

Klausur Anwendungen der Künstlichen Intelligenz SS 2023

Prof. Dr. Sebastian Iwanowski

16.08.2023

Bearbeitungszeit: 120 Minuten

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner

Bitte notieren Sie Ihre Antworten ausschließlich auf dem Aufgabenblatt! Bei Bedarf benutzen Sie die gegenüberliegende Rückseite. Für Skizzen und Entwürfe steht ebenfalls die Rückseite zur Verfügung. Entwürfe, die nicht gewertet werden sollen, sind durchzustreichen.

Diese Klausur besteht aus 10 Seiten.

Für die Klausur werden insgesamt 50 Bewertungseinheiten (BE) vergeben. Zum Bestehen benötigen Sie mindestens 25 BE.

Viel Erfolg!

Aufgabe 1: KI allgemein

(4 BE)

- a) Nennen Sie zwei Eigenschaften von Softwaresystemen, die von der KI im Besonderen gefordert werden. (1 BE)
- b) Geben Sie zwei Softwarearchitekturen an, die typisch für KI sind und beschreiben Sie diese durch eine prägnante Skizze (zusätzliche Worte sind auch erlaubt, aber nicht unbedingt erforderlich). Hierbei soll eine Architektur aus der symbolischen KI und die andere aus der statistischen KI stammen.
(Für die 2. Architektur ist Platz auf der nächsten Seite) (3 BE)

Aufgabe 2: Logische Programmierung

(3 BE)

- a) Prolog versucht, zu einer Formelmenge einen Widerspruch zu finden. Zu welchem anderen für das automatische Beweisen wichtigen Problem ist das äquivalent? (Begründung nicht erforderlich) (1 BE)
- b) Welche Eigenschaft müssen die Formeln einer Formelmenge haben, damit Prolog seine Aufgabe erfüllen kann? Geben Sie jeweils ein Beispiel und ein Gegenbeispiel für diese Eigenschaft an. (2 BE)

Aufgabe 3: Thema: KI-Algorithmik

(7 BE)

Betrachten Sie folgendes Constraint-Satisfaction-Problem:

$$x, y, z \in \mathbb{N}; \quad x + y + z < 9; \quad x \cdot y > 6; \quad x \cdot z > 6;$$

Lösen Sie dieses Problem in einem Suchbaum mit 3 Suchebenen: In der ersten Ebene wird x , in der zweiten y und in der dritten z ein Wert zugewiesen. In jeder Ebene werden die Werte in aufsteigender Reihenfolge, beginnend bei 0, betrachtet.

Das Suchverfahren fängt mit der Zuweisung $x=0$ in der ersten Ebene an und untersucht diesen und danach weitere Suchknoten auf seine Gültigkeit, die folgendermaßen definiert ist: Es werden die linken Seiten der Constraints mit den bereits getätigten Zuweisungen ausgewertet. Nur wenn jedes einzelne Constraint noch mit irgendeinem Wert für die nicht zugewiesenen Variablen erfüllbar ist, wird der Suchknoten als gültig definiert.

Ungültige Knoten werden verworfen und nicht weiter expandiert.

Das Verfahren bricht ab, wenn es eine gültige Lösung des Problems gefunden hat, d.h. den ersten gültigen Knoten in Ebene 3.

- a) Geben Sie alle gültigen (nur die!) Lösungen in Ebene 1 und 2 an sowie die eindeutige gültige Lösung in Ebene 3. (3 BE)

Lösungshinweise:

1) Beachten Sie, dass die Ungleichungen strikt erfüllt werden müssen.

2) Repräsentieren Sie der Einfachheit halber die Suchknoten durch Zahlen (Ebene 1) und Paare (Ebene 2).

Bsp.: (5) steht für $x=5$ (in Ebene 1), und (0,4) steht für $x=0, y=4$ (in Ebene 2)

