

## Άσκηση 3

Αντικείμενο της άσκησης αυτής είναι το πρόβλημα των σταθερών γάμων (stable marriage problem).<sup>1</sup> Στο πρόβλημα αυτό, έχουμε  $N$  άνδρες και  $N$  γυναίκες. Κάθε άνδρας έχει διατάξει τις  $N$  γυναίκες σε μία γνησίως φθίνουσα σειρά προτίμησης. Το ίδιο ισχύει και για τις γυναίκες, δηλαδή κάθε γυναίκα έχει διατάξει τους  $N$  άνδρες σε μία γνησίως φθίνουσα σειρά προτίμησης.

Το ζητούμενο του προβλήματος είναι να βρούμε έναν τρόπο να παντρέψουμε κάθε άνδρα με μία γυναίκα, έτσι ώστε το σύνολο των γάμων που θα προκύψει να είναι σταθερό. Οι γάμοι είναι σταθεροί όταν δεν έχουμε δύο γάμους  $A$ - $\Gamma$  και  $A'$ - $\Gamma'$  (ο άνδρας  $A$  έχει παντρευτεί τη γυναίκα  $\Gamma$  και ο άνδρας  $A'$  τη γυναίκα  $\Gamma'$ ), τέτοιοι ώστε ο  $A$  να προτιμά την  $\Gamma'$  περισσότερο από την  $\Gamma$  και η  $\Gamma'$  να προτιμά τον  $A$  περισσότερο από τον  $A'$ .

### Μέρος I — Gale-Shapley

Έχει αποδειχθεί μαθηματικά, από τους David Gale και Lloyd Shapley το 1962, ότι, ανεξάρτητα από τις σειρές προτίμησης που έχουν κάθε άνδρας για τις γυναίκες και κάθε γυναίκα για τους άνδρες, το πρόβλημα έχει πάντοτε λύση. Μπορεί να έχει μόνο μία ή και περισσότερες. Οι Gale και Shapley πρότειναν και έναν αλγόριθμο για την επίλυση του προβλήματος, ο οποίος βασίζεται σε επαλαμβανόμενες προτάσεις γάμου των ανδρών στις γυναίκες και ο οποίος, σε αρκετά ψηλό επίπεδο, είναι ο εξής:

### Αλγόριθμος Gale-Shapley

Αρχικά όλοι οι άνδρες είναι ελεύθεροι και όλες οι γυναίκες είναι ελεύθερες  
Ενώσω υπάρχει ελεύθερος άνδρας  $A$  για τον οποίο υπάρχει γυναίκα στην οποία δεν έχει κάνει πρόταση γάμου  
Εστω  $\Gamma'$  η υψηλότερης προτίμησης γυναίκα για τον  $A$ , στην οποία αυτός δεν έχει κάνει πρόταση γάμου  
Ο  $A$  κάνει πρόταση γάμου στην  $\Gamma'$   
Αν η  $\Gamma'$  είναι ελεύθερη τότε  
η  $\Gamma'$  αποδέχεται την πρόταση και ο  $A$  παντρεύεται την  $\Gamma'$   
αλλιώς  
Εστω ότι η  $\Gamma'$  είναι παντρεμένη με τον  $A'$   
Αν η  $\Gamma'$  προτιμά τον  $A$  περισσότερο από τον  $A'$  τότε  
η  $\Gamma'$  χαρίζει τον  $A'$  και ο  $A'$  μένει ελεύθερος  
ο  $A$  παντρεύεται την  $\Gamma'$   
αλλιώς  
ο  $A'$  και η  $\Gamma'$  παραμένουν παντρεμένοι

