

# Επιστημονικός Υπολογισμός

Μάριος Στεφανίδης

Τμήμα Μηχανικών Υπολογιστών και Πληροφορικής, 4ο έτος  
Εργαστηριακή Άσκηση (Μέρος 1)

## Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Αραιές Αναπαραστάσεις και Κατασκευές Μητρώων</b>	<b>1</b>
2.1	Ερώτημα 1 . . . . .	1
2.2	Ερώτημα 2 . . . . .	2
2.3	Ερώτημα 3 . . . . .	3
2.4	Ερώτημα 4 . . . . .	3

## 1 Εισαγωγή

Στον παρακάτω πίνακα εντοπίζονται τα στοιχεία του Υπολογιστικού Συστήματος που χρησιμοποιήθηκε σχετικά με την υλοποίηση της παρούσας εργασίας συνοδευόμενα με κάποιες άλλες επιπλέον παραμέτρους.

### Στοιχεία για τα Πειράματα

Έναρξη/λήξη εργασίας	21/12/2021-07/01/2022
Model	Dell VOSTRO V131
OS	Ubuntu 20.04.3 LTS
Processor Name	Intel(R) Core(TM) i5-2450M
Processor Speed	2.50GHz (base)
Number of Processors	1
Total of cores	2
Total of Threads	4
FMA Instruction	No
L1 Cache	-
L2 Cache	-
L3 Cache	3 MB
Gflops/s	1.72
Memory	8GB
Memory BandWidth	21.3 GB/s
Matlab Version	Matlab R2020b
BLAS	libblas3, version 3.7.1, arch arm64
LAPACK	libblas3, version 3.7.1, arch arm64

## 2 Αραιές Αναπαραστάσεις και Κατασκευές Μητρώων

### 2.1 Ερώτημα 1

Ο κώδικας που υλοποιεί το ζητούμενο της άσκησης εμπεριέχεται στο ίδιο zip αρχείο με αυτό το pdf και πιο συγκεκριμένα στον φάκελο Askisi1. Στην αρχή του .m αρχείου υπάρχουν εντολές για την γρήγορη

εκτέλεση και τον ορθό έλεγχο της υλοποιήσιμης συνάρτησης καθώς και αναλυτικά σχόλιο που επεξηγούν την λειτουργία του προγράμματος. Σε περίπτωση εισαγωγής λανθασμένου string (δηλαδή όχι CSR ή CSC) εμφανίζεται μήνυμα λάθους και πραγματοποιείται ο τερματισμός του προγράμματος. Παρακάτω αποτυπώνεται το μητρώο A της εκφώνησης σε μορφή CSR, με τη βοήθεια της συνάρτησης `matrix2latex.m` του M. Koehler (διαθέσιμη από το Matlab File Exchange)<sup>1</sup>.

Values = 

0.3984	0.1895	0.8423	0.5458	0.9416	0.4122	0.1788	0.7134
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Index = 

1	2	3	2	1	2	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---

RowPTR = 

1	4	5	8	9
---	---	---	---	---

Παρατίθεται ακόμη ο πίνακας της εκφώνησης σε μορφή CSC:

Values = 

0.3984	0.9416	0.1895	0.5458	0.4122	0.8423	0.1788	0.7134
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Index = 

1	3	1	2	3	1	3	4
---	---	---	---	---	---	---	---

ColPTR = 

1	3	6	9	9
---	---	---	---	---

## 2.2 Ερώτημα 2

Ο κώδικας που υλοποιεί το ζητούμενο της άσκησης εμπεριέχεται στο ίδιο zip αρχείο με αυτό το pdf και πιο συγκεκριμένα στον φάκελο Askisi1. Στην αρχή του .m αρχείου υπάρχουν εντολές για την γρήγορη εκτέλεση και τον ορθό έλεγχο της υλοποιήσιμης συνάρτησης καθώς και αναλυτικά σχόλιο που επεξηγούν την λειτουργία του προγράμματος. Γίνονται διάφοροι έλεγχοι στον κώδικα όσον αφορά στις παραμέτρους της συνάρτησης, συνεπώς σε περίπτωση λάθους εμφανίζεται το αντίστοιχο μήνυμα σφάλματος και πραγματοποιείται ο τερματισμός του προγράμματος. Ο κώδικας βασίστηκε και δημιουργήθηκε σύμφωνα με τις λειτουργίες των συναρτήσεων `toeplitz` και `cell2mat` της Matlab. Παρακάτω εμφανίζεται το αποτέλεσμα σε περίπτωση που δώσουμε σαν είσοδο τους πίνακες  $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 2 & 2 \end{bmatrix}$  και  $\begin{bmatrix} 3 & 3 \\ 3 & 3 \end{bmatrix}$ . Παρατηρούμε πως το μητρώο που προκύπτει έχει διαστάσεις 10x10 (2x2 οι υπό-πίνακες που χρησιμοποιήθηκαν και n=5).

```
>> askisi2
    1    1    2    2    0    0    0    0    0    0
    1    1    2    2    0    0    0    0    0    0
    3    3    1    1    2    2    0    0    0    0
    3    3    1    1    2    2    0    0    0    0
    0    0    3    3    1    1    2    2    0    0
    0    0    3    3    1    1    2    2    0    0
    0    0    0    0    3    3    1    1    2    2
    0    0    0    0    3    3    1    1    2    2
    0    0    0    0    0    0    3    3    1    1
    0    0    0    0    0    0    3    3    1    1
```

