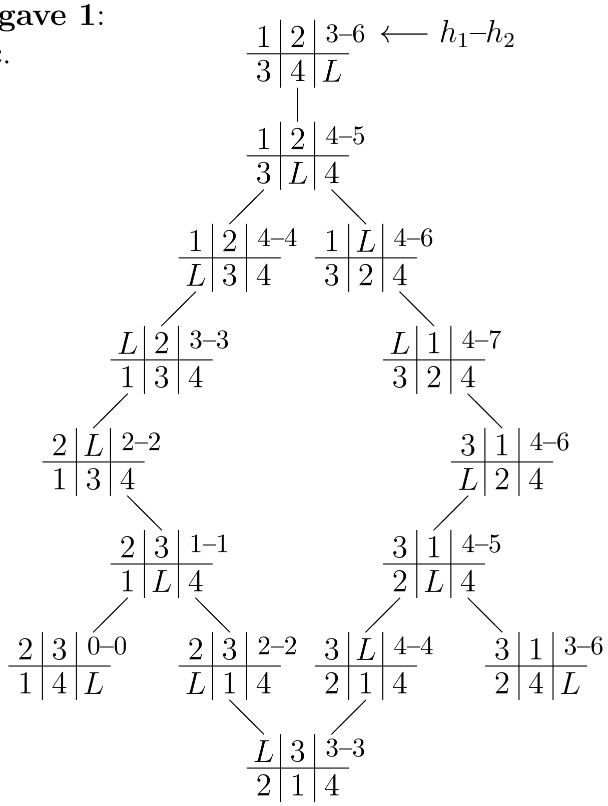
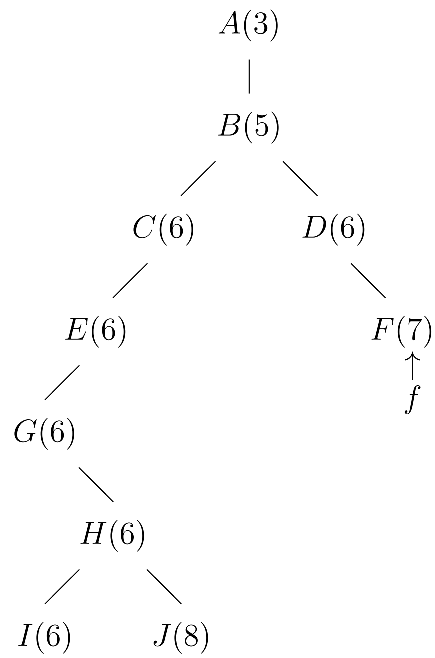
Uitwerking tentamen Kunstmatige intelligentie 7.6.2023

Opgave 1:
b/**c**.