Ο προηγούμενος αλγόριθμος βρίσκει τη βέλτιστη για τους άνδρες (male optimal) λύση του προβλήματος. Αυτό σημαίνει ότι η λύση αυτή είναι τέτοια ώστε για κάθε άνδρα ισχύει ότι, για οποιαδήποτε άλλη λύση του προβλήματος, τη γυναίκα με την οποία είναι παντρεμένος στη λύση αυτή δεν την προτιμά περισσότερο από αυτήν με την οποία είναι παντρεμένος στη βέλτιστη για τους άνδρες λύση. Προφανώς, ο αλγόριθμος μπορεί να διατυπωθεί και αντίστροφα, δηλαδή οι γυναίκες να κάνουν προτάσεις γάμου στους άνδρες, οπότε η λύση την οποία βρίσκει τότε ο αλγόριθμος είναι η βέλτιστη για τις γυναίκες (female optimal). Προφανώς, αν το πρόβλημα έχει μόνο μία λύση, τότε η βέλτιστη για τους άνδρες ταυτίζεται με τη βέλτιστη για τις γυναίκες λύση.

Γράψτε ένα πρόγραμμα  $C$  το οποίο να διαβάσει από την είσοδο τα δεδομένα ενός προβλήματος σταθερών γάμων και, σε πρώτη φάση, εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο των Gale-Shapley, να βρίσκει μία λύση του προβλήματος. Μπορείτε να υλοποιήσετε τον αλγόριθμο έτσι ώστε να βρίσκει είτε τη βέλτιστη για τους άνδρες είτε τη βέλτιστη για τις γυναίκες λύση, όποια προτιμάτε. Τα δεδομένα θα πρέπει να διαβάζονται από την είσοδο ως εξής. Πρώτα, δίνεται το  $N$  σε μία γραμμή. Μετά, δίνονται για κάθε άνδρα κατά σειρά, η σειρά προτίμησης του στις γυναίκες, σε μία γραμμή για κάθε άνδρα.

<sup>1</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Stable\\_marriage\\_problem](http://en.wikipedia.org/wiki/Stable_marriage_problem)

Τέλος, δίνονται οι σειρές προτιμήσεις των γυναικών για τους άνδρες, σε μία γραμμή για κάθε γυναίκα. Για παράδειγμα, τα δεδομένα

```
4
3 1 4 2
2 4 1 3
1 2 3 4
3 4 1 2
4 2 3 1
4 1 2 3
4 3 2 1
3 1 2 4
```

σημαίνουν ότι έχουμε ένα πρόβλημα με 4 άνδρες και 4 γυναίκες, ο 1ος άνδρας προτιμά περισσότερο τη γυναίκα 3, μετά την 1, μετά την 4 και τελευταία την 2. Ομοίως και για τους τρεις επόμενους άνδρες (σειρές προτίμησης προς τις γυναίκες 2 4 1 3 ο 2ος, 1 2 3 4 ο 3ος και 3 4 1 2 ο 4ος). Η 1η γυναίκα προτιμά περισσότερο τον άνδρα 4, μετά τον 2, μετά τον 3 και τελευταίο τον 1. Ομοίως και για τις άλλες τρεις γυναίκες.

Αν το εκτελέσιμο πρόγραμμα που θα κατασκευάσετε τελικά ονομάζεται “stablemar”, μία ενδεικτική εκτέλεσή του είναι η εξής:<sup>2</sup>

```
% ./stablemar
```

```
4
3 1 4 2
2 4 1 3
1 2 3 4
3 4 1 2
4 2 3 1
4 1 2 3
4 3 2 1
3 1 2 4
```

```
m001 order of preferences: w003 w001 w004 w002
m002 order of preferences: w002 w004 w001 w003
m003 order of preferences: w001 w002 w003 w004
m004 order of preferences: w003 w004 w001 w002
```

```
w001 order of preferences: m004 m002 m003 m001
w002 order of preferences: m004 m001 m002 m003
w003 order of preferences: m004 m003 m002 m001
w004 order of preferences: m003 m001 m002 m004
```

