

Artificial intelligence - Project 3

- Planning -

Mihaila Gabriel

Grupa 30239

16/01/2022



1 Problema gestionarii calatoriei cu autobuzul

1.1 Domeniul problemei

Aceasta problema are ca obiectiv modul de planificare al unei calatorii cu un mijloc de transport in comun, precum autobuzul.

Pasagerii vor urca de la anumite statii, se vor deplasa pana la destinatia dorita, si apoi vor cobori. Scopul principal este acela de a crea un plan optim de calatorie astfel incat autobuzul sa parcurga distante minime intre destinatiile dorite de pasageri.

Motivarea temei alese

Am ales sa descriu acest tip de problema fiind foarte intalnita in viata de zi cu zi, si nu doar atat pentru mijloacele de transport in comun, cat si la liniile automatizate din industrie. Problema se poate extinde de la autobuz la tren sau ferryboat, pana la a modela un aeroport sau chiar etapele de folosire ale unui mixer de bucatarie, datorita actiunilor descrise cu ajutorul predicatelor.

Cod domeniu:

```
1 (define (domain autobuz-domeniu)
2   (:predicates (not-eq ?x ?y)
3                 (persoana ?p)
4                 (statie ?l)
5                 (at-bus ?l) ; unde e autobuzul
6                 (at ?p ?l) ; unde e persoana raportata la statie
7                 (empty-bus) ; busul e gol
8                 (on ?p)) ; persoana e in bus
9
10  (:action circula
11    :parameters (?from ?to) ; circula de la - la
12    :precondition (and (not-eq ?from ?to) ; statiile sunt diferite
13                      (statie ?from) (statie ?to) (at-bus ?from)) ; busul merge de la-la, dar busul
14    :effect (and (at-bus ?to)
15                (not (at-bus ?from)))) ; busul nu mai e in statia de dinainte
16
17
18  (:action urcare
19    :parameters (?pers ?loc)
20    :precondition (and (persoana ?pers) (statie ?loc)
21                      (at ?pers ?loc) (at-bus ?loc) (empty-bus)) ; o persoana la statia la care s
22    :effect (and (on ?pers) ; persoana in bus
23                (not (at ?pers ?loc)) ; nu o sa mai fie persoana in statie
24                (not (empty-bus)))) ; busul nu o sa mai fie gol
25
26  (:action coborare
27    :parameters (?pers ?loc)
28    :precondition (and (persoana ?pers) (statie ?loc)
29                      (on ?pers) (at-bus ?loc)) ; persoana e in bus la o anumita statie
30    :effect (and (at ?pers ?loc) ; busul si persoana sa fie in aceeasi statie, dar busul sa fie goli
31                (empty-bus)
32                (not (on ?pers))))
```

Explicatii: Vor exista 7 predicate ce vor ajuta in descrierea actiunii:

* (not-eq ?x ?y) - care indica ca doua entitati sunt diferite * (persoana ?p) - calatorul care va urca in autobuz
* (statie ?l) - statia * (at-bus ?l) - in ce statie se afla autobuzul la momentul curent * (at ?p ?l) - unde e persoana raportata la statie * (empty-bus) - autobuzul e gol - mai mult cu rol de constanta * (on ?p) - persoana e in autobuz la moment curent

Actiunile modeleaza situatii din viata de zi cu zi, anume: urcare, deplasare si coborare, fiind luate in considerare preconditionii si efecte.

Toate acele predicate ce nu apar intr-o expresie a unei actiunii sunt considerate a fi false, deoarece nu se lucreaza cu tehnica "contingent" unde pot exista si stari necunoscute.

