

Einführung in die künstliche Intelligenz am Beispiel der A*-Graphensuche

Inhaltsverzeichnis

- Fundamentale Ideen und Konzepte
- Relevanz und Lernziele
- Zielpublikum
- Inhalt der Unterrichtseinheit
- Benötigte Vorkenntnisse
- Ablauf der Lektionen
- Theorie zur Unterrichtseinheit
- Material
- Links
- Literaturangaben
- Didaktik zum Thema

Fundamentale Ideen und Konzepte

Zentrale Konzepte dieser Unterrichtseinheit sind die **Problemrepräsentation durch Graphen** und die **Problemlösung durch Graphensuche**. Diese allgemeinen Konzepte können zur Modellierung und Lösung vielfältiger Probleme angewandt werden und bilden ein wichtiges Werkzeug der Informatik. Des Weiteren werden die SuS mit dem **Konzept der Heuristik** vertraut gemacht, welches Grundlage für viele Algorithmen ist.

Relevanz und Lernziele

Immer mehr nehmen Maschinen dem Menschen Arbeiten ab und dabei spielt die KI eine zentrale Rolle. Sie hat Anwendungen in den verschiedensten Gebieten von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft (Expertensysteme, Sprach- und Schrifterkennung, Game-Industrie, Robotik, Analyse von Börsendaten, etc.).

Ziel der Unterrichtseinheit ist, dass die SuS anhand von Beispielen im Bereich Graphen und Graphensuche eine Vorstellung davon bekommen, was KI ist und deren Möglichkeiten und Grenzen kennenlernen. Anhand des A*-Algorithmus wird ein wichtiges Verfahren aus der KI näher betrachtet. Die SuS lernen die Funktionsweise dieses Algorithmus kennen und wenden ihn auf ein konkretes Problem an.

Zielpublikum

Die Unterrichtseinheit richtet sich an SuS der Sekundarstufe 2, insbesondere des Gymnasiums (z.B. 2. Jahr EF Informatik).

Inhalt der Unterrichtseinheit:

Einführung: Was ist KI?

Kurzrepetition: Baumtraversierung (breadth-first vs. depth-first)

Der A*-Algorithmus

Möglichkeiten und Grenzen der KI

Benötigte Vorkenntnisse:

- Grundkenntnisse der Datenstrukturen Queue und Stack (FIFO und LIFO)
- Grundlagen im Programmieren (Schleifen, if-then-else, Punktnotation, Pseudocode, ...)

Ablauf der Lektionen

1. Lektion

Beschreibung	Material	Sozialform
Einstieg in die KI, zwei Kurzfilme zeigen	- Deep Blue vs. Gary Kasparov.mpg (englisch) - robot-soccer.mpg	LV
Einleitung, Was ist KI?	Folien: Künstliche Intelligenz.ppt	LV
SuS experimentieren mit ELIZA	-siehe Links -Aufgaben zu Eliza.doc	EA / GA

2. Lektion

Beschreibung	Material	Sozialform
Einführung Bäume und Baumsuche	Folien: Künstliche Intelligenz.ppt	LV
Arbeitsblatt Baumsuche	Aufgabe zur Baumsuche.doc	EA
Einführung A*-Algorithmus	Folien: Künstliche Intelligenz.ppt	LV
Bearbeitung Arbeitsblatt 8-Puzzle, Rest Hausaufgabe	-Arbeitsblatt 8-Puzzle.doc -Vorlage zu Aufgabe 1) zum Arbeitsblatt 8-Puzzle.doc	EA

3. Lektion

Beschreibung	Material	Sozialform
Besprechung Arbeitsblatt 8-Puzzle	Lösungen Arbeitsblatt 8-Puzzle.doc	LG
Demonstration Applet „8-Puzzle“	8-puzzle.html	LV
-Experimentieren mit A*-Applet -lösen der Aufgaben dazu	Aufgaben zu A-Stern-Applet.doc	EA

