

Hochschule Bielefeld – Campus Minden

IFM 3.2: Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Übungsblatt: **Problemlösen, Suche**

Name: Aurelius Pilat

Wintersemester 2025/26

Dozent: Prof. Dr. Carsten Gips

Bonus – Möglichkeiten und Grenzen sowie Auswirkungen der KI

Aufgabenstellung

Recherchieren Sie, welche Probleme bereits mittels Computer- bzw. Robotereinsatz gelöst werden können und welche aktuell noch ungelöst sind.

Recherchieren und diskutieren Sie Auswirkungen auf die Gesellschaft durch die KI, etwa durch autonomes Fahren oder durch *Large Language Models (LLM)*.

Hier ein paar Startpunkte:

- Empirical evidence of Large Language Model's influence on human spoken communication – Gut? Schlecht? Egal?
- AI and Cognitive Decline
- Data Center the Size of Manhattan
- Mach dir selbst ein Video
- Police pulls over a driverless Waymo car
- AI is making it up. Your authoritative source is the documentation

Thema: Gefühl für bereits realisierbare Aufgaben, Chancen und Risiken, Ethik.

Mein Lösungsansatz

Künstliche Intelligenz und Robotik haben heute schon viele Probleme gelöst, die früher kaum denkbar waren. In der Industrie arbeiten Roboter rund um die Uhr und übernehmen Aufgaben wie Lagerverwaltung, Qualitätskontrolle oder Wartungsarbeiten in großen Anlagen. Auch in der Medizin hat sich der Einsatz von Robotern etabliert. Das bekannteste Beispiel ist das Da Vinci System, das Operationen präziser und sicherer macht. Außerdem sind KI-Systeme bei Dingen wie Spracherkennung, Betrugserkennung oder Datenanalyse inzwischen oft besser als der Mensch. Besonders spannend finde ich, dass Schwarmrobotik zeigt, wie viele einfache Roboter zusammen komplexe Aufgaben lösen können.

Trotzdem gibt es noch klare Grenzen. Aktuelle KI kann nur in sehr engen Bereichen gute Ergebnisse liefern und versteht den Kontext nicht wie ein Mensch. Ein weiteres Problem sind sogenannte Halluzinationen bei Sprachmodellen, also wenn sie einfach Dinge erfinden, die gar nicht stimmen. Auch beim autonomen Fahren ist man noch weit davon entfernt, dass Autos wirklich in jeder Situation alleine klarkommen. Dazu kommt, dass Rechenzentren, die KI betreiben, riesige Mengen an Strom und Wasser verbrauchen und so die Umwelt stark belasten.

Gesellschaftlich merkt man schon jetzt, dass KI vieles verändert. Sprachmodelle wie ChatGPT beeinflussen, wie Menschen sprechen und schreiben. Studien zeigen auch, dass viele Studierende durch den häufigen Einsatz solcher Tools weniger kreativ und konzentriert arbeiten. Auf der anderen Seite ermöglicht KI auch neue Chancen im Lernen, etwa durch personalisierte Lernangebote oder bessere Zugänglichkeit zu Wissen für alle.

Insgesamt sehe ich, dass KI viele Vorteile bringt, aber man sollte die Risiken im Blick behalten. Wichtig ist, dass KI verantwortungsvoll eingesetzt wird und wir nicht einfach alles der Technik überlassen.

Reflexion

Bei der Recherche fand ich besonders interessant, wie stark KI schon in unseren Alltag eingreift, ohne dass man es wirklich merkt. Ich hätte nicht gedacht, dass selbst unsere Sprache und Denkweise durch Systeme wie ChatGPT beeinflusst werden. Auch das Thema Energieverbrauch war für mich neu: mir war vorher gar nicht klar, wie viel Strom und Wasser für die großen Rechenzentren tatsächlich gebraucht wird.

Am spannendsten fand ich, dass KI zwar viele Dinge besser machen kann, aber nie ganz unabhängig vom Menschen sein sollte. Es geht also nicht nur um Technik, sondern auch darum, wie wir sie nutzen. Ich nehme aus der Aufgabe mit, dass man KI kritisch sehen, aber gleichzeitig offen für ihre Möglichkeiten bleiben sollte.

Search.01 – Problemformalisierung, Zustandsraum

Mein Lösungsansatz

1. Problemformalisierung

Zustand: (E_L, O_L, B)

- E_L : Anzahl der Elben links, O_L : Anzahl der Orks links
- B : Position des Pferds (L oder R)
- Startzustand: $(3, 3, L)$
- Zielzustand: $(0, 0, R)$
- Bedingung: An keinem Ufer dürfen mehr Orks als Elben sein, falls dort mindestens ein Elb ist

Mögliche Aktionen (wenn gültig):

$$(2, 0), (0, 2), (1, 1), (1, 0), (0, 1)$$

Das Pferd kann also ein oder zwei Wesen transportieren, aber nicht allein fahren.

