

Επιστημονικός Υπολογισμός I

Εργαστηριακή Άσκηση

Ημερομηνία κατάθεσης για πλήρη βαθμό ως τις 23:59 στις 20/1/2019¹

Εισαγωγή

Τα προβλήματα που πρέπει να λύσετε είναι τυπικά στον Επιστημονικό Υπολογισμό. Θα σχεδιάσετε και θα υλοποιήσετε αλγορίθμους και θα τους αξιολογήσετε βάσει ταχύτητας και ακρίβειας. Θα κάνετε εκτενή χρήση της MATLAB σε σχετικά προχωρημένο επίπεδο (συνδυασμός ενδογενών συναρτήσεων και δικών σας προγραμμάτων καθώς και κλήσεις συναρτήσεων από βιβλιοθήκες με χρήση mex files). Θα ετοιμάσετε δεδομένα εισόδου για έλεγχο των προγραμμάτων σας, ορισμένα από τα οποία θα πρέπει να τα αναζητήσετε σε αποθετήρια (matrix repositories).

Για διευκρινίσεις, απορίες, κ.λπ. παρακαλώ ρωτήστε μας στα Φροντιστήρια και ώρες γραφείου ή σε άλλες ώρες μετά από συνεννόηση.

Ζητούμενα: Παρατίθενται στο τέλος της εκφώνησης. Χονδρικά, πρόκειται για μία αναφορά και μία συλλογή προγραμμάτων. Σχετικά με την αναφορά, συνιστούμε θερμά το L^AT_EX²

Αν εισαχθήκατε στο τμήμα πριν το 2014: Υπάρχουν επιπλέον ζητούμενα που παρατίθενται στο τέλος.

1 Παρουσίαση υπολογιστικού περιβάλλοντος

Να περιγράψετε³ σε μια παράγραφο τα χαρακτηριστικά του συστήματος που χρησιμοποιείτε (υλικό και λογισμικό):

1. Σύστημα, επεξεργαστή, επίπεδα μνήμης και μέγεθός τους και ύπαρξη ή όχι FMA.
2. Την έκδοση του συστήματος MATLAB που χρησιμοποιείτε.
3. Την ακριβή έκδοχή της LAPACK που χρησιμοποιεί η εν λόγω MATLAB και στην οποία θα βασιστεί η απάντησή σας στο τελευταίο μέρος της εργασίας σας (τέλος ενότητας 2, υποερώτημα 5).

¹ΔΕΝ ΘΑ ΔΟΘΕΙ ΠΑΡΑΤΑΣΗ.

²... και τα διδάγματα του μαθήματος *Συγγραφή και Παρουσίαση*

³Γιατί εσείς και εμείς πρέπει να γνωρίζουμε πού τρέχουν τα πειράματα - προσοχή, αυτό σημαίνει ότι πρέπει να αναφέρετε μετρήσεις από ένα μόνο σύστημα!

2 Επίλυση συστήματος με ανανεώσεις μειωμένης τάξης

Η επόμενη άσκηση χρησιμοποιεί εκτενώς τον παρακάτω τύπο που θα αποκαλούμε *τύπο SMW*:

$$(A \pm PQ^\top)^{-1} = A^{-1} \mp A^{-1}P(I \pm Q^\top A^{-1}P)^{-1}Q^\top A^{-1}$$

Προϋπόθεση⁴ για να ισχύει είναι τα μητρώα $A, A + PQ^\top$ να είναι αντιστρέψιμα.

Στόχος είναι να σχεδιάσετε και να υλοποιήσετε αλγόριθμο επίλυσης γραμμικού συστήματος $Ax = b$ με τον τύπο SMW βάσει της έκφρασης

$$A = M + \sum_{j=1}^m p_j q_j^\top$$

με κατάλληλα επιλεγμένα μητρώο M κατάλληλη επιλογή των $M, P = [p_1, \dots, p_m], Q = [q_1, \dots, q_m]$. Η ιδέα προέρχεται από την εργασία [1] όπου μπορείτε να βρείτε λεπτομερή ανάλυση και πληροφορίες (δείτε π.χ. Αλγ. 1).

