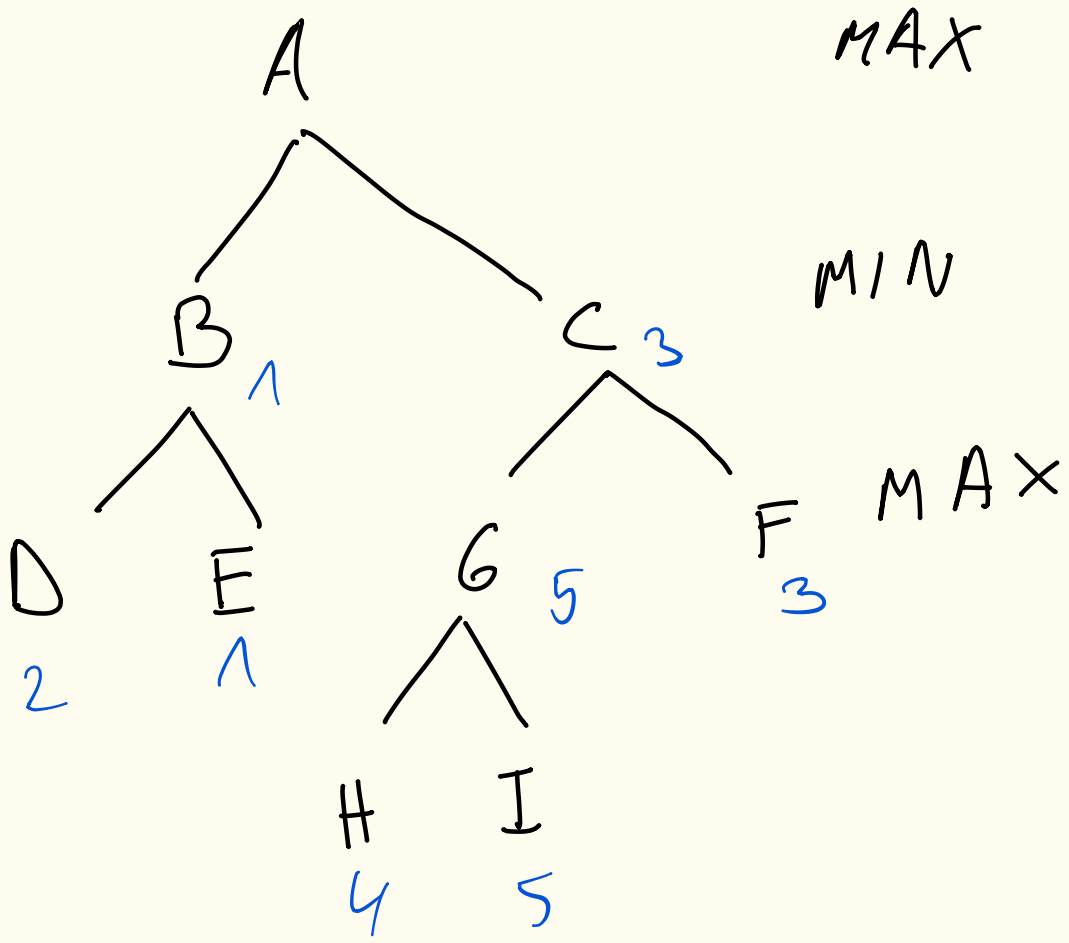
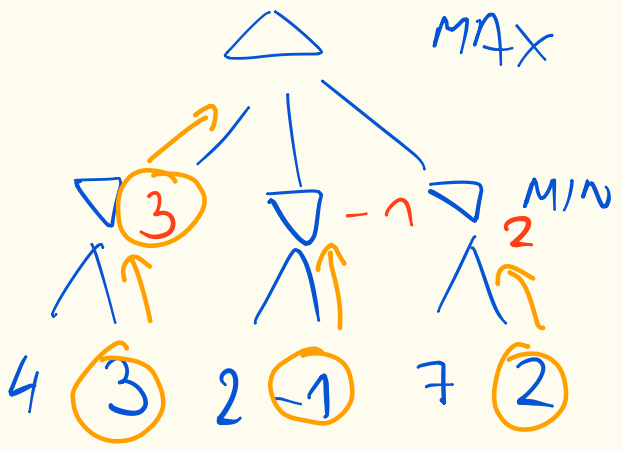




x, y, z, a

x = { 2, 3 }

y = { 0, 1 }

z = { 1, 2 }

a = { 0, 1, 2 }

~~x ≠ y~~

~~y ≠ x~~

~~x = z + 1~~

~~z = x - 1~~

~~y < z~~

~~z > y~~

~~a = 2y~~

~~y = a/2~~

~~y ≠ x~~

~~x ≠ y~~

~~y < z~~

~~x = z + 1~~

~~a = 2y~~

~~z = x - 1~~

constraints

$x \neq y$

$x = z + 1$

$y < z$

$a = 2y$

(4) (a) $1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16$

$$\sum_{n} 1/2^n = 1$$

(b) $1/6 \cdot 1 + 1/6 \cdot 2 + 1/6 \cdot 3 + 1/6 \cdot 4 + 1/6 \cdot 5 + 1/6 \cdot 6 = \frac{1+2+3+4+5+6}{6}$

