

Αναφορά Εργασίας #3 – OpenCL Gaussian Blur

Ειρήνη Τζίμα P3220201

1. Σκοπός της Εργασίας

Στην εργασία αυτή ζητήθηκε η υλοποίηση του Gaussian Blur για εικόνες με χρήση OpenCL. Σκοπός ήταν να συγκριθεί η σειριακή με την παράλληλη εκτέλεση και να βελτιστοποιηθεί η απόδοση με χρήση GPU. Η θόλωση εφαρμόστηκε σε δύο στάδια: πρώτα κατά τον οριζόντιο άξονα και έπειτα κατά τον κάθετο (separable blur).

2. Υλοποίηση

Η κύρια OpenCL συνάρτηση `gaussian_blur_axis` υλοποιεί το Gaussian blur σε έναν άξονα κάθε φορά, είτε στον οριζόντιο είτε στον κάθετο. Η συνάρτηση καλείται δύο φορές από τον host: μία με `axis = 0` για οριζόντια θόλωση και μία με `axis = 1` για κάθετη. Με αυτόν τον τρόπο, εφαρμόζεται separable blur, που είναι αποδοτικό φίλτρο, καθώς μειώνει τους υπολογισμούς και εκμεταλλεύεται καλύτερα την cache της GPU.

Μέσα στον kernel, κάθε work-item επεξεργάζεται ένα pixel της εικόνας. Για κάθε κανάλι (R, G, B, A), διαβάζει γειτονικά pixels κατά τον άξονα που έχει οριστεί και υπολογίζει τον σταθμισμένο μέσο όρο με βάση τα Gaussian βάρη. Τα βάρη αυτά δεν υπολογίζονται μέσα στον kernel, αλλά υπολογίζονται μία φορά στον host και αποστέλλονται στη συσκευή μέσω buffer για καλύτερη απόδοση.

Από την πλευρά του host, η εικόνα φορτώνεται με χρήση της βιβλιοθήκης `stb_image`. Στη συνέχεια, γίνονται οι υπολογισμοί για τα Gaussian βάρη, δημιουργούνται τα αντίστοιχα OpenCL buffers, και ακολουθεί η εκτέλεση του kernel δύο φορές, μία για κάθε άξονα. Το αποτέλεσμα ανακτάται από τη GPU και αποθηκεύεται τοπικά ως αρχείο εικόνας `image_blurred_final.jpg` με τη χρήση της `stbi_write_jpg`.

Τέλος, καθορίζεται και το `local_work_size` για τη βελτίωση της απόδοσης. Από τα πειράματα που έγιναν, φάνηκε ότι η τιμή (32, 32) έδωσε τον καλύτερο χρόνο εκτέλεσης, αξιοποιώντας πλήρως τις δυνατότητες της GPU. Το σωστό tuning αυτής της παραμέτρου είχε άμεση επίδραση στον συνολικό χρόνο της παράλληλης εκτέλεσης.

3. Πειράματα με local_work_size

Δοκιμάστηκαν διαφορετικές τιμές για το local_work_size ώστε να μετρηθεί η απόδοση. Για κάθε τιμή έγιναν 4 εκτελέσεις και κρατήθηκε ο μέσος όρος χρόνου εκτέλεσης.

local_work_size	Μέσος Χρόνος (ms)
Χωρίς (default)	686
(16, 16)	761
(8, 16)	500
(16, 8)	465
(32, 32)	449.75

Το καλύτερο αποτέλεσμα επιτεύχθηκε με local_work_size = (32, 32), καθώς η GPU φάνηκε να λειτουργεί πιο αποδοτικά με αυτήν την κατανομή.

4. Σύγκριση με σειριακή εκτέλεση

Η παράλληλη εκτέλεση με OpenCL ήταν σημαντικά ταχύτερη από τη σειριακή υλοποίηση.

Υλοποίηση	Μέσος Χρόνος (ms)	SpeedUp
Σειριακή	2175	–
Παράλληλη (32×32)	449.75	~4.8x

5. Συμπεράσματα

Η OpenCL προσφέρει σημαντική επιτάχυνση στην επεξεργασία εικόνας, ειδικά όταν γίνονται σωστές επιλογές για το local_work_size και χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως το separable blur. Η καλύτερη απόδοση επιτεύχθηκε με local_work_size = (32, 32).

6. Διάγραμμα Απόδοσης

