

# Künstliche Intelligenz I

Klausur 28.08.2009 (10:30 – 12:00)

## Aufgabe 1 (5p)

Übersetzen Sie die folgenden Sätze in Prädikatenlogik erster Stufe:

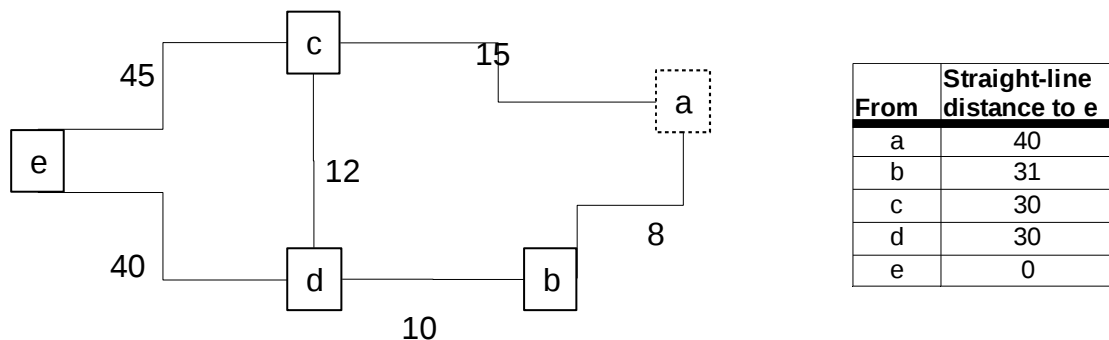
- (a) Johan fährt ein Fahrrad
- (b) Alle Radfahrer schützen die Umwelt
- (c) Kein Umweltschützer lässt Müll auf den Boden fallen
- (d) Alle leeren Bierflaschen sind Müll
- (e) Entweder Johan oder Eva haben eine leere Bierflasche auf den Boden fallengelassen

## Aufgabe 2 (10p)

Betrachten Sie den untenstehenden Graph. Finden Sie mit Hilfe des A\* Algorithmus den kürzesten Pfad von **a** nach **e**.

Benutzen Sie dafür die Luftlinie-Distanz (Straight-line distance) als Einschätzung der Kosten zum Ziel und die an den Kanten angegebenen Kosten als reale Kosten.

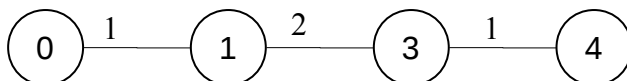
Zeichnen Sie den Suchbaum, der die A\* Suche darstellt und nummerieren dessen Knoten mit der Reihenfolge, in der der Algorithmus die Knoten besucht (d.h. die Kinder des Knoten auflisten).



## Aufgabe 3 (20p)

Das einfache Spiel **Vier** wird von zwei Spielern gespielt. Der erste Spieler beginnt indem er eine Nummer aus  $\mathbf{N}=\{1, 2, 3\}$  wählt. Der zweite Spieler wählt dann ebenfalls eine Nummer aus  $\mathbf{N}$ , die unterschiedlich zu der Nummer des ersten Spielers sein muss. Die Summe von allen bisher ausgewählten Nummern wird nach jeder Nummerauswahl berechnet. Das Spiel geht solange weiter bis die Summe 4 oder höher als 4 wird. Der Spieler, der die Summe von genau 4 erzielt gewinnt. Wenn ein Spieler eine Summe höher als 4 erzielt verliert er.

Unten sehen Sie ein Beispiel vom Spiel **Vier**, in dem der erste Spieler gewinnt. Die Summen werden in den Knoten gezeigt, die ausgewählten Nummern auf den Kanten.