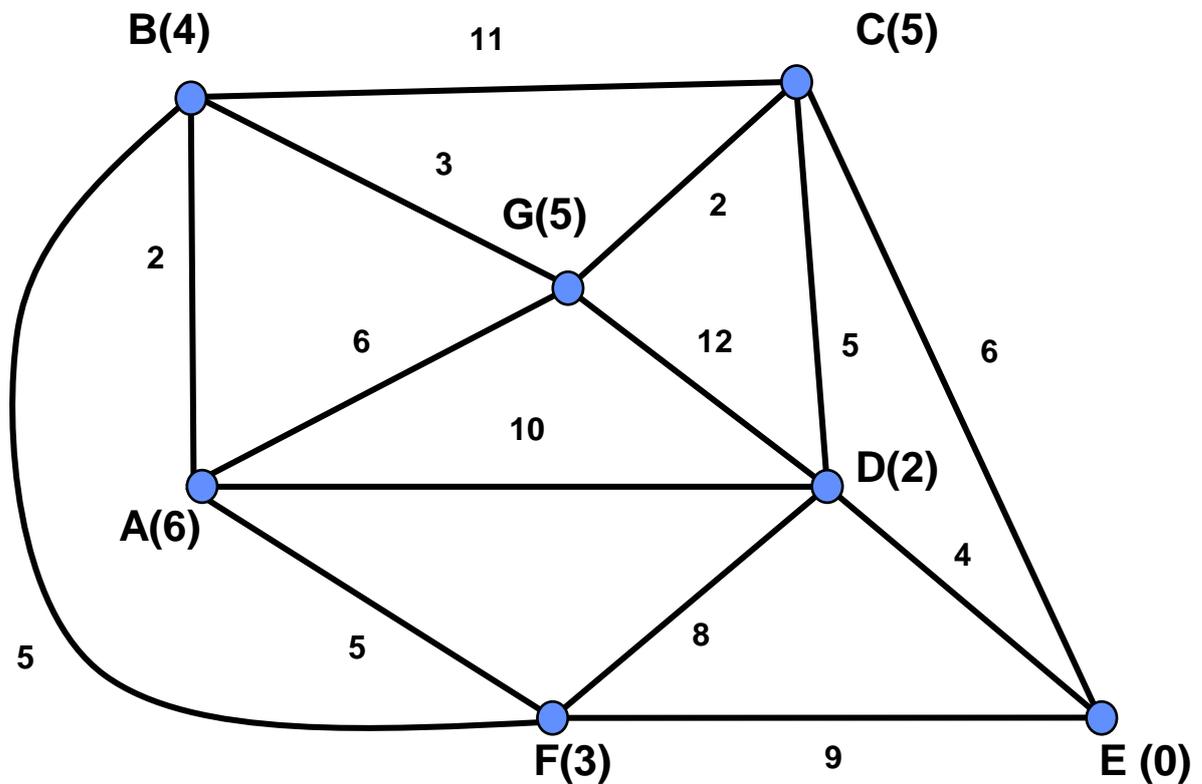
- b) Geben Sie alle gültigen Lösungen der Ebenen 1 und 2 an, welche die Tiefensuche auf dem Weg zur gültigen Lösung von Ebene 3 findet. (2 BE)
- c) Geben Sie alle gültigen Lösungen der Ebenen 1 und 2 an, welche die Breitensuche auf dem Weg zur gültigen Lösung von Ebene 3 findet. (1 BE)
- d) Welches Verfahren ist hier besser? (mit kurzer Begründung) (1 BE)

Aufgabe 4: KI-Algorithmik

(5 BE)

Im folgenden Beispiel entsprechen die Zahlen an den Kanten den Kantenkosten und an den Knoten den Schätzkosten für den Restweg zu E.

- Zeichnen Sie den Suchbaum ein, der durch A* entsteht, wenn der kürzeste Weg von G zu E berechnet wird. Schreiben Sie hinter jeden Knoten die errechnete Weglänge, wenn der kürzeste Weg von G zu diesem schon berechnet wurde bzw. streichen Sie den Namen des Knoten durch, wenn er noch nicht berechnet wurde. (3 BE)
- Verändern Sie mindestens einen Schätzwert so, dass die Schätzfunktion nicht mehr zulässig ist. (Zur Unterscheidung von der Lösung zu a) schreiben Sie ein b) vor die Zahl) (1 BE)
- Verändern Sie unabhängig von b) mindestens einen Schätzwert so, dass die Schätzfunktion immer noch zulässig, aber nicht mehr monoton ist. (Zur Unterscheidung von den Lösungen zu a) und b) schreiben Sie ein c) vor die Zahl) (1 BE)



Aufgabe 5: KI-Algorithmik

(3 BE)

- a) Zu welcher Klasse von Suchstrategien gehört der A*-Algorithmus im Gegensatz zum Algorithmus von Dijkstra? Erklären Sie den Unterschied zwischen diesen beiden Klassen im Allgemeinen. (1 BE)
- b) Welcher Algorithmus benötigt mehr Eingabeparameter? Um welche Art von Parametern handelt es sich? (1 BE)
- c) Wie viel schlechter ist Dijkstra als A* für allgemeine Graphen, wenn das Laufzeitverhalten im schlechtesten Fall betrachtet wird? (1 BE)