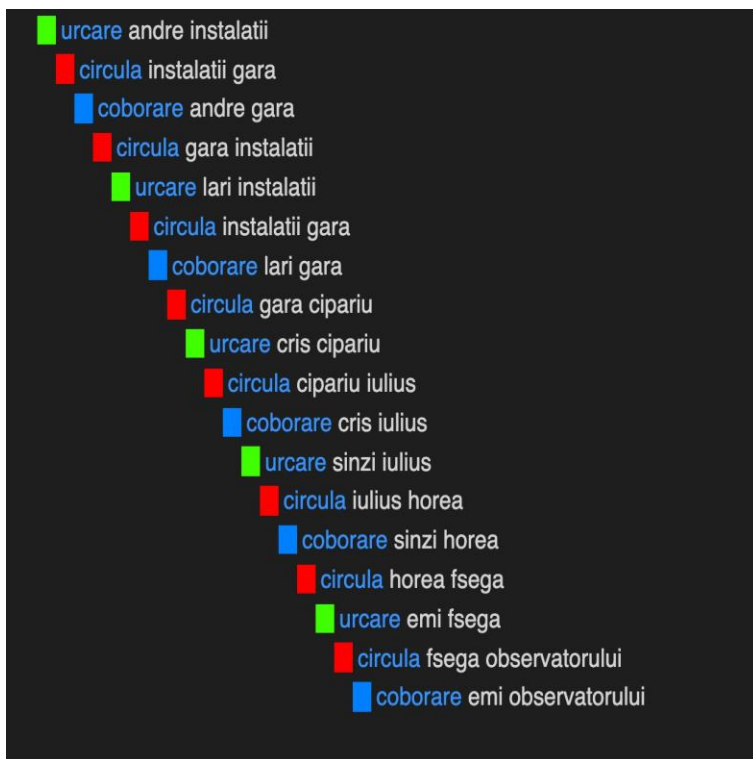
In orice problema de planificare scrisa in PDDL, trebuie pornit de la un domeniu care inglobeaza posibile **predicate** de genul **persoana**, **statie**, se **afila** sau **exista**, pentru a crea actiuni:

1.2 Problema 1 - 5 calatori in 10 statii

Inainte de a abstractiza procesul de planificare, am incercat sa observ cum s-ar modela o situatie cat mai apropiata de realitatea personala, luand ca variabile, statii de autobuz din Cluj-Napoca, si nume de calatori ale unor persoane familiare.

Persoanele au fost dispuse la statii diferite, urmarindu-se cum acestea ajung la destinatie.

Solutie:



Cod problemă:

```

1 (define (problem autobuz_p1)
2   (:domain autobuz-domeniu)
3   (:objects observatorului memo sora polus iulius instalatii cipariu gara fsega horea
4     sinzi emi lari andre cris
5   )
6   (:init
7     ;definirea predicatelor statie si persoana
8     (statie observatorului)
9     (statie memo)
10    (statie sora)
11    (statie polus)
  
```

```

12  (statie iulius)
13  (statie instalatii)
14  (statie cipariu)
15  (statie gara)
16  (statie fsega)
17  (statie horea)
18  (persoana sinzi)
19  (persoana emi)
20  (persoana lari)
21  (persoana andre)
22  (persoana cris)
23  ; statiile sunt locatii diferite intre ele
24  (not-eq observatorului memo) (not-eq memo observatorului)
25
26  (not-eq observatorului sora) (not-eq sora observatorului)
27
28  (not-eq observatorului polus) (not-eq polus observatorului)
29
30  (not-eq observatorului iulius) (not-eq iulius observatorului)
31
32  (not-eq observatorului instalatii) (not-eq instalatii observatorului)
33
34  (not-eq observatorului cipariu) (not-eq cipariu observatorului)
35
36  (not-eq observatorului gara) (not-eq gara observatorului)
37
38  (not-eq observatorului fsega) (not-eq fsega observatorului)
39
40  (not-eq observatorului horea) (not-eq horea observatorului)
41
42  (not-eq memo sora) (not-eq sora memo)
43
44  (not-eq memo polus) (not-eq polus memo)
45
46  (not-eq memo iulius) (not-eq iulius memo)
47
48  (not-eq memo instalatii) (not-eq instalatii memo)
49
50  (not-eq memo cipariu) (not-eq cipariu memo)
51
52  (not-eq memo gara) (not-eq gara memo)
53
54  (not-eq memo fsega) (not-eq fsega memo)
55
56  (not-eq memo horea) (not-eq horea memo)
57
58  (not-eq sora polus) (not-eq polus sora)
59
60  (not-eq sora iulius) (not-eq iulius sora)
61
62  (not-eq sora instalatii) (not-eq instalatii sora)
63
64  (not-eq sora cipariu) (not-eq cipariu sora)
65

