

ENGLISH (Oppgaver på bokmål starter på side 8, og nynorsk på side 15)

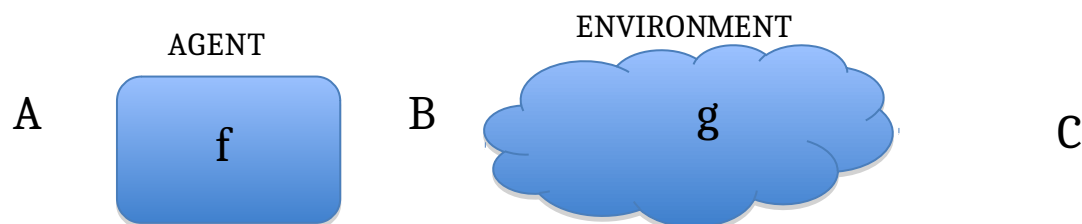
All problems have equal weight, i.e., 10 points.

Problem 1

Answer the following sentences with True or False. A is a special case where you should choose between *a* and *b*. For some of the sentences you are explicitly asked to explain your answer.

- A. Which one of these does a rule-based agent system (like the one on a classical expert system) have in its *agent function*? a) contention scheduling algorithm b) conflict resolution algorithm? Answer with *a* or *b*. (ANSWER: b)
- B. In a rule based system, when there are more than one rules that match the current situation and when the agent wants to explore a new/different (than the one in focus last time) hypothesis, the agent prefers the rule that has in its left side (of the $a \leftrightarrow b$) elements that are most recently updated in the working memory of the agent. Is this statement True or False? If false, describe why – very briefly. (ANSWER: F)
- C. The first phase of GraphPlan can be used as a heuristic function for forward search in the following way: Given a state *s* and goal *g*, run the graph-construction phases of GraphPlan until all the components are present and not mutex in the last layer. Let *n* be the number of action layers in the graph. We can let *n* be the heuristic value for *s*. This an admissible heuristic. True or false? (ANSWER: True, because it is an underestimate of it)
- D. Density is an extrinsic property of olive oil. True or false? (ANSWER: F)
- E. Frame-based representation is mainly a declarative representation. True or false? (Answer: T)
- F. Spreading activation and inheritance are main mechanisms of inference in rule-based systems. True or False? (ANSWER: F)
- G. Turing test measures the utility of an agent. True or false? (ANSWER: F)
- H. In a rule based system, backward chaining works best when the rules have complex consequent structures. True or False? (ANSWER: F)
- I. N-gram character model is a natural language model. True or False? (ANSWER: T)
- J. *Sufficient* and *necessary* conditions are inference rules for sound reasoning. True or False? (ANSWER: F)

Problem 2



The above figure illustrates an agent system. The two main components (depicted as a square and a cloud shape respectively in the figure) are the agent and the environment modules.

- A. In the agent terminology what is the generic/abstract names of each of A, B and C in the figure? (ANSWER: A is (perceived) current state of envir., B: action, C: envir state after execution of B.
- B. What is the *f* and the *g* function called in the agent terminology? What role does each play in an agent system? (ANSWER: f: agent function, action selection fn, g: state transformer fn of the environment)
- C. Is there a relationship between A and C? Explain your answer – very briefly. (ANS: A is perception of C, but to simplify, it is often assumed to be equal, i.e, as if the perception is perfect)
- D. Assume now that the “AGENT” in the system is purely reactive.
 - a. Draw a figure illustrating how the agent makes its decisions, i.e., illustrate what it takes into consideration and what type of decision(s) it takes?
 - b. Can a purely reactive agent predict the consequences of its action in the environment? If the answers is “yes”, explain how, and if it is “no” explain why not. (ANSWER: No. For prediction, a model of world is needed but purely RA does not have that model)
- E. Assume now that the agent is a goal-based agent and its current task is to achieve a certain goal in the block world ENVIRONMENT . For example, ON(X,Y); move (X,Table) etc, .
 - a. Draw a figure illustrating how the agent makes its decisions, i.e., what it takes into consideration and how it does deliberate (think)?.
 - b. Can a goal-based agent predict the consequences of its action in the environment? If the answers is “yes”, explain how, and if it is “no” explain why not. (ANSWER: yes ++)

Problem 3

Choose suitable predicates and translate the following sentences into first order predicate logic:

- A. Cats are animals.

$$\forall x (Cat(x) \Rightarrow Animal(x))$$
- B. Pusur is a cat.

$$Cat(Pusur)$$
- C. Every dog owner is an animal lover.

$$\forall x (Exists-y (dog(y) \wedge Owner(x, y)) \Rightarrow Animal-lover(x))$$
- D. No animal lover kills an animal.

$$\forall x \forall y (Animal-lover(x) \wedge Animal(y) \Rightarrow \neg Kills(x, y))$$

 Alt:
$$\forall y \neg Exists-x (AnimalLover(x) \wedge Animal(y) \wedge Kills(x, y))$$
- E. Either Ole or Pusur kills Fido

$$Kills(Ole, Fido) \vee Kills(Pusur, Fido)$$

- F. All soccer players either play with Rosenborg, or they are world-class players, or both.

$$\forall x(\text{Soccer-player}(x) \Rightarrow \text{Rosenborg-player}(x) \vee \text{World-class-player}(x))$$

- G. All soccer players either play with Rosenborg, or they are world-class players, but not both.

$$\forall x(\text{Soccer-player}(x) \Rightarrow (\text{Rosenborg-player}(x) \vee \text{World-class-player}(x)) \wedge \neg (\text{Rosenborg-player}(x) \wedge \text{World-class-player}(x)))$$

Problem 4

Given a set of logical sentences and a set of models for which sentences can be true or false.

- A. What does it mean that a sentence is 'valid'?

Setningen er sann i alle modeller (tolkninger)

- B. What does it mean that a sentence is 'satisfiable'?

Setningen er sann i minst én modell (tolkning)

- C. Determine, for example by using a truth table, whether the following sentence is 'satisfiable':

$$(A \Leftrightarrow B) \wedge (\neg A \vee B)$$

Justify your answer.

A	B	$A \Leftrightarrow B$	$\neg A \vee B$	$(A \Leftrightarrow B) \wedge (\neg A \vee B)$
T	T	T	T	T
T	F	F	F	F
F	T	F	T	F
F	F	T	T	T

Første og siste linje viser at setningen er sann i minst én modell: \Rightarrow Satisfiable

- D. What does it mean that an inference rule is 'sound'?

Sunn vil si sannhetsbevarende. Gitt sanne premisser er konklusjonen alltid sann.

- E. Prove whether the following inference rule is sound or not:

$$\frac{P \Rightarrow Q, Q}{P}$$

P	Q	$P \Rightarrow Q$
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	T

Tredje linje viser at både Q og $P \Rightarrow Q$ er sann mens P er falsk. \Rightarrow Ikke sunn.

Problem 5

A. What is a state space? List the most important components of a state space, and describe the role of each component.

i. *Initial state, possible actions, transition model*

B. Explain the meaning of the following two concepts:

- Heuristic

- *regler/kunnskap for å velge de veier i et tilstandsrom som har best sjanse for å føre til en brukbar løsning*

- Heuristic search

- *søkemetode som bruker kunnskap/heuristikker for å søke i tilstandsrom*
 - *informert søk*

C. Given the evaluation function for heuristic search in the form $f(n) = g(n) + h(n)$.

What do the terms mean?

$g(n)$ er reell avstand fra startnoden, $h(n)$ er estimert avstand til målnoden.

$f^(n) = g^*(n) + h^*(n)$, der $h^*(n)$ er reell kostnad fra aktuell node til tilmålnoden.*

D. Define the A* algorithm

A er algoritmen der $h(n)$ velges lik eller mindre enn $h^*(n)$. Traveling salesperson-problemet, med $h(n)$ lik luftlinjeavstanden til målnoden, er et godt eksempel.*

Problem 6

A. True or False?: Greedy Best-First search using the heuristic $h(n) = 0$ for all states n , is guaranteed to find an optimal solution.