Arbeitsblatt besprechen	Lösungen siehe Folien: Künstliche Intelligenz.ppt	LG
-Möglichkeiten und Grenzen der KI, Artikel aus Spiegel lesen -evtl. Diskussion in der Klasse	R2-D2 bleibt Vision.doc	EA / KG

Legende

LV: Lehrervortrag

EA: Einzelarbeit

GA: Gruppenarbeit

LG: Lehrgespräch

KG: Klassengespräch

Theorie zur Unterrichtseinheit

Definition Turing-Test

„Im Zuge dieses Tests führt ein menschlicher Fragesteller über eine Tastatur und einen Bildschirm ohne Sicht- und Hörkontakt mit zwei ihm unbekannten Gesprächspartnern eine Unterhaltung. Der eine Gesprächspartner ist ein Mensch, der andere eine Maschine. Beide versuchen, den Fragesteller davon zu überzeugen, dass sie denkende Menschen sind. Wenn der Fragesteller nach der intensiven Befragung nicht klar sagen kann, welcher von beiden die Maschine ist, hat diese den Turing-Test bestanden.“

Einführung Baumsuche

Die Datenstruktur „Baum“ kann auf ganz unterschiedliche Art und Weise abgesucht werden. Zwei wichtige Möglichkeiten sind die *Tiefensuche* bzw. *Breitensuche*. Bei der Breitensuche wird der Baum Ebene für Ebene durchsucht, während bei der Tiefensuche von der Wurzel her so tief wie möglich entlang eines Pfads vorgedrungen wird, bevor ein anderer Ast ausprobiert wird. Dabei sind zwei Listen wichtig: In der OPEN-Liste werden die Knoten gespeichert, die zwar schon entdeckt wurden, deren Nachfolger aber noch ermittelt werden müssen. In der CLOSED-Liste werden die Knoten abgelegt, deren Nachfolger schon bestimmt wurden, die also schon vollständig abgearbeitet wurden. Je nachdem, wie die OPEN-Liste organisiert ist, ergibt sich eine andere Suchvariante: Wenn die OPEN-Liste eine Queue (first-in-first-out) ist, ergibt sich Breitensuche während wir für einen Stack (last-in-first-out) eine Tiefensuche bekommen.

Der A*-Algorithmus

Der A*-Algorithmus wird verwendet um in einem Baum oder allg. in einem Graphen den kürzesten Pfad zwischen zwei Knoten zu finden. Im Rahmen dieses Unterrichtsblocks wird der Einfachheit halber von einem Baum ausgegangen, allgemeinere Graphen werden nicht betrachtet. Um den A* anwenden zu können, müssen die Kanten des Baumes mit Kosten versehen sein. Gesucht ist nun der kürzeste (bzw. billigste) Pfad zwischen der Wurzel des Baumes und einem bestimmten Zielknoten.

Bei der Breiten- bzw. Tiefensuche wird keine „intelligente“ Auswahl der Knoten in der Liste OPEN getroffen, die Knoten werden in willkürlicher Reihenfolge verarbeitet. Der A*-Algorithmus ist eine Verfeinerung dieser Verfahren, wobei folgendermassen immer der vielversprechendste Knoten weiterverarbeitet wird. Es wird abgeschätzt, wie „gut“ ein Knoten ist, indem eine Bewertungsfunktion berechnet wird. Die Kosten eines Knotens N beinhalten zwei Beiträge:

einerseits die Kosten vom Startknoten bis zu N und andererseits aus den geschätzten Kosten von N bis zum Zielknoten. Diese Bewertungsfunktion $f(N)$ für einen Knoten N wird also folgendermassen definiert:

$f(N) = g(N) + h(N)$, wobei

$g(N)$: die Kosten des Pfades vom Startknoten zu n darstellt

$h(N)$: die Kosten des optimalen Pfades von n zu einem Zielknoten darstellt.

