

Inteligenta Artificiala - Proiect 3
-Probleme PDDL -

Bakk Cosmin-Robert

13/01/2021

1 Domeniul

1.1 Cerintele problemei

Problema propusa este cea de a modela in limbajul PDDL o simulare a unei spalatorii de haine. Aceasta spalatorie este formata din doua locatii: camera masinilor de spalare si biroul. Spalatoria are multe masini de spalare si mai multi clienti. Actiunile sunt realizate de o singura persoana, care este reponsabila pentru toata spalatoria. Fiecare client are un singur set de haine, care va trebui spalate la o singura masina de spalare. In fiecare masina de spalare se pot spala maxim doua seturi de haine. O masina de spalare poate fi pornita cand e pe jumatate goala sau cand e plina. Pentru ca aceasta sa porneasca, trebuie sa existe curent in spalatorie, sa fie bagata masina in priza si persoana sa fie in camera masinilor de spalare. Hainele vor fi scoase din masina de spalare doar dupa ce masina si-a terminat programul. Pentru a anunta clientii de faptul ca hainele lor au fost spalate, persoana trebuie sa ii sune pe clienti. Pentru aceasta, numarul de telefon al clientilor trebuie luate din laptop, care se afla in birou si are nevoie de conexiune la internet. Pentru a suna clientii, persoana trebuie sa se asigure ca telefonul ei e incarcat si ca are numerele de telefon salvate.

1.2 Analiza problemei

Pentru a functiona corect, persoana trebuie sa poata face urmatoarele actiuni:

plug-washing-machine-in - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa fie in camera masinilor de spalare, masina de spalare sa nu fie in priza si masina de spalare sa fie functionala; efectele acestei actiuni sunt: masina de spalare va fi in priza; costul actiunii este 2

pay-electricity-online - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: sa nu fie curent electric, sa fie internet, telefonul sa fie pornit sau laptopul incarcat si persoana sa fie in birou; efectele acestei actiuni sunt: va exista curent in spalatorie; costul actiunii este 3

pay-electricity-in-person - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: sa nu fie curent electric; efectele acestei actiuni sunt: va exista curent in spalatorie, persoana nu va fi in birou, persoana nu va fi in camera masinilor de spalare; costul actiunii este 6

pay-internet-in-person - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: sa nu fie internet; efectele acestei actiuni sunt: va exista internet in spalatorie, persoana nu va fi in birou, persoana nu va fi in camera masinilor de spalare; costul actiunii este 6

turn-washing-machine-on-full - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa fie in camera masinilor de spalare, masina de spalare sa

nu fie pornita, masina de spalat sa fie in priza, sa existe curent electric si masina de spalat sa fie plina; efectele acestei actiuni sunt: masina de spalat va fi pornita, programul de spalare al masinii nu va fi gata; costul actiunii este 3

turn-washing-machine-on-half-full - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa fie in camera masinilor de spalat, masina de spalat sa fie in priza, masina de spalat sa nu fie pornita, sa existe curent electric si masina de spalat sa fie pe jumatate plina; efectele acestei actiuni sunt: masina de spalat va fi pornita, programul de spalare al masinii nu va fi gata; costul actiunii este 5

turn-phone-on - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: telefonul mobil sa nu fie pornit si telefonul mobil sa fie incarcat; efectele acestei actiuni sunt: telefonul mobil va fi pornit; costul actiunii este 1

put-clothes-in-first-set - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa fie in camera masinilor de spalat, setul de haine sa nu fie curat, setul de haine sa nu fie deja in masina, sa nu existe alta masina in care sa se afle setul de haine, masina de spalat sa nu fie pe jumatate sau complet plina; efectele aceste actiuni sunt: masina va fi pe jumatate plina, hainele vor fi in masina de spalat; costul actiunii este 1

put-clothes-in-second-set - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa fie in camera masinilor de spalat, setul de haine sa nu fie curat, sa nu existe alta masina in care sa se afle setul de haine, sa nu existe alt set de haine astfel incat acesta sa fie deja in masina si sa fie curat, masina de spalat sa fie pe jumatate plina; efectele aceste actiuni sunt: masina va fi plina, masina nu va mai fi pe jumatate plina, hainele vor fi in masina de spalat; costul actiunii este 1