Usant (since all nodes will have $f(n)=0$, result will in general depend on how ties are broken)

B. True or False?: If h_1 and h_2 are both admissible heuristics, it is always preferable to use the heuristic $h_3(n) = \max(h_1(n), h_2(n))$ over the heuristic $h_4(n) = \min(h_1(n), h_2(n))$.

Sant

C. True or False?: If h_1 is an admissible heuristic and h_2 is not an admissible heuristic, $(h_1 + h_2)/2$ must be an admissible heuristic.

Usant

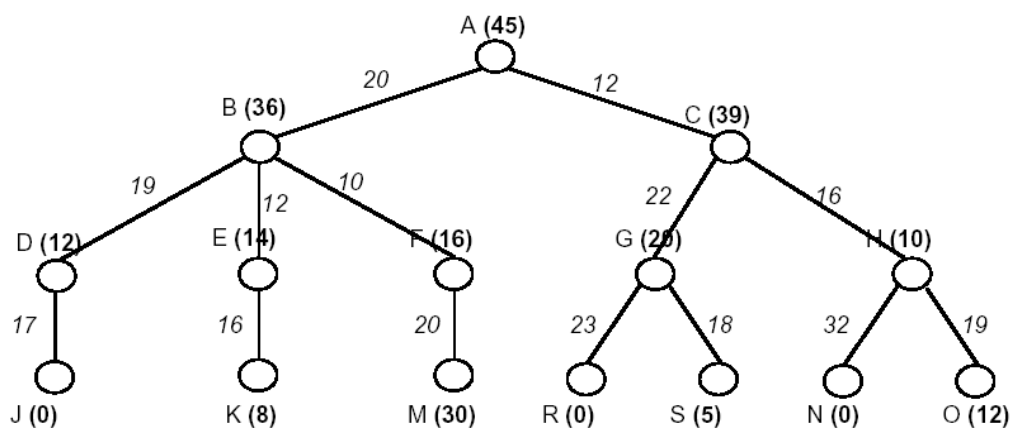
D. Greedy Best-First search using $h(n) = -\text{depth}(n)$ corresponds to which search method?

- E. Say we have a search space that has a large branching factor at most nodes, there may be infinitely long paths in the search space, we have no heuristic function, and all arcs have cost 1. What search method would be good to use in this situation and why?

Depth-First Iterative Deepening because it is space efficient like DFS but also guarantees finding a solution even when there may be infinitely long paths.

Problem 7

A search tree is shown below. Node A is the initial state and the nodes J, R, og N are goal states. Each node is marked (in parenthesis behind the letter) with a number corresponding to the value of the heuristic evaluation function for that node. For example: G(20).



For each of the following search strategies A and B,

- list the nodes in the order that they get expanded
- list the nodes along the final path between the initial state and the goal state:

A. Hill climbing

$A(45), B(36), D(12), J(0)$
 $\rightarrow A B D J$

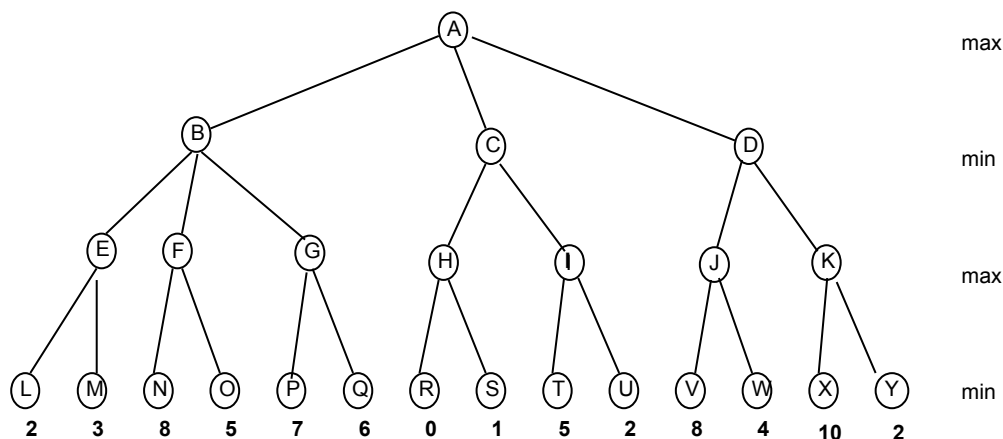
B. A* search

$A(45)$
 $C(51) B(56)$
 $H(38) G(54) B(56)$
 $G(54) B(56) O(59) N(60)$
 $B(56) R(57) S(57) O(59) N(60)$

E(46) F(46) D(51) R(57) S(57) O(59) N(60)
F(46) D(51) K(56) R(57) S(57) O(59) N(60)
D(51) J(56) K(56) R(57) S(57) O(59) N(60) J(56)
 -> A B D J

Problem 8

Given the game tree below, in which the evaluation function values are given for the leaf nodes. Assume an alpha-beta search strategy, left to right.



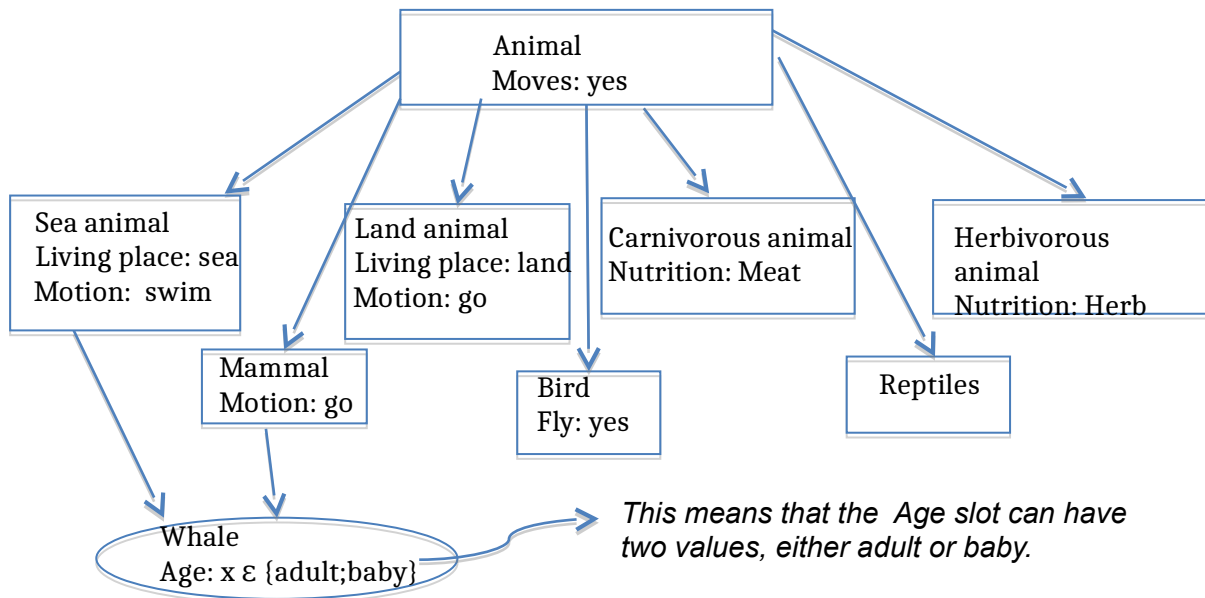
Which nodes will not be expanded? Which move will max choose in state A?

Answer: O, Q, I, T&U, Y pruned. Max chooses D(=8)

Problem 9

- What does a partition of a category mean? Give an example. (ANSWER: disjoint, exhaustive)
- Does the **animal** category in the figure below have a partition? If so, write it down; write all partitions of **animal** if there are more than one. (ANSWER: sea animal and land animal is a partition, carniv, herbiv is another one. Maybe mammal, bird, reptile is another one. It is not necessary to find absolutely all partition. What is important is to show that the student knows the difference between a subcategory/subclass and a partition)
- We want the system to be able to answer the question "How many kg does a particular whale (i.e., my-whale) eat each day?". How would you update the knowledge base of the agent in order for it to give the correct answer to such a question? In your solution, the system shall have the knowledge that baby whales eat 5 kg food each day while adult whales eat 20 kg. A constraint is that the new knowledge base shall NOT have two additional frames for "baby whale" and "adult

whale". ". (ANSWER: add a new, instance frame myWhale under whale. Its age: baby. Another whale instance can be yourWhale, where age slot has value: adult. Then the Whale frame must have an Eats slot of which value is a procedural attachment. Stg like this: If age=baby then eats= 5 kl else eats=20 kg.. Bottomline: to show that a slot value can be procedural attachment/function/code.