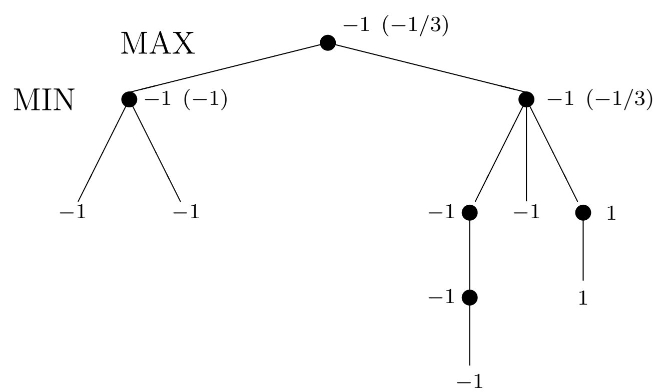




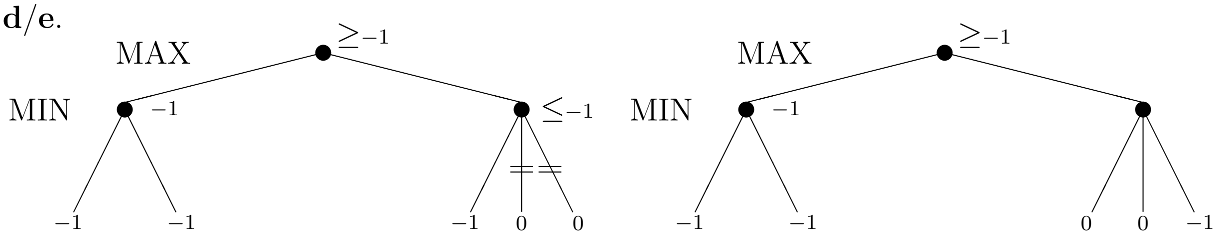
d. Er is continu keuze uit de knopen in de frontier met f-waarde 6; deze kunnen in "willekeurige" volgorde geopend = geexpandeerd worden.
De frontier wordt $\langle A \rangle$, dan $\langle B \rangle$, dan $\langle C, D \rangle$, dan $\langle D, E \rangle$ of $\langle C, F \rangle$, ... We lopen in feite door de boom rechtsboven. Kortste pad wordt $ABCEGHI$.
e. Geef toestand B een h_1-waarde 0. Dan geldt niet dat $h_1(A) \leq 1 + h_1(B)$, want $3 \not\leq 1 + 0$.
f. Met h_1 doet IDA* 3 DFS-rondes, met respectievelijk f_{limiet} gelijk aan 3, 5 en 6. Met h_2 is er slechts één ronde nodig, met $f_{\text{limiet}} = 6$, waarin je meteen naar het doel loopt.

Opgave 2:
b/**c**.

De waardes van **c** staan tussen haakjes naast de waardes van **b**. De waarde in de wortel is $\max(-1, -1/3) = -1/3$. In de knopen moeten eigenlijk CLOBBER-toestanden staan.



d/e.



In de linker boom kunnen de twee bladeren rechtsonder gesnoeid worden: hun ouderknoop wordt hoogstens -1, en de wortel is al minstens -1. Daar veranderen die bladeren niets aan. Merk op dat het α-β-algoritme niet weet en ook niet gebruikt dat -1 de allerlaagste waarde is die in het spel bereikt kan worden.
In de rechter boom kan niets gepruned worden.

Opgave 3:
b. De entropie vooraf is $-\frac{3}{7}\log\frac{3}{7}-\frac{4}{7}\log\frac{4}{7}$, en na gebruik van `sm` wordt dat $\frac{2}{7}\cdot 0+\frac{2}{7}\cdot 1+\frac{3}{7}\cdot x = \frac{2}{7}+\frac{3}{7}\cdot x$ (met $x=-\frac{1}{3}\log\frac{1}{3}-\frac{2}{3}\log\frac{2}{3}$; geef een duidelijke berekening, zie boom linksonder), na gebruik van `geur` dat zelfde (zie middelste boom) en na gebruik van `gez` $\frac{3}{7}\cdot x+\frac{2}{7}\cdot 0+\frac{2}{7}\cdot 0=\frac{3}{7}\cdot x$ (zie boom rechtsonder). Dus `gez` is het beste in de wortel, want dat geeft de laagste entropie na afloop.

	`sm`			`geur`			`gez`		
	$-$	$\approx$	$+$	$-$	?	$+$	$-$	$\pm$	$+$
	2− 3−	4+ 5−	1+ 6+ 7−	3− 6+	5− 7−	1+ 2− 4+	2− 3− 6+	5− 7−	1+ 4+
entropie:	0	1	x	1	0	x	x	0	0