Finding the male optimal solution with the Gale-Shapley algorithm

---

<sup>2</sup>Οι εκτυπώσεις, πέραν των λύσεων, που φαίνονται στην ενδεικτική εκτέλεση έχουν συμπεριληφθεί για να βοηθήσουν στην κατανόηση του αλγορίθμου των Gale-Shapley. Στην άσκηση που θα παραδώσετε δεν είναι υποχρεωτικές. Μπορείτε να τις συμπεριλάβετε, ή όχι, όπως προτιμάτε. Επίσης, στην ενδεικτική εκτέλεση, φαίνεται ο υπολογισμός και της βέλτιστης για τους άνδρες λύσης και της βέλτιστης για τις γυναίκες. Στη δική σας υλοποίηση, αρκεί να βρίσκατε μόνο μία από τις δύο λύσεις. Τέλος, δεν απαιτείται να ελέγχετε αν τα δεδομένα που δίνονται στο πρόγραμμά σας είναι σωστά. Μπορείτε να υποθέσετε ότι δεν θα έχουν λάθη.

m001 proposes to w003, she accepts  
m001 gets married to w003

m002 proposes to w002, she accepts  
m002 gets married to w002

m003 proposes to w001, she accepts  
m003 gets married to w001

m004 proposes to w003, she accepts  
w003 divorces from m001  
m004 gets married to w003

m001 proposes to w001, she refuses  
w001 stays married to m003

m001 proposes to w004, she accepts  
m001 gets married to w004

Male optimal solution:

m001 - w004      m002 - w002      m003 - w001      m004 - w003

Finding the female optimal solution with the Gale-Shapley algorithm

w001 proposes to m004, he accepts  
m004 gets married to w001

w002 proposes to m004, he refuses  
m004 stays married to w001

w002 proposes to m001, he accepts  
m001 gets married to w002

w003 proposes to m004, he accepts  
m004 divorces from w001  
m004 gets married to w003

w001 proposes to m002, he accepts  
m002 gets married to w001

w004 proposes to m003, he accepts  
m003 gets married to w004

Female optimal solution:

m001 - w002      m002 - w001      m003 - w004      m004 - w003

%

## Μέρος II — Οπισθοδρόμηση με αναδρομή

Ένας εναλλακτικός αλγόριθμος που μπορεί να εφαρμοσθεί για την επίλυση του προβλήματος των σταθερών γάμων είναι και αυτός που περιγράφεται στη συνέχεια. Αυτός ο αλγόριθμος είναι εξαντλητικός, γιατί ο τρόπος που λειτουργεί βασίζεται στη σταδιακή κατασκευή όλων των δυνατών γάμων που μπορούν να γίνουν, επιλέγοντας σε κάθε βήμα έναν ανύπαντρο άνδρα και βρίσκοντας μία ανύπαντρη γυναίκα για να τον παντρεύει, δοκιμάζοντας διαδοχικά τις γυναίκες, σύμφωνα με τη σειρά προτίμησής του. Ο αλγόριθμος οφείλει να εξασφαλίζει ότι κατά τη διάρκεια της κατασκευής των γάμων, όλοι οι μέχρι στιγμής γάμοι είναι σταθεροί. Πιο συγκεκριμένα, αφού ο αλγόριθμος δημιουργήσει  $K$  σταθερούς γάμους ( $K < N$ ), δοκιμάζει να παντρεύει τον άνδρα  $K + 1$  με κάποια ανύπαντρη γυναίκα. Αν αυτό δεν μπορεί να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε οι  $K + 1$  γάμοι που θα προκύψουν να είναι σταθεροί, ο αλγόριθμος επιστρέφει στον άνδρα  $K$  και προσπαθεί να τον παντρεύει με άλλη γυναίκα. Αν εξαντληθούν και οι υποψήφιες γυναίκες για τον άνδρα  $K$ , θα επιστρέφει στον  $K - 1$ . Γι' αυτό, ο αλγόριθμος αυτός λέγεται ότι βασίζεται στην οπισθοδρόμηση (backtracking). Επίσης, αξ σημειωθεί ότι ο αλγόριθμος μέσω οπισθοδρόμησης είναι, εκ κατασκευής, σε θέση να βρει όλες τις λύσεις του προβλήματος. Μάλιστα, η πρώτη λύση που βρίσκει είναι η βέλτιστη για τους άνδρες και η τελευταία η βέλτιστη για τις γυναίκες. Όμως, αν διατυπωθεί αντίστροφα, δηλαδή σε κάθε βήμα επιλέγεται μία γυναίκα και γίνεται προσπάθεια να παντρευτεί με κάποιον άνδρα, τότε βρίσκεται πρώτη η βέλτιστη για τις γυναίκες λύση και τελευταία η βέλτιστη για τους άνδρες.

