

Επιστημονικός Υπολογισμός

Σετ Ασκήσεων #1

Διδάσκων: Ε .Γαλλόπουλος

10/10/2023

Παρατηρήσεις: Πρώτο σετ προαιρετικών ασκήσεων με στόχο είναι να εξασκηθείτε στα ζητήματα που έχουμε καλύψει στο μάθημα. Προσπαθήστε να απαντήσετε σε όσες περισσότερες ερωτήσεις μπορείτε. Αναρτήστε τις απαντήσεις σας στην αντίστοιχη εργασία του eclass, συμπεριλαμβάνοντας για κάθε υποερώτημα αιτιολόγηση, τα αποτελέσματα και τον κώδικα αν υπάρχει. Παρακαλείστε να προσδιορίσετε επακριβώς στην εισαγωγική σελίδα σε ποιές ερωτήσεις απαντάτε. Επίσης, αν αντιγράψετε κάτι από το διαδίκτυο, παρακαλείστε να δώσετε τη σχετική αναφορά. Προτείνουμε να δώσετε τις απαντήσεις ως pdf μέσω \LaTeX . Ειδικότερα, η τελευταία ερώτηση να απαντηθεί χρησιμοποιώντας το MATLAB LiveEditor (αν θέλετε, μπορείτε να απαντήσετε όλες τις ερωτήσεις μέσω του LiveEditor!). Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το `template`¹ στο χώρο Έγγραφα του eClass του μαθήματος. Σε επόμενο φροντιστήριο θα συζητήσουμε μερικές από τις ερωτήσεις, πιθανές απαντήσεις και σχόλια επί των δικών σας απαντήσεων.

Προσοχή: Η άσκηση δίνεται για εξάσκησή σας. Δεν έχει νόημα, ούτε θα κερδίσετε κάτι, αν απλά επαναλάβετε την απάντηση που δίνει το ChatGPT (όποτε αυτό είναι δυνατό) ή αντιγράψετε την απάντηση συναδέλφου (πέραν του δεοντολογικού ζητήματος που προκύπτει!)

1. Να περιγράψετε² σε μια παράγραφο τα χαρακτηριστικά του συστήματος που χρησιμοποιείτε (υλικό και λογισμικό): Σύστημα, επεξεργαστή, επίπεδα μνήμης και μέγεθός τους.
2. (Άσκηση A1.1.2 από GvL) Σε έναν συνήθη πολλαπλασιασμό μητρώων 2×2 της μορφής $C = AB$, υπάρχουν οκτώ πολλαπλασιασμοί: $\alpha_{ij}\beta_{jk}$, $i, j, k = 1, 2$. Να φτιάξετε έναν πίνακα που να δείχνει τη σειρά με την οποία εκτελούνται οι πολλαπλασιασμοί αυτοί από τους αλγόριθμους ijk , jik , kij , ikj , jki , και kji πολλαπλασιασμού μητρώων (βλ. διάλεξη 4).
3. (Άσκηση A1.1.3 από GvL) Να γράψετε έναν αλγόριθμο για τον οποίο $\Omega = \mathcal{O}(n^2)$ για τον υπολογισμό του μητρώου $C = (xy^\top)^k$, όπου τα x και y είναι διανύσματα μεγέθους n και η μεταβλητή k είναι θετικός ακέραιος αριθμός.

¹(δεν έχει ακόμα αναρτηθεί).

²Γιατί εσείς και εμείς πρέπει να γνωρίζουμε πού τρέχουν τα πειράματα - προσοχή, αυτό σημαίνει ότι πρέπει να αναφέρετε μετρήσεις από ένα μόνο σύστημα!

