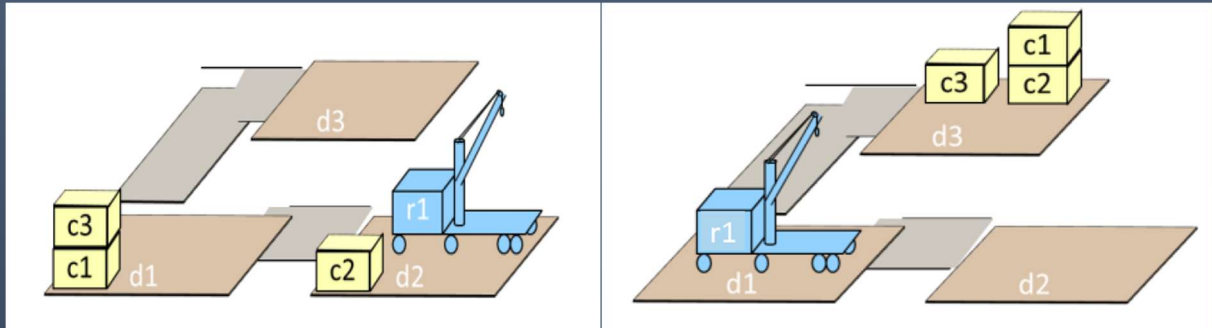


# Πρόβλημα λιμανιών



Π.Μ.Σ. Τεχνητής Νοημοσύνης

Μάθημα : Σχεδιασμός, Χρονοπρογραμματισμός και Επίλυση Περιορισμών

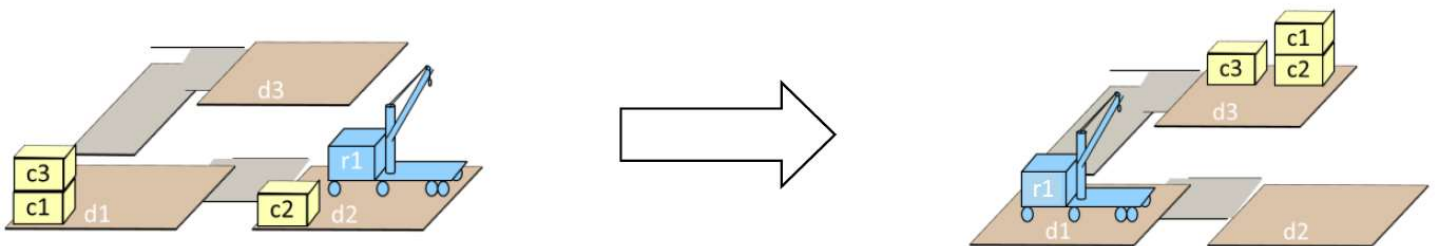
Διδάσκων : Βράκας Δημήτριος

Εργασία : Κίλης Νικόλαος

## 1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Έστω το πρόβλημα των λιμανιών που περιγράφεται παρακάτω:

- Υπάρχει ένα λιμάνι το οποίο περιλαμβάνει έναν αριθμό από προβλήτες στις οποίες υπάρχουν στοίβες από containers.
- Κάθε προβλήτα μπορεί να φιλοξενήσει άπειρο αριθμό από στοίβες με containers.
- Οι προβλήτες συνδέονται μεταξύ τους με δρόμους διπλής κατεύθυνσης, ώστε να μπορούν να μετακινούνται ανάμεσα σε αυτές φορητά (robots) τα οποία έχουν ενσωματωμένο γερανό και μπορούν να σηκώσουν ένα container και να το φορτώσουν (μέγιστη χωρητικότητα ανά φορητό = 1 container) ή να στοιβάξουν ένα container πάνω σε ένα άλλο ή να δημιουργήσουν μια νέα στοίβα.
- Κάθε προβλήτα του λιμανιού μπορεί να φιλοξενεί μόνο ένα φορητό ανά πάσα στιγμή.
- Στο πρόβλημα του παρακάτω σχήματος υπάρχουν 3 προβλήτες ( $d1, d2, d3$ ), 3 containers ( $c1, c2, c3$ ) και ένα φορητό ( $r1$ ).
- Υπάρχουν 2 δρόμοι: ένας που συνδέει το  $d1$  με το  $d3$  και ένας που συνδέει το  $d2$  με το  $d1$ .
- Στην αρχική κατάσταση υπάρχει μια στοίβα με δύο containers στο  $d1$  ( $c1 \leftarrow c3$ ) και μια στοίβα με ένα container ( $c2$ ) στο  $d2$ , ενώ το  $r1$  βρίσκεται στο  $d2$ .
- Στους στόχους του προβλήματος το  $r1$  βρίσκεται στο  $d1$ , ενώ υπάρχουν 2 στοίβες στο  $d3$  ( $c3$  και  $c2 \leftarrow c1$ ).