### Αλγόριθμος μέσω οπισθοδρόμησης

```
Ας παντρέψουμε τον άνδρα 1
Για κάθε δυνατή ανύπαντρη γυναίκα κατά σειρά σύμφωνα με τις προτιμήσεις του άνδρα 1
  Παντρεύεται ο άνδρας 1 με τη γυναίκα αυτή
  Αν οι μέχρι στιγμής γάμοι είναι σταθεροί τότε
    Ας παντρέψουμε τον άνδρα 2
    Για κάθε δυνατή ανύπαντρη γυναίκα κατά σειρά σύμφωνα με τις προτιμήσεις του άνδρα 2
      Παντρεύεται ο άνδρας 2 με τη γυναίκα αυτή
      Αν οι μέχρι στιγμής γάμοι είναι σταθεροί τότε
        Ας παντρέψουμε τον άνδρα 3
        Για κάθε δυνατή ανύπαντρη γυναίκα κατά σειρά σύμφωνα με τις προτιμήσεις του άνδρα 3
          Παντρεύεται ο άνδρας 3 με τη γυναίκα αυτή
          .....
          Ας παντρέψουμε τον άνδρα N
          Για κάθε δυνατή ανύπαντρη γυναίκα κατά σειρά σύμφωνα με τις προτιμήσεις του άνδρα N
            Παντρεύεται ο άνδρας N με τη γυναίκα αυτή
            Αν οι μέχρι στιγμής γάμοι είναι σταθεροί τότε
              Βρέθηκε λύση του προβλήματος
              Εκτυπώνουμε τη λύση
```

Το πρόβλημα με την παραπάνω διατύπωση του αλγορίθμου είναι ότι οι εμφωλευμένες επαναλήψεις “Για κάθε” είναι πλήθους  $N$ , οπότε δεν μπορούν να διατυπωθούν σε κώδικα προγράμματος, αφού το  $N$  δίνεται στην είσοδο. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να διατυπωθεί ο παραπάνω αλγόριθμος με αναδρομικό τρόπο, ώστε να είναι υλοποιήσιμος με κάποιο πρόγραμμα.

Στο δεύτερο μέρος της άσκησης, θα πρέπει να επεκτείνετε το πρόγραμμα που γράψατε για την υλοποίηση του αλγορίθμου Gale-Shapley ώστε να βρίσκει όλες τις λύσεις του προβλήματος των σταθερών γάμων μέσω οπισθοδρόμησης που υλοποιείται με αναδρομή. Η ενδεικτική εκτέλεση του προγράμματος για τα δεδομένα που δόθηκαν προηγουμένως είναι πλέον η εξής:<sup>3</sup>

```
% ./stablemar
```

```
4
```

```
3 1 4 2
```

<sup>3</sup>Και σ' αυτή την ενδεικτική εκτέλεση, οι ενδιάμεσες εκτυπώσεις περιελήφθησαν μόνο για να βοηθήσουν στην κατανόηση της λειτουργίας του αλγορίθμου μέσω οπισθοδρόμησης. Στη δική σας υλοποίηση, αρκεί να εκτυπώνετε τις λύσεις που βρίσκονται και, στο τέλος, το πλήθος τους.

```
2 4 1 3
1 2 3 4
3 4 1 2
4 2 3 1
4 1 2 3
4 3 2 1
3 1 2 4
```

m001 order of preferences: w003 w001 w004 w002

.....