charge-phone - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: telefonul mobil sa nu fie incarcat si sa existe curent electric; efectul acestei actiuni este: telefonul mobil va fi incarcat; costul actiunii este 3

charge-laptop - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: laptopul sa nu fie incarcat si sa existe curent electric; efectul acestei actiuni este :laptopul va fi incarcat; costul actiunii este 3

finish-washing - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: programul de spalare al masinii sa nu fie gata si masina sa fie pornita; efectele acestei actiuni sunt: programul de spalare este gata, masina este pornita si hainele care sunt in masina vor fi curate

take-clothes-out - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa fie in camera masinilor de spalat, masina de spalat sa isi fi terminat programul de spalare, hainele sa fie in masina de spalat si acestea sa fie curate, si masina de spalat sa fie ori pe jumatate plina, ori plina; efectele acestei ac-

tiuni sunt: atunci cand masina e pe jumatate plina, aceasta devine goala si este oprita, atunci cand masina e plina, aceasta devine pe jumatate goala, hainele nu se mai afla in masina si hainele sunt curate si in afara masinii; costul acestei actiuni este 1

call-client - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: hainele persoane sa fie curate si scoase din masina, telefonul sa fie pornit si incarcat si persoana sa aiba numarul de telefon al clientului; efectul acestei actiuni este: clientul este sunat; aceasta actiune nu are cost

get-phone-number - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa fie in birou, telefonul mobil sa fie incarcat, laptopul sa fie incarcat si sa existe internet; efectul acestei actiuni este: numarul clientului va fi salvat; aceasta actiune nu are cost

go-to-office - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa nu fie in birou; efectele acestei actiuni sunt: persoana va fi in birou, persoana nu va fi in camera masinilor de spalat; costul actiunii este 5

go-to-washing-room - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa nu fie in camera masinilor de spalat; efectele acestei actiuni sunt: persoana va fi in camera masinilor de spalat, persoana nu va fi in birou; costul actiunii este 5

go-to-office-while-washing - pentru aceasta actiune este nevoie de urmatoarele: persoana sa nu fie in birou si sa existe o masina de spalat care sa fie pornita; efectele acestei actiuni sunt: persoana va fi in birou, persoana nu va fi in camera masinilor de spalat; costul actiunii este 3

1.3 Implementarea problemei

Cod:

```
1 (define (domain washing-machine-domain)
2   (:requirements
3     :action-costs
4     :typing
5     :conditional-effects
6     :existential-preconditions)
7   (:types
8     washing-machine - object
9     client - object)
10
11   (:predicates
12     (washing-machine-functional ?x - washing-machine)
13     (washing-machine-plugged-in ?x - washing-machine)
14     (washing-machine-on ?x - washing-machine)
15     (washing-machine-full ?x - washing-machine)
16     (washing-machine-half-full ?x - washing-machine)
17     (clean-clothes ?x - client)
18     (mobile-phone-charged)
19     (laptop-charged)
20     (mobile-phone-on)
21     (internet)
22     (electricity)
23     (washing-machine-finished ?x - washing-machine)
24     (client-called ?x - client)
25     (phone-number ?x - client)
26     (clothes-out-and-clean ?x - client)
27     (clothes-in ?x - washing-machine ?y - client)
28     (in-office)
29     (in-washing-room))
30
31
32   (:functions
33     (total-cost))
34
35   (:action plug-washing-machine-in
36     :parameters (?w - washing-machine)
37     :precondition (and (in-washing-room)
38                        (not (washing-machine-plugged-in ?w))
39                        (washing-machine-functional ?w))
40     :effect (and (washing-machine-plugged-in ?w)
41                  (increase (total-cost) 2)))
42
43   (:action pay-electricity-online
```

```

44         :parameters ()
45         :precondition (and (not (electricity))
46                             (internet)
47                             (or (mobile-phone-on)
48                                 (laptop-charged))
49                             (in-office))
50         :effect (and (electricity)
51                      (increase (total-cost) 3)))
52
53 (:action pay-electricity-in-person
54   :parameters ()
55   :precondition (not (electricity))
56   :effect (and (not (in-office))
57               (not (in-washing-room))
58               (electricity)
59               (increase (total-cost) 6)))
60
61 (:action pay-internet-in-person
62   :parameters ()
63   :precondition (not (internet))
64   :effect (and (not (in-office))
65               (not (in-washing-room))
66               (internet)
67               (increase (total-cost) 6)))
68
69 (:action turn-washing-machine-on-full
70   :parameters (?w - washing-machine)
71   :precondition (and (in-washing-room)
72                       (not (washing-machine-on ?w))
73                       (washing-machine-plugged-in ?w)
74                       (electricity)
75                       (washing-machine-full ?w))
76   :effect (and (washing-machine-on ?w)
77               (not (washing-finished ?w))
78               (increase (total-cost) 3)))
79
80
81 (:action turn-washing-machine-on-half-full
82   :parameters (?w - washing-machine)
83   :precondition (and (in-washing-room)
84                       (not (washing-machine-on ?w))
85                       (washing-machine-plugged-in ?w)
86                       (electricity)
87                       (washing-machine-half-full ?w))
88   :effect (and (washing-machine-on ?w)
89               (not (washing-finished ?w)))