4. (Άσκηση A1.1.4 από GvL) Έστω $D = ABC$, όπου $A \in \mathbb{R}^{n_1 \times n_2}$, $B \in \mathbb{R}^{n_2 \times n_3}$, και $C \in \mathbb{R}^{n_3 \times n_4}$. Να συγκρίνετε το Ω ενός αλγόριθμου που υπολογίζει το D μέσω του τύπου $D = (AB)C$ σε σχέση με το Ω ενός αλγόριθμου που - αξιοποιώντας την προσεταιριστική ιδιότητα για τους πολλαπλασιασμούς μητρώων - υπολογίζει το D χρησιμοποιώντας τον τύπο $D = A(BC)$. Σε ποια περίπτωση η πρώτη διαδικασία είναι πιο αποδοτική από τη δεύτερη ως προς το Ω ;
5. (Άσκηση A1.5.3 από GvL) Δίνεται $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ που είναι αποθηκευμένο σε διάταξη ανά στήλη και ότι $m = m_1 M$ και $n = n_1 N$. Θεωρούμε το A ως ένα σύνθετο μητρώο M επί N με μπλοκ m_1 επί n_1 . Να υλοποιήσετε έναν αλγόριθμο `storeInBlocks(A, m1, n1, M, N)` σε MATLAB για την αποθήκευση του A σε ένα διάνυσμα `A.block(1:mn)` με την ιδιότητα ότι κάθε μπλοκ A_{IJ} αποθηκεύεται συνεχόμενα στη διάταξη ανά στήλη. Εξηγήστε τα βήματα του αλγορίθμου και να δείξετε ότι εκτελεί σωστά τη διεργασία χρησιμοποιώντας τα δεδομένα:

```

1 m1 = 4; M = 2;
2 m = m1*M; n = m; N=M; n1 = m1;
3 A1 = reshape([1:m*n],m,n);
4 A1_block = storeInBlocks(A1, m1, n1, M, N);
5
6 m1 = 4; M = 2; n1 = 3; N = 3;
7 m = m1*M; n = n1*N;
8 A2 = reshape([1:n*m],m,n);
9 A2_block = storeInBlocks(A2, m1, n1, M, N);

```

Επιβεβαιώστε ότι οι τιμές στα `A?_block` είναι σωστές!

6. Αναθέστε τα τελευταία 4 ψηφία του AM σας στη μεταβλητή `AM` σε περιβάλλον MATLAB και στη συνέχεια εκτελέστε τις παρακάτω εντολές:

```

1 rng(AM);
2 p = randperm(14); id = p(1:4);

```

Στη συνέχεια δείτε την εικόνα/πίνακα με τίτλο "Μετρήσεις Ω και ρυθμού εκτέλεσης" του σετ 3 των διαλέξεων και αριθμώντας ως γραμμή υπ' αριθμ. 1 την δεύτερη (dot product), να επιλέξετε τις συναρτήσεις που αντιστοιχούν στις γραμμές που αντιστοιχούν στο `id`. Στη συνέχεια, ό,τι ζητάται στο ερώτημα αφορά αποκλειστικά αυτό το υποσύνολο συναρτήσεων. α) Να χρονομετρήσετε με αξιόπιστο τρόπο τις κλήσεις για $n=200$ και να υπολογίσετε τα Gflops/s κάνοντας την υπόθεση εργασίας ότι τα Ω είναι ίδια με αυτά που εμφανίζονται στον πίνακα. β) Βρείτε στη βιβλιογραφία (και να αναφέρετε ακριβώς από πού το βρήκατε), αν υπάρχει, την υπολογιστική πολυπλοκότητα για την συγκεκριμένη πράξη (π.χ. για το DOT είναι $2n$.) Σχολιάστε τα αποτελέσματα (αν γνωρίζετε τη θεωρητική τιμή του Ω για γενικό n , θα ήταν καλό να το αναφέρετε.)

Παραδοτέα

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

Ask1_ΕΕΙΣΓ_ΑΜ_ΕΠΙΘΕΤΟ.zip

δηλ. αποτελούμενο από το έτος εισαγωγής (ΕΕΙΣΓ), 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 Ask1_1996_0258_Gallopoulos.zip.

Αναφορά Σε μορφή pdf (εκτός αν επιλέξετε να έχετε όλες τις απαντήσεις σε μορφή LiveScript) με σύνθετο όνομα όπως και του zip αρχείου, με το σωστό επίθεμα³. Να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ώστε η αναφορά να είναι αναγνώσιμη χωρίς πρόβλημα συμβατότητας των γραμματοσειρών κ.λπ.

Κώδικες Ένα αρχείο Ask1_ΕΕΙΣΓ_ΑΜ_ΕΠΙΘΕΤΟ.mlx (MATLAB LiveEditor). Στο αρχείο αυτό πρέπει να συμπεριλαμβάνονται όλα τα scripts και συναρτήσεις που θα πρέπει να μπορούν να εκτελεστούν ως έχουν.

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.

³ΕΕΙΣΓ_ΑΜ_ΕΠΙΘΕΤΟ.pdf