Finding the male optimal solution with the Gale-Shapley algorithm

.....

Finding the female optimal solution with the Gale-Shapley algorithm

.....

Finding all solutions with backtracking via recursion

Trying to marry man001 and wom003

Succeeded!!!

Trying to marry man002 and wom002

Succeeded!!!

Trying to marry man003 and wom001

Succeeded!!!

Trying to marry man004 and wom003

Sorry, wom003 is already married

Trying to marry man004 and wom004

Sorry, marriage is unstable

Trying to marry man004 and wom001

Sorry, wom001 is already married

Trying to marry man004 and wom002

Sorry, wom002 is already married

Trying to marry man003 and wom002

Sorry, wom002 is already married

Trying to marry man003 and wom003

Sorry, wom003 is already married

Trying to marry man003 and wom004

Sorry, marriage is unstable

Trying to marry man002 and wom004

Succeeded!!!

Trying to marry man003 and wom001

Succeeded!!!

Trying to marry man004 and wom003

Sorry, wom003 is already married

Trying to marry man004 and wom004

Sorry, wom004 is already married

Trying to marry man004 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man004 and wom002  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom002  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom003  
Sorry, wom003 is already married  
Trying to marry man003 and wom004  
Sorry, wom004 is already married  
Trying to marry man002 and wom001  
Succeeded!!!  
Trying to marry man003 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man003 and wom002  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom003  
Sorry, wom003 is already married  
Trying to marry man003 and wom004  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man002 and wom003  
Sorry, wom003 is already married  
Trying to marry man001 and wom001  
Succeeded!!!  
Trying to marry man002 and wom002  
Succeeded!!!  
Trying to marry man003 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man003 and wom002  
Sorry, wom002 is already married  
Trying to marry man003 and wom003  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom004  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man002 and wom004  
Succeeded!!!  
Trying to marry man003 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man003 and wom002  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom003  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom004  
Sorry, wom004 is already married  
Trying to marry man002 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man002 and wom003  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man001 and wom004

Succeeded!!!

Trying to marry man002 and wom002

Succeeded!!!

Trying to marry man003 and wom001

Succeeded!!!

Trying to marry man004 and wom003

Succeeded!!!

Solution 1:

m001 - w004      m002 - w002      m003 - w001      m004 - w003

Trying to marry man004 and wom004

Sorry, wom004 is already married

Trying to marry man004 and wom001

Sorry, wom001 is already married

Trying to marry man004 and wom002

Sorry, wom002 is already married

Trying to marry man003 and wom002

Sorry, wom002 is already married

Trying to marry man003 and wom003

Succeeded!!!

Trying to marry man004 and wom003

Sorry, wom003 is already married

Trying to marry man004 and wom004

Sorry, wom004 is already married

Trying to marry man004 and wom001

Sorry, marriage is unstable

Trying to marry man004 and wom002

Sorry, wom002 is already married

Trying to marry man003 and wom004

Sorry, wom004 is already married

Trying to marry man002 and wom004

Sorry, wom004 is already married

Trying to marry man002 and wom001

Succeeded!!!

Trying to marry man003 and wom001

Sorry, wom001 is already married

Trying to marry man003 and wom002

Sorry, marriage is unstable

Trying to marry man003 and wom003

Succeeded!!!

