LS 2014 Jméno:

A4B33ZUI – Základy umělé inteligence – 11. 6. 2014

O1	O2	O3	O4	O5	Total (50)

Instrukce: Na vypracování máte 150 min, můžete použít vlastní poznámky v podobě ručně popsaného listu A4. Použití počítače nebo mobilního telefonu není povoleno. V otázkách true/false zakroužkujte jednu z možností. Pokud si odpovědí nejste jistí, zdůvodněte ji.

Otázka 1 *(1 bod za správnou, -1 bod za špatnou odpověď) TRUE/FALSE tvrzení*

(a) (TRUE/FALSE) Formule: $\forall X\ (clovek(X) \wedge smrtelny(X))$ korektně kóduje tvrzení "Všichni lidé jsou smrtelní."

(b) (TRUE/FALSE) Rozhodněte, zda platí: $\forall X(p(X) \wedge q(X)) \Leftrightarrow \forall X p(X) \wedge \forall X q(X)$.

(c) (TRUE/FALSE) Nejobecnější unifikací pro dvojici literálů $q(a, g(X, a), f(Y))$ a $q(Y, g(f(b), a), X)$ je substituce $\theta = \{f(Y)|X, a|Y\}$ (proměnné jsou značeny velkými písmeny, konstanty malými).

(d) (TRUE/FALSE) Každý prohledávací problém může být zapsán jako MDP s identickým optimálním řešením.

(e) (TRUE/FALSE) Problém sekvenčního rozhodování za neurčitosti s pozorovatelnými stavy lze vždy řešit pomocí dynamického programování (v řadě případů je ale výhodnější jiný přístup, například analytické řešení soustavy lineárních rovnic u iterace taktiky).

(f) (TRUE/FALSE) Pokud je pro některé uzly n hodnota heuristiky h(n) použitá v algoritmu A* větší než skutečná cena pohybu z uzlu n do cíle, potom algoritmus negarantuje nalezení optimálního řešení, ale může najít řešení rychleji.

(g) (TRUE/FALSE) Časová složitost algoritmu prohledávání do šířky je O(b^d), paměťová je O($b * d$), kde b je branching factor a d hloubka prohledávaného stromu.

(h) (TRUE/FALSE) V nekonečných grafech algoritmus prohledávání do šířky (BFS) nikdy nenalezne řešení.

(i) (TRUE/FALSE) Prohledávání do šířky (BFS) vždycky expanduje stejně nebo víc uzlů jako algoritmus A* (pro shodný problém).

(j) (TRUE/FALSE) Předpokládejme, že věž se může na šachovnici pohybovat vertikálně nebo horizontálně o libovolný počet políček, ale nemůže přeskakovat jiné figurky. Cílem je přemístit věž z políčka A na políčko B v minimálním počtu tahů. Pro tento problém platí, že Manhatanská vzdálenost je přípustná heuristika.

Otázka 2 *(10 bodů)*

Představte si, že vytváříte školní rozvrh, kdy potřebujete cvičení a přednášky umístit do místností, které jsou v jedné budově. Přednášky mohou být pouze v místnostech určených přednáškám, cvičení mohou být jak v přednáškových místnostech, tak v malých třídách. Každému cvičení a přednášce je už přiřazený konkrétní učitel i studenti. Učitelé obecně učí ve více cvičení a přednáškách, plus platí další omezení typická pro školní rozvrh. Pro zjednodušení uvažujte, že studenti jsou přiřazeni konkrétním cvičením a přednáškám, všechny cvičení a přednášky trvají stejnou dobu.

(4 body) Formulujte obecný problém rozvrhu jako CSP problém. Navrhněte a **formálně** zapište co možná nejefektivnější reprezentaci proměnných, domén a omezení.

(2 body) Popište základní schému algoritmu řešícího CSP a ukažte, ve kterých krocích (místech) tento algoritmus může využít algoritmus hranové konzistence a heuristiky pro výběr proměnných.

(2 body) Popište, jak funguje algoritmus AC-3 (pseudokód a vysvětlení).

(2 bod) Popište dvě různé heuristiky pro výběr proměnných a jednu heuristiku pro výběr hodnoty proměnné.