Aufgabe 6: Thema: Wissensbasierte Systeme

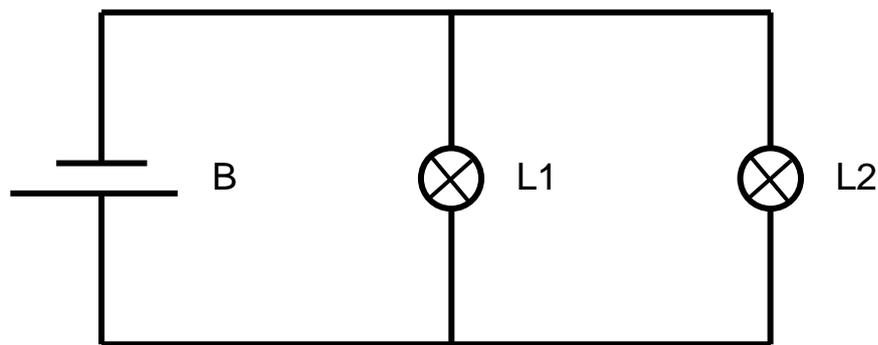
(4 BE)

- a) Erläutern Sie den Unterschied zwischen einem Fehlerbaum und einem Entscheidungsbaum. Welche Struktur kann man aus der anderen im Prinzip automatisch generieren? (2 BE)
- b) Welche Vorteile haben die beiden Bäume? Nennen Sie für jeden Baum jeweils eine Anwendergruppe, die ihn aufgrund dieses Vorteils gerne benutzt. (2 BE)

Aufgabe 7: Thema: Wissensbasierte Systeme

(4 BE)

- a) Aus welchen beiden Wissenstypen setzt sich die Wissensbasis eines jeden modellbasierten Systems zusammen? (1 BE)
- b) Wenn Sie die einzugebenden Wissensbasen eines modellbasierten Systems und eines allgemeinen regelbasierten Systems für dieselbe Anwendung vergleichen, welche Wissensbasis ist im Normalfall größer (besteht aus mehr Regeln)? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 BE)
- c) Begründen Sie anhand des folgenden Beispiels aus einer Batterie, 2 Lampen und Verbindungskabeln, warum es notwendig ist, auch das Fehlverhalten von Komponenten explizit zu modellieren. Sie brauchen keine vollständige Modellierung anzugeben, sondern müssen nur auf die wesentlichen Modellierungsunterschiede (ohne und mit Fehlermodelle) der entscheidenden Komponenten sowie deren Auswirkungen auf den Zusammenhang zwischen Beobachtung und Diagnose eingehen. (2 BE)



Aufgabe 8: Thema: Kandidatengenerierung der modellbasierten Diagnose

(4 BE)

Gegeben sei ein System, in dem jede Komponente nur 2 Verhaltenmodi hat:
Normalverhalten(1) und Fehlerverhalten (2).

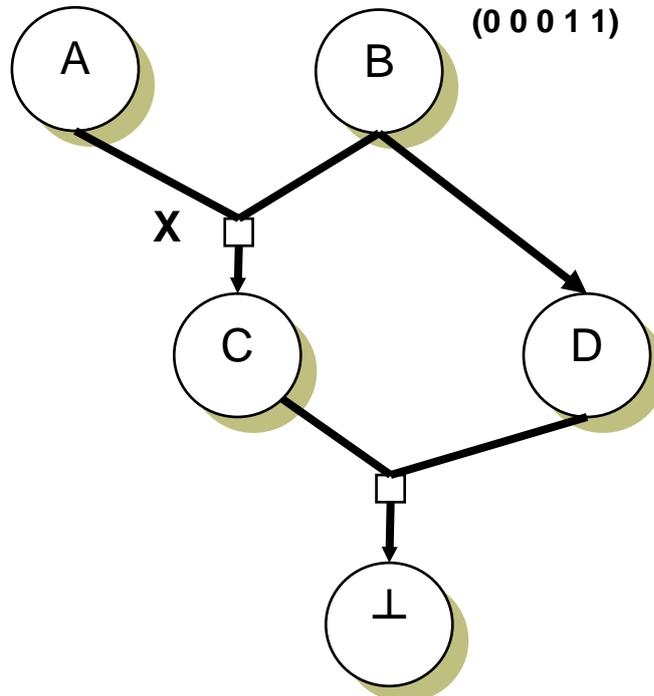
Folgende Konflikte wurden gefunden: (0 0 1 1 2) und (1 2 0 1 0)

- a) Wie viele Komponenten hat dieses System?
- b) Erklären Sie die Bedeutung des Konflikts (0 0 1 1 2) in Worten.
- c) Geben Sie alle präferierten Diagnosen an.
- d) Geben Sie einen Konflikt an, der mindestens eine der Diagnosen aus c) ungültig macht.