Trying to marry man004 and wom003

Sorry, wom003 is already married

Trying to marry man004 and wom004

Sorry, wom004 is already married

Trying to marry man004 and wom001

Sorry, wom001 is already married

Trying to marry man004 and wom002

Sorry, marriage is unstable

Trying to marry man003 and wom004  
Sorry, wom004 is already married  
Trying to marry man002 and wom003  
Succeeded!!!  
Trying to marry man003 and wom001  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom002  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man003 and wom003  
Sorry, wom003 is already married  
Trying to marry man003 and wom004  
Sorry, wom004 is already married  
Trying to marry man001 and wom002  
Succeeded!!!  
Trying to marry man002 and wom002  
Sorry, wom002 is already married  
Trying to marry man002 and wom004  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man002 and wom001  
Succeeded!!!  
Trying to marry man003 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man003 and wom002  
Sorry, wom002 is already married  
Trying to marry man003 and wom003  
Succeeded!!!  
Trying to marry man004 and wom003  
Sorry, wom003 is already married  
Trying to marry man004 and wom004  
Sorry, marriage is unstable  
Trying to marry man004 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man004 and wom002  
Sorry, wom002 is already married  
Trying to marry man003 and wom004  
Succeeded!!!  
Trying to marry man004 and wom003  
Succeeded!!!

Solution 2:

m001 - w002      m002 - w001      m003 - w004      m004 - w003

Trying to marry man004 and wom004  
Sorry, wom004 is already married  
Trying to marry man004 and wom001  
Sorry, wom001 is already married  
Trying to marry man004 and wom002  
Sorry, wom002 is already married  
Trying to marry man002 and wom003

```
Succeeded!!!
Trying to marry man003 and wom001
Sorry, marriage is unstable
Trying to marry man003 and wom002
Sorry, wom002 is already married
Trying to marry man003 and wom003
Sorry, wom003 is already married
Trying to marry man003 and wom004
Sorry, marriage is unstable
```

```
Found 2 solution(s)
%
```

### Γεννήτρια τυχαίων δεδομένων

Για να μπορέσετε να πειραματιστείτε με διάφορα δεδομένα εισόδου, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το εκτελέσιμο πρόγραμμα `randsm`, το οποίο παίρνει σαν πρώτο όρισμα ένα  $N$  και γεννά τυχαία δεδομένα για το πρόβλημα, εκτυπώνοντάς τα στην έξοδο. Έτσι, μπορείτε να σωληνώσετε την έξοδο αυτού του προγράμματος με την είσοδο του δικού σας. Το πρόγραμμα `randsm` αρχικοποιεί τη γεννήτρια των τυχαίων αριθμών με φύτρο τον τρέχοντα χρόνο. Αν του δώσετε και ένα δεύτερο όρισμα, τότε χρησιμοποιεί αυτό ως φύτρο. Το πρόγραμμα αυτό μπορείτε να το κατεβάσετε σε εκτελέσιμη μορφή από το <http://www.di.uoa.gr/~ip/hwfiles/stablemar>. Εκεί, βρίσκονται τα αρχεία "`randsm_<arch>`", όπου το `<arch>` είναι `solaris`, `linux`, `windows.exe` ή `macosx`, ανάλογα με το σύστημα που σας ενδιαφέρει. Ένα παράδειγμα εκτέλεσης του προγράμματος, χωρίς ενδιάμεσες εκτυπώσεις, σε μηχανήμα Linux είναι η εξής:

```
% ./randsm 20 2011 | ./stablemar
```

Finding the male optimal solution with the Gale-Shapley algorithm

Male optimal solution:

```
m001 - w017    m002 - w006    m003 - w014    m004 - w015    m005 - w020
m006 - w004    m007 - w018    m008 - w011    m009 - w005    m010 - w001
m011 - w009    m012 - w010    m013 - w008    m014 - w007    m015 - w002
m016 - w019    m017 - w012    m018 - w003    m019 - w016    m020 - w013
```

Finding the female optimal solution with the Gale-Shapley algorithm

Female optimal solution:

```
m001 - w014    m002 - w011    m003 - w020    m004 - w006    m005 - w015
m006 - w004    m007 - w003    m008 - w007    m009 - w010    m010 - w001
m011 - w008    m012 - w018    m013 - w009    m014 - w019    m015 - w002
m016 - w017    m017 - w012    m018 - w005    m019 - w016    m020 - w013
```