Übergangsfunktion:

$$T((E_L, O_L, L), (\Delta E, \Delta O)) = (E_L - \Delta E, O_L - \Delta O, R)$$

$$T((E_L, O_L, R), (\Delta E, \Delta O)) = (E_L + \Delta E, O_L + \Delta O, L)$$

Nur Zustände, die die Sicherheitsregel erfüllen, sind gültig.

Zulässige Zustände (Auszug):

$$(3, 3, L), (3, 2, L), (3, 1, L), (2, 2, L), (1, 1, L), (0, 3, L), (0, 2, L), (0, 1, L), (0, 0, R)$$

2. Problemgraph: Die Knoten sind die gültigen Zustände, Kanten verbinden Zustände, die durch eine der fünf erlaubten Bewegungen erreichbar sind. Start: $(3, 3, L) \rightarrow$ Ziel: $(0, 0, R)$

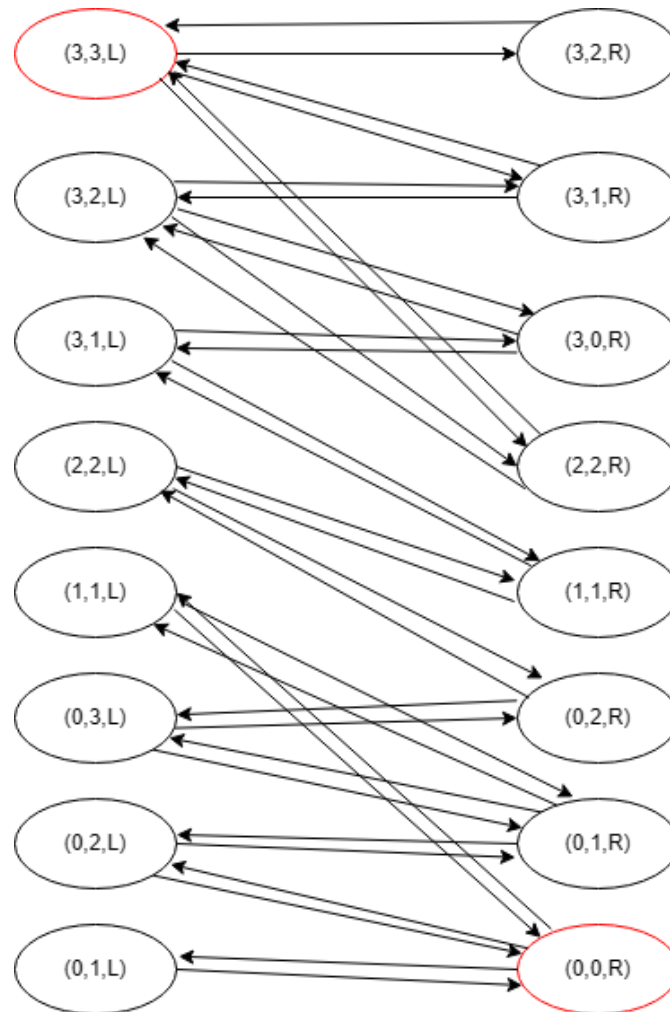


Abbildung 1: Problemgraph

Search.02 – Suchverfahren

Mein Lösungsansatz

Gefundene Wege (Würzburg → München).

- DFS (Graph-Search): Würzburg → Frankfurt → Mannheim → Karlsruhe → Augsburg → München
- BFS (Graph-Search): Würzburg → Nürnberg → München
- A* (Tree-Search, „keine Zyklen“): Würzburg → Nürnberg → München

Vergleich der Datenstruktur und Schleifendurchläufe. *Zählweise:* Ein Durchlauf = ein Element aus der Frontier entnommen und expandiert.

Verfahren	max. Frontier-Größe	Durchläufe der Hauptschleife
DFS	4	3
BFS	4	7
A*	3	3

Begründung zu A*. Mit einer **zulässigen und konsistenten Heuristik** (z. B. Luftlinienentfernung nach München) gilt:

- Heuristik ist *zulässig*, da sie den wahren Restweg nie überschätzt.
- Heuristik ist i. d. R. *konsistent* (Dreiecksungleichung), daher expandiert A* optimal.
- Ergebnispfad ist damit kostenminimal: Würzburg → Nürnberg → München mit Gesamtkosten $103 + 167 = 270$.