```

```

90             (increase (total-cost) 5)))
91
92 (:action turn-phone-on
93   :parameters ()
94   :precondition (and (not (mobile-phone-on))
95                     (mobile-phone-charged))
96   :effect (and (mobile-phone-on)
97               (increase (total-cost) 1)))
98
99 (:action put-clothes-in-second-set
100  :parameters (?w - washing-machine ?c - client)
101  :precondition (and (washing-machine-half-full ?w)
102                  (in-washing-room)
103                  (not (exists (?w2 - washing-machine) (clothes-in ?w2 ?c)))
104                  (not (exists (?e - client) (and (clothes-in ?w ?e) (clean-clothes
105                  (not (clean-clothes ?c)))))
106  :effect (and (washing-machine-full ?w)
107              (not (washing-machine-half-full ?w))
108              (clothes-in ?w ?c)
109              (increase (total-cost) 1)))
110
111 (:action put-clothes-in-first-set
112  :parameters (?w - washing-machine ?c - client)
113  :precondition (and (not (washing-machine-half-full ?w))
114                  (not (washing-machine-full ?w))
115                  (not (exists (?w2 - washing-machine) (clothes-in ?w2 ?c)))
116                  (not (clothes-in ?w ?c))
117                  (in-washing-room)
118                  (not (clean-clothes ?c)))
119  :effect (and (washing-machine-half-full ?w)
120              (clothes-in ?w ?c)
121              (increase (total-cost) 1)))
122
123 (:action charge-phone
124  :parameters ()
125  :precondition (and (not (mobile-phone-charged))
126                  (electricity))
127  :effect (and (mobile-phone-charged)
128              (increase (total-cost) 1)))
129
130 (:action charge-laptop
131  :parameters ()
132  :precondition (and (not (laptop-charged))
133                  (electricity))
134  :effect (and (laptop-charged)
135              (increase (total-cost) 3)))

```

```

136
137 (:action finish-washing
138     :parameters (?w - washing-machine)
139     :precondition (and (not (washing-finished ?w))
140                        (washing-machine-on ?w))
141     :effect (and (washing-finished ?w)
142                 (not (washing-machine-on ?w))
143                 (when (exists (?c - client) (clothes-in ?w ?c)) (clean-clothes ?c))))
144
145
146
147 (:action take-clothes-out
148     :parameters (?w - washing-machine ?c - client)
149     :precondition (and (in-washing-room)
150                        (washing-finished ?w)
151                        (clothes-in ?w ?c)
152                        (clean-clothes ?c)
153                        (or (washing-machine-half-full ?w)
154                            (washing-machine-full ?w)))
155     :effect (and (when (washing-machine-half-full ?w)
156                     (and (not (washing-machine-half-full ?w))
157                         (not (washing-machine-on ?w))))
158                 (when (washing-machine-full ?w)
159                     (and (not (washing-machine-full ?w))
160                         (washing-machine-half-full ?w)))
161                 (not (clothes-in ?w ?c))
162                 (clothes-out-and-clean ?c)
163                 (increase (total-cost) 1)))
164
165 (:action call-client
166     :parameters (?c - client)
167     :precondition (and (clothes-out-and-clean ?c)
168                        (mobile-phone-on)
169                        (mobile-phone-charged)
170                        (phone-number ?c))
171     :effect (client-called ?c))
172
173 (:action go-to-office
174     :parameters ()
175     :precondition (not (in-office))
176     :effect (and (not (in-washing-room))
177                 (in-office)
178                 (increase (total-cost) 5)))
179
180 (:action go-to-office-while-washing
181     :parameters ()