Problem 10

This problem is about planning and consists of two independent questions (A and B).

- A. Suppose you are implementing a planning mechanism for the block-world applications. **Result** is a function which, given action **a** and environmental state **s**, computes the state of the environment after execution of **a**. Assume you have the following two alternatives to define **Result**:

$$\text{Result1}(s, a) = ([s \cup [\text{Add}(a)] - \text{Del}(a)])$$

$$\text{Result2}(s, a) = ([s \cup \text{Del}(a)] - \text{Add}(a))$$

where **Del** and **Add** correspond to what becomes True and False, respectively, as the result of action **a**.

Would a choice between adopting Result1 or Result2 make a difference on the planning result? Choose one of these 3 options: a) No difference between Result1 and Result2, b) Result1 is the correct function, c) Result2 is the correct function.

Motivate your answer by considering the following PDDL for a blocks-world problem:

Action MoveToTable(b, x)

PRECOND: $\text{On}(b, x) \wedge \text{Clear}(b) \wedge \text{Block}(b) \wedge (b \neq x)$

EFFECT: $\text{On}(b, \text{Table}) \wedge \text{Clear}(x) \wedge \neg \text{On}(b, x)$

Notice that in the PDDL snippet above, **Add** and **Del** are not separated but are put together as **EFFECT**.

Explain your answer briefly.

(ANSWER

The behavior does change, because the ordering of the addition and removal can be important when the same fluents are in both lists. By ordering addition before deletion, we can end up with a fluent not in the effects list, which should be. In this case $\text{MoveToTable}(B, \text{Table})$ fails because $\text{On}(b, \text{Table})$ is added then deleted – so we are left without that condition. See the book. This case is explained there.

B. For the following planning problem

Init($\neg \text{Opened}(\text{Door}) \wedge \neg \text{Painted}(\text{Door})$)

Goal($\text{Opened}(\text{Door}) \wedge \text{Painted}(\text{Door})$)

Action($\text{Open}(\text{Door})$)

Precond: $\neg \text{Opened}(\text{Door})$

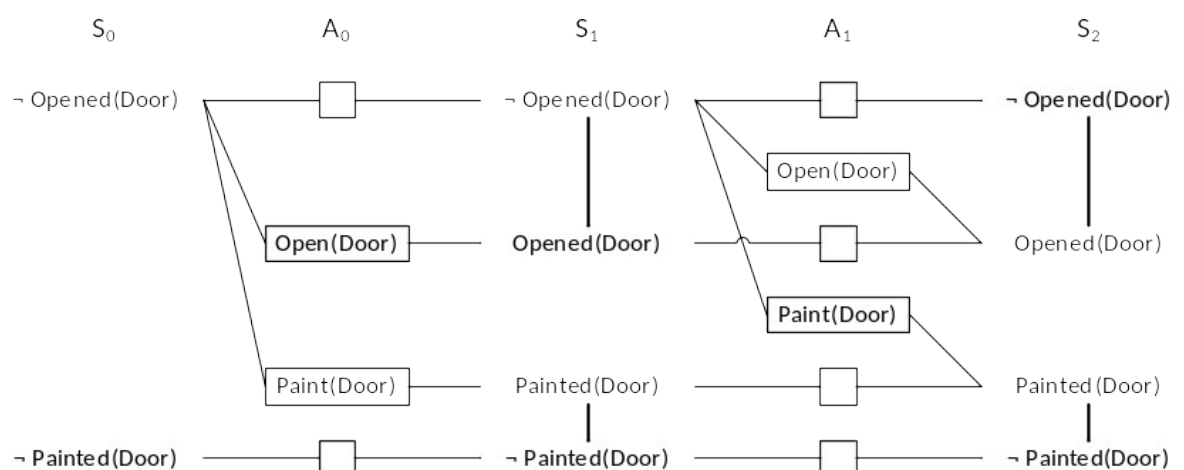
Effect: $\text{Opened}(\text{Door})$)

Action($\text{Paint}(\text{Door})$)

Precond: $\neg \text{Opened}(\text{Door})$

Effect: $\text{Painted}(\text{Door})$

we have the following planning graph where some mutex links are missing:



Find the missing mutex links between state literals and between actions on all levels.

Write down the list of missing mutex links for each level (both state and action levels). For each mutex link, provide an explanation of why they are mutex. Your

answer will look like, for example:

S1:

$\neg \text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Opened}(\text{Door})$ – one negates the other

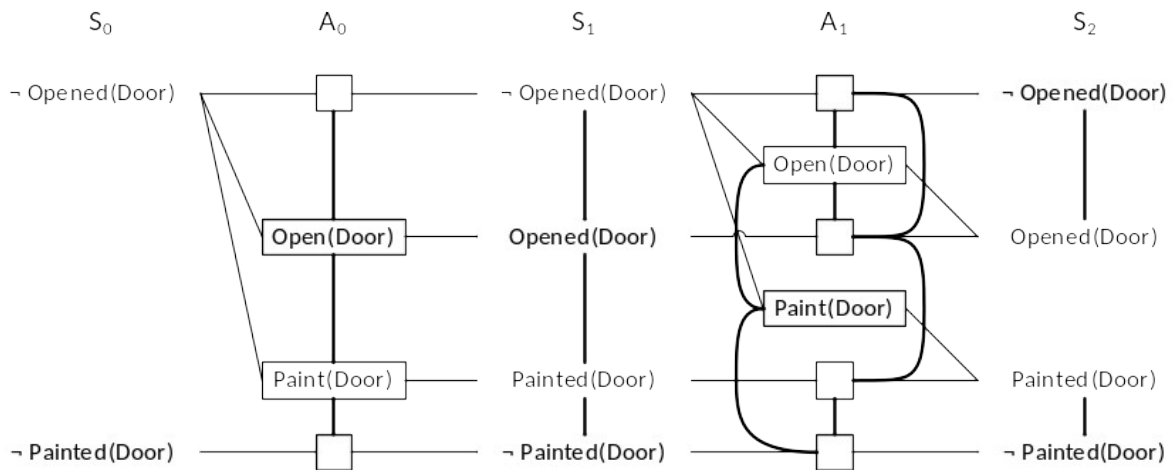
$\neg \text{Painted}(\text{Door})$, $\text{Painted}(\text{Door})$ – one negates the other

S2:

$\neg \text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Opened}(\text{Door})$ – one negates the other

$\neg \text{Painted}(\text{Door})$, $\text{Painted}(\text{Door})$ – one negates the other

You do not need to draw the graph, just list the pairs of the state literals and the actions that have mutex relations between them, with an explanation for each pair as shown in the example above.



ANSWER: For actions, there can be several valid explanations of mutex links based on either inconsistent effect, interference or competing needs (see chapter 10.3 in the textbook or Recitation 6: Graphplan presentation on itslearning). Mutex links propagate recursively, i.e. you will need to look at mutex links in the previous level to determine mutex links for the current level.

