

KI Intelligente Suchverfahren

KI Intelligente Suchverfahren

KI Intelligente Suchverfahren

- In diesem Kurs werden auch Bereiche von *Algorithmen und Datenstrukturen* behandelt.
- Die Konzeption für den Kurs des erweiterten Anforderungsbereichs setzt auf die Anwendung des *funktionalen Paradigmas*.
- Dazu passend die Wahl einer funktionalen Programmiersprache Scheme (Racket) bzw Haskell.

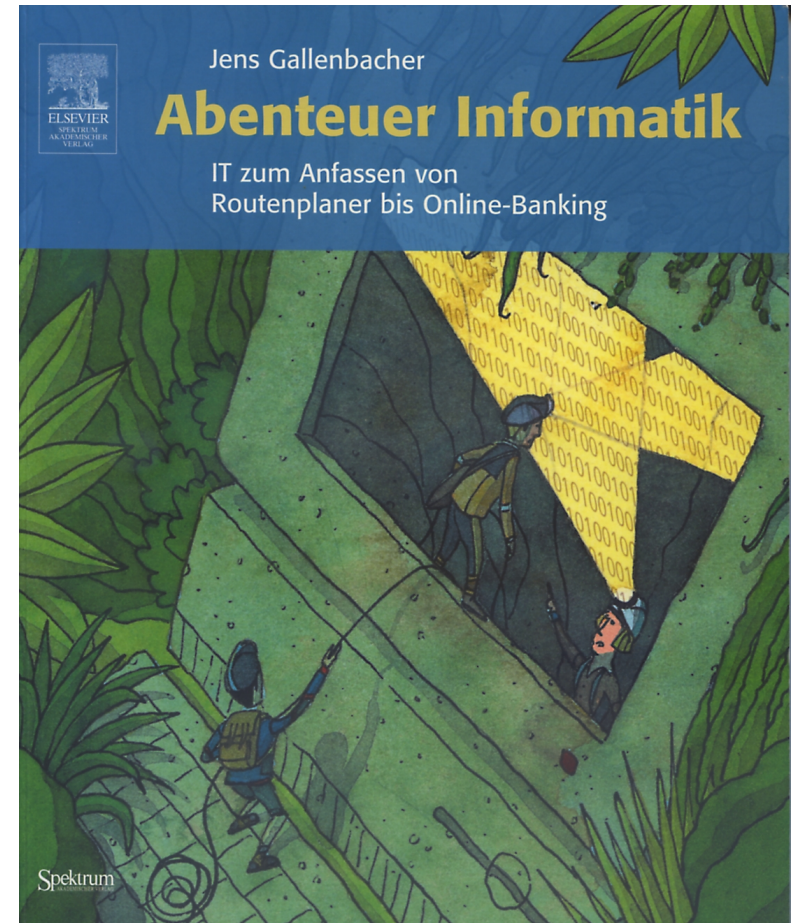
KI Intelligente Suchverfahren

KI Intelligente Suchverfahren

Ein Einstieg
mit dem Material von
Jens Gallenbacher

KI Intelligente Suchverfahren

- Das Buch Abenteuer Informatik (aktuell 5. Auflage)
- dazu eine CD



KI Intelligente Suchverfahren

- Gallenbachers Idee:
Informatik ohne Computer
- Das Material kann man aber auch mit
Computereinsatz sinnvoll nutzen.
- Zu unserem Thema passt der erste
Abschnitt:

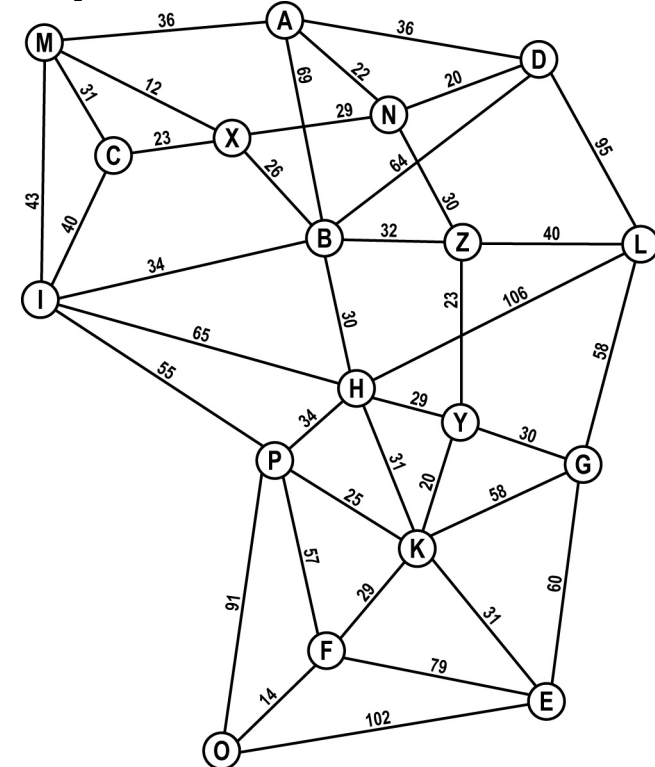
Das Problem des kürzesten Weges

KI Intelligente Suchverfahren

- Gallenbacher erarbeitet zunächst in mehreren Modellierungsschritten – ausgehend von einer fiktiven Straßenkarte – die Darstellung in einem kantenbewerteten Graphen.



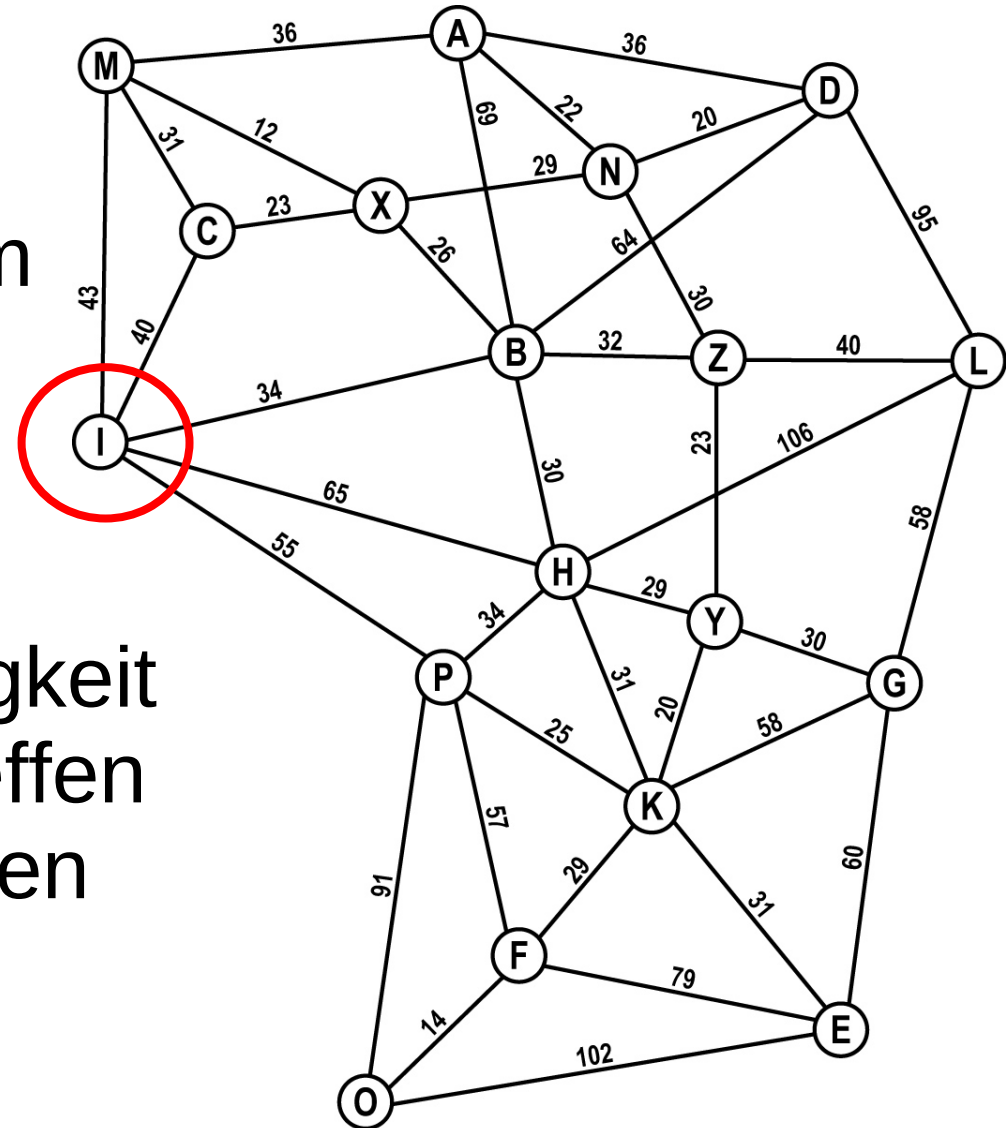
Aus: Gallenbacher, Abenteuer Informatik, 2. Aufl.
© Spektrum Akademischer Verlag GmbH 2008