Dabei ist h normalerweise unbekannt und kann nur abgeschätzt werden. Für dieses h muss gelten: $h(N) \leq h^*(N)$, wobei $h^*(N)$ die wirklichen Kosten des optimalen Pfades von N zu einem Zielknoten sind. Das heisst h darf die Kosten eines Knotens nie überschätzen. Oft wird z.B. die euklidische Distanz zum Ziel verwendet.

Die Funktion h ist eine sog. *Heuristik*, also eine mehr oder weniger genaue Abschätzung des wahren Werts. Durch die Verwendung einer solchen Heuristik kann die Suche nach dem optimalen Pfad oft ganz wesentlich beschleunigt werden, was beim A*-Algorithmus ausgenutzt wird. Allgemein werden solche Suchverfahren, bei denen immer der beste Knoten weiterverarbeitet wird, *best-first* Suchverfahren.

Man kann zeigen, dass der A*-Algorithmus immer den kürzesten Weg findet, wenn es einen gibt.

Algorithmus in Pseudocode

```
program a-star
OPEN.add(startNode)
repeat
    bestNode := OPEN.remove(Node with minimal f-Value)
    if (bestNode == targetNode) then return bestNode
    OPEN.add(bestNode.successors())
    CLOSED.add(bestNode)
until (OPEN.isEmpty)
return no path found
end
```

Material

Folien

- Künstliche Intelligenz.ppt

Arbeits- und Aufgabenblätter

- Arbeitsblatt 8-Puzzle.doc
- Vorlage zu Aufgabe 1) zum Arbeitsblatt 8-Puzzle.doc
- Aufgaben zu A-Stern-Applet.doc
- Aufgaben zu Eliza.doc
- Aufgabe zur Baumsuche.doc

Kurzfilme

- Deep Blue vs. Gary Kasparov.mpg (Schachduell Mensch vs. Maschine)
- robot-soccer.mpg (Roboter spielen mehr oder weniger gut Fussball...)

Weiteres

- R2-D2 bleibt Vision.doc (Artikel im Spiegel zu Möglichkeiten und Grenzen der KI)
- 8-puzzle.html (Applet zur Demonstration des 8-Puzzles)

Links

Applet 8-Puzzle

<http://www.stefan-baur.de/cs.web.mashup.8puzzles.html?glstyle=2005>

Applet 8-Puzzle (depth-first vs. breadth-first)

<http://fac-staff.seattleu.edu/quinnm/web/education/JavaApplets/applets/Searches.html>

A-Stern-Applet

http://www.geosimulation.de/methoden/a_stern_algorithmus.htm

ELIZA

<http://bs.cyty.com/menschen/e-etzold/archiv/science/rat.htm> (deutsch)

<http://www.techdose.com/tutorials/php/PHPLiza/eliza.php> (englisch)

Literaturangaben

Ein Crashkurs, der einen kompakten Überblick über die Thematik verschafft:

Peter Zöller-Greer, Künstliche Intelligenz: Grundlagen und Anwendungen, ISBN-13: 978-3981163902, 2007, composia, 168 Seiten

Eine kompakte, leicht verständliche und anwendungsbezogene Einführung:

Wolfgang Ertel, Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung, ISBN-13: 978-3528059248, 2007, Vieweg, 334 Seiten

Das aktuelle Standardwerk zum Thema. Sehr ausführlich, fast 1000 Seiten! Um schnell einen Überblick zu bekommen sicher nicht ideal:

Stuart Russell, Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein moderner Ansatz, ISBN 3-8273-7089-2, August 2004, Pearson Studium, ca. 1000 Seiten

Didaktik zu diesem Thema

Didaktisch gut ausgearbeitetes Buch, das kurz und anschaulich die Grundprinzipien verschiedener KI-Algorithmen erklärt:

Uwe Lämmel, Jürgen Cleve, Lehr- und Übungsbuch KI, Fachbuchverlag Leipzig, 2004, 3-446-22574-9

Verschiedene Tools zum visualisieren und ausprobieren von Konzepten und Algorithmen der KI:

<http://www.ai-tools.org/>

<http://www.generation5.org/>

<http://www.cs.cofc.edu/~manaris/ai-education-repository/>