Εικόνα 1: Block Tri-Diagonal Toeplitz Matrix using 2x2 Tables

Παρατίθεται ένα ακόμη παράδειγμα με εισόδους τους πίνακες  $\begin{bmatrix} 1 & 5 & 12 \\ 12 & 40 & 3 \\ 150 & 151 & 152 \end{bmatrix}$ ,  $\begin{bmatrix} 2 & 44 & 36 \\ 2 & 4 & 13 \\ 120 & 121 & 122 \end{bmatrix}$  και  $\begin{bmatrix} 3 & 19 & 21 \\ 66 & 73 & 80 \\ 110 & 111 & 112 \end{bmatrix}$  και n=4.

<sup>1</sup> Στην συνάρτηση έχουν γίνει κάποιες αλλαγές προκειμένου να υλοποιεί το ζητούμενο. Στις ασκήσεις 1 και 3 υπάρχει το αρχείο `out.tex`, στο οποίο κάθε φορά αποθηκεύεται ο κώδικας που μπορεί να συμπεριληφθεί σε αρχείο LaTeX.

```
ans =

    1     5    12     2    44    36     0     0     0     0     0     0
   12    40     3     2     4    13     0     0     0     0     0     0
  150   151   152   120   121   122     0     0     0     0     0     0
     3    19    21     1     5    12     2    44    36     0     0     0
   66    73    80    12    40     3     2     4    13     0     0     0
  110   111   112   150   151   152   120   121   122     0     0     0
     0     0     0     3    19    21     1     5    12     2    44    36
     0     0     0     66    73    80    12    40     3     2     4    13
     0     0     0   110   111   112   150   151   152   120   121   122
     0     0     0     0     0     0     3    19    21     1     5    12
     0     0     0     0     0     0     66    73    80    12    40     3
     0     0     0     0     0     0   110   111   112   150   151   152
```

Εικόνα 2: Block Tri-Diagonal Toeplitz Matrix using 3x3 Tables

## 2.3 Ερώτημα 3

Ο κώδικας που υλοποιεί το ζητούμενο της άσκησης εμπεριέχεται στο ίδιο zip αρχείο με αυτό το pdf και πιο συγκεκριμένα στον φάκελο Askisi1. Στην αρχή του .m αρχείου υπάρχουν εντολές για την γρήγορη εκτέλεση και τον ορθό έλεγχο της υλοποιήσιμης συνάρτησης καθώς και αναλυτικά σχόλια που επεξηγούν την λειτουργία του προγράμματος. Για την υλοποίηση του ερωτήματος χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση `mat2cell` και η δυνατότητα χρήσης cell arrays που προσφέρει η Matlab. Στην συνέχεια ο κώδικας είναι παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στο Ερώτημα 1. Παρακάτω αποτυπώνεται το μητρώο A της εκφώνησης σε μορφή BCCS, με τη βοήθεια της συνάρτησης `matrix2latex.m`.

```
Val = [ 6 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 ]
```

```
brow_idx = [ 2 | 3 | 1 | 1 | 3 ]
```

```
bcol_ptr = [ 1 | 3 | 4 | 6 ]
```

## 2.4 Ερώτημα 4

Ο κώδικας που υλοποιεί το ζητούμενο περιλαμβάνεται στο ίδιο Archive με αυτό το pdf στον φάκελο Askisi4. Στα σχόλια υπάρχουν αφενός εντολές για την γρήγορη εκτέλεση και τον ορθό έλεγχο της υλοποιήσιμης συνάρτησης αφετέρου εκτενή σχολία που εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του προγράμματος. Ο συγκεκριμένος τρόπος υλοποίησης βασίστηκε στον κώδικα που έχει συζητηθεί στο μάθημα και αφορά την μορφή CSC (Διάλεξη 6).

```
ans =

    33    34    35    36    37    38
    30    31    32    33    34    35
    13    14    15    16    17    18
     4     5     6     7     8     9
    21    22    23    24    25    26
    15    16    17    18    19    20

>> askisi4
    33    31    15     7    25    20
```

Εικόνα 3: Αποτέλεσμα του προγράμματος σύμφωνα με τον πίνακα του ερωτήματος 3