

Artificial Intelligence

Örebro University,

DT2016, 0100

DT2022, 0440

First Exam

Date: January, 13th 2014

Teacher: Franziska Klügl (Tel. 3925 and 070-6689179)

Allowed Aids: Calculator and/or Swedish/English Dictionary

Grading:

DT2016: 20 points are required for degree 3, 30 points for degree 4 and 35 points for degree 5.

DT2022: 20 points are required for degree G, 32.5 points required for degree VG.

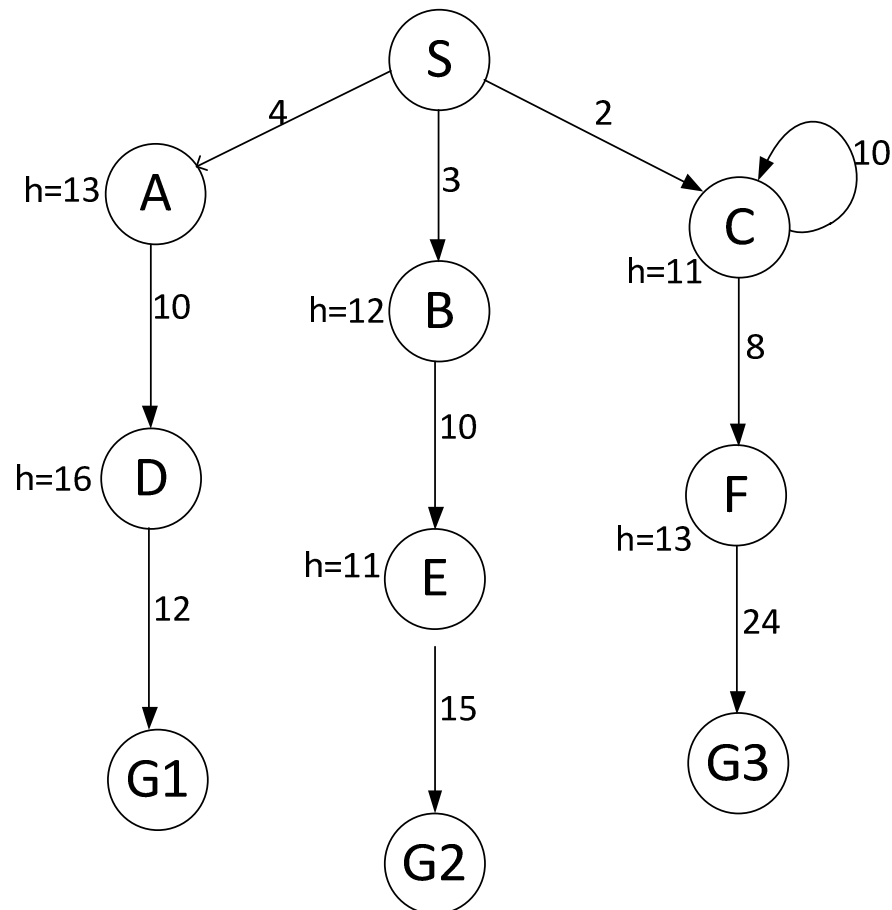
Remarks:

- Read the task descriptions carefully and do not forget to answer **all** questions.
- You may answer in Swedish or English.
- Use a new sheet for the solution of each task.
- Motivate and justify all your answers in sufficient detail.
Never answer with just one word, but argue and explain. This helps the examiner to understand your reasoning and evaluate your work.

Task 1: Search

In the following search graph (tree) there are three solutions G1, G2 and G3. Assume that the search ends when the first solution is found. The tree contains also information on costs on each edge and heuristics on costs to the goal state.

(I det följande sökning graf (träd) finns tre lösningar G1, G2 och G3. Antag att sökningen slutar när den första lösningen hittas.) Trädet innehåller också information om kostnader och heuristiken som förutsäger framtida kostnader till lösning).



a) **6 Points**

Search the tree starting from S using

Breadth-First Search

Iterative Deepening

A*

Ignore information that you do not need for the particular search algorithm. Precisely give the contents of the open/frontier list and – if applicable also the contents of the closed/explored list. Do all three find the optimal solution, that means the solution with the lowest costs?

