1

> Zaproponuj optymistyczną heurystykę dla zadania z końcówkami szachowymi z P1

mat z czarnym i białym królem + białą wieżą możliwy **tylko gdy czarny przy ścianie**

wieża dojdzie wszędzie w dwóch ruchach

2 * odległość-czarnego-od-najbliższej-ściany

> Jak zmieniłoby się to zadanie (i heurystyka), gdyby czarne też miały wieżę?

czarna wieża nie ułatwia zadania

> A gdyby celem był jakikolwiek mat?

minimum z obu

3

> Pokaż, że spójna heurystyka jest zawsze optymistyczna

h jest rozsądna **wtw** h(s_end) = 0

h jest spójna **wtw** cost(s1, s2) + h(s2) >= h(s1)

h jest optymistyczna (dopuszczalna) **wtw** h(s) <= cost*(s)

Pokażmy h - spójna & rozsądna => h - optymistyczna

1. Dla s takich, że cost*(s) = 0 działa z rozsądności.
2. Zał. działa dla stanów s: cost*(s) < k. Weźmy s: cost*(s) = k

- k != 0 więc istnieje s' bliżej celu
- cost*(s) = cost(s, s') + cost*(s')
- cost*(s') < k więc z założenia indukcyjnego h(s') <= cost*(s')
- ze spójności mamy: h(s) <= cost(s, s') + h(s')
- h(s) <= cost(s, s') + h(s') <= cost*(s') + cost(s', s) = cost*(s)

> Podaj przykład heurystyki, która jest optymistyczna, a nie jest spójna

Graf: v1 -> v2 -> v3 -> v4; gdzie v4 jest końcowym stanem; wagi krawędzi równe 1

cost*(v1) = 3; cost*(v2) = 2; cost*(v3) = 1; cost*(v4) = 0

Niech h(v1) = 2; h(vi) = 0

h jest optymistyczna i rozsądna. Nie jest spójna

2 = h(v1) <= cost(v1, v2) + h(v2) = 1 + 0 = 1. Fałsz

4

> Heurystyka h zwraca odległości od najbliższego stanu końcowego. Pokaż, że h jest spójna.

odległość m - nieujemna funkcja:

- m(x,x) = 0
- m(x,y) = m(y,x)
- m(x,y) + m(y,z) >= m(x,z)

Chcemy pokazać

h(v) <= cost(v, v') + h(v')

1. end jest najbliższym stanem końcowym dla v i v'

- h(v) = **m(v, end) <= m(v, v') + m(v', end)** = cost(v,v') + h(v')

2. end, end' są najbliższymi stanami końcowymi odpowiednio dla v, v' (end != end')

- zał (A.C) h(v) > cost(v, v') + h(v')
- czyli m(v, end) > m(v,v') + m(v', end')
- wiemy że: m(v, end') <= m(v,v') + m(v', end')
- łącząc: m(v, end') < m(v, end)
- sprzeczność, end' nie jest najbliższym stanem końcowym

5 meh

> Udowodnij, że jeśli przestrzeń stanów jest drzewem to do optymalności A* wystarczy optymistyczna heurystyka

optymistyczność: h(v) <= m(v, end) dla każdego end - stan końcowy

Dla dowolnego end: h(end) <= m(end, end) = 0, zatem mamy też rozsądność

Niech end to optymalny stan końcowy

f(end) = h(end) + g(end) = g(end) **bo h rozsądna**

Pierwszym stanem końcowym oglądanym przez A* będzie end (bądź inny równie optymalny), każdy inny end' jest nie bliżej: g(end') >= g(end)

6

> Jaki preprocessing do zadania o podróżowaniu (paliwo, paczki, dzieci) przydatny do liczenia h.

> Podaj optymistyczną h do każdego wariantu:

> paliwo

> paczki

> dzieci

7

> Sudoku więzy

```
Xij in 1..9

all_different(Xi1..Xi9)
all_different(X1j..X9j)
all_different(Xi  j, Xi  j+1, Xi  j+2,
              Xi+1j, Xi+1j+1, Xi+1j+2,
              Xi+2j, Xi+2j+1, Xi+2j+2) i,j <- [1,4,7]
```

> Zaproponuj inne sformułowanie Sudoku jako problemu więzowego spełniające:
>
> - dziedziny wszystkich zmiennych są istotnie mniejsze niż 9!
> - wszystkie więzy są binarne

all_different(X1..Xn) wyrazić więzami binarnymi

```
X1 != X2, ..., X1 != Xn
X2 != X3, ..., X1 != Xn
...
Xn-1 != Xn
```

8

> n-arne więzy do 2- lub 3-arnych

Binarization

c(X1..Xn) to więz którego arność chcemy zredukować

U in {(X1..Xn): c(X1..Xn)} tworzymy zmienną U, której dziedziną są wszystkie możliwe krotki rozwiązań więzu c(...)

Xi = U[i] nasze więzy binarne mają teraz postać binarną

jeśli U to 'wynik' to Xi jest i-tym jego elementem

> $2a + 4b > 7c + d^2 + ef + g^3$ W $A > B$

$A = 2a + 4b$

$B = C + D$

$C = 7c + d^2$

D = ef + g^3