Aus: Gallenbacher, Abenteuer Informatik, 2. Aufl.
© Spektrum Akademischer Verlag GmbH 2008

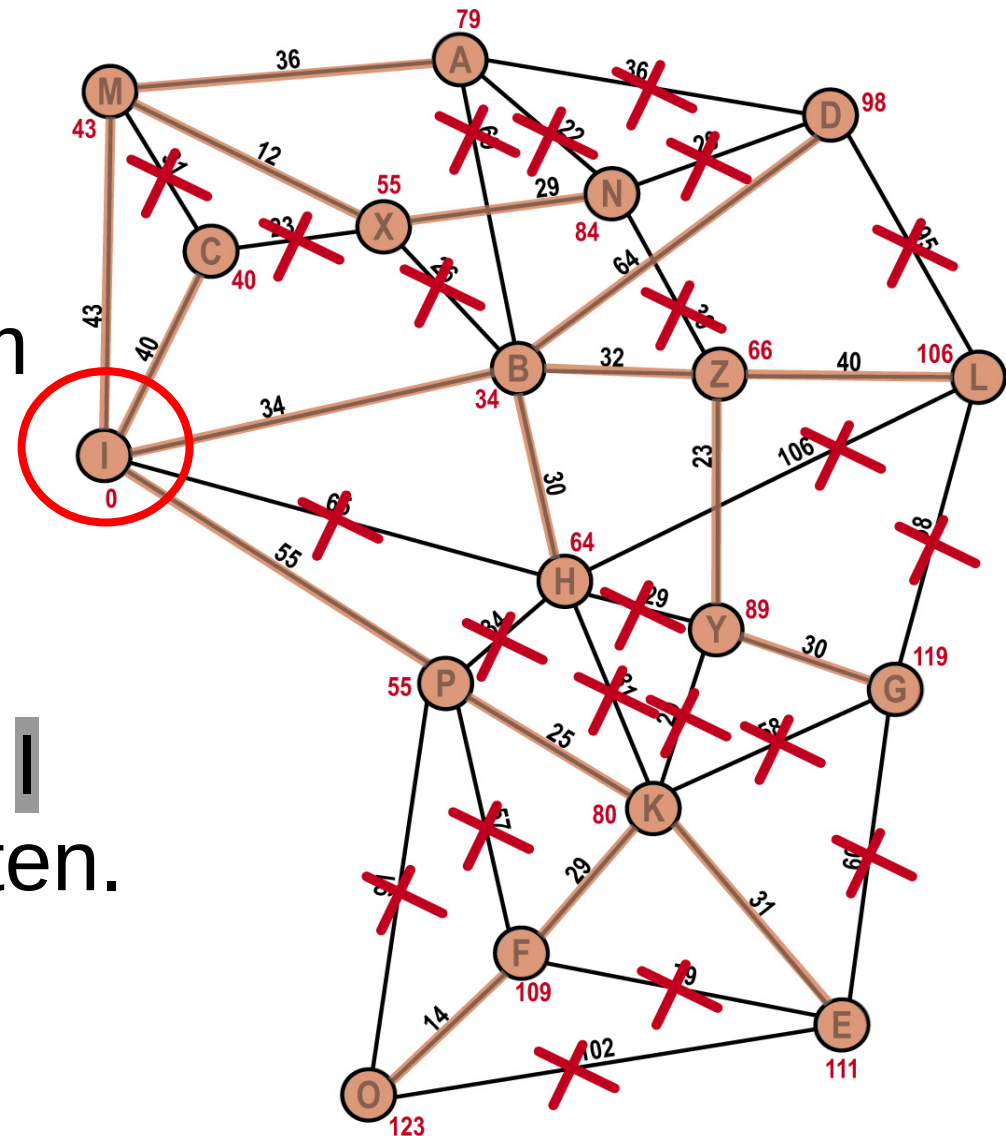
KI Intelligente Suchverfahren

- Ausgehend vom Knoten **I** lässt er einen Ameisenstamm in alle verfügbaren Richtungen laufen
- Wegen der Vorgabe gleicher Geschwindigkeit begründet das Eintreffen an einem Knoten einen kürzesten Weg.



KI Intelligente Suchverfahren

- Wege, die nicht benötigt werden, weil ein Knoten bereits auf kürzestem Weg erreicht wurde, werden entfernt.
- Erhalten bleiben alle kürzesten Wege von **I** zu den anderen Knoten.



