

### Άσκηση 3

## Παράλληλα & Κατανεμημένα Συστήματα Υπολογιστών

28 Δεκεμβρίου 2016

Στο συνοδευτικό αρχείο παρέχεται κώδικας σε περιβάλλον MATLAB<sup>1</sup> που υλοποιεί το pipeline του αλγορίθμου *Non Local Means* [1] για την αποθορυβοποίηση εικόνας. Στόχος είναι η βελτίωση της απόδοσής του με τη χρήση CUDA<sup>2</sup>.

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 εικόνας<sup>3</sup>.

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 θορυβώδης εικόνα 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  $64 \times 64$ ,  $128 \times 128$ ,  $256 \times 256$  και μεγέθη γειτονιών  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$ ,  $7 \times 7$ .
  - 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 22 Ιανουαρίου 2017.

## 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.

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

<sup>2</sup><http://docs.nvidia.com/cuda>

<sup>3</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Non-local\\_means](https://en.wikipedia.org/wiki/Non-local_means)