Otázka 3 *Pac-man(10 bodů)*

Ve hře Pacman a Zeď hraje Pacman proti pohybující se zdi. Při Pacmanově tahu se musí Pacman pohnout v jednom ze čtyř směrů (nahoru, dolu, doprava, doleva) a musí se pohnout na neobsazené políčko. Stejně tak při tahu Zdi se Zeď pohnout v jednom ze čtyř směrů (nahoru, dolu, doprava, doleva) a musí se pohnout na neobsazené políčko. Zeď se nemůže posunout na políčko, na kterém je tečka. Hráči se střídají v tazích, a když je hráč na tahu, tak nemůže zůstat stát. Pacmanovo skóre je rovno počtu teček, které sní. Pacman se toto skóre snaží maximalizovat a hra je s nulovým součtem.

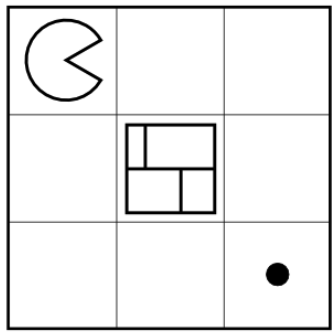


Figure 1: Hra Pacman

(a - 2 body) Nakreslete herní strom s jedním tahem pro každého hráče pro hru, která začíná ve stavu uvedeném výše. Nakreslete pouze přípustné tahy.

(b - 1 bod) Pro strom nakreslený v předchozím bodě určete ohodnocení stavu v každém listu. Jako ohodnocující funkci pro výpočet hodnoty hry použijte Pacmanovo skóre.

(c - 1 bod) Uvažujme pro výše uvedenou konfiguraci hru s deseti tahy pro každého hráče. Znovu si důkladně přečtěte pravidla hry. Jaká bude hodnota hry spočítaná minimaxem?

Druhá hra se hraje na složitější herní desce. Na obrázku níže je nakreslen částečný herní strom a listy stromu byly ohodnoceny neznámou heuristickou funkcí e. Dále se ve hře vyskytuje prvek náhody formalizovaný tzv. chance node, která je označena symbolem kroužku s příslušnými pravděpodobnostmi.

(d - 3 body) Doplňte hodnoty pro všechny uzly za použití minimaxu.

(e - 3 body) Zřetelně vyškrtněte uzly, které nebudou uvažovány při použití alpha-beta prořezávání (za použití standartního průchodu stromu zleva doprava).

