#### ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

# Α' Ομάδα Ασκήσεων "Λογικού Προγραμματισμού" Ακαδημαϊκού Έτους 2017-18

### Άσκηση 1

Ο Πολωνός μαθηματικός Waclaw Sierpinski επινόησε και πρότεινε πολλά όμορφα μορφοκλάσματα (fractals). Για παράδειγμα, το χαλί του Sierpinski μπορεί να σχεδιασθεί με επαναλαμβανόμενες εφαρμογές των εξής δύο κανόνων επαναγραφής:

Το 0 θεωρήστε ότι παριστάνει τον κενό χαρακτήρα. Αρχίζοντας από ένα X, και εφαρμόζοντας τους παραπάνω κανόνες για δεδομένο πλήθος επαναλήψεων, παίρνουμε διάφορες εκδόσεις του χαλιού. Θεωρώντας ότι οι παραπάνω κανόνες επαναγραφής είναι διατυπωμένοι σαν ένα σύνολο από γεγονότα Prolog της μορφής

```
rewrite('X', [['X','X','X'],['X',' ','X'],['X','X','X']]).
rewrite(' ', [[' ',' ',' '],[' ',' '],[' ',' ',' ']]).
```

ορίστε σε Prolog ένα κατηγόρημα carpet/1, το οποίο όταν καλείται με όρισμα το πλήθος εφαρμογών των κανόνων, αρχίζοντας από το σύμβολο εκείνο που επαναγράφεται στο πρώτο γεγονός rewrite/2 (στο προηγούμενο παράδειγμα, το 'X'), να εκτυπώνει το τελικό αποτέλεσμα. Κάποια παραδείγματα εκτέλεσης είναι τα εξής:

```
?- carpet(3).
X XX XX XX XX XX XX XX XX X
XXX XXXXXX XXXXXX XXX
   X \quad XX \quad X \quad X \quad XX \quad X
ХХ
                ХХ
XXX XXXXXX XXXXXX XXX
X XX XX XX XX XX XX XX XX X
XXXXXXXX XXXXXXXX
X XX XX X
           X XX XX X
XXXXXXXX
           XXXXXXXX
XXX XXX
           XXX XXX
        XXX XXX
X X X X X
XXX XXX
X \quad X \quad X \quad X
XXX XXX
XXXXXXXX
           XXXXXXXX
X XX XX XX XX XX XX XX XX X
XXX XXXXXX XXXXXX XXX
   X \quad XX \quad X \qquad X \quad XX \quad X
ХХ
                ХХ
XXX XXXXXX XXXXXX XXX
X XX XX XX XX XX XX XX XX X
```

Το πρόγραμμά σας πρέπει να είναι γενικό και να εκτυπώνει το ζητούμενο για δεδομένους κανόνες επαναγραφής. Τα σύμβολα που επαναγράφονται μέσω των κανόνων πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο, αλλά δεν απαγορεύεται να υπάρχουν και περισσότερα. Κάθε σύμβολο επαναγράφεται σε ένα, συνήθως τετραγωνικό, αλλά όχι απαραίτητα, δισδιάστατο πίνακα συμβόλων (με αναπαράσταση στην Prolog ως λίστα λιστών), για καθένα από τα οποία πρέπει να έχει ορισθεί ακριβώς ένας κανόνας επαναγραφής. Η εφαρμογή των κανόνων αρχίζει πάντα από το σύμβολο που επαναγράφεται στο πρώτο γεγονός rewrite/2.

Στο συμπιεσμένο αρχείο <a href="http://www.di.uoa.gr/~takis/carpet\_rewrite.zip">http://www.di.uoa.gr/~takis/carpet\_rewrite.zip</a> μπορείτε να βρείτε διάφορα πηγαία αρχεία με ορισμούς γεγονότων rewrite/2.

Σαν ένα δεύτερο παράδειγμα (από το αρχείο carpet\_rewrite5.pl), αν οι κανόνες επαναγραφής ήταν οι

τότε θα έπρεπε να πάρουμε:

```
?- carpet(2).
JJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJ
          J
      J
               J
 J
       J
            J
                 J
                      J
JJ
    JJ
          JJ
               JJ
                    JJ
JJJ
    JJJ
          JJJ
               JJJ
                    JJJ
          JJJJJ
            J
            J
          JJ
          JJJ
          JJJJJ
            J
            J
          JJ
          JJJ
JJJJJ
          JJJJJ
 J
            J
 J
            J
JJ
          JJ
          JJJ
JJJ
JJJJJJJJJJJJJJJ
 J
       J
            J
 J
       J
            J
JJ
     JJ
          JJ
JJJ
     JJJ
          JJJ
```

Παραδοτέο για την άσκηση είναι ένα πηγαίο αρχείο Prolog με όνομα runlen.pl, μέσα στο οποίο δεν θα πρέπει να περιέχονται γεγονότα rewrite/2.