Εικόνα 1. Αρχική (αριστερό σχήμα) και τελική (δεξί σχήμα) κατάσταση προβλήματος.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΔΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### Οντότητες (entities) του κόσμου που μας ενδιαφέρουν:

1. Προβλήτες : location1,location2,location3.
2. Robots : robot.
3. Robot arms : crane.
4. Containers : c1, c2, c3.

### Κατηγορήματα (predicates), ιδιότητες των οντοτήτων που μπορεί να είναι True ή False:

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. LOCATION (x)             | : True if x is a location.                                  |
| 2. CONTAINER (x)            | : True if x is a container.                                 |
| 3. ROBOT (x)                | : True if x is a robot.                                     |
| 4. CRANE (x)                | : True if x is a crane.                                     |
| 5. AT-ROBBY (x)             | : True if x is a location and robot is in x.                |
| 6. LOCATED-CONTAINER (x, y) | : True if x is a container, y is a location and x is in y.  |
| 7. BELONGS (x, y)           | : True if x is a crane, y is a robot and x belongs to y.    |
| 8. FREE (x)                 | : True if x is a crane and carries nothing.                 |
| 9. CARRY (x, y)             | : True if x is a crane, y is a container and x carries y.   |
| 10.ON (x, y)                | : True if x is a container, y is a container and x is on y. |
| 11.ADJACENT (x, y)          | : True if x, y are adjacent locations.                      |
| 12.FLOOR (x)                | : True if x is a container and x is on the floor.           |
| 13.EMPTY-TOP(x)             | : True if x is a container and x has nothing on top of it.  |

### Ενέργειες/Τελεστές (actions/operators), τρόποι με τους οποίους αλλάζουμε κατάσταση.

#### 1. MOVEMENT OPERATOR

- a. Περιγραφή (όνομα τελεστή) : MOVE
- b. Παράμετροι (επηρεαζόμενες οντότητες) : robot, first\_location, second\_location
- c. Λίστα προϋποθέσεων : Να είναι True τα ακόλουθα κατηγορήματα  
ROBOT (robot),  
LOCATION (first\_location),  
LOCATION (second\_location),  
ADJACENT (first\_location, second\_location).
- d. Λίστα προσθήκης : AT-ROBBY (second\_location)
- e. Λίστα διαγραφής : AT-ROBBY (first\_location)

## 2. PICK OPERATOR

- a. Περιγραφή (όνομα τελεστή): PICK
- b. Παράμετροι (επηρεαζόμενες οντότητες) : robot, crane, location, container.
- c. Λίστα προϋποθέσεων : Να είναι True τα ακόλουθα κατηγορήματα  
ROBOT (robot),  
CRANE (crane),  
CONTAINER (container),  
LOCATION (location),  
AT-ROBBY (location)  
LOCATED-CONTAINER (container, location)  
BELONGS (crane, robot)  
FREE (crane)  
EMPTY-TOP(container)
- d. Λίστα προσθήκης : CARRY (crane, container)
- e. Λίστα διαγραφής : LOCATED-CONTAINER (container, location), FREE (crane)

## 3. DROP OPERATOR

- a. Περιγραφή (όνομα τελεστή): DROP
- b. Παράμετροι (επηρεαζόμενες οντότητες) : robot, crane, location, container.
- c. Λίστα προϋποθέσεων : Να είναι True τα ακόλουθα κατηγορήματα  
ROBOT (robot),  
CRANE (crane),  
CONTAINER (container),  
LOCATION (location),  
AT-ROBBY (location)  
BELONGS (crane, robot)  
CARRY (crane, container)
- d. Λίστα προσθήκης : LOCATED-CONTAINER (container, location), FREE (crane)
- e. Λίστα διαγραφής : CARRY (crane, container)

### 3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

**Αρχική κατάσταση (Initial State) : [Όλα τα υπόλοιπα είναι False]**

1. LOCATION (location1) : True.
2. LOCATION (location2) : True.
3. LOCATION (location3) : True.
4. CONTAINER (c1) : True.
5. CONTAINER (c2) : True.
6. CONTAINER (c3) : True.
7. ROBOT (robot) : True.
8. CRANE (crane) : True.
9. BELONGS (crane, ROBOT) : True.
10. FREE (crane) : True.
11. LOCATED-CONTAINER (c1, location1) : True.
12. LOCATED-CONTAINER (c2, location2) : True.
13. LOCATED-CONTAINER (c3, location1) : True.
14. ON (c3, c1) : True.
15. AT-ROBBY (location2) : True.
16. ADJACENT (location1, location2) : True.
17. ADJACENT (location1, location3) : True.
18. FLOOR (c2) : True.

**Κατάσταση στόχου (Goal State) : [Για τα υπόλοιπα, δε μας νοιάζει αν είναι False ή True]**

1. AT-ROBBY (location1) : True.
2. LOCATED-CONTAINER (c1, location3) : True.
3. LOCATED-CONTAINER (c2, location3) : True.
4. LOCATED-CONTAINER (c3, location3) : True.
5. ON (c1, c2) : True.
6. FLOOR (c3) : True.