

**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:

	XXX		000
X -->	X0X	0 -->	000
	XXX		000

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 κατηγορημα 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(1).
```

```
XXX
X X
XXX
```

```
?- carpet(2).
```

```
XXXXXXXXXX
X XX XX X
XXXXXXXXXX
XXX   XXX
X X   X X
XXX   XXX
XXXXXXXXXX
X XX XX X
XXXXXXXXXX
```

```
?- carpet(3).
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
X XX XX XX XX XX XX XX X
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXX   XXXXXX   XXXXXX   XXX
X X   X XX X   X XX X   X X
XXX   XXXXXX   XXXXXX   XXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
X XX XX XX XX XX XX XX XX X
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX      XXXXXXXX
X XX XX X      X XX XX X
XXXXXXXXXX      XXXXXXXX
XXX   XXX      XXX   XXX
X X   X X      X X   X X
XXX   XXX      XXX   XXX
XXXXXXXXXX      XXXXXXXX
X XX XX X      X XX XX X
XXXXXXXXXX      XXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
X XX XX XX XX XX XX XX XX X
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXX   XXXXXX   XXXXXX   XXX
X X   X XX X   X XX X   X X
XXX   XXXXXX   XXXXXX   XXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
X XX XX XX XX XX XX XX XX X
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

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 συμπίεσμένο αρχείο [http://www.di.uoa.gr/~tak1s/carpet\\_rewrite.zip](http://www.di.uoa.gr/~tak1s/carpet_rewrite.zip) 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

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

τότε θα έπρεπε να πάρουμε:



Ορίστε σε Prolog ένα κατηγορημα `frogs/3`, το οποίο όταν καλείται με δύο πρώτα ορίσματα τα πλήθη των πράσινων και καφέ βατράχων (N και M, 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:

```
?- frogs(2, 2, Solution).
Solution = [g1, b2, b1, g2, g2, b1, b2, g1]    --> ;

Solution = [b1, g2, g1, b2, b2, g1, g2, b1]    --> ;

no

?- frogs(4, 3, Solution).
Solution = [g1, b2, b1, g2, g2, g1, b2, b2, b2, g1, g2, g2,
           g2, b1, b2, b2, g1, g2, b1]    --> ;

Solution = [b1, g2, g1, b2, b2, b1, g2, g2, g2, g1, b2, b2,
           b2, g1, g2, g2, b1, b2, g1]    --> ;

no
```

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

	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

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 κατηγορήμα `words/1` μέσω του οποίου δίνονται οι λέξεις που πρέπει να τοποθετηθούν στο σταυρόλεξο, ορίστε ένα κατηγορήμα `crossword/1` που να επιστρέφει τη λίστα των διαθέσιμων 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	o
2	d	o		i	k
3	a		o	r	e
4	m	a		u	r
5		l	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 <http://www.di.uoa.gr/~takis/crosswords.zip>.

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
l o r i n d a ### p r o d u c t s ### r e n a t u r e
t w i s t ### m i r a c u l i s t s ### t e l e r a n
r e s e r v e s ### y o l k s ### a d v i s e m e n t
a ### e ### o ### n ##### n ### t ### s ### b ##### n ### n ### t i e
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 g ### 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 g
i n t e r v e n o r ##### g ### i r ### i l ### l o g a n
o ### h ### s e v e r a b l e ### r o s s i ### s p u m e
n ### e m ##### e n ### t o n ### s t e e n ### i s l e t
### 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
s n o b b e r y ##### s t r a p l e s s ### a p t l y
```

```
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, pepsy, 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, liaison, her,
detinue, dwindling, sccs, ones, splat, sho, maleness, ere, elsie, edna,
item, sd, props, usurp, curettement, ligule, 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.