

OBS! För flervalsfrågorna gäller att ett, flera eller inget alternativ kan vara korrekt.

På flervalsfrågorna ges 1 poäng för korrekt svar och 0,5 poäng om skillnaden mellan antalet korrekta svar och antalet felaktiga är positiv.

Totalt kan man ha 30 poäng. För godkänt krävs 16 poäng och för VG 23 poäng.

Frågorna 6, 7, 8, 9, 10, 18 och 19 är frågor på logik.

**Fråga 1** (1 poäng)

Vad gäller för egenskaperna hos en omgivning i vilken en intelligent agent verkar?

- I en helt observerbar omgivning ger sensorerna allt som behövs för att välja handling.**
- I en sekvensiell omgivning påverkas inte framtida val av handling av valet av handling i nuvarande tillstånd.
- En statisk omgivning ändras inte under tiden som agenten väljer handling att utföra.**
- I en deterministisk omgivning beror nästa tillstånd bara av agentens handling och nuvarande tillstånd.**

**Fråga 2** (1 poäng)

Vad kännetecknar en enkel reflexiv agent?

- Den väljer alltid kortaste vägen.
- Den bygger en enkel modell av världen.
- Den hanterar osäkerhet i indata effektivt.
- Den kan värdera olika alternativa vägar mot målet.

**Fråga 3** (1 poäng)

Antag att  $b$  är förgreningsfaktorn,  $d$  sök djupet,  $T(d)$  tidskomplexiteten och  $M(d)$  minneskomplexiteten. Vilka av dessa påståenden är korrekta?

- Djupet först är komplett och har  $T(d) = \mathcal{O}(b^d)$
- Iterativ fördjupning är optimal och har  $M(d) = \mathcal{O}(bd)$ .**
- Bredden först är optimal och har  $T(d) = M(d) = \mathcal{O}(b^d)$ .**
- Dubbelriktad sökning är komplett och har  $T(d) = \mathcal{O}(b^{2d})$ .

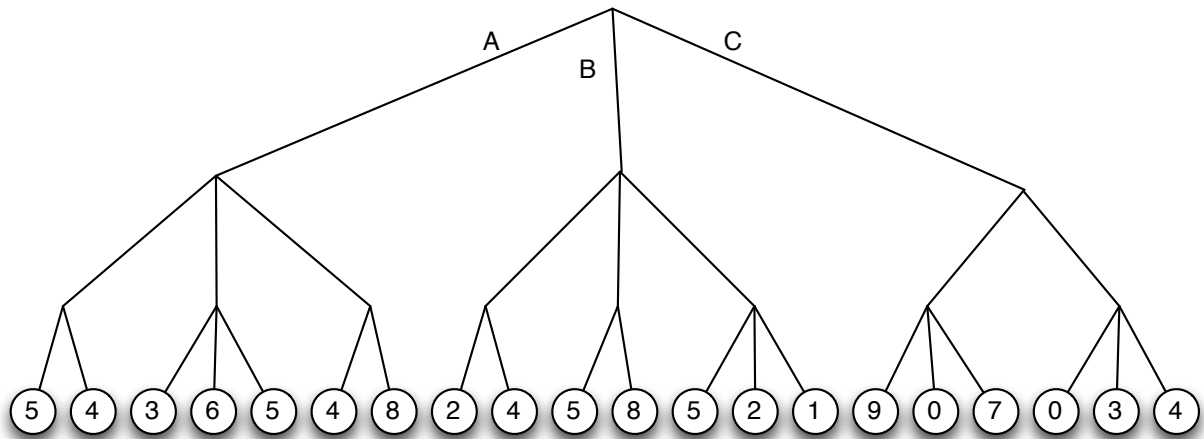
**Fråga 4** (1 poäng)

Hill Climbing ...

- ... är optimal.
- ... utgår från att varje nod kan värderas utan hänsyn till föregående noder.**
- ... är en lokal och snabb sökmetod.**
- ... har minneskomplexitet  $M(d) = \mathcal{O}(b^d)$

**Fråga 5** (1 poäng)

Antag att man kör  $\alpha - \beta$ -cutoff på trädet i figur 1. Vad gäller då?



Figur 1: Träd genererat av en min-max-sökning

- Agenten väljer att gå ner i den högra grenen, C, eftersom bästa noden är 9.
- I den mittersta grenen, B, kommer bara två noder, 2 och 4, att genereras.**
- I grenen A kommer alla noder att expanderas.
- I den högra grenen, C, kommer alla noder att genereras.**

**Fråga 6** (1 poäng)

Vilka av följande påståenden är korrekta?