Στο υψηλότερο επίπεδο, θα γράψετε συνάρτηση MATLAB `SMW_solve_AM` που θα καλείται ως

$$[x] = \text{SMW_solve_AM}(A, b, M, P, Q, \text{sdir})$$

όπου AM είναι τα τελευταία ψηφία του ΝΕΟΥ Αριθμ. Μητρώου σας. Η συνάρτηση θα υπολογίζει και θα επιστρέφει τη λύση σύμφωνα με την περιγραφή της παραπάνω εργασίας.

Η *προαιρετική παράμετρος* sdir είναι τύπου char και ανάλογα με την τιμή της (ή τη μή ύπαρξή της) τα P, Q είναι διαφορετικά. Ειδικότερα:

Αν 'colwise' Αν η τιμή του sdir είναι 'colwise' τότε εντός της συνάρτησης (και ανεξαρτήτως τι έχει δοθεί στην είσοδο ως M, P), θέτουμε

$$M = \text{diag}(\text{diag}(A)) \text{ και } P = [C(:,1), C(:,2), \dots, C(:,n)] \text{ όπου } C=A-M.$$

Για το συγκεκριμένο P , το πρόγραμμά σας πρέπει να επιλέγει και το αντίστοιχο κατάλληλο Q ώστε να ισχύει ότι $M+P*Q'$ είναι ίσο με το δοθέν A .

Αν 'rowwise' Αν η τιμή του είναι 'rowwise' τότε εντός της συνάρτησης (και ανεξαρτήτως τι έχει δοθεί στην είσοδο ως M, Q), θέτουμε

$$M = \text{diag}(\text{diag}(A)) \text{ και } Q = [C(1,:), C(2,:), \dots, C(n,:)] \text{ όπου } C=A-M.$$

Για το συγκεκριμένο Q , το πρόγραμμά σας πρέπει να επιλέγει και το αντίστοιχο κατάλληλο P ώστε να ισχύει ότι $M+P*Q'$ είναι ίσο με το δοθέν A .

Διαφορετικά: Αν η παράμετρος sdir δεν λαμβάνει μια από τις 2 παραπάνω τιμές ή αν δεν δίδεται καθόλου, το πρόγραμμα απλά υπολογίζει τη λύση του $(M + PQ^\top)x = b$ για τα δοθέντα M, P, Q, b .

⁴Προσέξτε στο σχεδιασμό σας, η επιλογή \pm να είναι συνεπής: Ένας τρόπος να το θυμάστε είναι ότι αν a, b θετικά και γράψουμε $\frac{1}{a+\text{διόρθωση}} = \frac{1}{a} - (\text{συνάρτηση της διόρθωσης})$ ενώ $\frac{1}{a-b} = \frac{1}{a} + (\text{συνάρτηση της διόρθωσης})$.

Προετοιμασία δεδομένων: Το πρόγραμμά σας πρέπει να περιέχει συνάρτηση που καλείται ως `A=MxMake_AM(mx_id,n)` και ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου εισόδου `mx_id` επιστρέφει το αντίστοιχο μητρώο. Οι τιμές του `mx_id` μπορεί να είναι οι παρακάτω:

`had` Μητρώο Hadamard μέσω κλήσης `hadamard(n)`.

`trihad` Άνω τριγωνικό Hadamard **συνδυάζοντας το `had` με τη συνάρτηση `triu`**.

`toep` Τριδιαγώνιο Toeplitz `toeplitz([4,-1,zeros(1,n-2)])`.

`mc` Πυκνό μητρώο με διαγώνια στοιχεία $[A]_{i,i} = 1 + i^\theta$ και εκτός διαγωνίου $[A]_{i,j} = \frac{1}{|i-j|^s}$.
Ειδικότερα, στα πειράματα θα χρησιμοποιήσετε $s = 2$ και $\theta = 1$.