$\frac{7 \cdot 3}{6} = 21/6 = 3{,}5$

(c) 3,01

(4₂) 100% 8 = 8

30% 20 = 2·3 = 6

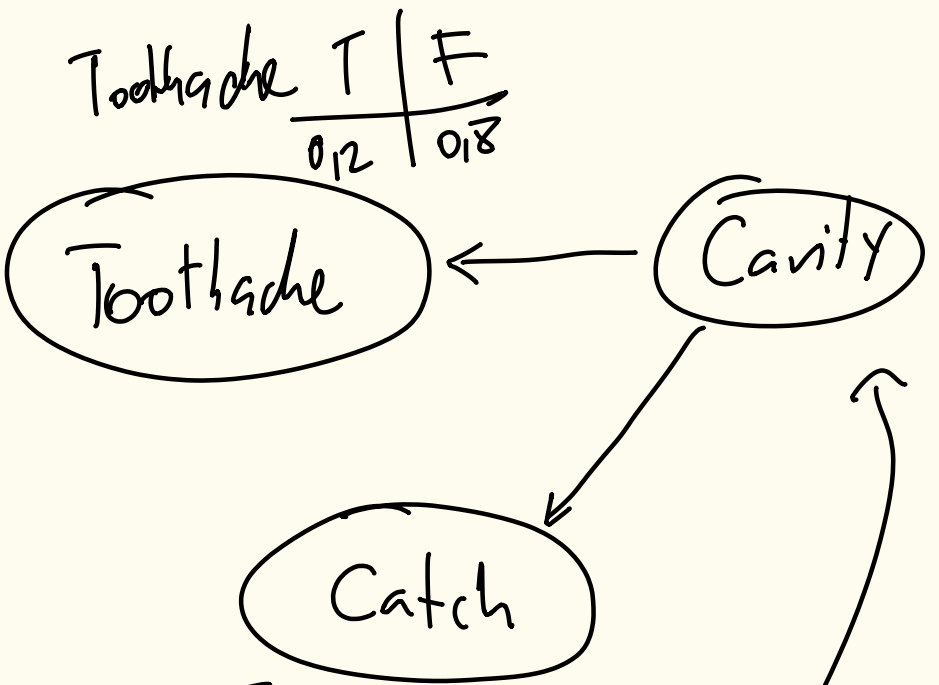
10% 40 = 4

2% 400 = 8

Bayesian network

Toothache

T	F
0,2	0,8



Cavity	Toothache	Catch = T	Catch = F
T	T	0,108	0,016
T	F	0,012	0,064
F	T	0,072	0,144
F	F	0,008	0,576

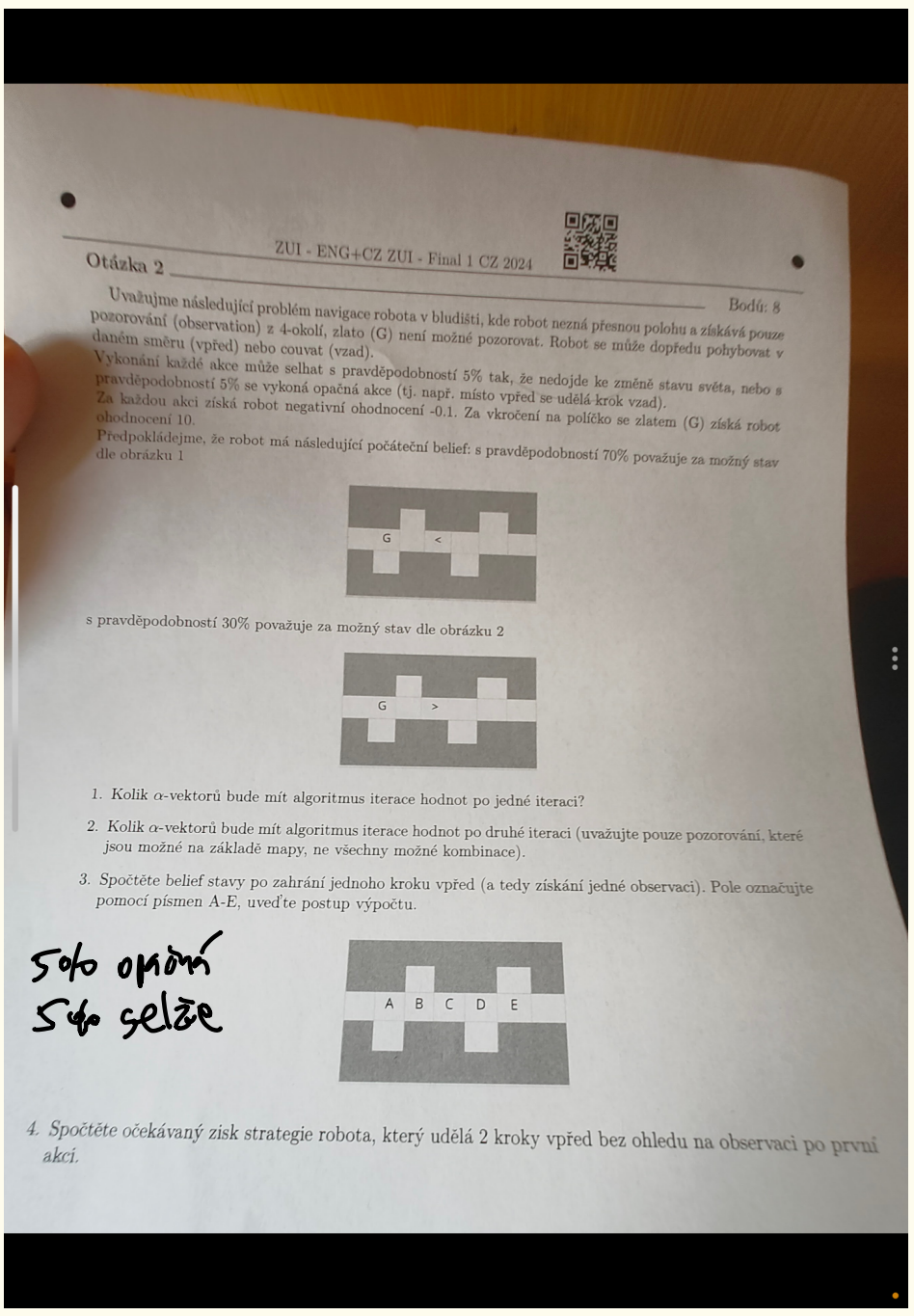
Toothache	Catch = T	Catch = F
T	0,124	0,216
F	0,076	0,584

počet akcí = 2

počet možných pozorování = 4

$$\frac{\text{počet observací}^{\text{počet stavů}} - 1}{\text{počet observací} - 1}$$