(Sök i trädet börjar från S: Använda
Bredd-först sökning
Iterativ Fördjupning
A *

Ignorera information som du inte behöver för sökalgoritmer. Precist ge innehållet på listan med
Open/Frontier noderna och - om tillämpligt även innehållet på det Closed/Explored listan.

Hittade alla tre den optimala lösningen, det betyder lösningen med det lägsta kostnader?)

b) **2 Points**

Practical usefulness of A* search is highly depending on the used heuristic. Consider the following problem: an agent must move from a start position at A1 to a destination position at D6.

(Praktisk nytta av A* sökning är starkt beroende av den använda heuristisk. Betrakta följande problem: en agent måste gå från ett startläge på A1 till en destination position vid D6.)

Start	1	2	3	4	5	6
A	4	4	4	3	2	1
B	3	3	3	3	2	1
C	2	2	2	2	2	1
D	1	1	1	1	1	0 Goal

Every entry in a cell corresponds to the heuristic describing an estimation of the costs from the cell to the goal. Every move to a neighbor cell (no diagonals) costs 1 unit.

(Varje uppgift i en cell motsvarar den heuristiska värde som beskriver ett estimat av kostnaderna från cellen till målet. Varje rörelse till en granncell (inga diagonaler) kostar 1 enhet.)

Does this describe an admissible heuristic? Justify your answer (**1 point**)

(Beskriver detta ett tillåtet heuristisk? Motivera ditt svar)

Which are the first **three** nodes to expand? (**1 point**)

(Vilka är de tre första noderna för att expandera?)

Task 2: Constraint Satisfaction Problem

Many mathematical puzzles are constraint satisfaction problems. One prominent example are Sudoku's. On a grid of 9 to 9 cells, the number $\{1,2,\dots,9\}$ have to be positioned in a way that no number occurs twice in a row, in a column and in a 3×3 subfield. Usually some numbers are set before.

(Många matematiska pussel är constraint satisfaction problem. Ett bra exempel är Sudoku. På ett rutnät av 9×9 celler, siffrorna $\{1,2,\dots,9\}$ måste vara placerade på ett sätt att inget nummer förekommer två gånger i rad, i en kolumn och i en 3×3 delfält. Några siffror anges innan.)

We consider here a simplified version with number $\{1,2,3,4\}$ and a 4×4 grid. No number shall occur twice in a row or in a column or in one of the four 2×2 sub grids. The following assignments describe the start state:

(Vi anser här en förenklad version med siffrorna $\{1,2,3,4\}$ och en 4×4 nät. Inget nummer får förekomma två gånger i rad eller i en kolumn eller i någon av de fyra 2×2 delfält. Följande beskriver start:)

	2		
		1	
	3	2	
			3

- a) Write down the problem as a constraint satisfaction problem. What are the variables and what are their domains; how to formulate the constraints (**2 Points**)

(Skriv ner problemet som ett constraint satisfaction problem. Vilka är de variabler och vilka är deras domäner, hur man formulerar de constraints?)

- b) Solve the constraint satisfaction problem clearly showing how and why the domain entries change when you perform forward checking (**4 Points**, only 1 point will be given for the actual solution, the others for the process)

(Lös constraint satisfaction problemet tydligt visar hur och varför värdena av domänen ändras när du utför forward checking etc. (4 poäng, endast 1 poäng ges för den aktuella lösningen, de andra för lösningsprocessen)

Task 3: Problem Modeling and Planning

Imagine, you have to construct a robot that helps elderly people to cross a street. It stands with them on the road side, decides when there is a sufficiently large gap between cars and basically carries the elderly person over.

(Tänk att du måste bygga en robot som hjälper äldre människor att gå över en gata. Den står med dem på vägsida, bestämmer när det finns en tillräckligt stor lucka mellan bilarna och i princip "bär" äldre person över.)

- a) **(3 Points)** Describe the problem scenario using the PEAS criteria (P=Performance Measure, E=Environment, A= Actions, S= Sensors). What are the properties of the environment?
(Beskriv problemet genom att använda den PEAS kriterier (P = resultatmått, E = Miljö, A = Actions, S = Sensorer). Vilka är egenskaperna kan du identifiera för miljön?)
- b) **(3 Points)** Formulate **one** of the actions that a pedestrian needs to do when crossing a street?
*(Formulera **en** av de aktioner som en fotgängare behöver göra när de gå över en gata?)*
- c) **(1 points)** Shortly describe how progression planning (forward) and regression planning (backward) work?
(Kort beskriva hur progression planering (framåt) och regression planering (bakåt) arbete?)
- d) **(1 points)** What is a partial order plan? Why an agent/system developer would prefer partial order plan?
(Vad är en partial order plan ? Varför en agent / systemutvecklare föredrar detta?)