Aufgabe 9: Thema: Details zur modellbasierten Diagnose

(5 BE)

Gegeben sei ein ATMS mit den folgenden Elementen:

 $(1\ 3\ 1\ 0\ 0)$ $(2\ 1\ 1\ 0\ 0)$ $(0\ 0\ 0\ 1\ 1)$ 

Die Bedeutung der Zahlenquintupel für die Environments sei wie in der Vorlesung, d.h. wenn an Stelle i ein j steht, dann habe Komponente Nr. i den Verhaltensmodus j , und wenn an Stelle i eine 0 steht, dann wird über Komponente Nr. i keine Aussage gemacht. Keine Komponente kann sich gleichzeitig in zwei verschiedenen Verhaltensmodi befinden.

Die verschiedenen Environments eines Labels gelten disjunktiv, d.h. die Behauptung des Knotens gelte, wenn mindestens eines der Environments wahr ist.

- Erläutern Sie die Bedeutung des Objekts X (gemeint ist das Quadrat)! Welche Bedeutung spielen A, B und C für X? Welcher logische Zusammenhang besteht zwischen A, B und C? (1 BE)
- Berechnen Sie die noch unbekanntenen Labels. Sie können Ihre Antwort in der Skizze oben geben. (2 BE)
- Benennen Sie die Konflikte. (1 BE)
- Die Behauptung D werde beobachtet (d.h. sie gilt als sicher). Benennen Sie alle Auswirkungen auf die vorhandenen Labels: Geben Sie an, für welchen Knoten sich ein Label ändert und geben Sie die Environments des neuen Labels an! Benennen Sie die neuen Konflikte. (1 BE)

Aufgabe 10: Thema: Neuronale Netze

(3 BE)

Erläutern Sie die folgenden Aspekte der Backpropagation mit Gradientenabstieg:

a) Wofür steht der Nabla-Operator? Ist er ein Vektor oder eine Matrix?

Oder hängt dies vom Netz ab?

b) Warum müssen neuronale Netze mit nichtlinearen Funktionen umgehen, wenn Ableitungen berücksichtigt werden? Geben Sie 3 verschiedene Begründungen an.

Aufgabe 11: Thema: Neuronale Netze

(2 BE)

Welchem Zweck dient ein dropout?

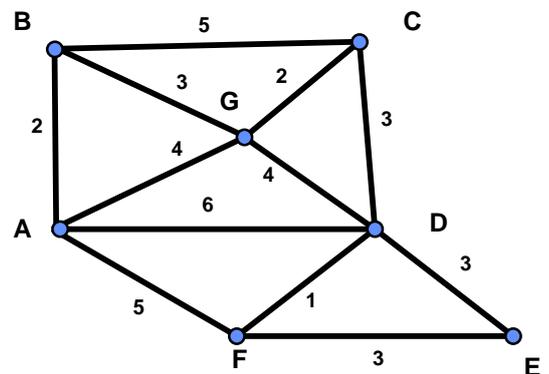
Benennen Sie einen bestimmten Typ von neuronalen Netzen, der dies zum Ziel hat.

Aufgabe 12: Thema: Ameisenalgorithmen

(4 BE)

Gegeben sei das unten dargestellte Verkehrsnetz. Die Kantenummerierungen entsprechen den Fahrzeiten. Es ist die kürzeste Rundreise von A aus zu berechnen. Am Anfang sind alle Pheromonwerte gleich. Es werden mehrere Ameisen über alle Kanten geschickt.

- Ordnen Sie die von A ausgehenden Kanten, die von den künstlichen Ameisen für die Rundreise benutzt werden, nach ihren Wahrscheinlichkeiten **zu Beginn des Verfahrens**.
- Geben Sie an, welche Pheromonwerte der Kanten von A sich erhöht haben, nachdem alle Ameisen einer Kohorte durchgelaufen sind, **bevor** die Verdunstungsphase einsetzt.
- Wovon hängt es ab, wie stark sich die Pheromonwerte erhöhen?
- Wie ändern sich die in b) referenzierten Pheromonwerte in der Verdunstungsphase, wenn die Verdunstungsrate $\rho = 0.2$ beträgt.

**Aufgabe 13:** Thema: Ontologiemanagement

(2 BE)

- Wie erreicht man im Semantic Web, dass ein Begriff weltweit eindeutig definiert ist?
- Erklären Sie, wie man Konzepte in RDF in Beziehung setzen kann.