počet akcí



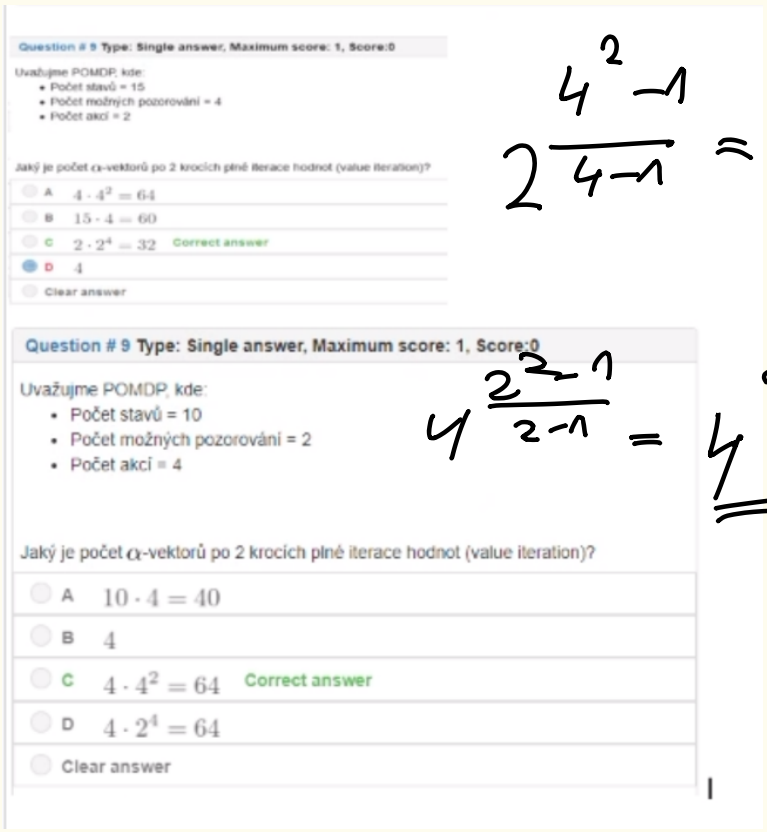
50% opírá
50% selže

A: 0%
B: 90%
C: 5%
D: 5%
E: 0%

70% 30%
< >

A 0%
B $0{,}7 \cdot 0{,}9 + 0{,}3 \cdot 0{,}05$
C 5%
D $0{,}7 \cdot 0{,}05 + 0{,}3 \cdot 0{,}9$
E 0%

A 0%
B 0,645
C 5%
D 0,305
E 0%



$$2^{\frac{4^2-1}{4-1}} = 2^{15/3} = 2^3$$

$$4^{\frac{2^2-1}{2-1}} = 4^3$$

actions
(↑, ↓)

observations
(left-wall, right-wall)
t/f t/f

(1) $$2^{\frac{16-1}{16-1}} = 2$$

→ tt, tf, ft

(2) $$2^{\frac{3^2-1}{3-1}} = 2^{\frac{9-1}{2}} = 2^4$$

probability of getting gold after 2↑ actions

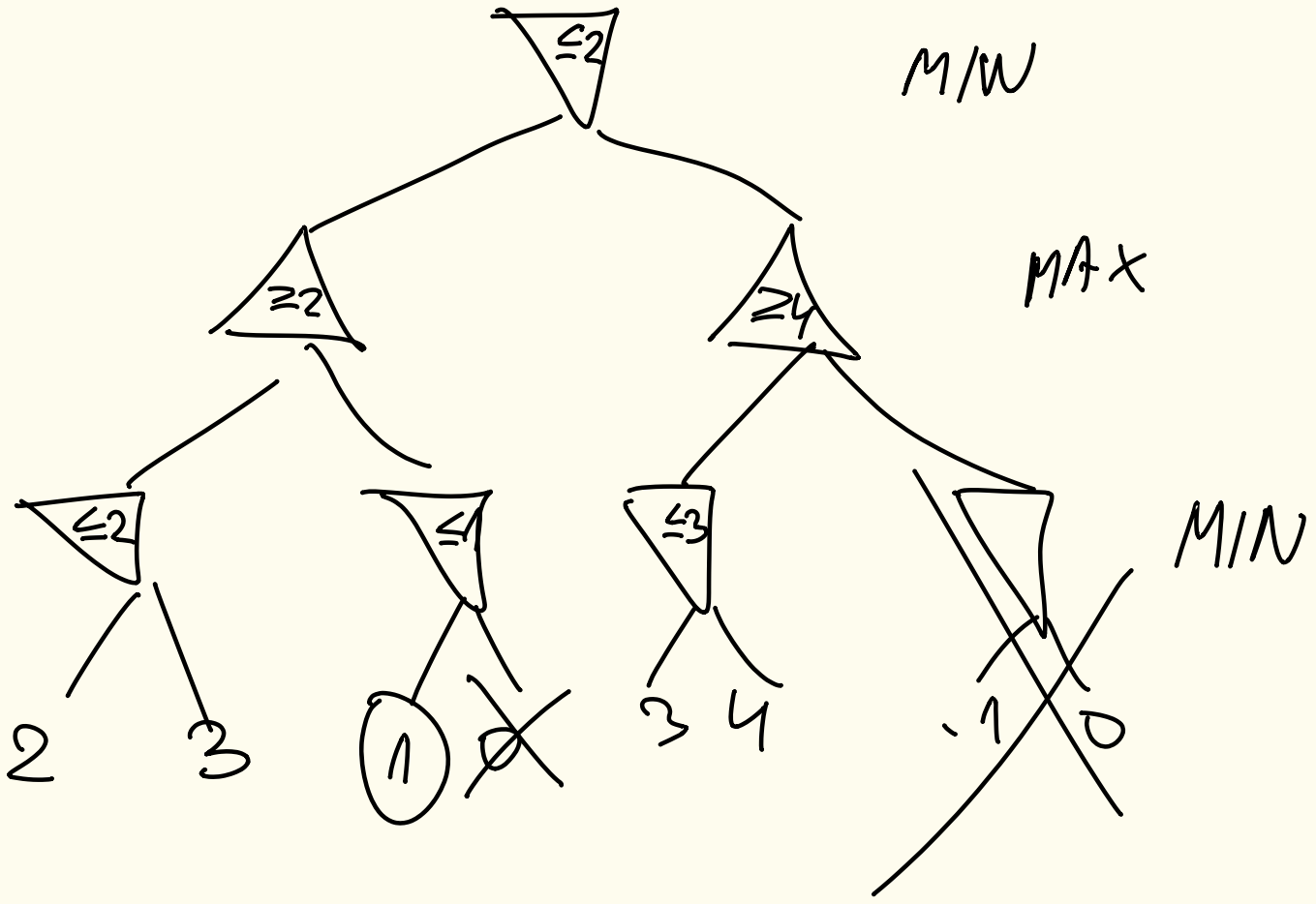
2 succesful ↑ start <
$0{,}7 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}9 = 0{,}567$