A₀:

$\neg \text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Open}(\text{Door})$ – effect $\neg \text{Opened}(\text{Door})$ is inconsistent with effect $\text{Opened}(\text{Door})$ in S₁

$\text{Open}(\text{Door})$, $\text{Paint}(\text{Door})$ – effect $\text{Opened}(\text{Door})$ in S₁ of $\text{Open}(\text{Door})$ interferes with precondition

$\neg \text{Opened}(\text{Door})$ of action $\text{Paint}(\text{Door})$ in S₀

$\text{Paint}(\text{Door})$, $\neg \text{Painted}(\text{Door})$ – effect $\text{Painted}(\text{Door})$ is inconsistent with effect $\neg \text{Painted}(\text{Door})$ in S₁

S_a:

$\text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Painted}(\text{Door})$ – the only way to achieve them is through mutex actions $\text{Open}(\text{Door})$ and $\text{Paint}(\text{Door})$ in A₀

A₁:

$\neg \text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Open}(\text{Door})$ – effect $\neg \text{Opened}(\text{Door})$ is inconsistent with effect $\text{Opened}(\text{Door})$ in S₂

$\text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Open}(\text{Door})$ – preconditions $\text{Opened}(\text{Door})$ and $\neg \text{Opened}(\text{Door})$ are mutex in S₁

$\text{Painted}(\text{Door})$, $\neg \text{Painted}(\text{Door})$ – effect $\text{Painted}(\text{Door})$ is inconsistent with effect $\neg \text{Painted}(\text{Door})$ in S₂

$\text{Paint}(\text{Door})$, $\neg \text{Painted}(\text{Door})$ – effect $\text{Painted}(\text{Door})$ is inconsistent with effect $\neg \text{Painted}(\text{Door})$ in S₂

$\neg \text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Opened}(\text{Door})$ – effect $\neg \text{Opened}(\text{Door})$ is inconsistent with effect $\text{Opened}(\text{Door})$ in S_2

$\text{Open}(\text{Door})$, $\text{Paint}(\text{Door})$ – effect $\text{Opened}(\text{Door})$ in S_2 of action $\text{Open}(\text{Door})$ interferes with precondition $\neg \text{Opened}(\text{Door})$ in S_1 of action $\text{Paint}(\text{Door})$

$\text{Opened}(\text{Door})$, $\text{Painted}(\text{Door})$ - $\text{Opened}(\text{Door})$ and $\text{Painted}(\text{Door})$ in S_1 are mutually exclusive

END OF QUESTIONS

GOOD LUCK!

BOKMÅL

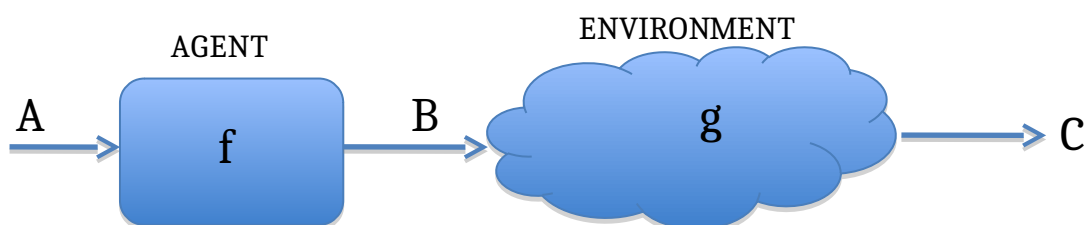
Alle oppgavene har likt vekt, 10 poeng.

Oppgave 1

Besvar følgende setninger med True eller False. A er et spesielt tilfelle hvor du må velge mellom alternativene *a* og *b*.

I noen av de setningene/spørsmålene blir du eksplisitt spurt om kort å begrunne svaret ditt.

- A. Hvilken av disse har et regel-basert agent system (som i klassiske ekspert systemer) i sin "agent function"? a) "contention scheduling" algoritme, b) "conflict resolution" algoritme. Svar med enten *a* eller *b*.
- B. I et regel-basert system, når det er mer enn én regel som matcher den nåværende situasjonen og agenten ønsker å utforske en ny/forskjellig hypotese (enn den som var i fokus siste gangen), foretrekker agenten den regelen som i sin venstre side (av *a* og *b*) har elementer som er oppdatert i "working memory" nyligst.
Er denne setningen True eller False? Hvis False, beskriv kort hvorfor.
- C. Den første fasen i GrafPlan kan brukes som heuristisk funksjon for "forward"/fremover? Søk på følgende måte: Gitt en tilstand *s* og mål *g*, kjør graph-construction fasen av en GraphPlan til alle komponenter er presentert og det ikke er noe mutex på siste level. La *n* være antall action lag i grafen. Vi kan la *n* bli en heuristisk verdi for *s*. Denne er en 'admissible' heuristikk. True eller False?
- D. Densitet er en 'extrinsic' egenskap av oliv oil. True eller False?
- E. Ramme-basert representasjon er i utgangspunktet en deklarativ representasjon. True eller False?
- F. 'Spreading activation' og arv er hovedmekanismer av inferens. True eller false?
- G. Turing test måler 'utility' av en agent. True or False?
- H. I regel-baserte systemer virker 'backward chaining' (bakoverlenking) best når reglene har komplekse "consequent" strukturer. True eller False?
- I. "N-gram character model" er en naturlig språk model. True or False?
- J. Betingelsene *tilstrekkelig* (sufficient) og *nødvendig* (necessary) er inferensregler for sound (sound) resonnering. True eller False?

Oppgave 2

Figuren ovenfor illustrerer et agentsystem. De to hovedkomponentene (vist som firkant- og sky-form i figuren) er agenten (AGENT) og omgivelsen (ENVIRONMENT).

- A. I agent-terminologi, hva er de generisk/abstrakt navn til hver av A, B og C i figuren?
- B. Hva kalles **f** og **g** funksjonen i agent-terminologi? Hvilken rolle spiller hver av dem i et agentsystem?
- C. Er det en relasjon mellom A og C? Forklar ditt svar –kort.
- D. Anta nå at "AGENT" i systemet er rent reaktiv.
 - a. Tegn en figur som illustrerer hvordan agenten tar sine beslutninger, i.e., illustrer hva den tar hensyn til og hvilke beslutninger den tar.
 - b. Kan rent reaktive agenter predikere konsekvensene av sine handlinger i omgivelsene? Hvis svaret er 'ja', hvordan? Hvis svaret er 'nei', hvorfor ikke?
- E. Anta nå at agenten er en mål-basert agent og dens nåværende oppgave er å oppnå et bestemt mål i blokk-verden ENVIRONMENT. For eksempel, ON(X,Y); move (X,Table), osv.
 - a. Tegn en figur som illustrerer hvordan en agent tar sine beslutninger, dvs hva den tar hensyn til og hvordan den funderer/tenker for å ta en beslutning?
 - b. Kan mål-baserte agenter predikere konsekvensene av sine handlinger i omgivelsene? Hvis svaret er 'ja', hvordan? Hvis svaret er 'nei', forklar hvorfor ikke?

Oppgave 3

Velg passende predikater og oversett følgende setninger til førsteordens predikatlogikk:

- A. Cats are animals.
- B. Pusur is a cat.
- C. Every dog owner is an animal lover.
- D. No animal lover kills an animal.
- E. Either Ole or Pusur kills Fido
- F. All soccer players either play with Rosenborg, or they are world-class players, or both.
- G. All soccer players either play with Rosenborg, or they are world-class players, but not both.

Oppgave 4

Gitt et sett av logiske setninger og et sett av modeller der setninger kan være sanne eller usanne.

- A. Hva vil det si at en setning er 'valid'?
- B. Hva vil det si at en setning er 'satisfiable'?
- C. Bestem, f.eks. ved hjelp av en sannhetstabell, om følgende setning er 'satisfiable':

$$(A \Leftrightarrow B) \wedge (\neg A \vee B)$$

Begrunn svaret.

D. Hva vil det si at en inferensregel er 'sound' (sunn)?

E. Bevis hvorvidt følgende inferensregel er sunn:

$$\frac{P \Rightarrow Q, Q}{P}$$

Oppgave 5

A. Hva er et tilstandsrom (state space)? List opp de viktige komponenter som et tilstandsrom består av, og beskriv hvilken rolle hver av komponentene har.

B. Gi en kort forklaring på følgende to begreper:

- Heuristikk
- Heuristisk søk

C. Gitt evalueringsfunksjonen for heuristisk søk på formen $f(n) = g(n) + h(n)$.
Hva betyr de enkelte leddene i funksjonen?

