



Technische Universität Berlin
Fakultät IV - Elektrotechnik und Informatik

Künstliche Intelligenz: Grundlagen und Anwendungen
WS 2014/2015

Albayrak, Fricke (AOT) – Opper, Ruttor (KI)

Schriftlicher Test - Teilklausur 1
13.12.2014

Name, Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Hinweise:

- Überprüfen Sie bitte, ob Sie alle **9** Seiten der Klausur erhalten haben.
- Die letzte Seite 9 ist leer. Sie können Sie für Notizen oder Fortsetzungen von Lösungen verwenden.
- Bitte versehen Sie vor Bearbeitung der Klausur alle Seiten mit Ihrer Matrikelnummer.
- Bitte nicht mit einem roten oder grünen Stift schreiben.
- Bitte keinen Bleistift, Tintenkiller und auch kein Tipp-Ex benutzen.
- Vorder- und Rückseiten der Klausur dürfen verwendet werden.
- Bei Bedarf erhalten Sie weitere weiße Seiten von den Klausurbetreuern.

Dieser Teil ist zur Auswertung bestimmt und soll von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Klausur nicht ausgefüllt werden.

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Summe
18 Punkte	10 Punkte	25 Punkte	25 Punkte	22 Punkte	100

Aufgabe 1 – Suchproblemrepräsentation**(18 Punkte)**

Eine Schwimmstaffel besteht aus 4 verschiedenen Schwimmern, jeweils einer für jede Disziplin ("Lage"). Die Tabelle zeigt die Bestzeiten von 5 Kandidaten für die einzelnen Lagen. Ihre Aufgabe ist es, aus diesen Kandidaten die schnellste Schwimmstaffel zusammen zu stellen.

Kandidat Disziplin	A	B	C	D	E
Rücken	32,5	27	28,5	32	30,5
Brust	38	27,5	37	29,5	36,5
Schmetterling	27,5	23	33,5	24,5	28
Kraul	23,5	21	24	23	25

- a) (12 Punkte)
Repräsentieren Sie dieses Problem als Suchproblem. Wählen Sie eine möglichst formale Notation.

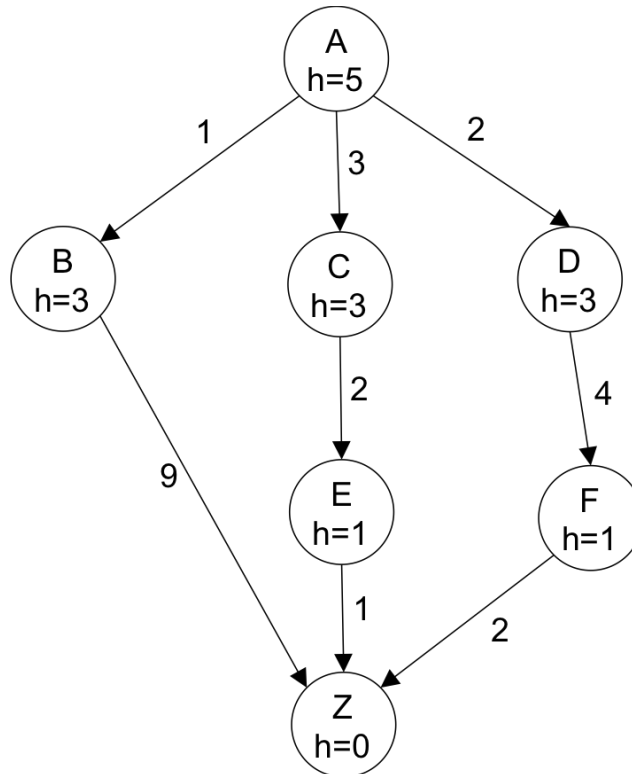
(Fortsetzung Aufgabe 1 a)

b) (3 Punkte)
Charakterisieren Sie den (zyklenfreien) Suchbaum hinsichtlich Verzweigungsgrad und Tiefe. Geben Sie exakte Zahlen an oder – wenn dies nicht einfach möglich ist – einen begründeten Schätzwert.

c) (3 Punkte)
Welchen Suchbaumalgorithmus würden Sie einsetzen? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

Aufgabe 2 – Suchbaumverfahren**(10 Punkte)**

Betrachten Sie folgenden gerichteten Graphen. Gesucht ist ein Weg von A nach Z. An den Kanten stehen die Aktionskosten, in den Knoten sind die heuristischen Werte notiert. Tie-Breaks werden aufsteigend in lexikographischer Reihenfolge aufgelöst (A vor B vor C...).