(4)
2 failed ↑ start >
$0{,}3 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}05 = 3/4000$

$= 0{,}56775$

$(0{,}56775 \cdot 10 - 0{,}2) =$

$= 5{,}4775$



$\alpha = -\infty$

$\beta = +\infty$

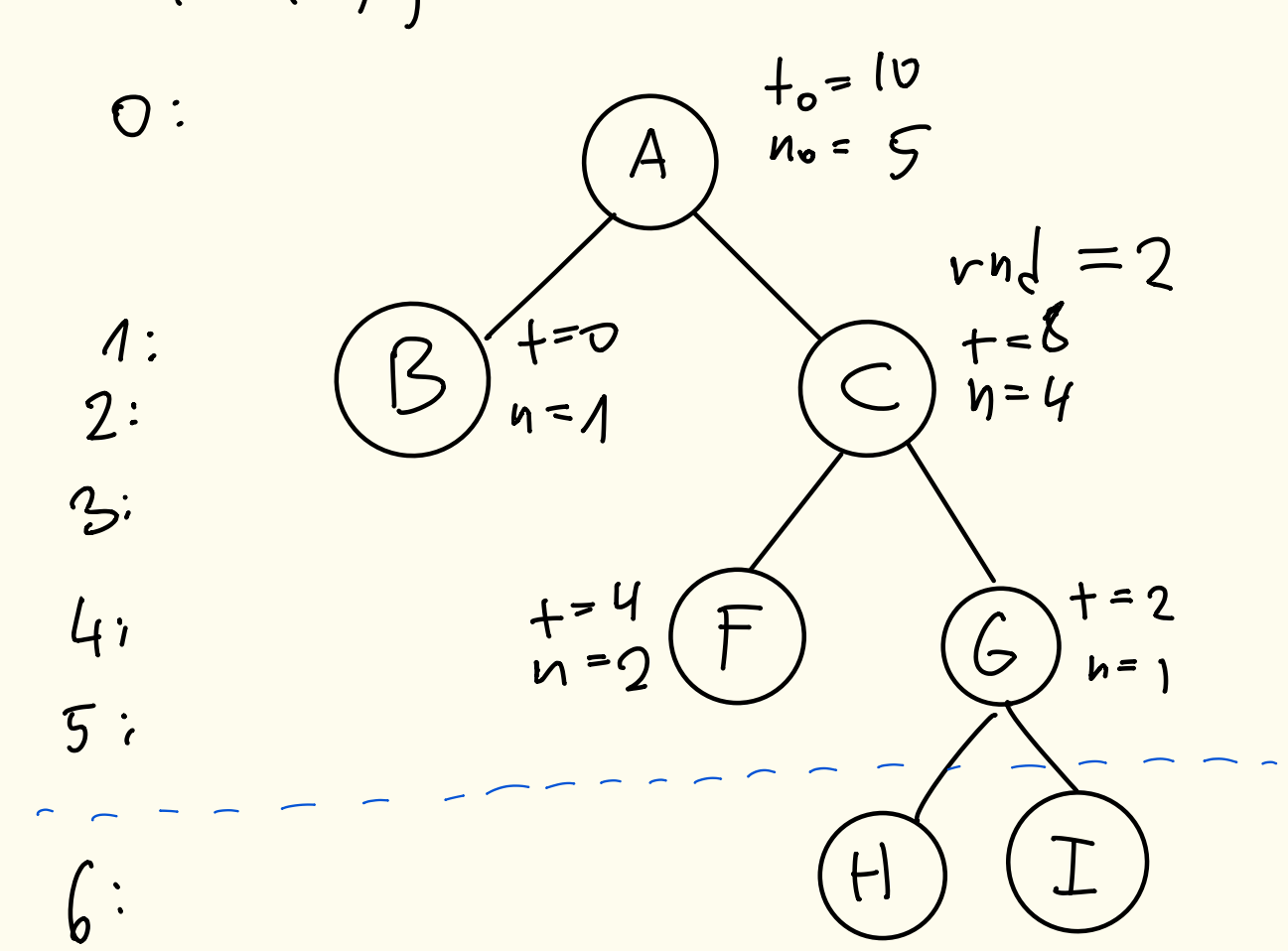
init state:

agent(A, 1, none, init)
agent(B, 2, C, init)
agent(C, 2, none, init)
arm (none)

agent (name, position, ~~stands on~~, situation)
↑
(is_under)

arm (holds)

grab(X, Z):
agent(X, ∅, Z) ∧ arm(none)
→ arm(X), agent(X, none, Z)