KI Intelligente Suchverfahren

- Dies einfach modellierte Vorgehen erweist sich als ein keineswegs triviales Suchverfahren.
- Es ist der ***Algorithmus von Dijkstra.***
- Datenstruktur:
Prioritätswarteschlange

KI Intelligente Suchverfahren

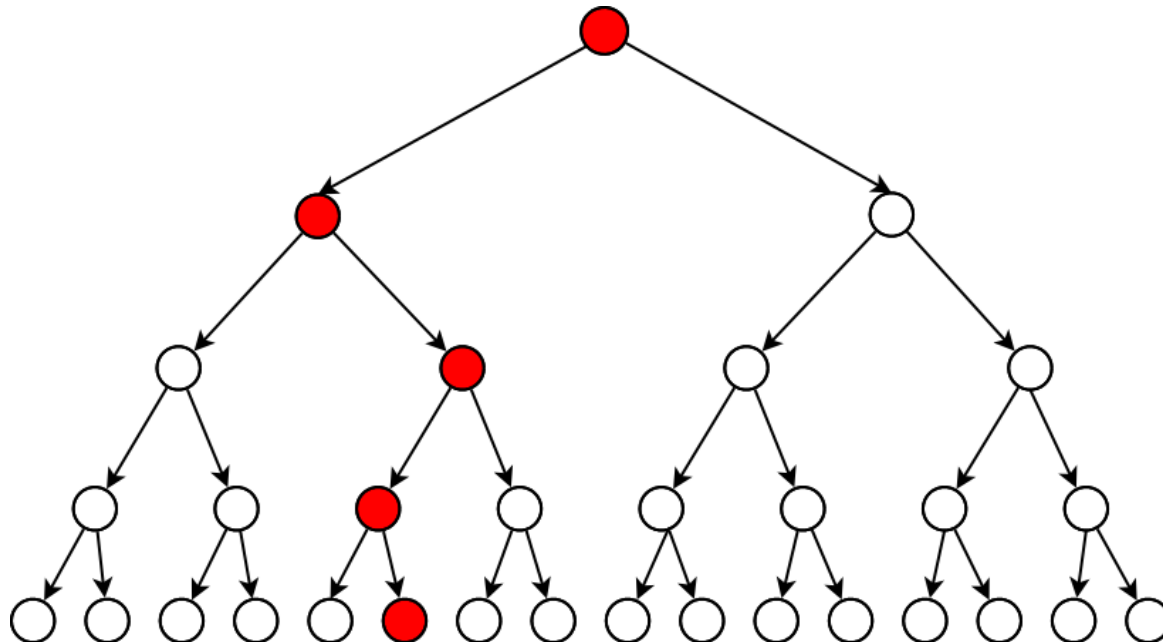
Der Algorithmus von Dijkstra

- verwendet zwar allein lokale Informationen:
Welches ist die kürzeste nachfolgende Kante im Graphen?
- ist aber kein blindes vollständiges Suchverfahren, da es sehr früh viele Alternativen ausschließen kann.