D. Gitt evalueringsfunksjonen i deloppgave C, hva er kriteriet for at algoritmen A^* finner en optimal løsning?

E. Hvis en heuristikk er 'admissible', er den da også 'consistent'? Begrunn svaret kort.

Oppgave 6

A. True eller False?: 'Greedy Best-First'-søk som benytter heuristikken $h(n) = 0$ for alle tilstander n , er garantert å finne en optimal løsning.

B. True eller False?: Hvis h_1 and h_2 begge er 'admissible' heuristikker så er det alltid fordelaktig å bruke heuristikken $h_3(n) = \max(h_1(n), h_2(n))$ istedenfor heuristikken $h_4(n) = \min(h_1(n), h_2(n))$.

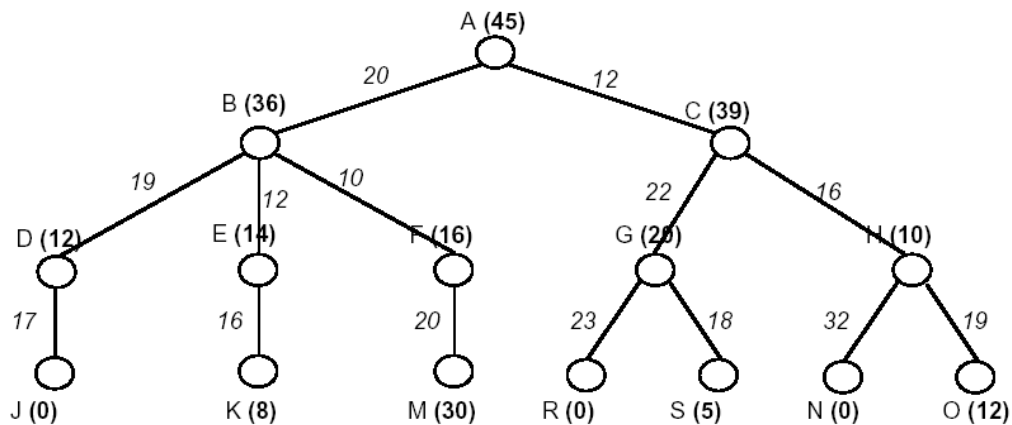
C. True eller False?: Hvis h_1 er en 'admissible' heuristikk og h_2 ikke er en 'admissible' heuristic, vil $(h_1 + h_2)/2$ være en 'admissible' heuristikk.

D. 'Greedy Best-First' -søk der $h(n) = -\text{depth}(n)$ tilsvarer hvilken kjent søkemetode?

E. Anta at vi har et søkerom med en høy forgreningsfaktor for de fleste noder. Anta videre at vi kan ha uendelig lange veier i søkerommet, at vi ikke har noen heuristisk funksjon, og at alle forbindelser mellom to noder har kostnad 1.
Hvilken søkemetode vil det være bra å bruke i dette tilfellet, og hvorfor?

Oppgave 7

Figuren under viser et søketre. Node A er starttilstanden og nodene J, R, og N er måltilstander. Hver node er merket (i parentes etter bokstaven) med verdien av den heuristiske evalueringsfunksjonen for noden. For eksempel: G (20).



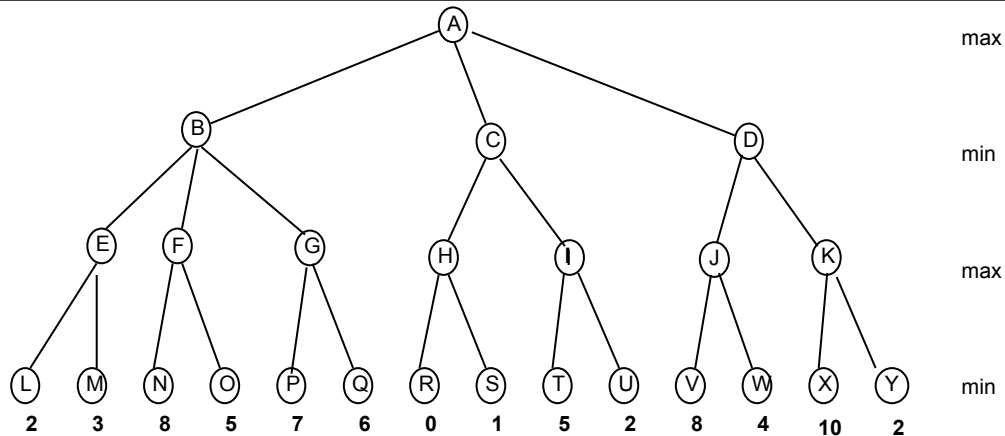
For hver av de følgende søkestrategiene A og B,

- list nodene i den rekkefølge de blir undersøkt (ekspandert)
- list nodene langs den endelige veien mellom start- og måltilstanden:

- A. Bakkeklating (hill climbing)
- B. A* søk

Oppgave 8

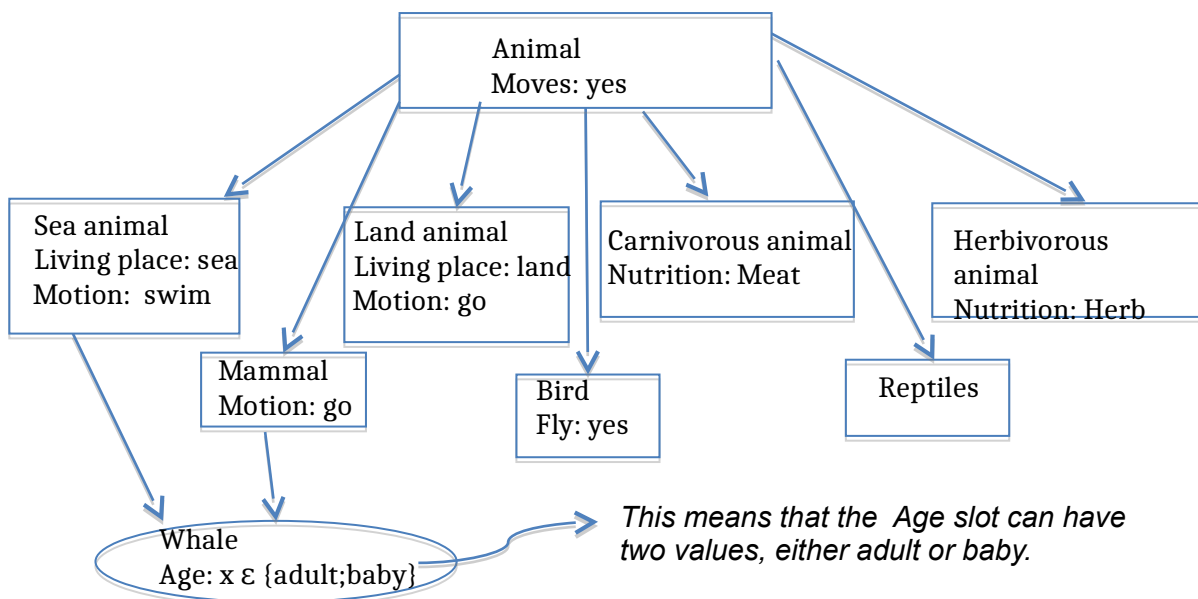
Gitt følgende spilltre, der verdier for evalueringsfunksjonen er angitt for bladnodene. Anta et alfa-beta søk, fra venstre mot høyre.



Hvilke noder trenger ikke undersøkes? Hvilket trekk velger max i tilstand A?

Oppgave 9

- Hva betyr "partition" av en kategori? Gi et eksempel.
- Har kategorien **animal** i figuren nedenfor en "partition"? I så fall skriv den ned; skriv ned alle "partitions" av **animal** hvis det er mer enn en.
- Vi vil at systemet skal kunne svare på spørsmålet "Hvor mange kg mat spiser en bestemt hval (f. eks. my-whale) hver dag?". Hvordan vil du oppdatere agentens kunnskapsbase for å få det riktige svaret på et slik spørsmål? Systemet vet at baby-hvaler spiser 5 kg mat hver dag mens voksne hvaler spiser 20 kg. En betingelse er at den nye databasen skal IKKE ha to nye rammer for "baby whale" og "adult whale".