## Άσκηση 2

Υπάρχουν Ν πράσινοι βάτραχοι, Μ καφέ βάτραχοι, και N+M+1 πέτρες στη σειρά σε μία λίμνη, όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα (εδώ N = 4 και M = 3). Οι πράσινοι βάτραχοι βρίσκονται στις Ν αριστερά πέτρες και οι καφέ στις Μ δεξιά. Ανάμεσά τους υπάρχει μία



ελεύθερη πέτρα. Ο στόχος τους είναι να ανταλλάξουν πλευρές στη σειρά από πέτρες, δηλαδή οι καφέ να πάνε στις Μ αριστερά πέτρες και οι πράσινοι στις Ν δεξιά. Ένας πράσινος βάτραχος μπορεί να κινηθεί μόνο προς τα δεξιά, είτε μετακινούμενος στη κενή πέτρα, αν αυτή είναι ακριβώς μπροστά του (κίνηση g1), είτε πηδώντας επάνω από έναν καφέ βάτραχο, αν αυτός είναι ακριβώς μπροστά του και ακριβώς πίσω από τον καφέ βάτραχο βρίσκεται η κενή πέτρα (κίνηση g2). Ομοίως, ένας καφέ βάτραχος μπορεί να κινηθεί μόνο προς τα αριστερά, είτε μετακινούμενος στη κενή πέτρα, αν αυτή είναι ακριβώς μπροστά του (κίνηση b1), είτε πηδώντας επάνω από έναν πράσινο βάτραχο, αν αυτός είναι ακριβώς μπροστά του και ακριβώς πίσω από τον πράσινο βάτραχο βρίσκεται η κενή πέτρα (κίνηση b2).

Ορίστε σε Prolog ένα κατηγόρημα frogs/3, το οποίο όταν καλείται με δύο πρώτα ορίσματα τα πλήθη των πράσινων και καφέ βατράχων (Ν και Μ, αντίστοιχα), να επιστρέφει κάθε λύση του προβλήματος (μέσω οπισθοδρόμησης), ως αλληλουχία κινήσεων που πρέπει να γίνουν για να ανταλλάξουν οι βάτραχοι πλευρές στις πέτρες.

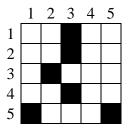
Υπόδειξη: Μελετήστε τα προβλήματα και τις λύσεις τους στις σελίδες 139-141 και 148-152 των διαφανειών του μαθήματος.

Ενδεικτικές εκτελέσεις:

Παραδοτέο για την άσκηση είναι ένα πηγαίο αρχείο Prolog με όνομα frogs.pl.

### Άσκηση 3

Ένα σταυρόλεξο τετραγώνου σχήματος μπορεί να ορισθεί από τη διάστασή του και τις συντεταγμένες των μαύρων θέσεων. Για παράδειγμα, το σταυρόλεξο



μπορεί να περιγραφεί από τα γεγονότα Prolog:

```
dimension(5).

black(1,3).
black(2,3).
black(3,2).
black(4,3).
black(5,1).
black(5,5).
```

Δεδομένου και ενός γεγονότος με κατηγόρημα words/1 μέσω του οποίου δίνονται οι λέξεις που πρέπει να τοποθετηθούν στο σταυρόλεξο, ορίστε ένα κατηγόρημα crossword/1 που να επιστρέφει τη λίστα των διαθεσίμων λέξεων με τη σειρά που αυτές μπορούν να τοποθετηθούν στο σταυρόλεξο, πρώτα οι οριζόντιες και μετά οι κάθετες. Για παράδειγμα, αν δίνεται και το

```
words([adam, al, as, do, ik, lis, ma, oker, ore, pirus, po, so, ur]).
```

η σωστή απάντηση στο προηγούμενο σταυρόλεξο, δηλαδή αυτή που πρέπει να επιστρέψει το crossword/1, είναι η

```
[as,po,do,ik,ore,ma,ur,lis,adam,so,al,pirus,oker]
```

που αντιπροσωπεύει την εξής λύση:

	1	2	3	4	5
1	a	S		p	0
2	d	0		i	k
3	a		0	r	e
4	m	a		u	r
5		1	i	S	

Θα πρέπει επίσης η λύση να εκτυπώνεται και περισσότερο παραστατικά, όπως παραπάνω (σε μορφή κειμένου, φυσικά).