```

```

66 (not-eq sora gara) (not-eq gara sora)
67
68 (not-eq sora fsega) (not-eq fsega sora)
69
70 (not-eq sora horea) (not-eq horea sora)
71
72 (not-eq polus iulius) (not-eq iulius polus)
73
74 (not-eq polus instalatii) (not-eq instalatii polus)
75
76 (not-eq polus cipariu) (not-eq cipariu polus)
77
78 (not-eq polus gara) (not-eq gara polus)
79
80 (not-eq polus fsega) (not-eq fsega polus)
81
82 (not-eq polus horea) (not-eq horea polus)
83
84 (not-eq iulius instalatii) (not-eq instalatii iulius)
85
86 (not-eq iulius cipariu) (not-eq cipariu iulius)
87
88 (not-eq iulius gara) (not-eq gara iulius)
89
90 (not-eq iulius fsega) (not-eq fsega iulius)
91
92 (not-eq iulius horea) (not-eq horea iulius)
93
94 (not-eq instalatii cipariu) (not-eq cipariu instalatii)
95
96 (not-eq instalatii gara) (not-eq gara instalatii)
97
98 (not-eq instalatii fsega) (not-eq fsega instalatii)
99
100 (not-eq instalatii horea) (not-eq horea instalatii)
101
102 (not-eq cipariu gara) (not-eq gara cipariu)
103
104 (not-eq cipariu fsega) (not-eq fsega cipariu)
105
106 (not-eq cipariu horea) (not-eq horea cipariu)
107
108 (not-eq gara fsega) (not-eq fsega gara)
109
110 (not-eq gara horea) (not-eq horea gara)
111
112 (not-eq fsega horea) (not-eq horea fsega)
113 ; initial autobuz e gol
114 (empty-bus)
115 ;persoanele se afla la statiile iulius,fsega,instalatii si cipariu, iar busul e la statia a 6-a(instala
116 (at sinzi iulius)
117 (at emi fsega)
118 (at lari instalatii)
119 (at andre instalatii)

```

```

120 (at cris cipariu)
121 (at-bus instalatii)
122 (empty-bus)
123
124 )
125 (:goal
126 (and
127 (at sinzi horea)
128 (at emi observatorului)
129 (at lari gara)
130 (at andre gara)
131 (at cris iulius)
132 )
133 )
134 )

```

Comparatie metode de cautare si euristici:

Euristica	Problema cautare	Lungime plan	Cost plan	Noduri generate	Noduri Expandate
nu	nu	18	18	260	147
ff	astar(h)	19	19	1462	150
ff	eager _g reedy(h)	18	18	269	28
ff	lazy _g reedy(h)	22	22	828	85
blind	astar(h)	18	18	102728	768178

Initial, lucrand in VSCode, am incercat sa rulez problema in executie pentru a vedea ce rezulta fara aplicarea unei euristici sau unei probleme de cautare cunoscute. Am observat ca extensia este realizata de asa natura incat sa combine euristici si probleme de cautare intre ele, pentru a oferi o solutie medie ca numar de stari generate si expandate.

Mergand mai apoi si testand euristica ff, ce este considerata inadmisibila, dar folositoare in practica, am facut o analiza comparativa folosind astar(h), eager_greedy(h) si lazy_greedy(h). A stargaseste o solutie de dimensiuni medii, dar spa-

Lazy_greedy este o solutie de compromis, generand un numar intermediar de stari, cuprins intre astar si eager_greedy.

Am dorit testarea unei euristici admisibile, anume blind. Blind sau brut-force se refera la faptul ca nu exista reguli si ca programul va genera toate posibilitatile pana atinge o solutie. Genul acesta de abordare era folosita adesea in spargerea parolelor, dar dupa cum se poate observa si din tabel, numarul starilor generate este imens.

Comenzi * ./fdlab/autobuz-domeniu.pddl lab/autobuz_{p1}.pddl

```

--heuristic"h = ff()" --search"lazygreedy(h)" * ./fdlab/autobuz - domeniu.pddl lab/autobuzp1.pddl
--heuristic"h = ff()" --search"eagergreedy(h)" * ./fdlab/autobuz - domeniu.pddl lab/autobuzp1.pddl
--heuristic"h = ff()" --search"astar(h)" * ./fdlab/autobuz - domeniu.pddl lab/autobuzp1.pddl
--heuristic"h = blind()" --search"astar(h)"

```

1.3 Problema 2 - 9 calatori in 12 statii

Problema a II-a urmareste o abordare mult mai abstracta, marind numarul de predicate din problema, pentru a observa modul de planificare pe diferite euristici si probleme de cautare.

