

Odgovarjajte kratko in jedrnato, točno na zastavljena vprašanja. Vse odgovore pišite na črto pod vprašanji in **izključno na ta list**, ki ga edinega oddate na koncu! Čas pisanja: 45 minut.

(1)

Na priloženi sliki je podan prostor stanj. Začetno vozlišče je **a**, ciljni vozlišči sta **e** in **n**. Nasledniki nekega vozlišča se *vedno* generirajo po abecednem vrstnem redu (npr. iz **c** sledijo **f**, **g** in šele potem **h**), bodite pozorni na to! V tabeli spodaj je podana še hevristična funkcija oz. njene ocene vozlišč.

n	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	m	n
h(n)	4	5	3	1	0	8	2	3	3	6	2	2	0

(a) Kaj oz. katero rešitev vrne iskanje v globino?

 $a \rightarrow b \rightarrow e$ 

(b) Katera vozlišča (tudi morebitne ponovitve) in v kakšnem vrstnem redu razvije iskanje v širino?

 $a, b, c, d, e$ (c) Kakšen je povprečen faktor vejanja za podani prostor stanj? Vozlišč brez *izhodnih* povezav ne upoštevajte pri izračunu. $b = 1,55$  (tudi  $1,5$  je Ok)

(d) Koliko dodatnega dela (razvitih vozlišč) bi v splošnem opravilo iterativno poglobljanje v primerjavi z iskanjem v širino pri takšnem faktorju vejanja?

 $1,55 / 0,55 = 2,8$  (3x je tudi Ok)  $\frac{b}{b-1}$ (e) Predpostavimo, da **e** ni ciljno vozlišče. Kaj v tem primeru vrne iskanje v globino?zacikla se(f) Kaj pa v primeru, da **e** ni ciljno vozlišče, vrne iterativno poglobljanje?~~zacikla se~~  $a \rightarrow c \rightarrow h \rightarrow k \rightarrow n$ 

(g) Katera vozlišča in v katerem vrstnem redu generira algoritem A\*?

 $a, b, c, d, f, g, h, i, k, m, n, j, e$ (h) Kakšna je f-ocena vozlišča **k**?7

(i) Je podana hevristična funkcija dopustna?

da

(j) Kakšna je cena rešitve, ki jo vrne algoritem IDA\*?

7

Sedaj pa predpostavimo, da podani graf predstavlja graf igre za dva igralca, ki izmenjujoče igrata poteze. V začetnem vozlišču **a** je tako na potezi prvi igralec, v vozliščih **b**, **c** in **d** drugi igralec, v vozliščih **e**, **f**, **g** in **h** spet prvi igralec in tako naprej. Cene na povezavah tukaj nimajo vloge in jih zanemarimo. Ciljni vozlišči **e** in **n** predstavljata zmago za prvega igralca, ostala končna vozlišča (**f** in **d**) pa zmago za drugega igralca. Hevristične ocene so naslednje: za končna vozlišča **+1** za zmago prvega igralca in **-1** za zmago drugega igralca, za vozlišče **b** je ocena **-0,2**, za vozlišče **c** **-0,1**, za vsa ostala vozlišča pa je hevristična ocena preprosto **0**. Prvi igralec je **MAX**.

(k) Katero potezo izbere algoritem minimax z globino preiskovanja 0 (torej samo hevristično oceni neposredne naslednike)?

c

(l) V začetnem vozlišču so tri možne poteze (vodijo v vozlišča **b**, **c** in **d**). Kakšno oceno da algoritem minimax z alfa-beta rezanjem in globino preiskovanja 1 tem trem potezam (vozliščem)?

b: **+1**    c: **-1**    d: **-1**

(2)

Na priloženi sliki je podan naslednji svet, ki zelo spominja na "Soko-ban" s predavanj. V njem robot "pospravlja" pakete s potiskanjem (akcije tipa *push*), seveda pa se tudi svobodno premika (akcije tipa *move*). V tem svetu pa lahko robot tudi vleče pakete, seveda v isti smeri kot se sam premika. Akcija *pull* je torej nekako ravno inverzna akciji *push*. Svet opišemo z relacijama  $at(object, row, column)$  in  $clear(row, column)$ , prva pove kje se določen objekt nahaja (vrstica=row in stolpec=column), druga pa, če je dana lokacija nezasedena. Akcije so left, right, up, down, push\_up, pull\_up, push\_down, itd.

Začetna pozicija je kot na sliki, torej  $START = \{at(robot,1,1), at(box,4,1), clear(1,2), clear(1,5), clear(2,1), \dots\}$ . V podanem svetu je naloga paket iz začetne lokacije spraviti na lokacijo (1, 5), torej doseči, da velja  $at(box, 1, 5)$ .

(a) Dopolnite spodnji STRIPS opis akcije *pull\_up*, torej akcije, ki paket povleče eno vrstico višje. Konkretno dopolnite *predpogoje* za izvedbo te akcije. Učinkov ne potrebujete opisati.

preconditions:  $at(box, R, C), \dots, at(robot, R-1, C), clear(R-2, C)$

(b) Katero akcijo oz. akcije bo planer po principu regresiranja ciljev upošteval kot prvo?

$push-up(1,5)$  ali  $push-up(2,5)$  ali  $push-up(3,5)$  \* vse pravilno; odvisno je od definicije akcije  $\rightarrow$  koordinat robote, skatle ali celo končne pozicije.

(c) Predpostavimo, da so trenutni cilji  $\{at(robot,3,5), at(box,2,5), clear(1,5)\}$ . Katere akcije pa bo planer upošteval v tem primeru, če si je kot trenutni cilj izbral  $at(box,2,5)$ ? Seveda naštejete le akcije, ki so dejansko izvedljive (pa četudi nespametne) glede na lastnosti domene; npr. *pull\_right* ni možen, ker bi zanjo robot potreboval še celico (2, 6), ki ne obstaja.

$push-up(3,5), push-right(2,4), pull-up(3,5)$  \* koordinate odvisne od definicije akcij (ose stojeno)

(d) Kako dolg plan v smislu števila akcij bo vrnil planer po principu regresiranja ciljev, če uporablja iterativno poglobljanje za preiskovanje?

17 (ker je ID, je optimalna dolžina)

(e) Trenutna množica ciljev je G. Kakšen je pogoj za končanje planiranja po principu regresiranja ciljev?

$G \subseteq START$