- $A \implies (A \implies A)$  är en tautologi**
- $(B \implies C) \wedge (B \implies C)$  är en tautologi
- $(B \vee C) \implies (B \vee \neg C)$  är en tautologi
- $A \wedge B \implies C$  är kontingent**

**Fråga 7** (1 poäng)

Vad gäller för ett logiskt system som är *fullständigt*?

- $\Gamma \models \theta \implies \Gamma \vdash \theta$**
- Alla logiska sanningar är formler**
- Inga ogiltiga formler kan härledas
- Alla formler kan härledas

**Fråga 8** (1 poäng)

Antag att  $G(x)$  betyder att  $x$  är en generation,  $U(x, y)$  betyder att  $y$  är utvald i generation  $x$ , och  $B(x)$  betyder att  $x$  bekämpar mörkrets krafter. Vilka alternativ nedan betyder *I varje generation finns det exakt en utvald. Hen ensam bekämpar mörkrets krafter?*

- $\forall x \exists y \forall z [G(x) \implies U(x, y) \wedge B(y) \wedge (B(z) \vee U(x, z) \implies z = y)]$**
- $\forall x \exists y [G(x) \wedge U(x, y) \wedge B(y) \wedge \forall x (B(x) \implies z = y)]$
- $\forall x \exists y [G(x) \implies U(x, y) \wedge \forall z (U(x, z) \implies y = z) \wedge \forall x (B(x) \implies x = y) \wedge B(y)]$**
- $\forall z \forall y (\neg(z = y) \implies \neg B(z) \wedge \forall x G(x) \wedge U(x, y))$

**Fråga 9** (1 poäng)

Vilka av följande påståenden är korrekta (små bokstäver är variabler)?

- Unifiering av  $P(x, y)$  och  $Q(1, 2)$  ger substitutionerna  $\{x/1, y/2\}$ .
- Unifiering av  $R(x, 1)$  och  $R(y, x)$  ger substitutionerna  $\{x/y, y/1\}$ .**
- Unifiering av  $R(a, b, c)$  och  $S(b, c, 1)$  ger substitutionerna  $\{R/S, a/1, b/1, c/1\}$
- Uttrycken  $(S, x, F(x))$  och  $(S, A, w)$  går inte att unifiera.

**Fråga 10** (1 poäng)

Vilka av följande påståenden är korrekta om situationskalkyl?

- Situationskalkyl används i logik för att hantera förändring**
- Situationskalkyl löser frameproblemet
- Situationer representeras med en ett predikat som tar förändringar som indata.
- I situationskalkyl representeras det som ändras i frameaxiom.

**Fråga 11** (1 poäng)

Strukturerade kunskapsrepresentationer som t.ex. frames ...

- är lämpliga för att representera komplexa handlingar.
- är inspirerade av den kognitiva psykologins associationsteorier.**
- löser frameproblemet.
- lagrar kunskapen i attribut-värdestrukturer.**

**Fråga 12** (1 poäng)

Vad är partialordningsplanering?

- En teknik som ser till att delplaner är sekvensiellt ordnade.
- En teknik för att definiera partiella planer.
- Ett teknik att skapa hierarkiska planer.
- En teknik som kan skapa flera delplaner.**

**Fråga 13** (1 poäng)

Betrakta följande simultanfördelning:

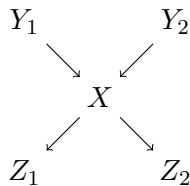
$X$	$Y$	$P$
sommar	varmt	0,4
sommar	kallt	0,2
vinter	varmt	0,1
vinter	kallt	0,3

Vilka utsagor stämmer?

- $P(\mathbf{sommar} \vee \mathbf{vinter}) = 1$
- $P(\mathbf{varmt}|\mathbf{sommar}) = \frac{0,4}{0,4+0,2}$
- $P(\mathbf{sommar} \wedge (\mathbf{kallt} \vee \mathbf{varmt})) = P(\mathbf{varmt})$
- $P(\mathbf{varmt}) = P(\mathbf{kallt})$

**Fråga 14** (1 poäng)

Vilka av följande utsagor stämmer för det bayesianska nätet:



- $P(X|Y_1) = P(X|Y_2)$ .
- $Y_1$  och  $Y_2$  är villkorligt oberoende givet  $X$ .
- $P(X, Y_1, Y_2, Z_1, Z_2) = P(Y_1)P(Y_2)P(X|Y_1, Y_2)P(Z_1|X)P(Z_2|X)$
- Om varje variabel i det bayesianska nätverket är binär behövs 10 värden.