Falls die gegebenen Restwegschätzungen abweichen. Sind einzelne Schätzwerte größer als der wahre Restweg oder verletzen die Konsistenz, müssen sie *nach unten korrigiert* werden (z. B. durch Luftlinienwerte). Danach liefert A* denselben optimalen Pfad.

Search.03 – Dominanz

Mein Lösungsansatz

Definition: Eine Heuristik $h_1(n)$ **dominiert** eine andere Heuristik $h_2(n)$, wenn für alle Knoten n gilt:

$$h_1(n) \geq h_2(n)$$

und beide zulässig sind (also den tatsächlichen Restweg nie überschätzen). Das bedeutet, h_1 liefert stets gleich gute oder genauere Schätzungen als h_2 .

Auswirkung in A*: Wenn A* mit einer dominierenden Heuristik h_1 arbeitet, führt es in der Regel zu:

- weniger expandierten Knoten (effizientere Suche),
- gleichbleibender Optimalität des Ergebnisses.

Eine dominierende Heuristik ist also informativer und beschleunigt A*, ohne die Korrektheit zu gefährden.

Beispiel: Betrachtet man ein Gitternetz mit Kosten = 1 pro Schritt, sei $h_1(n)$ die *Manhattan-Distanz* und $h_2(n)$ die *Luftliniendistanz (Euklidisch)*. Da $h_1(n) \geq h_2(n)$ für alle n , dominiert h_1 die schwächere Heuristik h_2 . Beide sind zulässig, aber h_1 führt in A* zu weniger expandierten Zuständen.

Search.04: Beweis der Optimalität von A*

Mein Lösungsansatz

Behauptung. A* (Tree-Search) ist optimal, wenn die Heuristik h *zulässig* ist, d. h. $h(n) \leq h^*(n)$ für alle Knoten n , wobei $h^*(n)$ die wahren minimalen Restkosten bis zum Ziel bezeichnet.

Lemma. Für jeden Knoten n auf einem optimalen Pfad gilt

$$f(n) = g(n) + h(n) \leq g(n) + h^*(n) = C^*,$$

wobei $g(n)$ die bisherige Pfadkosten und C^* die optimalen Gesamtkosten sind.

Beweis (Widerspruch). Angenommen, A* terminiert erstmals mit einem Zielzustand G der Kosten $C > C^*$. Betrachte den optimalen Pfad zu einem optimalen Ziel G^* mit Kosten C^* . Auf diesem Pfad gibt es einen (noch nicht expandierten) Knoten n in der Frontier. Aus dem Lemma folgt $f(n) \leq C^* < C$. Da A* stets den Knoten mit minimalem f auswählt, hätte n vor G expandiert werden müssen: Widerspruch dazu, dass G zuerst ausgewählt wurde. Also muss beim ersten Erreichen eines Zieles $C = C^*$ gelten, d. h. A* liefert einen kostenminimalen Pfad.

Post Mortem: Übungsblatt „Problemlösen, Suche“

Zusammenfassung

In diesem Übungsblatt ging es um das formale Beschreiben von Problemen, die Suche in Zustandsräumen und den Vergleich verschiedener Suchverfahren. Ich habe gelernt, wie man Probleme in Zustände, Aktionen und Übergänge zerlegt und wie Suchverfahren wie DFS, BFS und A* systematisch Wege zum Ziel finden. Besonders hilfreich war, dass ich mir die begleitenden Videos zu den Inhalten zuerst angeschaut habe. Dadurch konnte ich mir die Konzepte und Abläufe deutlich besser merken, als wenn ich sie nur aus Texten oder Folien gelesen hätte.

Details

Die erste Aufgabe (Orks und Elben) hat mir gezeigt, wie wichtig es ist, Zustände klar zu definieren und unzulässige Konfigurationen zu erkennen. Das Erstellen des Problemgraphen fiel mir anfangs ziemlich schwer, weil es schwierig war, die Übergänge und Zustände übersichtlich darzustellen. Mit der Zeit habe ich aber verstanden, dass eine saubere Struktur und klare Symbolik entscheidend sind, um den Überblick zu behalten. In der zweiten Aufgabe konnte ich die drei Suchverfahren praktisch vergleichen. DFS war am einfachsten umzusetzen, BFS dagegen vollständiger, aber speicherintensiver. A* war am effizientesten, sobald eine gute Heuristik verwendet wurde, und hat mir gezeigt, wie theoretische Konzepte direkt die Performance beeinflussen.

Reflexion

Am meisten gelernt habe ich, indem ich die Inhalte zuerst über die Videos verstanden und danach selbst angewendet habe. Ich habe erkannt, dass es bei der KI oft auf saubere Strukturen und systematisches Denken ankommt. Das Übungsblatt hat mir geholfen, den Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis besser zu verstehen und das Gelernte langfristig zu verinnerlichen.