Oppgave 10

Denne oppgaven er om planlegging og består av to uavhengige spørsmål (A og B).

- A. Anta at du utvikler en planleggingsmekanisme for block-world applikasjoner. **Result** er en funksjon som, gitt handling **a** og miljø-tilstand **s**, beregner tilstand av miljøet etter eksekvering av **a**. Anta at du har følgende to alternativer for å definere **Result**:

$$\text{Result1}(s, a) = (s \cup [\text{Add}(a) - \text{Del}(a)])$$

$$\text{Result2}(s, a) = (s \cup [\text{Del}(a) - \text{Add}(a)])$$

hvor **Del** og **Add** tilsvarer hva som blir True eller False som resultat av handling **a**.

Vil valget mellom **Result1** og **Result2** gjøre noe forskjell på resultatet av planleggingen?

Velg en av disse 3 mulighetene: a) Det er ikke forskjell mellom Result1 og Result2, b) Result1 er den riktige funksjonen, c) Result2 er den riktige funksjonen.

Forklar ditt svar ved å referere til følgende PDDL i forbindelse med blokk-world problemet.

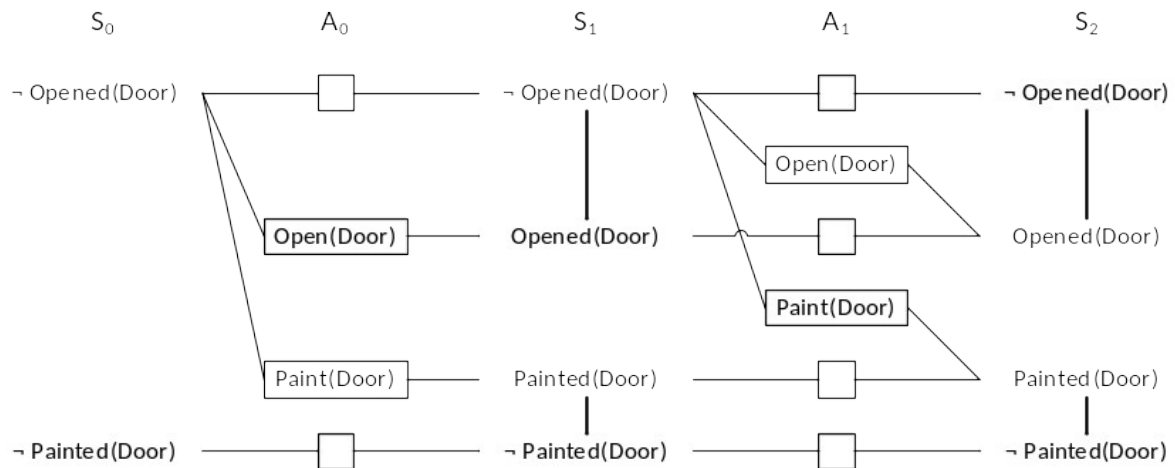
```
Action (MoveToTable(b, x)
PRECOND: On(b, x) ^ Clear(b) ^ Block(b) ^ (b ≠ x)
EFFECT: On(b, Table) ^ Clear(x) ^ ¬ On(b, x))
```

Merk at i PDDL-"snippet" ovenfor så er **Add** og **Del** ikke delt opp, men puttet sammen som **EFFECT**. Forklar kort ditt svar.

- B. For følgende planleggingsproblem:

```
Init(¬Opened(Door) ^ ¬Painted(Door))
Goal(Opened(Door) ^ Painted(Door))
Action(Open(Door)
  Precond: ¬Opened(Door)
  Effect: Opened(Door))
Action(Paint(Door)
  Precond: ¬Opened(Door)
  Effect: Painted(Door))
```

har vi den følgende "planning graph" hvor noen mutex-lenker mangler:



Finn de manglende mutex lenker mellom tilstands-literals og handlings-literals på alle nivå. Skriv ned listen av manglende mutex-lenker for hvert nivå (både tilstands- og handlings- nivåer). For hver mutex-lenke, gi en forklaring av hvorfor de er mutex. Svar ditt vil, for eksempel, slik ut:

S1:

$\neg \text{Opened(Door)}$, Opened(Door) – one negates the other
 $\neg \text{Painted(Door)}$, Painted(Door) – one negates the other

S2:

$\neg \text{Opened(Door)}$, Opened(Door) – one negates the other
 $\neg \text{Painted(Door)}$, Painted(Door) – one negates the other

Du trenger ikke tegne grafen, bare liste de parene av tilstands- og handlings-literaler som har mutex-relasjoner mellom seg, sammen med en forklaring for hvert par som vist i eksempelet ovenfor.

SLUTT på SPØRSMÅL
 LYKKE TIL!

NYNORSK

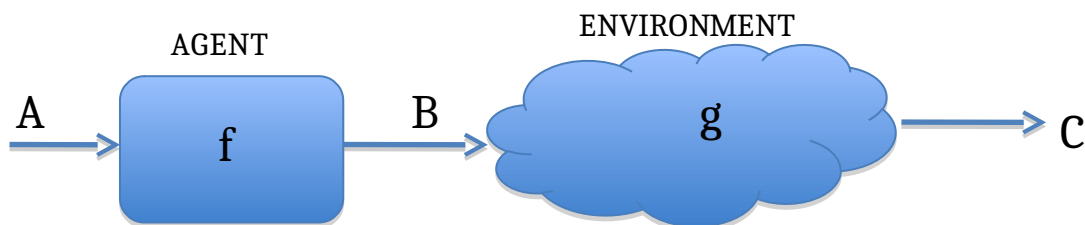
Alle oppgåvene har likt vekt, 10 poeng.

Oppgåve 1

Besvar følgjande setningar med True eller False. A er eit spesielt tilfelle der du må velje mellom alternativa a og b.

I nokre av dei setningane/spurnadene blir du eksplisitt spurt om kort å begrunne svaret ditt.

- A. Kva for ein av desse har eit regel-basert agent system (som i klassiske ekspert system) i agenten "sin function"? a) "contention scheduling" algoritme, b) "conflict resolution" algoritme. Svar med enten a eller b.
- B. I eit regel-basert system, når det er meir enn éin regel som matchar den noverande situasjonen og agenten ynskjer å utforske ein ny/ulik hypotese (enn han som var i fokus siste gongen), foretrekker agenten den regelen som i den venstre sida si (av a->b) har element som er oppdatert i "working memory" nylegast.
Er denne setninga True eller False? Viss False, skildr kort kvifor.
- C. Den første fasen i GrafPlan kan brukast som heuristisk funksjon for "forward"/framover? Søk på følgjande måte: Gjeve ein tilstand s og mål g, køyr graph-construction fasen av ein GraphPlan til alle komponentar er presentert og det ikkje er noko mutex på siste level. La n vere mengder action lag i grafen. Vi kan la n bli ein heuristisk verd for s. Denne er ein 'admissible' heuristikk. True eller False?
- D. Densitet er ein 'extrinsic' eigenskap av oliv oil. True eller False?
- E. Ramme-basert representasjon er i utgangspunktet ein deklarativ representasjon. True eller False?
- F. 'Spreading activation' og arv er hovudmekanismer av inferens. True eller false?
- G. Turing test måler 'utility' av ein agent. True or False?
- H. I regel-baserte system verkar 'backward chaining' (bakoverlenking) best når reglane har komplekse "consequent" strukturar. True eller False?
- I. "N-gram character model" er ein naturleg språk modell. True or False?
- J. Betingelsene *tilstrekkeleg* (sufficient) og *naudsynt* (necessary) er inferensregler for sunn (sound) resonnering. True eller False?

Oppgåve 2

Figuren ovanfor illustrerer eit agentsystem. Dei to hovudkomponentane (vist som firkant- og sky-form i figuren) er agenten (**AGENT**) og miljøet (**ENVIRONMENT**).