Finding all solutions with backtracking via recursion

Solution 1:

```
m001 - w017    m002 - w006    m003 - w014    m004 - w015    m005 - w020
m006 - w004    m007 - w018    m008 - w011    m009 - w005    m010 - w001
```

m011 - w009	m012 - w010	m013 - w008	m014 - w007	m015 - w002
m016 - w019	m017 - w012	m018 - w003	m019 - w016	m020 - w013

Solution 2:

m001 - w017	m002 - w006	m003 - w015	m004 - w014	m005 - w020
m006 - w004	m007 - w018	m008 - w011	m009 - w005	m010 - w001
m011 - w009	m012 - w010	m013 - w008	m014 - w007	m015 - w002
m016 - w019	m017 - w012	m018 - w003	m019 - w016	m020 - w013

Solution 3:

m001 - w017	m002 - w006	m003 - w015	m004 - w014	m005 - w020
m006 - w004	m007 - w018	m008 - w011	m009 - w005	m010 - w001
m011 - w003	m012 - w010	m013 - w008	m014 - w007	m015 - w002
m016 - w019	m017 - w012	m018 - w009	m019 - w016	m020 - w013

Solution 4:

m001 - w017	m002 - w006	m003 - w015	m004 - w014	m005 - w020
m006 - w004	m007 - w018	m008 - w011	m009 - w005	m010 - w001
m011 - w003	m012 - w010	m013 - w008	m014 - w009	m015 - w002
m016 - w019	m017 - w012	m018 - w007	m019 - w016	m020 - w013

Solution 5:

m001 - w010	m002 - w006	m003 - w015	m004 - w014	m005 - w020
m006 - w004	m007 - w003	m008 - w011	m009 - w005	m010 - w001
m011 - w008	m012 - w018	m013 - w009	m014 - w019	m015 - w002
m016 - w017	m017 - w012	m018 - w007	m019 - w016	m020 - w013

Solution 6:

m001 - w010	m002 - w006	m003 - w020	m004 - w014	m005 - w015
m006 - w004	m007 - w003	m008 - w011	m009 - w005	m010 - w001
m011 - w008	m012 - w018	m013 - w009	m014 - w019	m015 - w002
m016 - w017	m017 - w012	m018 - w007	m019 - w016	m020 - w013

Solution 7:

m001 - w014	m002 - w006	m003 - w015	m004 - w011	m005 - w020
m006 - w004	m007 - w003	m008 - w007	m009 - w010	m010 - w001
m011 - w008	m012 - w018	m013 - w009	m014 - w019	m015 - w002
m016 - w017	m017 - w012	m018 - w005	m019 - w016	m020 - w013

Solution 8:

m001 - w014	m002 - w006	m003 - w020	m004 - w011	m005 - w015
m006 - w004	m007 - w003	m008 - w007	m009 - w010	m010 - w001
m011 - w008	m012 - w018	m013 - w009	m014 - w019	m015 - w002
m016 - w017	m017 - w012	m018 - w005	m019 - w016	m020 - w013

Solution 9:

m001 - w014	m002 - w011	m003 - w020	m004 - w006	m005 - w015
m006 - w004	m007 - w003	m008 - w007	m009 - w010	m010 - w001
m011 - w008	m012 - w018	m013 - w009	m014 - w019	m015 - w002

Found 9 solution(s)

%

### Μέρος III — McVitie-Wilson

Εκτός από τις δύο προσεγγίσεις που έχουν αναφερθεί ήδη για την αντιμετώπιση του προβλήματος των σταθερών γάμων, έχει προταθεί στη βιβλιογραφία και μία τρίτη μέθοδος, αυτή των D. G. McVitie και L. B. Wilson, από το 1971. Το σχετικό επιστημονικό άρθρο μπορείτε να το βρείτε στο <http://www.di.uoa.gr/~ip/hwfiles/stablemar/mcvitie-wilson.pdf>.