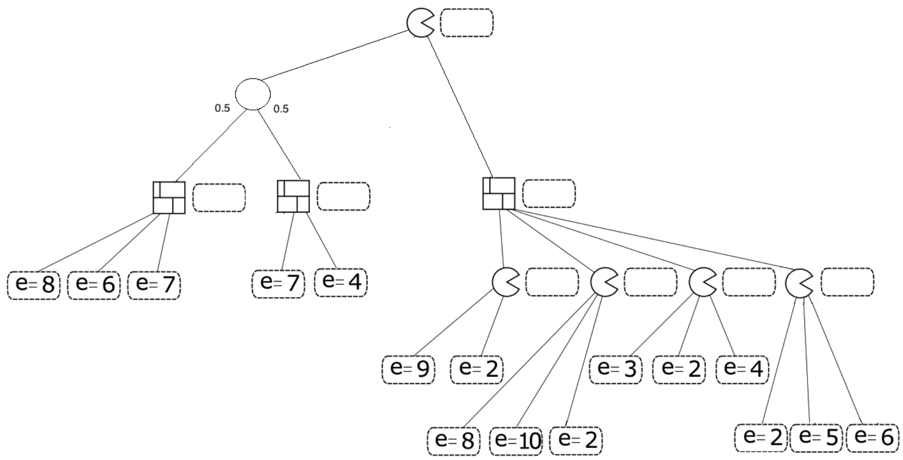


Figure 2: Hra Pacman

Otázka 4 *(10 bodů) Mám si koupit učebnici?*

Stojíte před rozhodnutím, zda si koupit drahou zahraniční učebnici jako studijní materiál ke kurzu, který začínáte navštěvovat. Cena učebnice je 2000Kč, nechť bez učebnice látku kurzu pochopí polovina studentů, s učebnicí 80%, nemáte důvod obecné odhady pro sebe měnit. Důležitost učebnice by ještě vzrostla, kdyby byl kurz zakončen zkouškou, u které lze učebnici používat. V době rozhodnutí ale způsob zakončení kurzu neznáte, pravděpodobnost varianty s učebnicí odhadujete na 40%. Zkouškou bez povolené knihy projde 90% studentů chápajících látku a 30% nechápajících. Zkouškou s povolenou knihou projdou všichni chápající mající knihu, nikdo nechápající bez knihy, v ostatních případech 70% studentů. Úspěšně zakončený kurz si ceníte na 5000Kč, neúspěch má nulovou hodnotu.

(a) (2 body) Vyčíslete pravděpodobnost, že u zkoušky uspěje ten, kdo si koupil knihu.

(b) (3 body) Vyplatí se koupit si učebnici? Formalizujte pomocí středního užitku, vyčíslete střední užitek při koupi knihy a srovnejte jej se stejnou veličinou bez koupě.

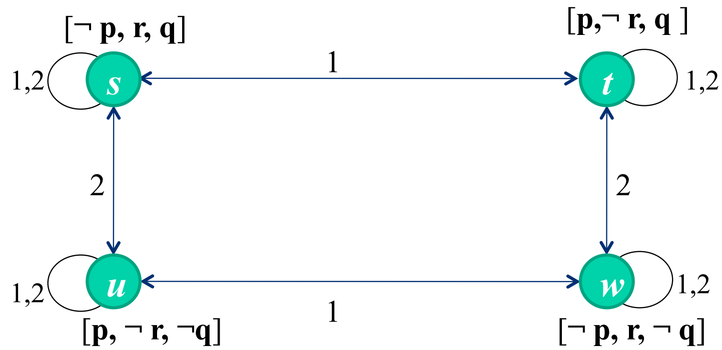
(c) (5 bodů) Vyčíslete střední hodnotu informace o způsobu zkoušky.

Otázka 5 *(10 bodů) - na dalším listu*

Příklad 1

5 bodů

Uvažujte následující Kripkeho strukturu se stavy **{*s,t,u,w*}**, prvotními formulemi **{p,r,q}** a 2 agenty.



Vyberte ty formule, které platí ve všech stavech této Kripkeho struktury:

a) K_1 (p ∨ q)	d) p → K_1 p
b) K_1 p → p	e) (p ∨ r ∨ q) → K_2 (p ∨ r ∨ q)
c) $K_1 K_2$ (p ∨ r)	*f)* $E_{\{1,2\}}$ (p ∨ q)

1

Příklad 2. Uvažujme formální sytém modální logiky tvořený **následujícími axiomy:**

5 bodů

A1. Výrokové tautologie

A2. Distribuční axiom (označovaný někdy jako **K**) $(K_i A \wedge K_i(A \to B)) \to K_i B$

A3. Axiom znalostí (Axiom pravdy) (ozn. jako **T**) $K_i A \to A$

A4. Axiom pozitivní introspekce (ozn. jako **4**) $K_i A \to K_i K_i A$

A5. Axiom negativní introspekce (ozn. jako **5**) $\neg K_i A \to K_i \neg K_i A$

a odvozovacími pravidly:

R1. Z $\boldsymbol{\alpha}$ formulí $\boldsymbol{\alpha} \to \boldsymbol{\beta}$ odvoďte $\boldsymbol{\beta}$ (modus ponens)
R2. Z formule $\boldsymbol{\alpha}$ odvoď $\boldsymbol{K_i\, \alpha}$ (pravidlo zobecnění znalosti)

Nechť ***M*** je Kripkeho struktura pro agenty ze skupiny ***G***, ve které jsou relace přípustnosti ekvivalencemi. Vyberte si jednu z níže uvedených formulí a dokažte pro ni, že je splněna v každém stavu struktury ***M***.

(*i*) $(C_G A \wedge C_G(A \to B)) \to C_G B$

(*ii*) $C_G A \to A$

(*iii*) $C_G A \to C_G C_G A$

(*iv*) $\neg C_G A \to C_G \neg C_G A$