- Welche Pfade liegen auf dem Stack, nachdem Tiefensuche eine Lösung gefunden hat?
- Welche Pfade hat A* bereits untersucht (expandiert), wenn der Pfad mit E ganz vorn in der sortierten Liste liegt? Geben Sie auch die f-Werte an.
- Welche Pfade liegen in der sortierten Liste, nachdem A* eine Lösung gefunden hat? Geben Sie auch die f-Werte an.

Aufgabe 3 – Constraints**(25 Punkte)**

Konstruieren Sie ein unlösbares Constraint Satisfaction Problem mit nicht leeren Domains und folgenden Eigenschaften:

- (1) Das konsistente Belegen einer Variable mit anschließendem Forward Checking ist möglich,
- (2) das Belegen der "Most Constrained Variable" mit anschließendem Forward Checking führt jedoch zum sofortigen Scheitern.

a) (12 Punkte)

Notieren Sie hier das CSP. Sie dürfen es formal definieren oder den Constraintgraphen zeichnen. In jedem Fall müssen Variablen, Constraints und Domains kenntlich sein.

b) Ist Ihr CSP aus Aufgabe 3a) 2-konsistent? Begründen Sie kurz. (5 Punkte)

c) (8 Punkte)

Beschreiben Sie die Effekte der Forward Checking Propagierung beim Belegen einer Variable in Fall (1) und in Fall (2).

Aufgabe 4 – Maschinelles Beweisen**(25 Punkte)**

In einer Welt stapelbarer Blöcke und füllbarer Kisten mit

$\{ A, B, K, T \}$: Konstanten (Blöcke A, B , Kiste K , Tisch T);

$\{ x, y, z \}$: Variablen

definiert (4) einen Zustand, in dem A und K auf dem Tisch liegen und B in K liegt; und definieren die Regeln (1) bis (3) die transitive "über"-Relation.

$$(1) \forall x, y \text{ auf}(x, y) \Rightarrow \text{über}(x, y)$$

$$(2) \forall x, y, z \text{ in}(x, y) \wedge \text{über}(y, z) \Rightarrow \text{über}(x, z)$$

$$(3) \forall x, y, z \text{ über}(x, y) \wedge \text{über}(y, z) \Rightarrow \text{über}(x, z)$$

$$(4) \text{auf}(A, T) \wedge \text{auf}(K, T) \wedge \text{in}(B, K)$$

a) Beweisen Sie $\text{über}(B, T)$ mittels Resolution.

(15 Punkte)

Tipp: Nutzen Sie Abkürzungen a für auf ; i für in ; \ddot{u} für über , um Schreibarbeit zu sparen

(Fortsetzung Aufgabe 4)

Mit Forward Chaining (FC) oder Backward Chaining (BC) ließe sich der Beweis von $\text{über}(B, T)$ ebenfalls durchführen. Der Aufwand des Beweises lässt sich messen durch:

- die Zahl der generierten Fakten beim FC,
- die Zahl der generierten Subziele (der erzeugten Knoten im Beweisbaum) beim BC.

b) (5 Punkte)

Finden Sie eine definite Hornregel, die den FC-Beweis von $\text{über}(B, T)$ aufwändiger macht, aber keine negative Auswirkung auf BC hat. Begründen Sie kurz, warum der FC-Aufwand steigt, der BC-Aufwand hingegen gleich groß bleibt.

c) (5 Punkte)

Finden Sie eine definite Hornregel, die den BC-Beweis von $\text{über}(B, T)$ aufwändiger macht, aber keine negative Auswirkung auf FC hat. Begründen Sie kurz, warum der BC-Aufwand steigt, der FC-Aufwand hingegen gleich groß bleibt.

Aufgabe 5 – Partial-Order Planning**(20 Punkte)**

Betrachten Sie folgendes aussagenlogisches Planungsproblem ohne Variablen mit 4 Operatoren o , p , q , r , Startzustand S_0 und Ziel S_Z . Die PRE von r ist leer, ebenso die DEL von p und r :

ACT o

PRE: A, B

ADD: X

DEL: A

ACT p

PRE: C, D, F

ADD: Z

DEL:

ACT q

PRE: C

ADD: Y, W

DEL: C

ACT r

PRE:

ADD: F

DEL:

 $S_0 = \{A, B, C, D, E\}$ $S_Z = \{Y, Z\}$

a) Zeichnen Sie den Partial-Order Plan.

(16 Punkte)

b)

(6 Punkte)

Was geschieht, wenn der Operator r durch folgenden Operator r' ersetzt wird?ACT r'

PRE: C, D

ADD: F

DEL: C

(Leere Seite für Fortsetzungen von Aufgabenlösungen)