Αν έχετε ολοκληρώσει επιτυχώς τα δύο πρώτα μέρη της άσκησης, εφ' όσον επιθυμείτε να ασχοληθείτε περισσότερο με το πρόβλημα, μπορείτε να μελετήσετε το παραπάνω άρθρο και να προσπαθήσετε να υλοποιήσετε και τον αλγόριθμο των McVitie-Wilson, τόσο την εκδοχή του για την εύρεση μίας λύσης, όσο και την επέκτασή του για την εύρεση όλων των λύσεων.

Το μέρος αυτό της άσκησης είναι απολύτως προαιρετικό. Δεν δίνεται καμία υπόσχεση για βαθμολογική ανταπόδοση αν ασχοληθείτε με τη μέθοδο αυτή και καταφέρετε να την υλοποιήσετε σωστά. Επίσης, δεν είναι παραδοτέο το τυχόν αποτέλεσμα αυτού του μέρους της άσκησης, δεν θα υπάρξει υποστήριξη γι' αυτό μέσω του φόρουμ του μαθήματος και δεν ισχύει η προθεσμία που θα τεθεί για την παράδοση της άσκησης. Αν τελικά ασχοληθείτε με το μέρος αυτό, αφού μελετήσετε πολύ προσεκτικά το άρθρο που δίνεται, προσπαθήστε να υλοποιήσετε τους σχετικούς αλγορίθμους. Για οποιοδήποτε πρόβλημα, σχετικά με το μέρος αυτό της άσκησης, να επικοινωνείτε απ' ευθείας με τον διδάσκοντα του μαθήματος.

### Παραδοτέο

Θα πρέπει να δομήσετε το πρόγραμμά σας σε ένα σύνολο από **τουλάχιστον δύο πηγαία αρχεία C** (με κατάληξη `.c`) και **τουλάχιστον ένα αρχείο επικεφαλίδας** (με κατάληξη `.h`).

Για να παραδώσετε το σύνολο των αρχείων που θα έχετε δημιουργήσει για την άσκηση αυτή, ακολουθήστε την εξής διαδικασία. Τοποθετήστε όλα τα αρχεία μέσα σ' ένα κατάλογο που θα δημιουργήσετε, έστω με όνομα `stablemar`, στους σταθμούς εργασίας Suns ή Linux του Τμήματος. Χρησιμοποιώντας την εντολή `zip` ως εξής

```
zip -r stablemar.zip stablemar
```

δημιουργείτε ένα συμπιεσμένο (σε μορφή `zip`) αρχείο, με όνομα `stablemar.zip`, στο οποίο περιέχεται ο κατάλογος `stablemar` μαζί με όλα τα περιεχόμενά του.<sup>4</sup> Το αρχείο αυτό είναι που θα πρέπει να υποβάλετε, με διαδικασία που θα ανακοινωθεί σύντομα.

**Σημείωση I:** Μην υποβάλετε ασυμπιεστα αρχεία ή αρχεία που είναι συμπιεσμένα σε άλλη μορφή εκτός από `zip` (π.χ. `rar`, `7z`, `tar`, `gz`, κλπ.), γιατί το σύστημα υποβολής θα τα απορρίπτει “σιωπηρά”, δηλαδή χωρίς κάποιο μήνυμα λάθους.

**Σημείωση II:** Στην άσκηση αυτή απαγορεύεται ρητά η χρήση εξωτερικών/καθολικών μεταβλητών. Παραβίαση αυτού του περιορισμού θα έχει σαν αποτέλεσμα τον μηδενισμό της άσκησης.

<sup>4</sup>Αρχεία `zip` μπορείτε να δημιουργήσετε και στα Windows, με διάφορα προγράμματα, όπως, για παράδειγμα, το WinZip.