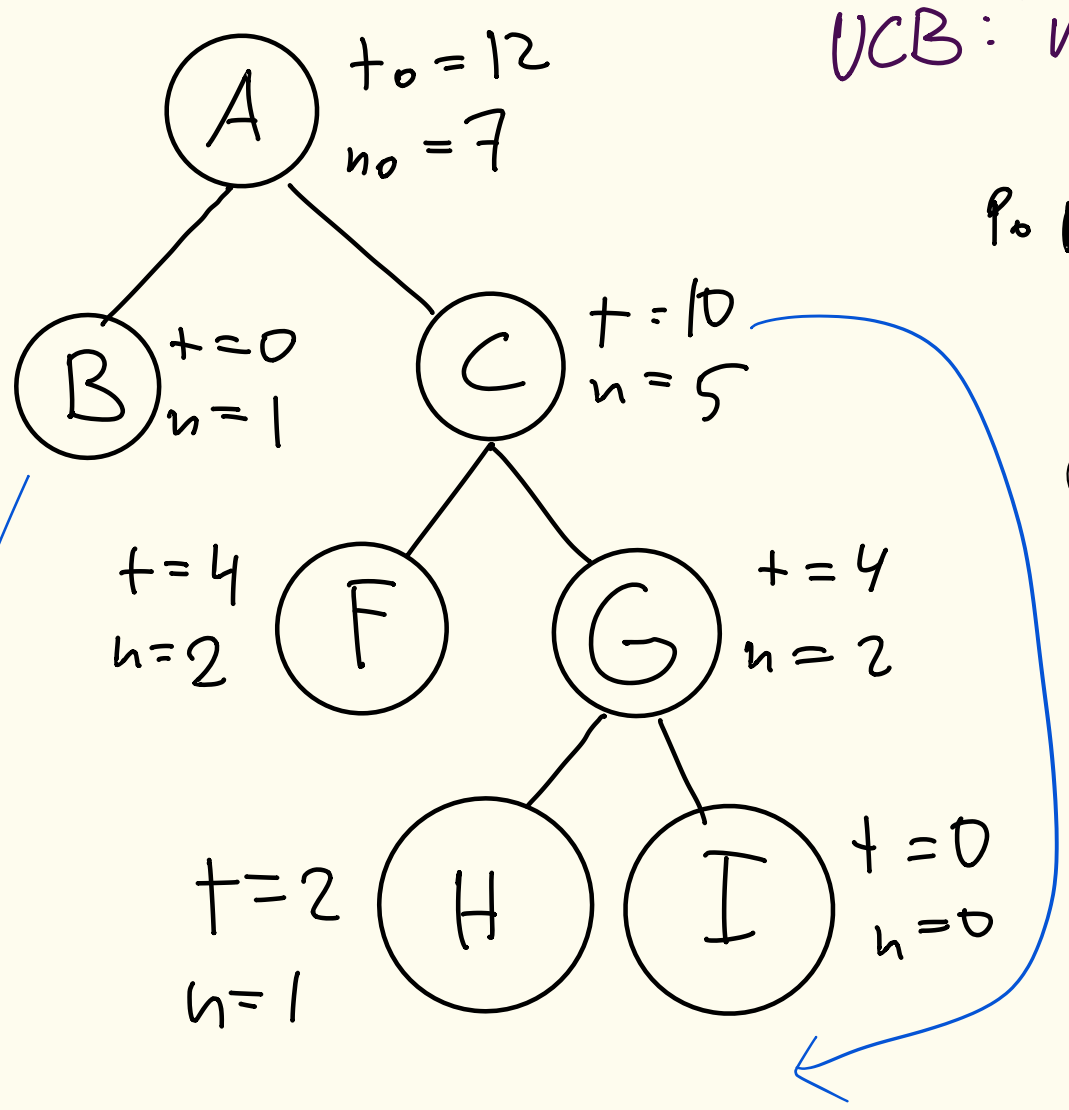


$c = 2$

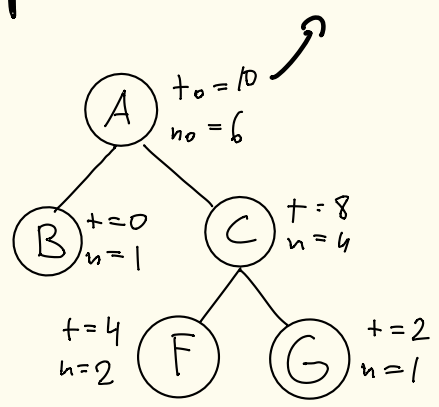
$$UCB(S_i) = \overline{V_i} + 2\sqrt{\frac{\ln N}{n}}$$

$UCB: \overline{v_i} + C\sqrt{\frac{\ln N}{n}}$

0:
1:
2:



Po páté iteraci nebo i $t_0 = 8$



3:
4:
5:
6:

$$2\sqrt{\ln(n_0)} > 2 + 2\sqrt{\frac{\ln(n_0)}{n_0 - 2}} \qquad 11.\ it.$$

STRIPS

predicates a, b, c, d

initial $I = \{a\}$

$a_1 = \langle \{a\}, \{b, c\}, \emptyset \rangle$

$a_2 = \langle \{b\}, \{c\}, \emptyset \rangle$

$a_3 = \langle \{c\}, \{a, b\}, \emptyset \rangle$

$a_4 = \langle \{a, b, c\}, \{d\}, \emptyset \rangle$

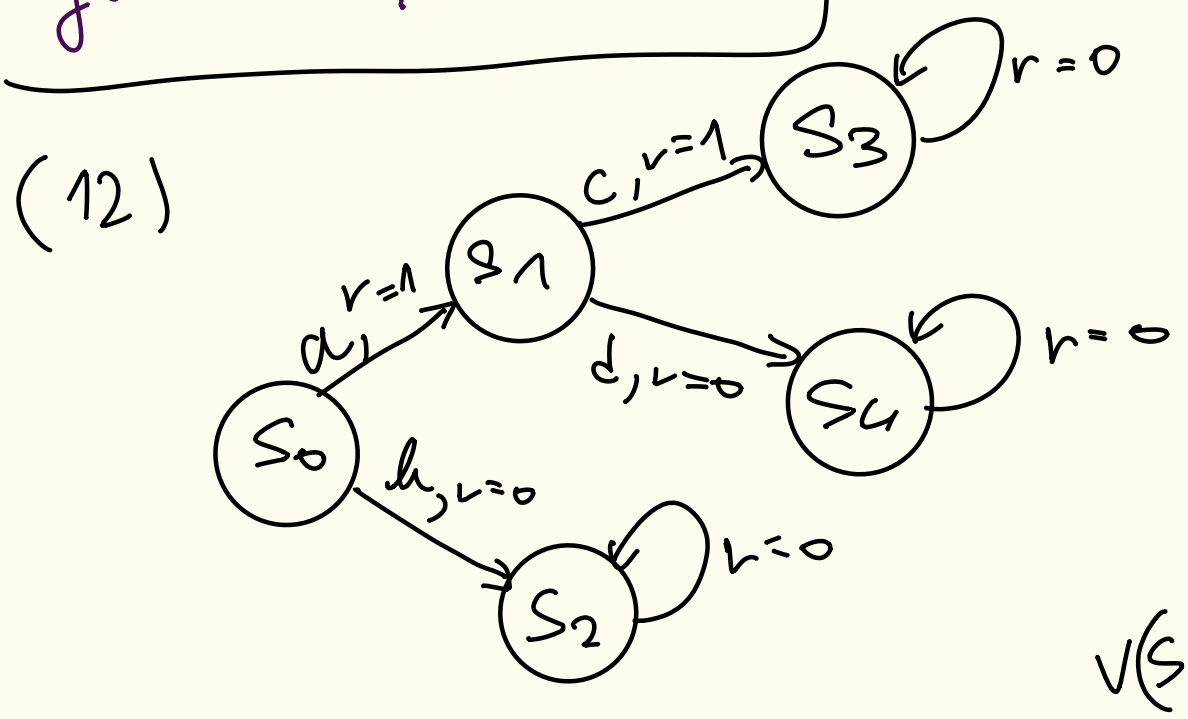
goal $G = \{d\}$

(a) $h_{max}(I) = ?$

1 a → abc

abc → abcd

(12)



$V(s_0) = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0{,}5 = 1{,}5$

$V(s_1) = 1$

$V(s_2) = 0$

$V(s_3) = 0$

$V(s_4) = 0$

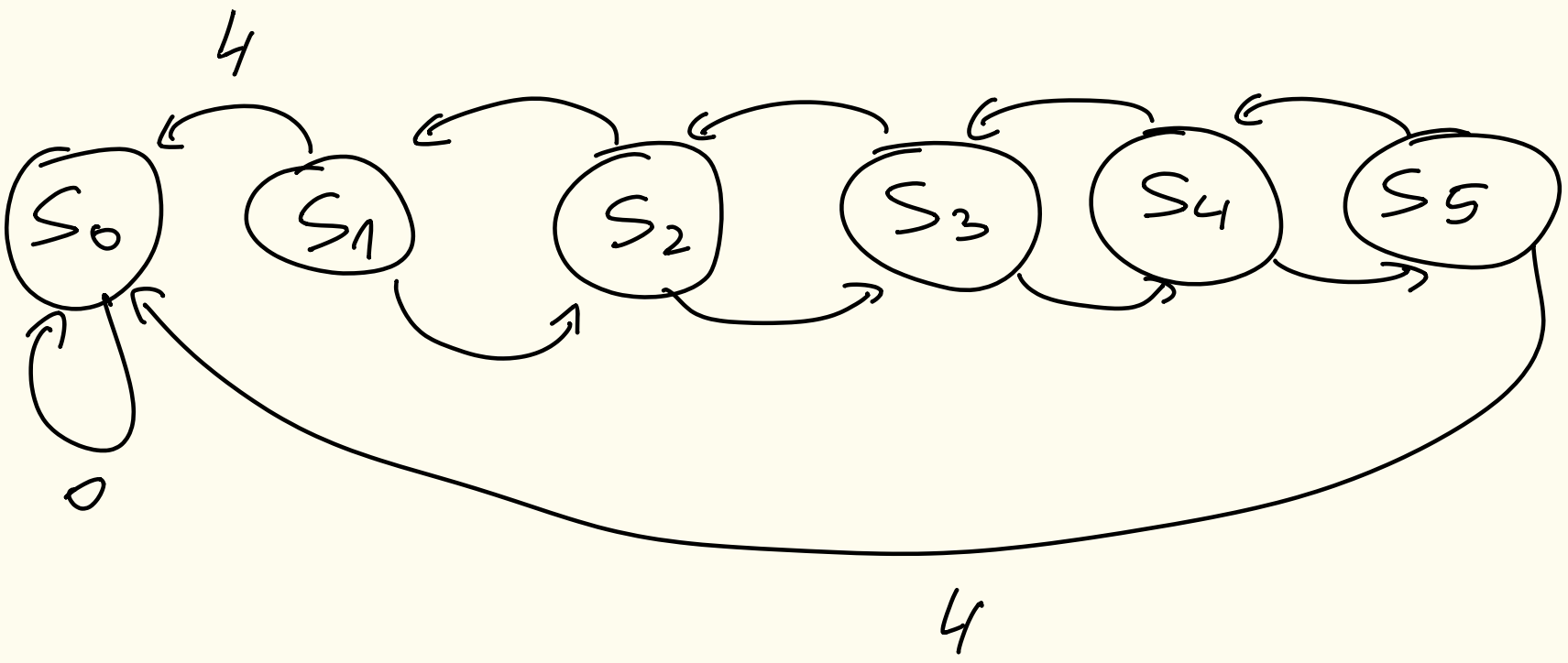
$V(a) = 1{,}5$

$V(b) = 0$

$V(c) = 1$

$V(d) = 0$

2	1	0	1	0



1. if:

4	2	1	0	4

2. if

4 4 2 4 4

3. if

4 4 4 4 4

$x = \{ 0 \}$

$y = \{ 1 \}$

$z = \{ 2\ 3 \}$

$a = \{ 2 \}$

~~$x < y$~~ ~~$x < y$~~

~~$y > x$~~ ~~$y < z$~~

~~$y < z$~~ ~~$z > y$~~

~~$z > y$~~

~~$a = 2y$~~ ~~$a = 2y$~~

~~$y = 9/2$~~ ~~$y > x$~~

$x < y$

$y > x$

$y < z$

$z > y$

$a = 2y$

$y = 9/2$

$x_1, x_2 = \{a, b\}$

$x_1 \neq x_2$

A	2	2	1,5	0,5
B	2	2	2	
C	0,5			

(a) greedy $\quad \frac{2+2+2}{4} = \frac{6}{4} = 1{,}5$

$\longrightarrow \quad \frac{6}{3} = 2$

$P(A) = P(C) = 0 \overset{1/2}{} \quad P(B) = 1$

(b) ε-greedy: $0{,}0\overline{3} = P(A)$

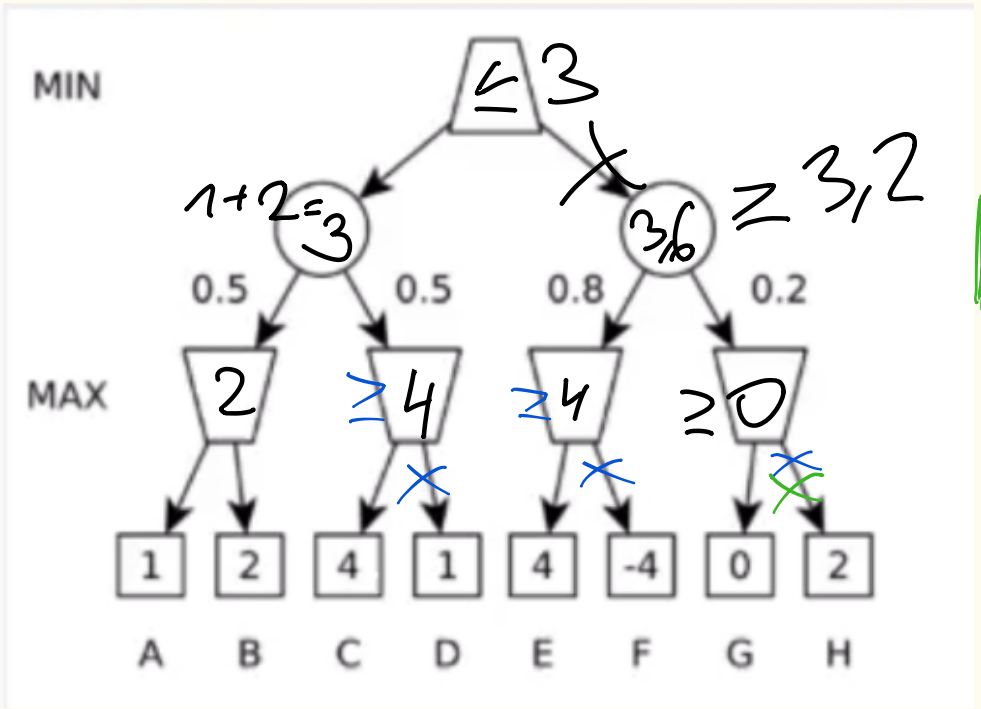
$0{,}9\overline{3} = P(B)$

$0{,}0\overline{3} = P(C)$

(c) UCB: $1{,}5 + 4\sqrt{\frac{\ln 8}{4}} \approx 4{,}3 \quad \overline{V_i} + c\sqrt{\frac{\ln n}{n}}$

$2 + 4\sqrt{\frac{\ln 8}{2}} \quad \approx 5{,}3$

$1/2 + 4\sqrt{\frac{\ln 8}{1}} \quad \approx 6{,}2$



(1) game value = 3 no pruning

(2) prunes H

(3) values in interval [-4, 4]
prunes D, F, H

agent(name, lat, long, state)
sample(lat, long, state)
grab(X, Y, lat, long, Z):
agent(X, lat, long, Z) ∧ sample(Y, lat, long, Z)
remove(sample(Y, lat, long, Z))

init:
agent(X, lat, long, init)
⋮
agent(M, lat, long, init)
sample(X, lat, long, init)
⋮
sample(M, lat, long, init)

$\sum_i \sum_j n_{ij} / N$

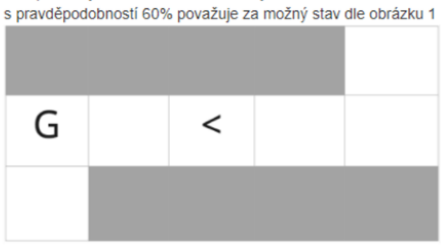
Question # 10 Type: Free answer, Maximum score: 7, Score:0

Uvažujme následující problém navigace robota v bludišti, kde robot nezná přesnou polohu a získává pouze pozorování (observat z 4-okolí, zlato (G) není možné pozorovat. Robot se může dopředu pohybovat v daném směru, nebo se může otočit vpravo nebo vlevo.

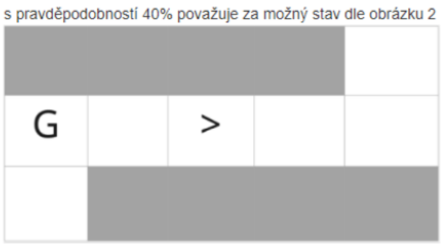
Vykonání každé akce může selhat s pravděpodobností 5% -- v tom případě nedojde ke změně stavu světa.

Za každou akci získá robot negativní ohodnocení -0.1. Za vkročení na políčko se zlatem (G) získá robot ohodnocení 10.