Dan moet je de gevallen 2, 3 en 6 (`gez` $=-$) nog aanpakken, en die kun je met `sm` uit elkaar houden (entropie 0 na afloop), en beter kan het niet; `geur` doet het slechter.
Je krijgt een boompje met wortel `gez`, met kinderen `gez` $\stackrel{+}{\to}+$, `gez` $\stackrel{\pm}{\to}-$ en `gez` $\stackrel{-}{\to}$ `sm`. En `sm` krijgt kinderen `sm` $\stackrel{-}{\to}-$, `sm` $\stackrel{+}{\to}+$ en (!) $\stackrel{\approx}{\to}-$ (geen voorbeelden: "majority-waarde" van de ouderknoop).
c. De decision stump is een knoop met `gez` met drie kinderen: `gez` $\stackrel{+}{\to}+$, `gez` $\stackrel{\pm}{\to}-$ en (!) `gez` $\stackrel{-}{\to}-$ (meerderheid van de voorbeelden).
d. Als we in `geur` $?\to-$ en in `gez` $\pm\to+$, zijn de voorbeelden niet meer lineair te scheiden, en kan een perceptron het dus niet leren. Maak maar een eenvoudige tekening met assen `gez` en `geur`.

Opgave 4:
b. Merk onder meer op dat de 4 kansen $\mathbb{P}(w+m\mid h)$ $(=\mathbb{P}(w\mid h)\cdot\mathbb{P}(m\mid h))$, $\mathbb{P}(\neg w+m\mid h)$, $\mathbb{P}(w+\neg m\mid h)$ en $\mathbb{P}(\neg w+\neg m\mid h)$ naar 1 sommeren, dus één ervan is overbodig. Analoog voor de 4 kansen $\mathbb{P}(w+m\mid\neg h), \ldots$ Hierbij staat $w+m$ voor het waar zijn van W en M in de samengevoegde knoop $W+M$.
d. $\mathbb{P}(s\mid\neg m,\neg e)=\mathbb{P}(\neg e\mid s,\neg m)\ \mathbb{P}(s\mid\neg m)\,/\,\mathbb{P}(\neg e\mid\neg m)$ (Bayes). Het is overigens een "mixed" query.

Merk op dat $\mathbb{P}(\neg e \mid s, \neg m) = \mathbb{P}(\neg e \mid s)$ (voorwaardelijke onafhankelijkheid).
Verder $\mathbb{P}(s \mid \neg m) = \mathbb{P}(s \mid w, \neg m)\ \mathbb{P}(w) + \mathbb{P}(s \mid \neg w, \neg m)\ \mathbb{P}(\neg w)$, waarbij $\mathbb{P}(w)$ wordt uitgerekend via $\mathbb{P}(w) = \mathbb{P}(w \mid h)\ \mathbb{P}(h) + \mathbb{P}(w \mid \neg h)\ \mathbb{P}(\neg h)$
Tot slot: $\mathbb{P}(\neg e \mid \neg m) = \mathbb{P}(\neg e \mid s)\ \mathbb{P}(s \mid \neg m) + \mathbb{P}(\neg e \mid \neg s)\ \mathbb{P}(\neg s \mid \neg m)$.

Opgave 5: (De uitwerking is vrij compact.)
a. 1) Als er een tijdsaspect bij komt kijken, vergelijk een schaakklok bij schaken, waarbij de prestatie afhangt van de tijd, wordt het semi-dynamisch.
2) Als je een serie tentamens hebt, bijvoorbeeld in een tentamenweek, kun je het zien als episodisch. Een los tentamen is sequentieel. Vergelijk wederom een schaaktoernooi met een enkele wedstrijd.
b. Bias-knopen verzorgen de drempelwaardes in de neuronen waar ze mee verbonden zijn. Het genoemde netwerk heeft $3 + 1 = 4$ biasknopen, één voor elke verborgen laag en één voor de uitvoerlaag. (Of als je anders telt: één voor de invoerlaag.)
c. Je moet afdwingen dat getal k in rij i niet tegelijk op verschillende plekken j en j' mag staan, dus $\neg x_{ijk} \vee \neg x_{ij'k}$ voor $1 \leq i \leq 9$, $1 \leq j < j' \leq 9$ en $1 \leq k \leq 9$. In totaal $9 \cdot \binom{9}{2} \cdot 9 = 2916$ clausules.

Let op: antwoorden die je op de sheets kunt vinden, zoals **1a**, de definitie van “consistent” bij **1e**, **2a**, **3a**, **4a**, een deel van **4b**, en **4c**, staan niet vermeld.