KI Intelligente Suchverfahren

Vollständige, uninformierte Suchverfahren gibt es in zwei Varianten:

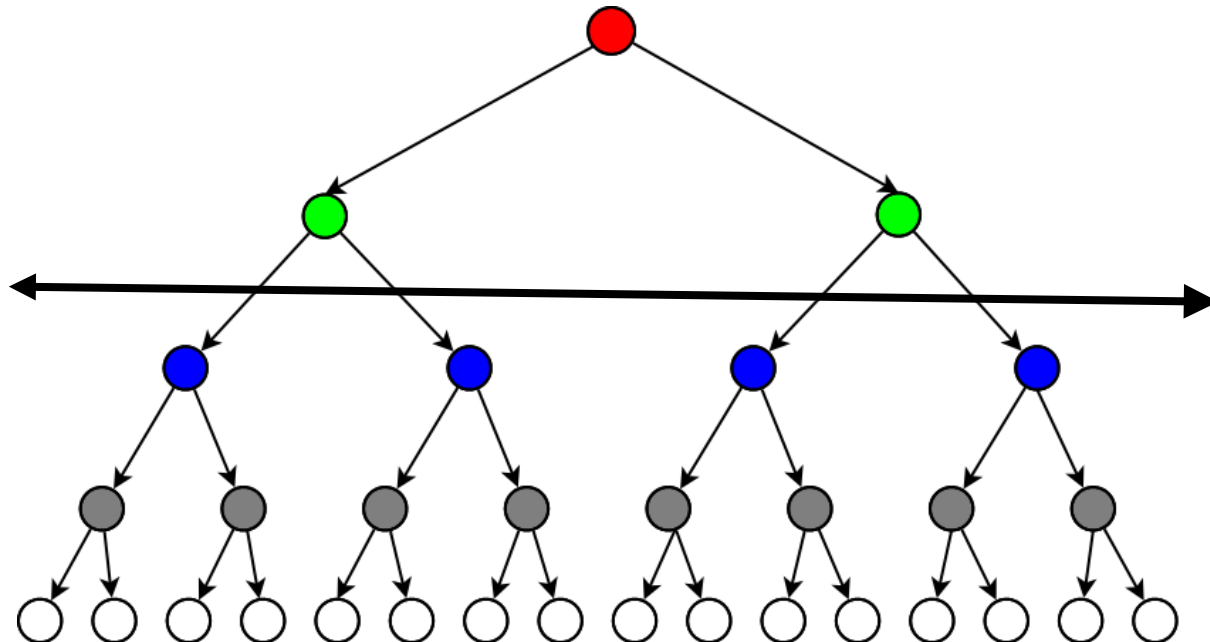
- **Tiefensuche** verfolgt den aktuellen Suchweg immer weiter und wählt in jedem Knoten eine beliebige Nachfolgekante aus.



KI Intelligente Suchverfahren

Vollständige, uninformierte Suchverfahren gibt es in zwei Varianten:

- **Breitensuche** entwickelt zunächst alle Varianten einer Ebene, wechselt dann erst in die nächste.



KI Intelligente Suchverfahren

Datenstrukturen:

- Tiefensuche

Stack

- Breitensuche

Warteschlange

KI Intelligente Suchverfahren

Bewertung

- Die Darstellung mit einem *binären Baum* für den Suchgraphen habe ich zur Vereinfachung gewählt.
- Bei vielen realen Problemen gibt es aber viel mehr Verzweigungsmöglichkeiten an jedem Knoten.
- Tiefensuche und Breitensuche haben daher Probleme mit dem *exponentiellen Anstieg* der Größe des Suchraums mit der Suchtiefe.