- (a) Was für eine Art Spiel ist das? (2p)

- i. Perfekte ODER unperfekte Information?
- ii. Deterministisch ODER Chance?
- (b) Schreiben Sie alle möglichen Spielzustände auf und erklären Sie kurz die Notation, die Sie anwenden. (2p)
- (c) Welcher Zustand ist der Initialzustand und welche Zustände sind die Terminalzustände? (2p)
- (d) Schreiben Sie alle möglichen Aktionen auf, die ein Spieler auswählen kann und erklären Sie kurz die Notation, die Sie anwenden. (2p)
- (e) Definieren Sie (in Worten) eine Nutzenfunktion (utility function) für die Terminalzustände. (2p)
- (f) Zeichnen Sie mit Hilfe Ihrer Notationen aus den vorangegangenen Teilaufgaben den Entscheidungsbaum für den ersten Spieler im Initialzustand. Benutzen Sie dafür den  $\alpha$ - $\beta$  Algorithmus (minimax mit  $\alpha$ - $\beta$  Verfahren). (10p)

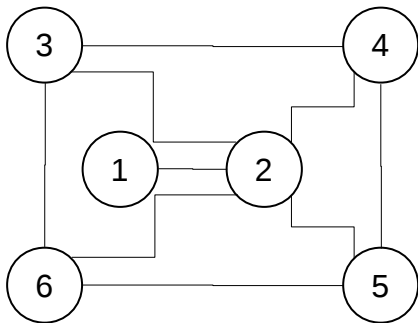
### Aufgabe 4 (10p)

Betrachten Sie den unten stehenden Graph. Färben Sie die Knoten mit den Farben Blau, Grün und Rot, sodass zwei Nachbar-Knoten unterschiedliche Farben haben.

Benutzen Sie dafür die Backtracking Suchmethode mit den folgenden Heuristiken:

- (a) Für die Auswahl von Variablen (Knoten): Degree Heuristics und Minimum Remaining Values Heuristics. Die Minimum Remaining Values Heuristics soll nur angewandt werden, wenn die Degree Heuristics Variablen nicht unterscheiden kann.
- (b) Für die Auswahl von Werten (Farben): Least Constraining Values Heuristics

Zeichnen Sie den Suchbaum: Auf jeder Kante des Baums notieren Sie die ausgewählte Variable (den Namen des Knotens) und den Wert (die ausgewählte Farbe).



### Aufgabe 5 (10p)

Definieren Sie in Prolog ein Prädikat **power(X, N, V)**, welches  $X^N$  berechnet.  $X$  und  $N$  sind natürliche Zahlen, in der Variable  $V$  wird das Resultat  $X^N$  gespeichert.

?- power(2,3,V).  
V = 8

?- power(3,2,V).  
V = 9

?- power(X,3,125).  
X = 5

### Aufgabe 6 (10p)

Schreiben Sie ein Prolog Prädikat **cardProduct(X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub>)**, das erfüllt ist, wenn die Liste Z<sub>s</sub> das Kreuzprodukt der Elemente der Listen X<sub>s</sub> und Y<sub>s</sub> enthält.

?- cardProduct([1, 2, 3], [4, 5], Z<sub>s</sub>).

$Z_s = [(1, 4), (1, 5), (2, 4), (2, 5), (3, 4), (3, 5)]$

### Aufgabe 7 (15p)

Implementieren Sie ein Prolog Prädikat **diff**( $X_s, Y_s, Z_s$ ), das erfüllt ist, wenn die Liste  $Z_s$  die Elemente aus der Liste  $X_s$  enthält, die nicht in der Liste  $Y_s$  vorkommen.

?- diff([1, 2, 3, 4], [5, 6, 4, 2],  $Z_s$ ).

$Z_s = [1, 3]$

### Aufgabe 8 (10p)

Implementieren Sie ein Prolog Prädikat **factorial** ( $N, F$ ), das erfüllt ist, wenn  $F=N!$ .

?- factorial(3,F).

F = 6

(F = 1 x 2 x 3)

?- factorial(5,F).

F = 120

(F = 1 x 2 x 3 x 4 x 5)