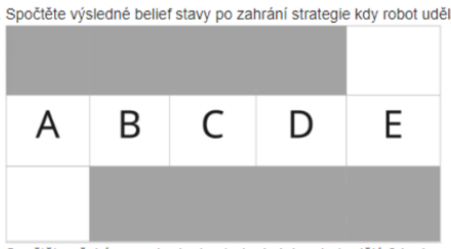
Předpokládejme, že robot má následující belief:
s pravděpodobností 60% považuje za možný stav dle obrázku 1



s pravděpodobností 40% považuje za možný stav dle obrázku 2



1. Spočtěte výsledné belief stavy po zahrání strategie kdy robot udělá 2 kroky vpřed bez ohledu na získané pozorování.



2. Spočtěte očekávanou hodnotu strategie kdy robot udělá 2 kroky vpřed bez oh[illegible] na získané pozorování. Uveďte konkrétn hodnotu i postup výpočtu.

num 2-rect
1. it: 2
A: 0%
B: 57%
C: 5%
D: 38%
E: 0%

2. it:
A: 0,6·0,95·0,5
B: 0,6·0,95·0,05 + 0,6·0,05·0,95
C: 0,5·0,5
D: 0,4·0,95·0,05 + 0,4·0,05·0,95
E: 0,4·0,95·0,95

B: 0,6·0,95

actions(TL, TR, MF_w)
observations(LW, RW, FW, BW)

po 1. it $3\frac{(2^4)^1-1}{2^4-1}$: 3

po 2: $3\frac{(2^4)^2-1}{2^4-1} = 3\frac{16^2-1}{16-1} = 129\ 140\ 163$

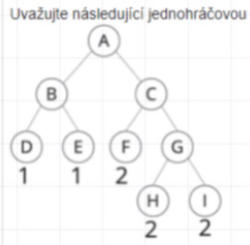
1 0 0 0
0 0 1 1
0 1 0 0
1 0 0 0

po 2. it: A: 54%
B: 57%
C: 0,25%
D: 4,27%
E: 36,1%

$0{,}54 \cdot 10 - 0{,}2 = 5{,}2$

Question # 17 Type: Free answer, Maximum score: 6, Score:0.5

Uvažujte následující jednohráčovou hru (čísla pod listy značí odměnu hráča v daném stavu):



Uvažujme algoritmus UCT s explorační konstantou $c = 2$ a předpokládejme, že při rovnosti hodnot algoritmus preferuje levou akci (neplatí pro simulaci).

1. Specifikujte postavenou část stromu po 5 iteracích algoritmu.
2. Ve které iteraci UCT algoritmu se garantovaně navštíví uzel D? Uveďte pořadí iterace i postup výpočtu.

$$\frac{\frac{t_i}{n_i}}{N_i} + c\sqrt{\frac{\ln N}{n_i}}$$

stav 0: A $t_0 = 9$, $n_0 = 5$

stav 1: B $t=1$, $n=1$; C $t=6$, $n=3$

stav 2:

stav 3:

stav 4: F $t=2$, $n=1$; G $t=2$, $n=1$

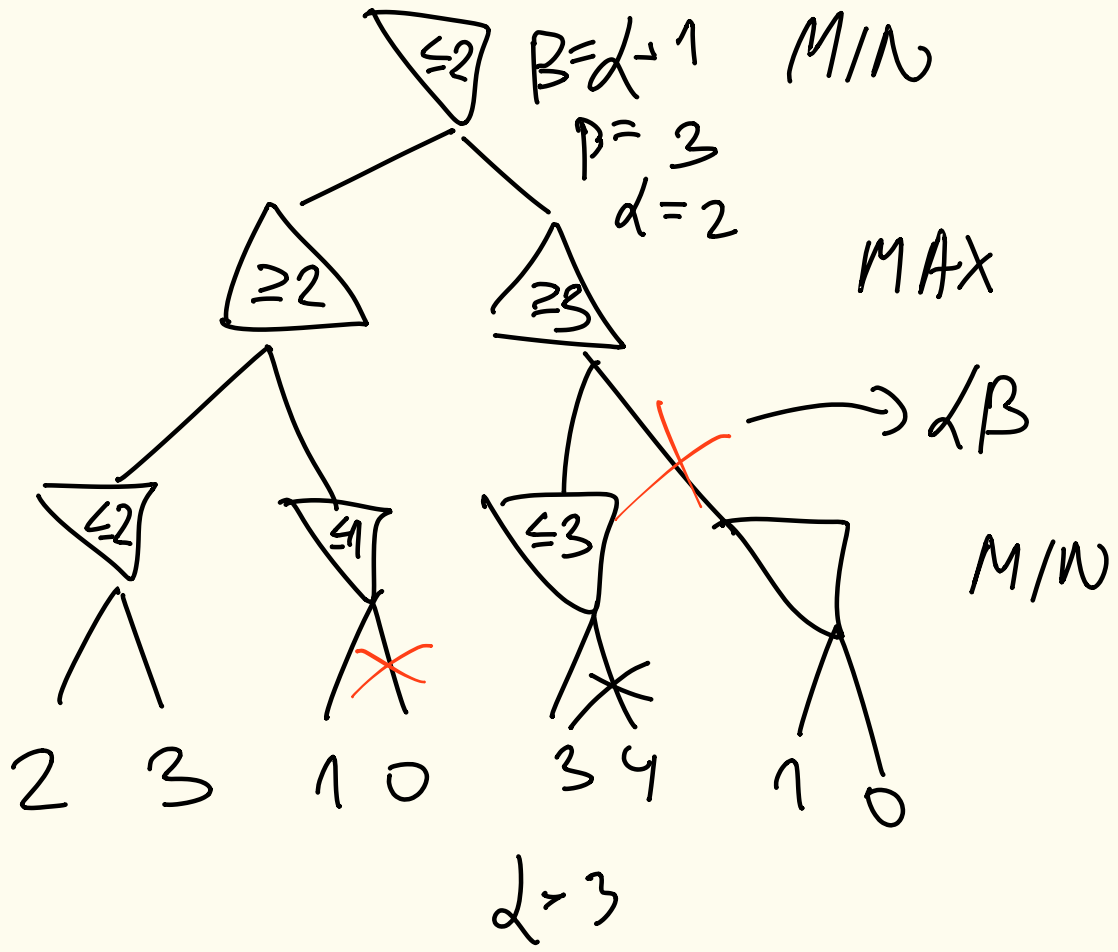
stav 5:

$$1 + 2\sqrt{\frac{\ln x}{1}} \geq 2 + 2\sqrt{\frac{\ln x}{x-2}}$$

UCB(x)

UCB-B(x)

$x = 4{,}7$ +1 (indexace od 0) $= 5{,}7$


≤2
β=α+1
MIN
β= 3
α=2
≥2
≥3
MAX
α≥β
≤2
≤1
≤3
MIN
2 3 1 0 3 4 1 0
α=3