Cod problemă:

```

1 (define (problem autobuz_p2)
2 (:domain autobuz-domeniu)
3 (:objects 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 110 111
4           p0 p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8
5 )
6 (:init

```

```

7  (statie 10)
8  (statie 11)
9  (statie 12)
10 (statie 13)
11 (statie 14)
12 (statie 15)
13 (statie 16)
14 (statie 17)
15 (statie 18)
16 (statie 19)
17 (statie 110)
18 (statie 111)
19 (persoana p0)
20 (persoana p1)
21 (persoana p2)
22 (persoana p3)
23 (persoana p4)
24 (persoana p5)
25 (persoana p6)
26 (persoana p7)
27 (persoana p8)
28 (not-eq 10 11) (not-eq 11 10)
29 (not-eq 10 12) (not-eq 12 10)
30 (not-eq 10 13) (not-eq 13 10)
31 (not-eq 10 14) (not-eq 14 10)
32 (not-eq 10 15) (not-eq 15 10)
33 (not-eq 10 16) (not-eq 16 10)
34 (not-eq 10 17) (not-eq 17 10)
35 (not-eq 10 18) (not-eq 18 10)
36 (not-eq 10 19) (not-eq 19 10)
37 (not-eq 10 110) (not-eq 110 10)
38 (not-eq 10 111) (not-eq 111 10)
39 (not-eq 11 12) (not-eq 12 11)
40 (not-eq 11 13) (not-eq 13 11)
41 (not-eq 11 14) (not-eq 14 11)
42 (not-eq 11 15) (not-eq 15 11)
43 (not-eq 11 16) (not-eq 16 11)
44 (not-eq 11 17) (not-eq 17 11)
45 (not-eq 11 18) (not-eq 18 11)
46 (not-eq 11 19) (not-eq 19 11)
47 (not-eq 11 110) (not-eq 110 11)
48 (not-eq 11 111) (not-eq 111 11)
49 (not-eq 12 13) (not-eq 13 12)
50 (not-eq 12 14) (not-eq 14 12)
51 (not-eq 12 15) (not-eq 15 12)
52 (not-eq 12 16) (not-eq 16 12)
53 (not-eq 12 17) (not-eq 17 12)
54 (not-eq 12 18) (not-eq 18 12)
55 (not-eq 12 19) (not-eq 19 12)
56 (not-eq 12 110) (not-eq 110 12)
57 (not-eq 12 111) (not-eq 111 12)
58 (not-eq 13 14) (not-eq 14 13)
59 (not-eq 13 15) (not-eq 15 13)
60 (not-eq 13 16) (not-eq 16 13)

```

```

61 (not-eq 13 17) (not-eq 17 13)
62 (not-eq 13 18) (not-eq 18 13)
63 (not-eq 13 19) (not-eq 19 13)
64 (not-eq 13 110) (not-eq 110 13)
65 (not-eq 13 111) (not-eq 111 13)
66 (not-eq 14 15) (not-eq 15 14)
67 (not-eq 14 16) (not-eq 16 14)
68 (not-eq 14 17) (not-eq 17 14)
69 (not-eq 14 18) (not-eq 18 14)
70 (not-eq 14 19) (not-eq 19 14)
71 (not-eq 14 110) (not-eq 110 14)
72 (not-eq 14 111) (not-eq 111 14)
73 (not-eq 15 16) (not-eq 16 15)
74 (not-eq 15 17) (not-eq 17 15)
75 (not-eq 15 18) (not-eq 18 15)
76 (not-eq 15 19) (not-eq 19 15)
77 (not-eq 15 110) (not-eq 110 15)
78 (not-eq 15 111) (not-eq 111 15)
79 (not-eq 16 17) (not-eq 17 16)
80 (not-eq 16 18) (not-eq 18 16)
81 (not-eq 16 19) (not-eq 19 16)
82 (not-eq 16 110) (not-eq 110 16)
83 (not-eq 16 111) (not-eq 111 16)
84 (not-eq 17 18) (not-eq 18 17)
85 (not-eq 17 19) (not-eq 19 17)
86 (not-eq 17 110) (not-eq 110 17)
87 (not-eq 17 111) (not-eq 111 17)
88 (not-eq 18 19) (not-eq 19 18)
89 (not-eq 18 110) (not-eq 110 18)
90 (not-eq 18 111) (not-eq 111 18)
91 (not-eq 19 110) (not-eq 110 19)
92 (not-eq 19 111) (not-eq 111 19)
93 (not-eq 110 111) (not-eq 111 110)
94 (empty-bus)
95 (at p0 15)
96 (at p1 18)
97 (at p2 16)
98 (at p3 16)
99 (at p4 19)
100 (at p5 13)
101 (at p6 110)
102 (at p7 19)
103 (at p8 110)
104 (at-bus 18)
105 )
106 (:goal
107 (and
108 (at p0 18)
109 (at p1 18)
110 (at p2 13)
111 (at p3 111)
112 (at p4 110)
113 (at p5 12)
114 (at p6 16)