`wathen` Αραιό μητρώο `wathen` μέσω της συνάρτησης `gallery`. Θα το κατασκευάσετε μέσω κλήσης τύπου `gallery('wathen',n,m)`.

`CollegeMsg` Το αραιό μητρώο `CollegeMsg` στην κατηγορία SNAP από τη συλλογή SuiteSparse⁵ που περιέχει μηνύματα από μία πλατφόρμα τύπου Facebook στο University of California Irvine. Ειδικά γι' αυτήν την περίπτωση, το τελευταίο όρισμα εισόδου της `MxMake_AM` δεν χρησιμοποιείται καθώς το μέγεθος είναι δεδομένο ($n = 1899$).

Προετοιμασία δεξιού μέλους⁶ Σε όλες τις περιπτώσεις, θα ελέγξετε τα αποτελέσματά σας λαμβάνοντας ως b το διάνυσμα που αντιστοιχεί στην ακριβή λύση x_{sol} που έχει για στοιχεία $[1, 1/2, 1, -1/4, 1, 1/6, \dots]$ δηλαδή τα στοιχεία στις θέσεις $2k - 1$ είναι 1 και στις θέσεις $2k$ ($k = 1, 2, \dots$) είναι $(-1)^{k+1} \frac{1}{2k}$.

Ζητούμενα Τα μητρώα που θα χρησιμοποιήσετε είναι 6 κατασκευασμένα με το `MxMake` επιλεγμένα από τα παραπάνω: Με μέγεθος 64 τα `had`, `trihad`, `toep`, το `mc` μεγέθους 400, το `wathen(12,11)` και το `eye(1899)-0.85*CollegeMsg`. Τα ζητούμενα είναι τα εξής:

1. Η συνάρτηση `SMW_solve_AM` σε κώδικα MATLAB.
2. Η περιγραφή του αλγορίθμου και συζήτηση σχετικά με το σχεδιασμό του.
3. Τιμές (φράγματα) για το δείκτη κατάστασης κ_∞ του μητρώου, το a posteriori σχετικό πίσω σφάλμα (διάλεξη 8, θεώρημα Rigal-Gaches), το φράγμα για το συνεπαγόμενο εμπρός σφάλμα (διάλεξη 8 μετά το θεώρημα Rigal-Gaches) και το ακριβές σχετικό εμπρός σφάλμα (καθώς γνωρίζετε την ακριβή λύση)⁷ για τις εξής μεθόδους:

(α') Την `SMW_solve_AM` με την επιλογή `'colwise'`.

(β') Την ανάποδη κάθετο της MATLAB (δηλ. $x = A \backslash b$).

Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

⁵Βλ. <https://sparse.tamu.edu>

⁶Κατά κάποιο τρόπο, με όρους Machine Learning, το training set.

⁷Για συνέπεια, χρησιμοποιήστε τη νόρμα μεγίστου.

4. Προσέξτε ότι ο αλγόριθμος αναφοράς του [1] περιέχει αποκλειστικά πράξεις BLAS-1 αν το M αρχικοποιηθεί με τη διαγώνιο του A . Στη συνέχεια πρέπει να διαμορφώσετε τον αλγόριθμο έτσι ώστε να χρησιμοποιεί πιο αποδοτικά BLAS με μπλοκ που έχουν διαστάσεις $n \times \beta$ όπου το β επιλέγεται από τον χρήστη (αν $\beta = 1$ τότε προκύπτει ο αρχικός αλγόριθμος).

- (α') Να γράψετε τον ψευδοκώδικα στην αναφορά σας και τον κώδικα MATLAB που πρέπει να καλείται ως

$$[x] = \text{SMW_solve_AM_block}(A,b,M,P,Q,blk,sdir)$$

όπου $blk = \beta$.