KI Intelligente Suchverfahren

Berechnungsaufwand

- Dieses Problem ist ein weiteres grundlegendes Informatikproblem, das bei den Suchproblemen auftaucht.
- Bei den „klassischen“ Suchverfahren besteht das intelligente Vorgehen darin, die Größe des (*bearbeiteten*) Suchraums durch intelligentes Vorgehen so zu begrenzen, dass die Probleme
 - in angemessener Zeit beziehungsweise
 - überhaupt noch lösbar sind.

KI Intelligente Suchverfahren

Intelligenter vorgehen

- Ein gutes Beispiel dafür ist das A^* -Verfahren, das über das Verwenden von lokalen Informationen wie bei Dijkstra hinaus auch *globale Informationen* über das Problem nutzt.
- Beim Problem des kürzesten Weges ist es beispielsweise die Information, in welcher globalen Richtung das Ziel liegt und die geschätzten Restkosten in die Auswahl der weiteren Schritte einbezieht.

KI Intelligente Suchverfahren

- Datenstruktur beim A*Verfahren:
Prioritätswarteschlange

KI Intelligente Suchverfahren

Mehr als das

- Über diese Vorgehensweise hinaus gehen ***Genetische / Evolutionäre Algorithmen.***
- Sie
 - verzichten auf Vollständigkeit
 - nutzen Zufallsprozesse zur Auswahl
 - greifen nicht auf *BigData* zu, nutzen aber das Vorhandensein von Bewertungsfunktionen zu den generierten Teillösungen um durch genetische Prozesse über deren Veränderung zu besseren Lösungen zu gelangen.

KI Intelligente Suchverfahren

Manchmal geht es ganz einfach

- Manchmal liegt intelligentes Vorgehen bei der Suche auch darin, die Komplexität des Problems richtig einschätzen zu können.
- Ein typisches Beispiel dafür ist das Problem des minimalen Versorgungsnetzes (*minimal spanning tree*), zu dem es mit den Algorithmen von Kruskal und Prim Lösungen gibt, die eigentlich direkte Verfahren darstellen.

KI Intelligente Suchverfahren

n-p-vollständig *)

- Deswegen ist es wichtig, beurteilen zu können, ob (z.B.) ein Problem wie das *travelling-salesperson-problem* vorliegt oder ob es sich um eines dem *Königsberger Brückenproblem* vergleichbares handelt, das nicht zu der Klasse der sehr schwierigen n-p-vollständigen Probleme gehört.

*) *nicht deterministisch in Polynomialzeit lösbar*

KI Intelligente Suchverfahren

An Kontexten orientieren

KI Intelligente Suchverfahren

Kontexte

- Wir haben ein Beispiel im Gallenbacher-Material kennen gelernt: Suche eines kürzesten Wegs
- Besonders in Hamburg gibt es ein umfassenderen Kontext, nämlich alles das, was der **Logistik** zuzurechnen ist.

KI Intelligente Suchverfahren

Logistik-Beispiel als Einstieg

- Sehr gut geeignet ist ein Einstieg über ein vereinfachtes ***Container-Lade-Problem***.
- Vereinfacht auch Rucksack-Problem:
*Lade möglichst viel von vorliegenden
Stücken in einen Behälter.*
- Viele Maßzahlen sind möglich:
 - Größe, Gewicht, Länge, Wert ...

KI Intelligente Suchverfahren

Container-Lade-Problem

- Das Problem gehört zur Klasse der n-p-vollständigen Probleme und
- ist daher nur bei kleinem Umfang einfach lösbar, für große Stück- und Behälterzahlen ist es wegen des exponentiellen Anstiegs der Größe des Suchraums nicht lösbar
 - Verzicht auf Vollständigkeit
 - z.B. GA nutzen

(spannend: geht es mit neuronalen Netzen?)