```



```

115 (at p7 13)
116 (at p8 19)
117 )
118 )
119 )

```

Comparatie metode de cautare si euristici:

Euristica	Problema cautare	Lungime plan	Cost plan	Noduri generate	Noduri Expandate
nu	nu	34	34	638	412
ff	astar(h)	29	29	5941	1688
ff	eager _{greedy} (h)	33	33	611	181
ff	lazy _{greedy} (h)	22	22	2136	180
blind	astar(h)	folosind blind obtinem buffer overflow			

Numarul starilor pe blind creste exponential, ceea ce a facut ca rulara planner-ului sa rezulte in buffer overflow, ceea ce a intrerupt executia normala a proceselor de pe calculatorul personal in care a fost testat.

Comenzile pentru aceasta problema sunt aceleasi precum la prima problema, fiind schimbat doar numele problemei.

1.4 Problema 3 - 9 calatori in 15 statii

In aceasta problema numarul calatorilor ramane nemodificat, dorindu-se observarea numarului de stari expandate atunci cand creste numarul de statii prin care autobuzul trece pentru a putea ajunge la destinatie.

Cod problemă:

```

1 (define (problem autobuz_p3)
2 (:domain autobuz-domeniu)
3 (:objects 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 110 111 112 113 114
4           p0 p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8
5 )
6 (:init
7 (statie 10)
8 (statie 11)
9 (statie 12)
10 (statie 13)
11 (statie 14)
12 (statie 15)
13 (statie 16)
14 (statie 17)
15 (statie 18)
16 (statie 19)
17 (statie 110)
18 (statie 111)
19 (statie 112)
20 (statie 113)
21 (statie 114)
22 (persoana p0)
23 (persoana p1)
24 (persoana p2)
25 (persoana p3)
26 (persoana p4)
27 (persoana p5)
28 (persoana p6)

```

```

29  (persoana p7)
30  (persoana p8)
31  (not-eq 10 11) (not-eq 11 10)
32  (not-eq 10 12) (not-eq 12 10)
33  (not-eq 10 13) (not-eq 13 10)
34  (not-eq 10 14) (not-eq 14 10)
35  (not-eq 10 15) (not-eq 15 10)
36  (not-eq 10 16) (not-eq 16 10)
37  (not-eq 10 17) (not-eq 17 10)
38  (not-eq 10 18) (not-eq 18 10)
39  (not-eq 10 19) (not-eq 19 10)
40  (not-eq 10 110) (not-eq 110 10)
41  (not-eq 10 111) (not-eq 111 10)
42  (not-eq 10 112) (not-eq 112 10)
43  (not-eq 10 113) (not-eq 113 10)
44  (not-eq 10 114) (not-eq 114 10)
45  (not-eq 11 12) (not-eq 12 11)
46  (not-eq 11 13) (not-eq 13 11)
47  (not-eq 11 14) (not-eq 14 11)
48  (not-eq 11 15) (not-eq 15 11)
49  (not-eq 11 16) (not-eq 16 11)
50  (not-eq 11 17) (not-eq 17 11)
51  (not-eq 11 18) (not-eq 18 11)
52  (not-eq 11 19) (not-eq 19 11)
53  (not-eq 11 110) (not-eq 110 11)
54  (not-eq 11 111) (not-eq 111 11)
55  (not-eq 11 112) (not-eq 112 11)
56  (not-eq 11 113) (not-eq 113 11)
57  (not-eq 11 114) (not-eq 114 11)
58  (not-eq 12 13) (not-eq 13 12)
59  (not-eq 12 14) (not-eq 14 12)
60  (not-eq 12 15) (not-eq 15 12)
61  (not-eq 12 16) (not-eq 16 12)
62  (not-eq 12 17) (not-eq 17 12)
63  (not-eq 12 18) (not-eq 18 12)
64  (not-eq 12 19) (not-eq 19 12)
65  (not-eq 12 110) (not-eq 110 12)
66  (not-eq 12 111) (not-eq 111 12)
67  (not-eq 12 112) (not-eq 112 12)
68  (not-eq 12 113) (not-eq 113 12)
69  (not-eq 12 114) (not-eq 114 12)
70  (not-eq 13 14) (not-eq 14 13)
71  (not-eq 13 15) (not-eq 15 13)
72  (not-eq 13 16) (not-eq 16 13)
73  (not-eq 13 17) (not-eq 17 13)
74  (not-eq 13 18) (not-eq 18 13)
75  (not-eq 13 19) (not-eq 19 13)
76  (not-eq 13 110) (not-eq 110 13)
77  (not-eq 13 111) (not-eq 111 13)
78  (not-eq 13 112) (not-eq 112 13)
79  (not-eq 13 113) (not-eq 113 13)
80  (not-eq 13 114) (not-eq 114 13)
81  (not-eq 14 15) (not-eq 15 14)
82  (not-eq 14 16) (not-eq 16 14)