- (β') Να επιβεβαιώσετε την ορθότητα του αλγορίθμου ελέγχοντας το εμπρός σφάλμα για το μητρώο mc με διάσταση 64 και το αντίστοιχο δεξιό μέλος.
- (γ') Να χρονομετρήσετε τον εν λόγω κώδικα για $\beta = 1, 2, 4, 8, 16$ και να συγκρίνετε με τον αρχικό `SMW_solve_AM` για το μητρώο mc μεγέθους $n = 1024$. Σε όλες τις περιπτώσεις θα χρησιμοποιήσετε `sdir='colwise'`. Η αξιολόγηση πρέπει να γίνει ως εξής: Θα χρησιμοποιήσετε το `tic-toc` τηρώντας τους γνωστούς κανόνες ("η πρώτη φορά δεν μετρά", "μια φορά δεν φτάνει"), δηλ. λαμβάνοντας το μέσο όρο των χρόνων επίλυσης (και αγνοώντας την πρώτη χρονομέτρηση) για 4 κλήσεις της διαδικασίας. Οι χρονομετρήσεις πρέπει να δοθούν σε πίνακα όπου η πρώτη γραμμή μετά τις επικεφαλίδες θα είναι ο χρόνος για τον αρχικό αλγόριθμο και στις επόμενες οι χρόνοι για τις άλλες εκδοχές με τις διαφορετικές τιμές του β (αύξουσες). Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

5. Να χρησιμοποιήσετε το `mex` API της MATLAB για να υλοποιήσετε τη συνάρτηση

`SMW_solve_AM_block`

του υποερωτήματος (4) σε κώδικα C ώστε να καλείται μέσω της εντολής:

$$[x] = \text{SMW_solve_AM_block_mex}(A,b,M,P,Q,blk)$$

Η υλοποίησή σας πρέπει να βασίζεται, όσο γίνεται, σε κλήσεις κατάλληλων πράξεων διαθέσιμων στην LAPACK (και πράξεις BLAS) που παρέχονται στις βιβλιοθήκες που βασίζεται η εκδοχή της MATLAB που χρησιμοποιείτε⁸. Στο `mex` file πρέπει να συμπεριλάβετε (`include`) τα αρχεία `blas.h`, `lapack.h` και `mex.h`. Μπορείτε να κάνετε `compile` το `mex` file με την εντολή

`mex filename.c -lmwlapack -lmwblas`

Προτείνεται να χρησιμοποιήσετε το `mex` API που παρέχεται στην τελευταία έκδοση της MATLAB, στην οποία περίπτωση θα πρέπει να προσθέσετε την παράμετρο `-r2018a`

⁸Βλ. διάλεξη 4, εντολή `version`.

- (α') Να γράψετε τους απαραίτητους κώδικες C και MATLAB και βεβαιωθείτε ότι παράγουν τα σωστά αποτελέσματα.
- (β') Να επαναλάβετε τις μετρήσεις του υποερωτήματος (4) για $\beta = 1, 2, 4, 8, 16$ με την επιλογή `sdir='colwise'` αρχικοποιώντας τα P, Q, M ώστε η λειτουργία της συνάρτησης να είναι ίδια με την `SMW_solve_AM_block`. Να παρουσιάσετε τις χρονομετρήσεις σε έναν πίνακα ακολουθώντας τις οδηγίες του προηγούμενου υποερωτήματος (4) καθώς και σε ένα σχήμα που περιέχει τις γραφικές παραστάσεις (με διαφορετικό τύπο και χρώμα γραμμής) για όλες τις τιμές του β .
- (γ') Να συγκρίνετε τις χρονομετρήσεις των

`SMW_solve_AM_block` και `SMW_solve_AM_block_mex`

και να σχολιάσετε τα αποτελέσματα και τις επιδόσεις.