**Fråga 15** (1 poäng)

Här är tre modeller för linjär regression och tre särdragsvektorer:

modell	$w_0$	$w_1$	$w_2$	vektor	$x_0$	$x_1$	$x_2$
$h_1$	+3	+5	+7	$\mathbf{a}$	+1	+1	+1
$h_2$	$\pm 0$	+5	+7	$\mathbf{b}$	+1	-1	+1
$h_3$	-3	+5	+7	$\mathbf{c}$	+1	-1	-1

Kryssa för alla alternativ som stämmer:

- $h_3(\mathbf{c}) = 9$
- $h_2(\mathbf{b}) = 2$
- $h_1(\mathbf{a}) + h_1(\mathbf{c}) = 0$
- $h_1(\mathbf{a}) = 15$

**Fråga 16** (1 poäng)

Vad gäller för perceptroner med icke-deriverbar aktiveringsfunktion,  $\mathbf{t}$  förväntad utdata och  $h(\mathbf{x})$  erhållen utdata?

- De kan lära sig alla linjärt separerbara problem.
- De uppdaterar parametervektorn enligt  $\mathbf{w} = \mathbf{w} + \alpha(\mathbf{t} - h(\mathbf{x}))\mathbf{x}$ .
- De kan inte användas för klassificering.
- De kan användas för gradientsökning.

**Fråga 17** (1 poäng)

I tabellen listas ett antal exempel på om man har bil eller inte beroende på attributen Ålder, Kön och Inkomst. Vilka av följande påståenden är korrekta?

$$I(P(v_1), P(v_2) \dots P(v_n)) = \sum_{i=1}^n -P(v_i) \log_2(P(v_i))$$

Exempel	Attribut			Har bil
	Ålder	Kön	Inkomst	
x1	20-40	Man	>40000	Ja
x2	<20	Man	<20000	Ja
x3	>40	Kvinna	>40000	Nej
x4	>40	Kvinna	20000-40000	Ja
x5	>40	Man	20000-40000	Nej
x6	20-40	Man	<20000	Ja
x7	20-40	Kvinna	20000-40000	Ja
x8	<20	Kvinna	>40000	Nej

$I(\text{Ålder}) = I(\text{Ålder} < 20) + I(\text{Ålder} = 20 - 40) + I(\text{Ålder} > 40)$

$I(\text{Start}) = -\frac{3}{8} \log_2(\frac{3}{8}) + -\frac{5}{8} \log_2(\frac{5}{8})$

$I(\text{Inkomst} = 20000 - 40000) = -\frac{1}{3} \log_2(\frac{1}{3}) + -\frac{1}{3} \log_2(\frac{1}{3})$

$I(\text{Ålder} = 20 - 40) = 0$

**Fråga 18** (3 poäng)

Använd naturlig deduktion för att visa  $A, \neg(A \wedge \neg B) \vdash B$ .

**Bevisregler i naturlig deduktion**

$\frac{\alpha \quad \neg\alpha}{\perp}$	( $\perp$ I)	$\frac{\alpha \wedge \beta}{\alpha}$	( $\wedge$ E)
$\frac{\alpha \quad \beta}{\alpha \wedge \beta}$	( $\wedge$ I)	$\frac{\alpha \vee \beta \quad \alpha \implies \beta \quad \beta \implies \delta}{\delta}$	( $\vee$ E)
$\frac{\alpha}{\alpha \vee \beta}$	( $\vee$ I)	$\frac{\alpha \implies \beta \quad \alpha}{\beta}$	( $\implies$ E)
$\frac{\perp}{\neg\alpha}$	( $\neg$ I)	$\frac{\neg\alpha}{\perp}$	( $\neg$ E)
$\frac{\alpha \quad \beta}{\alpha \implies \beta}$	( $\implies$ I)	$\frac{\alpha \iff \beta}{\alpha \implies \beta}$	( $\iff$ E)
$\frac{\alpha \implies \beta \quad \beta \implies \alpha}{\alpha \iff \beta}$	( $\iff$ I)		

**Svar:**

{1}	1	$A$	Premiss
{2}	2	$\neg(A \wedge \neg B)$	Premiss
{3}	3	$\neg B$	Provisorisk premiss
{1, 3}	4	$A \wedge \neg B$	1,3 $\wedge I$
{1,2,3}	5	$\perp$	2,4 $\perp I$
{1,2}	6	$B$	3,5, $\neg E$

**Fråga 19** (4 poäng)

Gör rimliga antaganden och översätt följande meningar till predikatlogiska uttryck:

Alla hundar jagar brevbärare

Brevbärare som har gympaskor är snabba

Ingen hund fångar en snabb brevbärare

Hundar som jagar brevbärare utan att fånga dem är frustrerade

och visa med resolution att

Om alla brevbärare har gympaskor är alla hundar frustrerade

**Svar:**

$$(1) \forall x, y \text{ Hund}(x) \wedge \text{Brevbärare}(y) \implies \text{Jagar}(x,y)$$

$$(2) \forall z \text{ Brevbärare}(z) \wedge \text{HarGympaskor}(z) \implies \text{Snabb}(z)$$

$$(3) \forall s, t \text{ Brevbärare}(s) \wedge \text{Hund}(t) \wedge \text{Snabb}(s) \implies \neg \text{Fångar}(t,s)$$

$$(4) \forall v, w \text{ Hund}(v) \wedge \text{Brevbärare}(w) \wedge \text{Jagar}(v,w) \wedge \neg \text{Fångar}(v,w) \implies \text{Frustrerad}(v)$$

och det som skall visas

$$(5) \forall p, q \text{ Hund}(p) \wedge \text{Brevbärare}(q) \wedge \text{HarGympaskor}(q) \implies \text{Frustrerad}(p)$$

Konvertera:

$$(1) \neg \text{Hund}(x) \vee \neg \text{Brevbärare}(y) \vee \text{Jagar}(x,y)$$

$$(2) \neg \text{Brevbärare}(z) \vee \neg \text{HarGympaskor}(z) \vee \text{Snabb}(z)$$

$$(3) \neg \text{Brevbärare}(s) \vee \neg \text{Hund}(t) \vee \neg \text{Snabb}(s) \vee \neg \text{Fångar}(t,s)$$

$$(4) \neg \text{Hund}(v) \vee \neg \text{Brevbärare}(w) \vee \neg \text{Jagar}(v,w) \vee \text{Fångar}(v,w) \vee \text{Frustrerad}(v)$$

$$(5) \text{Hund}(S)$$

$$(6) \text{Brevbärare}(T)$$

$$(7) \text{HarGympaskor}(T)$$

$$(8) \neg \text{Frustrerad}(S)$$

$$(4, 5, 6, 8) \text{ med } \{v/S, w/T\} \text{ ger } (9) \neg \text{Jagar}(S,T) \vee \text{Fångar}(S,T)$$

$$(9, 5, 6, 3) \text{ med } \{t/S, s/T\} \text{ ger } (10) \neg \text{Snabb}(T) \vee \neg \text{Jagar}(S,T)$$

$$(10, 5, 6, 1) \text{ med } \{x/S, y/T\} \text{ ger } (11) \neg \text{Snabb}(T)$$

$$(11, 6, 7, 2) \text{ med } \{z/T\} \text{ ger Tom klausul}$$

**Fråga 20** (3 poäng)

Antag att 80% av alla kor är bruna och att 30% av alla hästar är bruna. Antag vidare att 60% av en bondes djur är hästar, resten är kor. Hur stor är sannolikheten för att ett brunt djur är en häst? (Du behöver inte räkna ut svaret men måste teckna hela uttrycket.)

**Svar:**

$$P(\text{brun}|\text{ko}) = 0,8$$

$$P(\text{brun}|\text{häst}) = 0,3$$

$$P(\text{häst}) = 0,6$$

$$P(\text{ko}) = 1 - P(\text{häst}) = 0,4$$

$$P(\text{häst}|\text{brun}) = \frac{P(\text{brun}|\text{häst})P(\text{häst})}{P(\text{brun}|\text{häst})P(\text{häst}) + P(\text{brun}|\text{ko})P(\text{ko})} = \frac{0,3 \cdot 0,6}{0,3 \cdot 0,6 + 0,4 \cdot 0,8} = \frac{0,18}{0,5} = 0,36$$



**Fråga 21** (3 poäng)

Förklara följande grundläggande maskininlärningsbegrepp: Guldstandard, Träning, Testning, Träningsfel, Generaliseringsfel, Overfitting, Underfitting

**Svar:**

Guldstandard Datamängd med indata,  $x$  och motsvarande korrekta målvärde,  $t$

Träning Visa upp alla  $x$  och  $t$  och låt systemet lära sig

Testning Testa en modell genom att visa upp  $x$  och jämföra modellens predicerade utvärde med målvärdet  $t$

Träningsfel Fel hos modellen vid träning

Generaliseringsfel Hur mycket fel modellen gör på okända data. Uppskattas utifrån testfelet, dvs fel på testdata

Underfitting Modellen räcker inte för att få ett lågt felvärde på träningsmängden. Den är ännu sämre på testmängden

Overfitting Modellen överoptimerad på träningsdata. Lågt felvärde på träningsdata men högt på testdata.