

Άσκηση 3

Παράλληλα & Διανεμημένα Συστήματα Υπολογιστών

6 Ιανουαρίου 2021

Στο συνοδευτικό αρχείο παρέχεται κώδικας σε περιβάλλον MATLAB¹ που υλοποιεί το pipeline του αλγορίθμου *Non Local Means* [1] για την αποθορυβοποίηση εικόνας. Στόχος είναι η βελτίωση της απόδοσής του με τη χρήση CUDA².

Σε αντίθεση με φίλτρα *local mean*, που υπολογίζουν την μέση τιμή σε μία γειτονιά κάθε pixel για να εξομαλύνουν την εικόνα, ο *Non Local Means* υπολογίζει τον μέσο όρο όλων των pixels στην εικόνα, σταθμισμένο με το βαθμό ομοιότητας με το pixel αναφοράς. Το αποτέλεσμα είναι καλύτερη ευκρίνεια και διατήρηση των λεπτομερειών της αρχικής εικόνας³.

Ο αλγόριθμος βασίζεται στην εύρεση παρόμοιων γειτονιών σε όλη την εικόνα και στον υπολογισμό της αποθορυβοποιημένης τιμής ως εξής:

$$\hat{f}(\mathbf{x}) = \sum_{\mathbf{y} \in \Omega} w(\mathbf{x}, \mathbf{y}) f(\mathbf{y}), \quad \forall \mathbf{x} \in \Omega,$$

όπου $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ το πεδίο ορισμού της εικόνας, $f : \Omega \mapsto \mathbb{R}$ η αρχική εικόνα με θόρυβο και $\hat{f} : \Omega \mapsto \mathbb{R}$ η προσέγγιση της αποθορυβοποιημένης εικόνας.

Ο πίνακας βαρών $w(i, j)$ ορίζεται από την σχέση:

$$w(i, j) = \frac{1}{Z(i)} e^{-\frac{\|f(\mathcal{N}_i) - f(\mathcal{N}_j)\|_{G(a)}^2}{\sigma^2}},$$
$$Z(i) = \sum_j e^{-\frac{\|f(\mathcal{N}_i) - f(\mathcal{N}_j)\|_{G(a)}^2}{\sigma^2}},$$

όπου ως \mathcal{N}_k ορίζεται μία τετράγωνη γειτονιά σταθερού μεγέθους με κέντρο το pixel k .

Χρησιμοποιώντας τον κώδικα που δίνεται σε MATLAB για επαλήθευση, το πρόγραμμά σας θα πρέπει να:

- Υλοποιεί τον υπολογισμό του \hat{f} με χρήση δικού σας CUDA kernel, για τύπο δεδομένων float (η εικόνα παίρνει τιμές στο διάστημα $[0, 1]$).
- Αξιοποιεί την shared memory για μείωση των αναγνώσεων από την global memory, ώστε να επιταχυνθεί περαιτέρω η υλοποίηση.

Παραδώστε:

- Αναφορά 3 – 4 σελίδων που να περιέχει:
 - α) Περιγραφή της μεθόδου παραλληλισμού που χρησιμοποιήσατε.
 - β) Σχεδίαση και περιγραφή τεχνητής εισόδου, για έλεγχο ορθότητας.
 - γ) Σχόλια για την ταχύτητα υπολογισμών στο diades, για μεγέθη εικόνων 64×64 , 128×128 , 256×256 και μεγέθη γειτονιών 3×3 , 5×5 , 7×7 .
 - δ) Σχόλια για τα αποτελέσματα της αποθορυβοποίησης σε εικόνες που επιλέξατε.
- Τον κώδικα του προγράμματός σας.

Δεοντολογία: Εάν χρησιμοποιήσετε κώδικες από το διαδίκτυο ή αλλού, να αναφέρετε την πηγή και τις αλλαγές που κάνατε.

Ημερομηνία παράδοσης: Κυριακή 31 Ιανουαρίου 2021.

Βιβλιογραφία

- [1] Antoni Buades, Bartomeu Coll, and J-M Morel. A non-local algorithm for image denoising. In *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)*, volume 2, pages 60–65. IEEE, 2005.

¹<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

²<http://docs.nvidia.com/cuda>

³https://en.wikipedia.org/wiki/Non-local_means