Παρατηρήσεις και οδηγίες

Στην υλοποίηση είναι σημαντικό να απλοποιείτε τις πράξεις όσο μπορείτε, π.χ. όπως το αποτέλεσμα στο πλαίσιο στην αρχή της παρούσας ενότητας. Για παράδειγμα, να αποφεύγετε υπολογισμούς αντιστρόφων (εκτός αν πρόκειται για βαθμωτούς ή εξαιρετικά μικρά μητρώα), να επαναχρησιμοποιείτε ό,τι μπορείτε, τις παραγοντοποιήσεις LU, κ.λπ. Τέλος εννοείται ότι πρέπει πάντα να κάνετε έλεγχο για τυχόν αστάθεια, π.χ. περιπτώσεις που κάποιος παρονομαστής είναι πολύ μικρός (όπως θα είχαμε στην απαλοιφή Gauss χωρίς οδήγηση).

Σημειώνουμε ένα απλό αποτέλεσμα που θα είναι χρήσιμο στη συνέχεια (παρακαλούμε να επιβεβαιωθείτε αποδεικνύοντάς το).

$$(I + pq^T)^{-1} = I - \frac{1}{(1+q^T p)} pq^T$$

Για το σχεδιασμό σας μπορείτε να προχωρήσετε όπως νομίζετε (οποσδήποτε υπάρχουν πολλοί τρόποι και το [1] χρησιμοποιεί έναν από αυτούς), παραθέτουμε όμως ένα παράδειγμα που εξηγεί τη διαδικασία όταν $m = 3$ και το οποίο μπορείτε να γενικεύσετε για να απαντήσετε στο ερώτημα αυτής της ενότητας.

Αρχικοποιούμε θέτοντας $A_0 = M$ και υπολογίζοντας τα

$$p_{0,j} = A_0^{-1} p_j, j = 1, \dots, n \text{ και } x_0 = A_0^{-1} b$$

Επομένως, το πρόβλημα

$$(A_0 + p_1 q_1^T + p_2 q_2^T + p_3 q_3^T) x = b$$

μπορεί να μετασχηματιστεί πολλαπλασιάζοντας αμφότερα τα μέλη της εξίσωσης με A_0^{-1} στο ισοδύναμο:

$$(I + p_{0,1} q_1^T + p_{0,2} q_2^T + p_{0,3} q_3^T) x = x_0 \quad (1)$$

Στο βήμα $k = 1$, γράφουμε $A_1 = I + p_{0,1}q_1^\top$ και εφόσον είναι αντιστρέψιμο υπολογίζουμε τα

$$p_{1,j} = A_1^{-1}p_{0,j}, j = 2, 3 \text{ και } x_1 = A_1^{-1}x_0$$

οπότε το σύστημα (1) μετασχηματίστηκε στο ισοδύναμο

$$(I + p_{1,2}q_2^\top + p_{1,3}q_3^\top) x = x_1. \quad (2)$$

Στο βήμα $k = 2$, θέτουμε $A_2 = I + p_{1,2}q_2^\top$ και εφόσον είναι αντιστρέψιμο υπολογίζουμε τα

$$p_{2,j} = A_2^{-1}p_{1,j}, j = 3 \text{ και } x_2 = A_2^{-1}x_1$$

οπότε το σύστημα (2) μετατράπηκε στο ισοδύναμο

$$(I + p_{2,3}q_3^\top) x = x_2. \quad (3)$$

Τέλος αυτό λύνεται άμεσα καθώς

$$x_3 = x_2 - \frac{q_3^\top x_2}{(1 + q_3^\top p_{2,3})} p_{2,3}.$$

Στη γενική περίπτωση, πρώτα θα αρχικοποιείτε $x_0 = A_0^{-1}b$ και $p_{0,j} = A_0^{-1}p_j, j = 1, \dots, m$. Στη συνέχεια, για $k = 1, \dots, m - 1$, θα χρησιμοποιείτε τις τρέχουσες τιμές των

$$\overbrace{x_{k-1}, p_{k-1,k}, p_{k-1,k+1}, \dots, p_{k-1,m}}^{(m-k+1)\text{διανύσματα}}, \text{ και του } q_k$$

για να υπολογίσετε με αναδρομικές σχέσεις τα διανύσματα

$$\overbrace{x_k, p_{k-1,k}, p_{k-1,k+1}, \dots, p_{k-1,m}}^{(m-k)\text{διανύσματα}}$$

Στο τελευταίο βήμα ($k = m$), μπορείτε πλέον να υπολογίσετε το x από τα τρέχοντα x_{m-1}, q_m και $p_{m-1,m}$. Αυτή θα είναι η λύση $A^{-1}b$ (τουλάχιστον σε θεϊκή αριθμητική).

