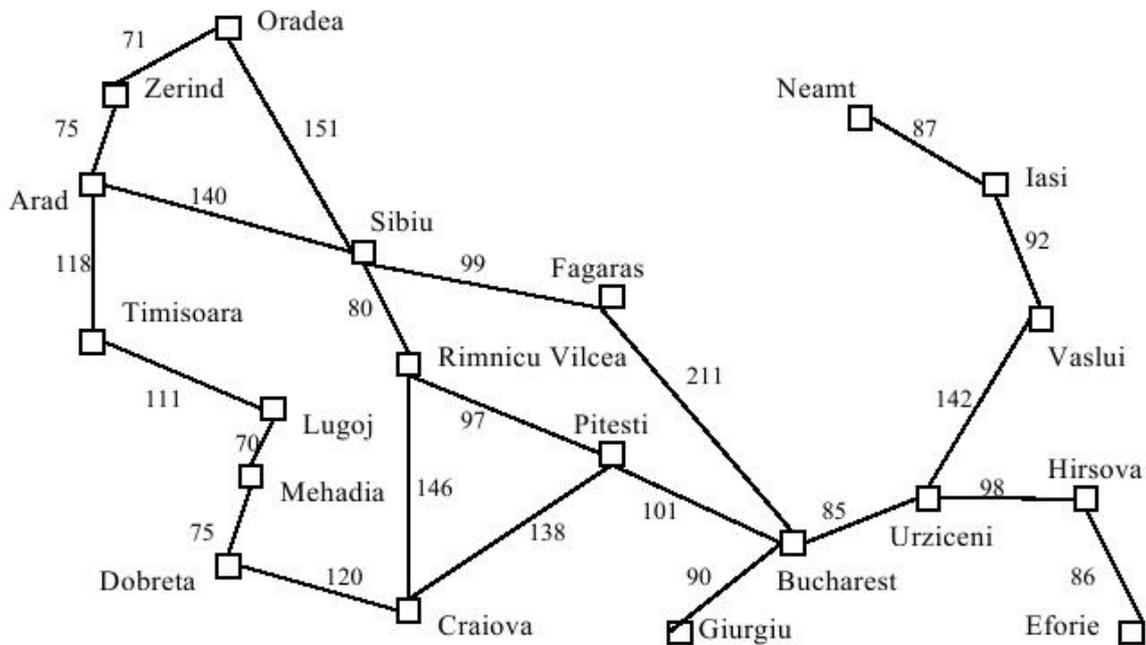


Abbildung 1: Eine vereinfachte Straßenkarte eines Teils von Rumänien

3. Berechnen Sie mit dem Algorithmus A^* einen optimalen Weg von Arad nach Bucharest. Verwenden Sie das Schema, welches in den Vorlesungsunterlagen (Kapitel 2, Folie 33) zu finden ist. Protokollieren Sie die einzelnen Stufen tabellarisch. Benutzen Sie folgendes Tabellenschema zum protokollieren:

Schritt	OPEN	CLOSED	SUCC
---------	------	--------	------

Verwenden Sie die in Abb. 1 gezeigte Straßenkarte sowie die in Abb. 2 gezeigte Heuristik.

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

Abbildung 2: Werte der Heuristik-Luftliniendistanz zu Bucharest

Schritt	OPEN	CLOSED
1	Arad	
2	Sibiu, Timisoara, Zerind	Arad
3	Rimnicu Vilcea, Fagaras, Timisoara, Zerind, Oradea	Arad, Sibiu
4	Fagaras, Pitesti, Timisoara, Zerind, Craiova, Oradea	Arad, Sibiu, Rimnicu Vilcea
5	Pitesti, Bucharest, Timisoara, Zerind, Craiova, Oradea	Arad, Sibiu, Rimnicu Vilcea, Fagaras
6	Bucharest, Timisoara, Zerind, Craiova, Oradea	Arad, Sibiu, Rimnicu Vilcea, Fagaras, Pitesti

4. Formulieren Sie das *8-Damen-Problem*. Beschreiben Sie umgangssprachlich mögliche Zustände, den Ausgangszustand, eine Nachfolgerfunktion und den Zielzustand. Wie lässt sich der Suchraum passend einschränken? Beschreiben Sie ebenfalls Zustände und Nachfolgerfunktion.

Inkrementelle Formulierung (beginnend mit einem leeren Schachbrett):

Zustände: Eine beliebige Anordnung von 0 bis 8 Damen auf dem Brett.

Ausgangszustand: Ein leeres Schachbrett.

Nachfolgerfunktion: Einem beliebigen Quadrat eine Dame hinzufügen.

Zielzustand: 8 Damen befinden sich auf dem Schachbrett und keine wird angegriffen

Bei dieser Formulierung müssen $64 \times 63 \times \dots \times 57$ Abfolgen ausgewertet werden. Eine bessere Formulierung ist eine vollständige Zustandsformulierung:

Zustände: Anordnung von n Damen $0 \leq n \leq 8$, eine pro Spalte in den am weitesten links liegenden n Spalten, wobei keine Dame eine andere angreift, sind Zustände.

Nachfolgerfunktion: Einem beliebigen Quadrat in der am weitesten links liegenden leeren Spalte wird eine Dame hinzugefügt, so dass diese nicht durch eine andere Dame angegriffen wird.

Diese Lösung reduziert den Zustandsraum auf nur 2057 Zustände.

5. In der Vorlesung wurde der Begriff *Zustandsraumsuche* besprochen (siehe Kapitel 2, Folie 4). Das Problem des *Schachspiels* kann als Suchproblem interpretiert werden.

Listen Sie umgangssprachlich die Zustände, Operatoren, Startzustände und mögliche Endzustände auf.

Startzustand: Initialbelegung des Schachbretts als ein Startzustand.

mögliche Endzustände: alle Figurenkombinationen in denen ein König schachmatt ist.

Operatoren: alle möglichen Schachzüge die ein Schachspieler anwenden kann.

Zustände: alle Figurenkombinationen.

6. Wie unterscheiden sich die Lösungsstrategien bei den drei vorhergehenden Aufgabenstellungen (optimale Wege, 8-Damen-Problem, Schachspiel) voneinander?

- Beim 8-Damen-Problem ist man im Gegensatz zu den anderen beiden Problemen nicht am Lösungsweg, sondern nur am Endergebnis interessiert.
- Beim Schachspiel ist ein (menschlicher) Gegner involviert, dessen Reaktionen (Züge) beachtet werden müssen. Möchte man eine Strategie zum Gewinnen eines Spiels berechnen, so muß man alle möglichen Züge des Gegners in Betracht ziehen. Die Lösung besteht daher aus einem vielfach verzweigten Baum – wobei die Knoten, die die Entscheidungen der Maschine darstellen, keine Verzweigungen haben (die Maschine wählt den optimalen Zug).