

Ειδικά Θέματα Παράλληλου Προγραμματισμού

2024-2025

Εργασία 2 (OpenMP)

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η φόρτωση και επεξεργασία εικόνων. Κάθε εικόνα αποτελείται από έναν αριθμό pixels όπου το χρώμα του κάθε πίξελ αναπαριστάται από τις τιμές των 3 βασικών χρωμάτων *Red*, *Green*, *Blue*. Συνήθως σε αυτά τα χρωματικά κανάλια προσθέτουμε και ένα τέταρτο κανάλι, *Alpha*, το οποίο αναπαριστά το ποσοστό της διαφάνειας του pixel. Τα κανάλια αποθηκεύονται ως μεταβλητές τύπου *unsigned char*, που παίρνουν τιμές από το 0 (καθόλου συνεισφορά) έως το 255 (μέγιστη συνεισφορά). Η κάθε εικόνα αποθηκεύεται ως ένας πίνακας από unsigned chars μεγέθους $[width * height * number_of_channels]$.

A. Θόλωση εικόνας (40%)

Στην πρώτη εργασία (HW1) σας είχε δοθεί η συνάρτηση *gaussian_blur_separate_serial()*, η οποία εφαρμόζει την τεχνική δύο περασμάτων από Gaussian Blur ώστε να επιταχύνει το αποτέλεσμα της θόλωσης της εικόνας “street_night.jpg”. Σας ζητείται να δημιουργήσετε μία νέα συνάρτηση (*gaussian_blur_separate_parallel()*), στην οποία να φορτώνεται η ίδια εικόνα και έπειτα να γίνεται η θόλωση παράλληλα, χρησιμοποιώντας τις οδηγίες παραλληλοποίησης των for loops της OpenMP. Τέλος, να αποθηκεύσετε την εικόνα σε ένα αρχείο με όνομα “blurred_image_parallel.jpg”.

B. Φίλτρο Bloom (60%)

Σας ζητείται να δημιουργήσετε μια συνάρτηση με όνομα *bloom_parallel()*, η οποία θα φορτώνει την εικόνα “street_night.jpg” και θα υλοποιεί το φίλτρο bloom, παραλληλοποιώντας τις εργασίες της με χρήση της OpenMP. Μέσα σε ένα παράλληλο block της OpenMP (`#pragma omp parallel`) να υλοποιηθούν οι εξής εργασίες:

1. Υπολογισμός της μέγιστης τιμής της φωτεινότητας “luminance” του κάθε pixel. Η φωτεινότητα υπολογίζεται από την μέση τιμή των 3 channels του pixel (*red*, *green*, *blue*).
2. Εκτύπωση της μέγιστης τιμής της φωτεινότητας όλων των pixels στην κονσόλα.
3. Δημιουργία μιας νέας εικόνας (*bloom_mask*), ίδιου μεγέθους με την αρχική, στην οποία το κάθε pixel θα έχει το χρώμα του pixel της αρχικής εικόνας εφόσον η φωτεινότητα του αρχικού pixel είναι πάνω από το 90% της μέγιστης φωτεινότητας. Σε αντίθετη περίπτωση, το pixel θα πάρει το μαύρο χρώμα.
4. Θόλωση της εικόνας *bloom_mask* στον οριζόντιο άξονα και μετά στον κάθετο άξονα με την τεχνική του Gaussian Blur δύο περασμάτων.
5. Εγγραφή της θολωμένης εικόνας σε ένα αρχείο με όνομα “bloom_blurred.jpg”

6. Δημιουργία της τελικής εικόνας, της οποίας το κάθε pixel θα αποτελείται από την πρόσθεση των χρωμάτων των pixel της αρχικής και θολωμένης εικόνας. (**Προσοχή:** Η μέγιστη τιμή που μπορεί να έχει το κάθε pixel είναι το 255 διότι αποθηκεύεται σε μεταβλητή τύπου *unsigned char*).
7. Εγγραφή της τελικής εικόνας σε ένα αρχείο με όνομα “bloom_final.jpg”

Χρησιμοποιήστε τις κατάλληλες μεθόδους παραλληλοποίησης βρόγχων, αμοιβαίου αποκλεισμού και συγχρονισμού ώστε να επιτευχθεί η σωστή εκτέλεση του προγράμματος.

Απαιτούμενα

- Ο πηγαίος κώδικας που δίνετε για τις υλοποιήσεις σας θα πρέπει να είναι σωστά δομημένος, στοιχισμένος και σχολιασμένος (προτεινόμενη γλώσσα τα Αγγλικά).
- Θα πρέπει να παραδώσετε πλήρη αναφορά, περιλαμβάνοντας χρονομετρήσεις των συναρτήσεων. Για την άσκηση A, να γίνει και σύγκριση της ταχύτητας εκτέλεσης μεταξύ της σειριακής και παράλληλης εκτέλεσης. Στην αναφορά θα πρέπει να εμφανίζεται το όνομα σας και ο αριθμός μητρώου.
- Θα πρέπει να παραδώσετε τις εικόνες που δημιουργήθηκαν από την εκτέλεση του προγράμματος.
- Τα προγράμματά σας (πηγαίοι κώδικες + αναφορά + εικόνες) θα πρέπει να τα παραδώσετε στο eclass του μαθήματος σε μορφή zip αρχείου. Στο όνομα του αρχείου θα πρέπει να περιλαμβάνεται ο αριθμός μητρώου του φοιτητή.
- Οι ασκήσεις ελέγχονται για κοινό κώδικα και αντιγραφή. Τέτοιες περιπτώσεις φυσικά θα μηδενίζονται και δεν θα υπάρχει δικαίωμα εξέτασης στην εξεταστική περίοδο.
- Για τη χρονομέτρηση μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τις κλήσεις χρονομέτρησης στην C++ `std::chrono::high_resolution_clock::now()` ή της OpenMP.
- Για κάθε περίπτωση, ένα πρόγραμμα θα εκτελείται τουλάχιστον 4 φορές και ο τελικός χρόνος θα είναι ο μέσος όρος των τεσσάρων χρόνων.

Παρατηρήσεις

- Η τελική βαθμολογία θα παρθεί μετά από προφορική εξέταση. Σχετικό πρόγραμμα εξέτασης θα βγει εγκαίρως μετά την παράδοση της εργασίας στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

Προθεσμία παράδοσης: Κυριακή, 25 Μαΐου 2025

Καλή Επιτυχία!

Αναστάσιος Γκαραβέλης