3 Μόνον για εισακτέους προ 2014: Υπολογισμός PageRank

Το PageRank είναι ένας αλγόριθμος που εισήγαγαν οι ιδρυτές της Google για τη βαθμολόγηση της σημαντικότητας ιστοσελίδων στο διαδίκτυο. Οι περισσότεροι θα έχετε ακούσει περί PageRank σε άλλο μάθημα, ειδάλλως δείτε την Ενότητα 2.11 του βιβλίου του C. Moler που είχαμε ως αναφορά για το μάθημα Αριθμητική Ανάλυση και Περιβάλλοντα (2ο έτος)⁹ καθώς και τη Wikipedia. Στο τμήμα αυτό της άσκησης θα χρησιμοποιήσετε μητρώ από τη συλλογή SuiteSparse και ειδικότερα το μητρώ CollegeMsg στην κατηγορία SNAP που περιέχει μηνύματα από μία πλατφόρμα τύπου Facebook στο University of California Irvine. Το μητρώ έχει μέγεθος 1899×1899 .

⁹Μπορείτε να βρείτε το κεφάλαιο απευθείας από τη Mathworks στο Κεφ. 2

κόμβος	τιμή PR
15	0.0123
⋮	⋮

Πίνακας 1: Παράδειγμα

Ζητούμενα Θα γράψετε MATLAB script και θα απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις στην αναφορά της εργασίας.

1. Να γράψετε στο script εντολές για να εισάγετε το μητρώο αυτό στη MATLAB απευθείας από την εν λόγω συλλογή.
2. Στην αναφορά, να βάλετε σχήμα με τη μην αραιή δομή του μητρώου (μέσω του `spy`).
3. Απαντήστε στην αναφορά γιατί το συγκεκριμένο μητρώο μπορεί να ταξινομηθεί ως αραιό παρόλο που η εικόνα του δεν δείχνει κάτι τέτοιο.
4. Να γράψετε στο script τις εντολές για τον υπολογισμό του διανύσματος PageRank για το μητρώο χρησιμοποιώντας την εκδοχή του ως λύση του γραμμικού συστήματος $(I - pGD)x = \frac{(1-p)}{n}e$. Για τον ορισμό και την κατασκευή των G, D δείτε το βιβλίο του Moler, σελ. 107. Ως p χρησιμοποιήστε την τιμή $p = 0.85$.
5. Βάσει των αποτελεσμάτων που υπολογίσατε, να φτιάξετε πίνακα που περιέχει διατεταγμένα ως προς την βαθμολογία τους σύμφωνα με το PageRank τους top 20 κόμβους και την αντίστοιχη τιμή του PageRank vector, δηλ. κάτι σαν τον πίνακα 1.
6. Να υπολογίσετε ή να εκτιμήσετε το δείκτη κατάστασης κ_∞ του μητρώου $(I - pGD)$ για $p = 0.25, 0.45, 0.65, 0.85, 0.95, 0.99$ και να γράψετε τα αποτελέσματα στην αναφορά σας. Να εξηγήσετε ποιά είναι η επίδραση της τιμής του p όσον αφορά στην αξιοπιστία των τιμών που υπολογίζονται για το PageRank.