```



```

182         :precondition (and (not (in-office))
183                             (exists (?w - washing-machine) (washing-machine-on ?w)))
184         :effect (and (not (in-washing-room))
185                     (in-office)
186                     (increase (total-cost) 3)))
187
188     (:action go-to-washing-room
189       :parameters ()
190       :precondition (not (in-washing-room))
191       :effect (and (not (in-office))
192                   (in-washing-room)
193                   (increase (total-cost) 5)))
194
195     (:action get-phone-number
196       :parameters (?c - client)
197       :precondition (and (in-office)
198                           (mobile-phone-charged)
199                           (laptop-charged)
200                           (internet))
201       :effect (phone-number ?c))
202
203   )

```

2 Scenariul 1

2.1 Datele scenariului

În acest scenariu, se dau 3 clienți și o singură mașină de spălat. Mașina de spălat este funcțională și telefonul mobil este încărcat și scopurile sunt ca toți cei 3 clienți să fie sunați.

Cod:

```
1 (define (problem washing-machine-prob1)
2   (:domain washing-machine-domain)
3   (:objects Client1 Client2 Client3 - client WM1 - washing-machine)
4   (:init (washing-machine-functional WM1) (mobile-phone-charged) (= (total-cost) 0))
5   (:goal (and (client-called Client1) (client-called Client2) (client-called Client3)))
6   (:metric minimize (total-cost)))
```

2.2 Compararea algoritmilor si a euristicilor

Noduri generate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	330	494	437
cg	569	6791	319
ff	487	2489	286
hmax	9024	20518	2410

Noduri evaluate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	207	108	98
cg	312	1653	81
ff	321	613	72
hmax	3462	4786	574

Noduri expandate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	64	107	97
cg	138	1652	80
ff	115	614	71
hmax	2185	4785	573

3 Scenariul 2

3.1 Datele scenariului

În acest scenariu, se dau 3 clienți și două mașini de spălat. Mașinile de spălat sunt funcționale și laptopul este încărcat și scopurile sunt ca toți cei 3 clienți să fie sunați.

Cod:

```
1 (define (problem washing-machine-prob1)
2   (:domain washing-machine-domain)
3   (:objects Client1 Client2 Client3 - client WM1 WM2 - washing-machine)
4   (:init (washing-machine-functional WM1) (washing-machine-functional WM2) (laptop-charged))
5   (:goal (and (client-called Client1) (client-called Client2) (client-called Client3)))
6   (:metric minimize (total-cost)))
```

3.2 Compararea algoritmilor si a euristicilor

Noduri generate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	315	612	451
cg	1139	39418	284
ff	14169	11683	549
hmax	59653	164277	6509

Noduri evaluate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	202	122	97
cg	777	8238	67
ff	5820	2423	110
hmax	24340	34492	1351

Noduri expandate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	50	121	96
cg	250	8237	66
ff	2473	2422	109
hmax	11674	34491	1350

4 Scenariul 3

4.1 Datele scenariului

În acest scenariu, se dau 5 clienți și trei mașini de spălat. Mașinile de spălat sunt funcționale și laptopul este încărcat și scopurile sunt ca toți cei 5 clienți să fie sunați.

Cod:

```
1 (define (problem washing-machine-prob1)
2   (:domain washing-machine-domain)
3   (:objects Client1 Client2 Client3 Client4 Client5 - client WM1 WM2 WM3 - washing-machine)
4   (:init (washing-machine-functional WM1) (washing-machine-functional WM2) (washing-machine-functional WM3))
5   (:goal (and (client-called Client1) (client-called Client2) (client-called Client3) (client-called Client4) (client-called Client5)))
6   (:metric minimize (total-cost)))
```

4.2 Compararea algoritmilor si a euristicilor

Noduri generate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	20339	3774	2430
cg	72044	1416605	1525
ff	270815	1705303	1858
hmax	60343325	204091948	939587

Noduri evaluate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	12844	505	304
cg	33628	198791	214
ff	141385	208125	191
hmax	19164647	28052106	152593

Noduri expandate:

	astar	lazy astar	lazy greedy
add	2287	504	303
cg	11396	198790	213
ff	29781	208124	190
hmax	8021017	28052105	152592