Task 4: Knowledge Representation

a) Unification (2+2 Points)

- Give the most general unifier for the following pairs of expressions (variables are with small letters, atoms and predicates with big)

(Ge den mest generella Unifier för följande par av uttryck (variabler börja med små bokstäver, atomer och predikat med stora))

1	misses(x, key(B))	misses(A, y)
2	misses(x, x)	misses(y, key(A))
3	misses(A, x)	misses(x, key(A))
4	misses(friend(A), key(B))	Misses(x, key(x))

- Explain why unification is needed for reasoning with predicate logic? Shortly explain how it works.

(Förklara varför Unification behövs för resonemang med predikatlogik? Kort förklara hur det fungerar.

b) Predicate Logic (1+1 Points)

- Translate the following statement into natural language

(Översätt följande formel till naturligt språk)

$$\exists x \text{ bakery}(x) \wedge \forall y \text{ costumer}(y) \Rightarrow \text{likes}(x, y)$$

- Formulate in predicate logic (Formulera i predikatlogik):

Every key will eventually be lost forever

using predicates and constants such as: key(x), now, before(T1,T2), lost(S,T)

(använda predikater eller konstanter som key(x), now, before(T1,T2), lost(S,T))

c) **4 points**

Given is the following knowledge base (*Givet är följande knowledge base*)

Bob likes any course that is easy or fun

Every department has at least one easy course

No courses are fun

Use Resolution to answer the question: What courses would Bob take?

Hereby assume that Bob only takes courses that he likes.

(Antar att Bob tar bara kurserna som han gillar)

The sentences can be translated into the following predicate logic expressions

(Följande är en direkt översättning av det knowledge base i predikatlogik)

$\forall x: (\text{Fun}(x) \vee \text{Easy}(x)) \rightarrow \text{Likes}(x)$

$\forall y \exists x \text{ Easy}(x)$

$\forall y \neg \text{Fun}(y)$

Translate the knowledge base to CNF, add the question whether there are courses that bob likes and keep track of the unification results during resolution.

(Transformera knowledge bases till CNF, lägga till frågan om det finns kurser som Bob gillar och hålla koll på vilken variabler och funktioner måste bli samma under lösning.)

Task 5: Decision Tree Learning

a.) 3 Points

Explain the basic idea of the ID3 Algorithm.

(Förklara den grundläggande idén om ID3 algoritmen.)

b.) 5 Points

Develop a decision tree for deciding about which food is healthy or not. There are three attributes: the content of fat, vitamins and sugar. You have the following set of examples given – use them for calculating a decision tree with the ID3 algorithm. Explain the different steps including formulas.

If you do not have a calculator that can calculate log to the base of 2, you will find a table of relevant values below. There is no need to work with precise numbers, but you should justify your estimations explicitly by writing down the different steps of your calculation.

(Utveckla ett Decision Tree för att besluta om vilken mat är hälsosam. Det finns tre attribut: fett, vitaminer och socker. Du har följande givna exempel - använd dem alla för att beräkna ett Decision Tree med ID3-algoritmen. Förklara de olika stegen.

Om du inte har en räknare som kan beräkna \log_2 , hittar du en tabell med relevanta värden. Om du är tillräckligt motivera dina tankar, också en version utan exakta siffror är acceptabelt.)

Name	Fat	Vitamine	Sugar	Healthy
Apple	Zero	High	Low	Yes
Grapes	Zero	High	Medium	Yes
Chocolate	Medium	Low	High	No
Potato	Low	Low	Low	No
Steak	High	Low	Zero	No
Milk	Low	Medium	Low	Yes
Chips	High	Zero	Low	No
Water	Zero	Zero	Zero	Yes

Relevant values for the logarithm to the base of 2:

(Relevanta värdena för logarithm med bas 2)

x	$\log_2(x)$
0	Undefined
0,25	-2
0,5	-1
0,75	-0,415
1	0