- A. I agent-terminologi, kva er dei generisk/abstrakt namn til kvar av A, B og C i figuren?
- B. Kva blir funksjonene **f** og **g** kalla i agent-terminologi? Kva for rolle spelar kvar av dei i eit agentsystem?
- C. Er det ein relasjon mellom A og C? Forklar svaret ditt –kort.
- D. Anta no at "AGENT" i systemet er reint reaktiv.
- a. Teikn ein figur som illustrerer korleis agenten tek sine avgjerder, i.e., illustrer kva han tek omsyn til og kva for avgjerder han tek.
- b. Kan reint reaktive agentar predikere konsekvensane av handlingane sine i omgivnadene? Viss svaret er 'ja', korleis? Viss svaret er 'nei', kvifor ikkje?
- E. Anta no at agenten er ein mål-basert agent og den noverande oppgåva dens er å oppnå eit bestemt mål i blokk-verda ENVIRONMENT. For eksempel, ON(X,Y); move (X, Table) osv.
- a. Teikn ein figur som illustrerer korleis ein agent tek sine avgjerder, dvs. kva han tek omsyn til og korleis han funderer/tenkjar for å ta ein avgjerd?
- b. Kan mål-baserte agentar predikere konsekvensane av handlingane sine i omgivnadene? Viss svaret er 'ja', korleis? Viss svaret er 'nei', forklar kvifor ikkje?

Oppgåve 3

Vel passende predikat og omset følgjande setningar til første ordens predikatlogikk:

- A. Cats are animals.
- B. Pusur is a cat.
- C. Every dog owner is an animal lover.
- D. No animal lover kills an animal.
- E. Either Ole or Pusur kills Fido
- F. All soccer players either play with Rosenborg, or they are world-class players, or both.
- G. All soccer players either play with Rosenborg, or they are world-class players, but not both.

Oppgåve 4

Gjeve eit sett av logiske setningar og eit sett av modellar der setningar kan vere sanne eller usanne.

- A. Kva vil det seie at ei setning er 'valid'?
- B. Kva vil det seie at ei setning er 'satisfiable'?
- C. Avgjer, t.d. ved hjelp av ein sannhetstabell, om følgjande setning er 'satisfiable':

$$(A \Leftrightarrow B) \wedge (\neg A \vee B)$$
 Grunngjev svaret.

D. Kva vil det seie at ein inferensregel er sunn (sound)?

E. Bevis i kva grad følgjande inferensregel er sunn:

$$\frac{P \Rightarrow Q, Q}{P}$$

Oppgåve 5

A. Kva er eit tilstandsrom (state space)? List opp dei viktige komponentane som eit tilstandsrom består av, og skildr kva for ei rolle kvar av komponentane har.

B. Gje ei kort forklaring på følgjande to omgrep:

- Heuristikk
- Heuristisk søk

C. Gjeve evalueringsfunksjonen for heuristisk søk på forma $f(n) = g(n) + h(n)$.

Kva tyder dei einskilte ledda i funksjonen?

D. Gjeve evalueringsfunksjonen i deloppgåve C, kva er kriteriet for at A^* finn ei optimal løysing?

E. Viss ein heuristikk er 'admissible', er han då òg 'consistent'? Grunngjev kort svaret.

Oppgåve 6

A. True eller False?: 'Greedy Best-First' -søk som nyttar heuristikken $h(n) = 0$ for alle tilstandar n , er garantert å finne ein optimal løysing.

B. True eller False?: Viss h_1 and h_2 begge er 'admissible' heuristikker så er det alltid fordelaktig å bruke heuristikken $h_3(n) = \max(h_1(n), h_2(n))$ i staden for heuristikken $h_4(n) = \min(h_1(n), h_2(n))$.

C. True eller False?: Viss h_1 er ein 'admissible' heuristikk og h_2 ikkje er ein 'admissible' heuristic, vil $(h_1 + h_2)/2$ vere ein 'admissible' heuristikk.

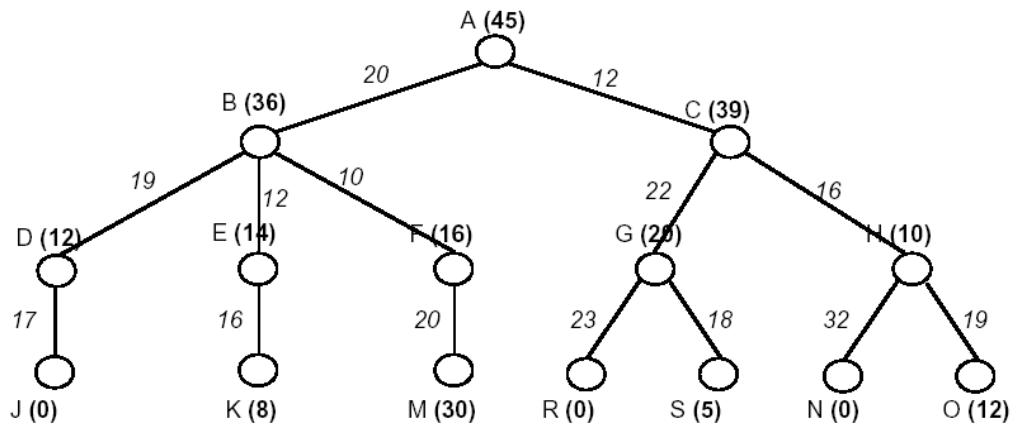
D. 'Greedy Best-First' søk der $h(n) = -\text{depth}(n)$ tilsvarar kva for ein kjent søkemetode?

E. Anta at vi har eit søkerom med ein høg forgreiningsfaktor for dei fleste noder. Anta vidare at vi kan ha uendeleg lange vegar i søkerommet, at vi ikkje har nokon heuristisk funksjon, og at alle samband mellom to noder har kostnad 1.

Kva for ein søkemetode vil det vere bra å bruke i dette tilfellet, og kvifor?

Oppgave 7

Figuren under viser eit søketre. Node A er starttilstanden og nodene J, R, og N er målttilstander. Kvar node er merkt (i parentes etter bokstaven) med verdien av den heuristiske evalueringsfunksjonen for noden. Til dømes: G (20).



For kvar av dei følgjande søkestrategiene A og B,

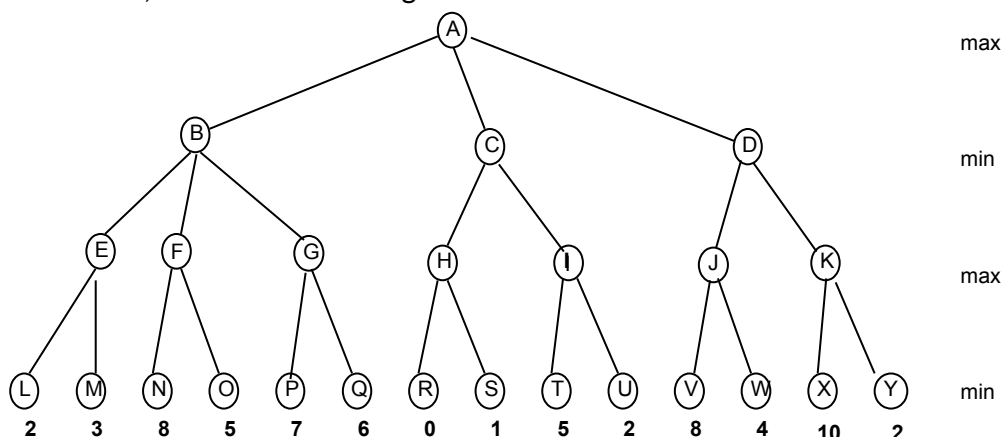
- list nodene i den rekkefølga dei blir undersøkt (ekspandert)
- list nodene langs den endelege vegen mellom start- og målttilstanden:

A. Bakkeklating (hill climbing)

B. A* søk

Oppgave 8

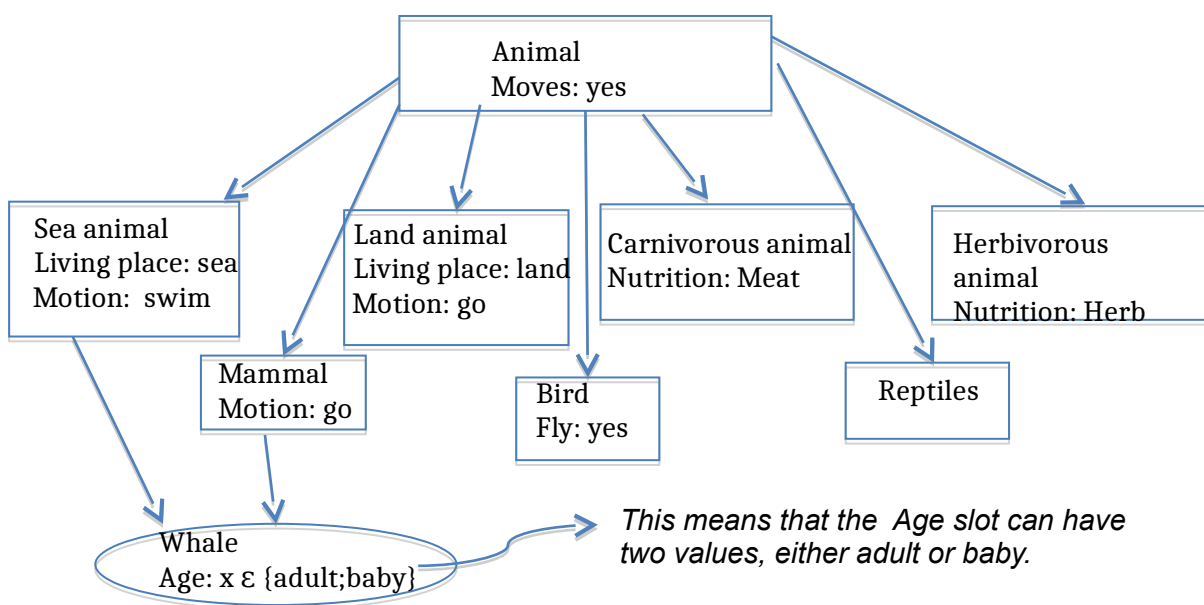
Gjeve følgjande spilltre, der verd for evalueringsfunksjonen er angjeve for bladnodene. Anta eit alfa-beta søk, frå venstre mot høgre.



Kva for noder treng ikkje undersøkast? Kva for eit trekk vel max i tilstand A?

Oppgave 9

- Kva tyder "partition" av ein kategori? Gje eit døme.
- Har kategorien animal i figuren nedanfor ein "partition"? I så fall skriv han ned; skriv ned alle "partitions" av animal viss det er meir ein enn.
- Vi vil at systemet skal kunne svare på spurnaden "Kor mange kg mat et ein bestemd hval (f. eks. my-whale) kvar dag?". Korleis vil du oppdatere agenten sin kunnskapsbase for å få det riktige svaret på eit slik spurnad? Systemet veit at baby-hvaler et 5 kg mat kvar dag medan vaksne hvaler et 20 kg. Ein betingelse er at den nye databasen skal IKKJE ha to nye ramar for "baby whale" og "adult whale".



Oppgave 10

Denne oppgåva er om planlegging og består av to uavhengige spørsmål (A og B).

- Anta at du utviklar ein planleggingsmekanisme for block-world applikasjonar. **Result** er ein funksjon som, gjeve handling **a** og miljø-tilstand **s**, bereknar tilstand av miljøet etter eksekvering av **a**. Anta at du har følgjande to alternativ for å definere **Result**:

$$\text{Result1}(s, a) = (s \cup [\text{Add}(a) - \text{Del}(a)])$$

$$\text{Result2}(s, a) = (s \cup [\text{Del}(a) - \text{Add}(a)])$$

kor **Del** og **Add** tilsvarar kva som blir True eller False som resultat av handling **a**.

Vil valet mellom **Result1** og **Result2** gjere noko skilnad på resultatet av planlegginga? Vel ein av desse 3 høva: a) Det er ikkje skilnad mellom Result1 og Result2,

b) Result1 er den riktige funksjonen, c) Result2 er den riktige funksjonen.

Forklar svaret ditt ved å referere til følgende PDDL i samband med blokk-world problemet.

Action (MoveToTable(b, x)

PRECOND: $\text{On}(b, x) \wedge \text{Clear}(b) \wedge \text{Block}(b) \wedge (b \neq x)$

EFFECT: $\text{On}(b, \text{Table}) \wedge \text{Clear}(x) \wedge \neg \text{On}(b, x)$

Merk at i PDDL-”snippet” overfor så er **Add** og **Del** ikkje delt opp, men putta saman som **EFFECT**. Forklar kort svaret ditt.

B. For følgende planleggingsproblem:

Init($\neg \text{Opened}(\text{Door}) \wedge \neg \text{Painted}(\text{Door})$)

Goal($\text{Opened}(\text{Door}) \wedge \text{Painted}(\text{Door})$)

Action(Open(Door)

Precond: $\neg \text{Opened}(\text{Door})$

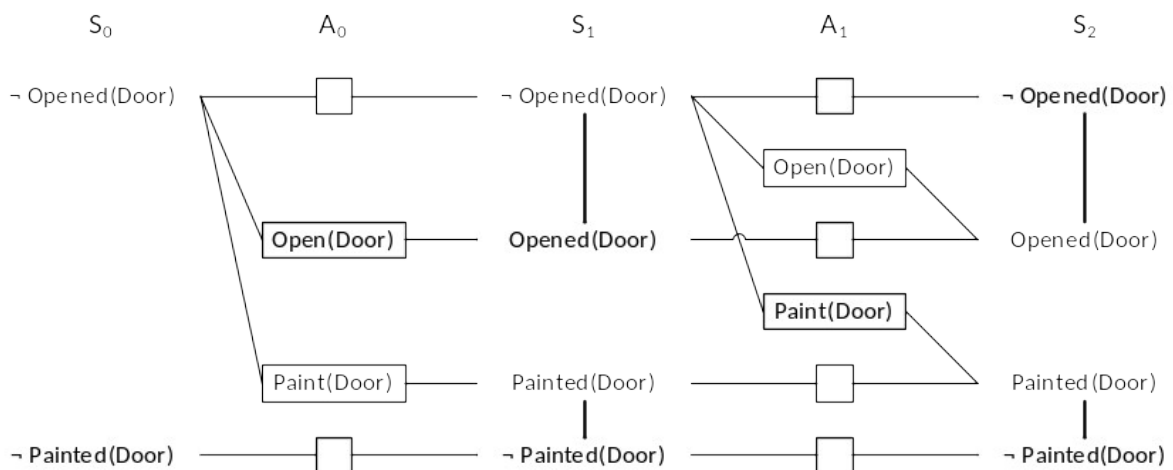
Effect: $\text{Opened}(\text{Door})$

Action(Paint(Door)

Precond: $\neg \text{Opened}(\text{Door})$

Effect: $\text{Painted}(\text{Door})$

har vi den følgende ”planning graph” kor nokre mutex-lenkjer manglar:



Finn dei manglande mutex lenkjar mellom tilstand sin-literals og handling si-literals på alle nivå. Skriv ned lista av manglande mutex-lenkjar for kvart nivå (både tilstand sin- og nivå- til handling). For kvar mutex-lenkje, gje ei forklaring av hvofoer dei er mutex. Svar ditt vil, til dømes, slik ut:

S1:

- Opened(Door), Opened(Door) – one negates the other
- Painted(Door), Painted(Door) – one negates the other

S2:

- Opened(Door), Opened(Door) – one negates the other
- Painted(Door), Painted(Door) – one negates the other

Du treng ikkje teikne grafen, berre liste dei para av tilstand sin- og handling si-literaler som har mutex-relasjonar mellom seg, saman med ei forklaring for kvart par som vist i dømet ovanfor.

SLUTT på OPPGÅVER

LUKKE TIL!