```

```

83 (not-eq 14 17) (not-eq 17 14)
84 (not-eq 14 18) (not-eq 18 14)
85 (not-eq 14 19) (not-eq 19 14)
86 (not-eq 14 110) (not-eq 110 14)
87 (not-eq 14 111) (not-eq 111 14)
88 (not-eq 14 112) (not-eq 112 14)
89 (not-eq 14 113) (not-eq 113 14)
90 (not-eq 14 114) (not-eq 114 14)
91 (not-eq 15 16) (not-eq 16 15)
92 (not-eq 15 17) (not-eq 17 15)
93 (not-eq 15 18) (not-eq 18 15)
94 (not-eq 15 19) (not-eq 19 15)
95 (not-eq 15 110) (not-eq 110 15)
96 (not-eq 15 111) (not-eq 111 15)
97 (not-eq 15 112) (not-eq 112 15)
98 (not-eq 15 113) (not-eq 113 15)
99 (not-eq 15 114) (not-eq 114 15)
100 (not-eq 16 17) (not-eq 17 16)
101 (not-eq 16 18) (not-eq 18 16)
102 (not-eq 16 19) (not-eq 19 16)
103 (not-eq 16 110) (not-eq 110 16)
104 (not-eq 16 111) (not-eq 111 16)
105 (not-eq 16 112) (not-eq 112 16)
106 (not-eq 16 113) (not-eq 113 16)
107 (not-eq 16 114) (not-eq 114 16)
108 (not-eq 17 18) (not-eq 18 17)
109 (not-eq 17 19) (not-eq 19 17)
110 (not-eq 17 110) (not-eq 110 17)
111 (not-eq 17 111) (not-eq 111 17)
112 (not-eq 17 112) (not-eq 112 17)
113 (not-eq 17 113) (not-eq 113 17)
114 (not-eq 17 114) (not-eq 114 17)
115 (not-eq 18 19) (not-eq 19 18)
116 (not-eq 18 110) (not-eq 110 18)
117 (not-eq 18 111) (not-eq 111 18)
118 (not-eq 18 112) (not-eq 112 18)
119 (not-eq 18 113) (not-eq 113 18)
120 (not-eq 18 114) (not-eq 114 18)
121 (not-eq 19 110) (not-eq 110 19)
122 (not-eq 19 111) (not-eq 111 19)
123 (not-eq 19 112) (not-eq 112 19)
124 (not-eq 19 113) (not-eq 113 19)
125 (not-eq 19 114) (not-eq 114 19)
126 (not-eq 110 111) (not-eq 111 110)
127 (not-eq 110 112) (not-eq 112 110)
128 (not-eq 110 113) (not-eq 113 110)
129 (not-eq 110 114) (not-eq 114 110)
130 (not-eq 111 112) (not-eq 112 111)
131 (not-eq 111 113) (not-eq 113 111)
132 (not-eq 111 114) (not-eq 114 111)
133 (not-eq 112 113) (not-eq 113 112)
134 (not-eq 112 114) (not-eq 114 112)
135 (not-eq 113 114) (not-eq 114 113)
136 (empty-bus)

```

```

137 (at p0 112)
138 (at p1 19)
139 (at p2 114)
140 (at p3 11)
141 (at p4 15)
142 (at p5 13)
143 (at p6 111)
144 (at p7 17)
145 (at p8 10)
146 (at-bus 15)
147 )
148 (:goal
149 (and
150 (at p0 113)
151 (at p1 15)
152 (at p2 11)
153 (at p3 11)
154 (at p4 16)
155 (at p5 110)
156 (at p6 10)
157 (at p7 113)
158 (at p8 111)
159 )
160 )
161 )

```

Comparatie metode de cautare si euristici:

Euristica	Problema cautare	Lungime plan	Cost plan	Noduri generate	Noduri Expandate
nu	nu	35	35	801	516
ff	astar(h)	30	30	2777	953
ff	eager _{greedy} (h)	29	29	934	64
ff	lazy _{greedy} (h)	35	35	2758	188
blind	astar(h)	folosind blind obtinem buffer overflow			