4 Γενικές οδηγίες για την εργασία

Τα παραδοτέο σας θα κριθούν βάσει των εξής στοιχείων:

1. Της ορθότητας των αποτελεσμάτων (προφανώς οι κώδικες πρέπει να παράγουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα),
2. της ταχύτητας και αποδοτικότητας των αλγορίθμων σας,
3. της ποιότητας της αναφοράς (συνοπτική παρουσίαση και ευπαρουσίαστα αποτελέσματα) και του κώδικα (modular όπου γίνεται). Όσον αφορά στο (2), εντός του κώδικα, θα πρέπει να αποφεύγονται περιττές πράξεις και να γίνεται αξιοποίηση της δομής (structure) μητρώων και διανυσμάτων στο έπακρο. *Η βαθμολόγηση του μέρους αυτού της άσκησης εξαρτάται καίρια από τις επιλογές σας που να δείχνουν την κατανόηση του προβλήματος!*

Το πιο σημαντικό και απαραίτητο είναι η προσπάθεια να έχει γίνει από εσάς (δεν πειράζει να συζητήσετε και να συνεργαστείτε με συναδέλφους σας, όμως αυτό δεν πρέπει να είναι αντιληπτό αν π.χ. σας ρωτήσουμε σε προφορική εξέταση σχετικά με τις απαντήσεις σας και την άσκησης.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι η εργασία εκπονήθηκε από άλλον/ους, η ποινή που μπορεί να επιβληθεί είναι αντίστοιχη με τις ποινές για αντιγραφή με ηλεκτρονικά μέσα κατά τις εξετάσεις. Σημειώνεται επίσης ότι οι απαντήσεις στα ερωτήματα μπορούν να δοθούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους και είναι αρκετά απίθανο δύο διαφορετικές εργασίες να μοιάζουν πολύ! Γενικά, είναι πολύ προτιμότερο να παραδώσετε μία εργασία που είναι το αποτέλεσμα δικής σας προσωπικής προσπάθειας έστω και αν είναι ελλιπές.

Παραδοτέα

Αποκλειστικά ηλεκτρονικά με ανάρτηση στο e-Class σε ζιπαρισμένο αρχείο (zip) με όνομα

ΕΕΙΣΓ_ΑΜ_ΕΠΙΘΕΤΟ.zip

δηλ. αποτελούμενο από το έτος εισαγωγής σας, τα τελευταία 4 ψηφία του ΑΜ σας, και το επίθετό σας με λατινικούς χαρακτήρες πρώτο γράμμα κεφαλαίο και τα υπόλοιπα πεζά. Για παράδειγμα αν υπήρχε (μάλλον αιώνιος) φοιτητής Γαλλόπουλος με ΑΜ που τελειώνει σε 0258 και έτος εισαγωγής 1996, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει 1996_0258_Gallopoulos.pdf.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Οποιαδήποτε άλλη ονοματοδοσία θα είναι αιτία μηδενισμού της άσκησης.

Αναφορά Σε μορφή pdf με σύνθετο όνομα όπως και του zip αρχείου, μόνον με το σωστό επίθεμα, ΕΕΙΣΓ_ΑΜ_ΕΠΙΘΕΤΟ.pdf Να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ώστε η αναφορά να είναι αναγνώσιμη χωρίς πρόβλημα συμβατότητας των γραμματοσειρών κ.λπ. Ιδιαίτερη σημασία θα δοθεί στον τρόπο και στην οργάνωση της παρουσίασης.

Κώδικας: Τα προγράμματα που απορρέουν από την εργασία σας.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Όλα τα script πρέπει να εκτελούνται άμεσα στο φάκελλο που θα κάνουν οι βαθμολογητές το unzip. Επίσης οι συναρτήσεις πρέπει να είναι όλες άμεσα εκτελέσιμες εφόσον δίνονται ορθά στοιχεία εισόδου. Αν αυτό δεν συμβαίνει, π.χ. επειδή υπάρχουν εξαρτήσεις από αλλού, δεν θα βαθμολογηθείτε.

Αναφορές

- [1] P Maponi. The solution of linear systems by using the Sherman-Morrison formula. *Lin. Alg. Appl.*, 420(2-3):276–294, January 2007.