#### Ενδεικτική εκτέλεση:

```
?- crossword(S).

a s ### p o
d o ### i k
a ### o r e
m a ### u r
### l i s ###
```

```
S = [as,po,do,ik,ore,ma,ur,lis,adam,so,al,pirus,oker]
```

Αν τυχόν υπάρχουν περισσότερες της μίας λύσεις, αρκεί το crossword/1 να επιστρέφει μόνο μία από αυτές. Φυσικά, αν δεν υπάρχει λύση, πρέπει να αποτυγχάνει. Θεωρείται γνωστό, επίσης, ότι στα σταυρόλεξα δεν λογίζονται σαν λέξεις αυτές του ενός γράμματος.

Δοκιμάστε το πρόγραμμά σας και σε μεγαλύτερα σταυρόλεξα, όπως αυτά που βρίσκονται στο συμπιεσμένο αρχείο <a href="http://www.di.uoa.gr/~takis/crosswords.zip">http://www.di.uoa.gr/~takis/crosswords.zip</a>.

#### Και μία άλλη εκτέλεση (για το αρχείο cross14.pl):

```
?- crossword(S).
u l t r a i s t \# \# g l a s s i e s \# \# \# d o m i c i l
lorinda##products##renature
      i s t ### m i r a c u l i s t s ### t e l e r a s e r v e s ### y o l k s ### a d v i s e m e n
a ### e ### o ### n ##### n ### t ### s ### b ###### n ### n ### t
s### c u r s e ### t e r e d o ### l u a u ### e ### t a n
p u t ### s u s ###### s i r ### r e i n l e s s ### e n ###
e ### i ### e s s a y s ### a ### s ### s r i ###### s ### m ### t c l o p ### p ### i o ###### t ####### h e e ########### e ### h i o n i z e ###### u r s i n e ### m e n ### s w i n g e
a ######### n ##### r o a n ### y ### e v e ### p ##### t ### r
l e f t i s t ### s u n q ### e ### n e e d l e s ##### m
i ####### v e r n e ####### s l u t ##### w a r d ##### o
z ### p ###### s i d l i n g ### e n s o l i t e ####### m a l a t e ####### f ### e a r s ###### w i n ##### p l e a
t e n u r e ### u ### f o r e s a w ### a d h e r i n
intervenor#####g##ir##il##logan
o### h ### s e v e r a b l e ### r o s s i ### s p u m
n \#\#\# e m \#\#\#\#\# e n \#\#\# t o o n \#\#\# s t e e n \#\#\# i s l e
### d i a m o n d s ### t a t t i e r ### g ### e ### e l i r e s c i s s i o n ### n a r c ### e h ######## u ###### c
u ### m a d m e n ##### t ### l i k e n e s s e s ###### a
s##### w r o n g d o e r ### v ###### a r c h d u c a l
t a d ### i s ### l ### p e p s i ##### d ### c o n r a i l
snobbery#####strapless###aptly
```

S = [ultraist, glassies, domicil, lorinda, products, renature, twist, miraculists, teleran, reserves, yolks, advisement, tie, curse, teredo, luau, tan, put, sus, sir, reinless, en, essays, sri, clop, io, hee, ionize, ursine, men, swinge, roan, eve, leftist, sung, needles, verne, slut, ward, sidling, ensolite, alate, ears, win, plea, tenure, foresaw, adhering, intervenor, ir, il, logan, severable, rossi, spume, em, en, toon, steen, islet, diamonds, tattier, eli, rescission, narc, eh, madmen, likenesses, wrongdoer, archducal, tad, is, pepsi, conrail, snobbery, strapless, aptly, ultraspecialization, rusts, lowe, lo, len, de, an, trisection, pantheism, do, rise, pi, tue, macaw, antrorse, iv, errs, midrib, id, suspenses, eve, osmose, sameness, tri, evensen, is, ai, nd, unendingly, pr, yourself, or, so, grayness, rou, frat, op, loco, ri, san, neo, bot, tees, adulterating, gar, loan, rpt, sulk, regental, sr, scissors, eyeless, trivia, its, un, airsick, establishments, wrote, sd, unreeve, ow, serenade, alienee, liaise, her, detinue, dwindling, sccs, ones, splat, sho, maleness, ere, elsie, edna, item, sd, props, usurp, curettement, liqule, cat, iranian, enamel, ail, lenten, thermomagnetically]

Παραδοτέο για την άσκηση είναι ένα πηγαίο αρχείο Prolog με όνομα crossword.pl, μέσα στο οποίο δεν θα πρέπει να περιέχονται γεγονότα dimension/1, black/2 και words/1.