

Μάθημα: Συστήματα Υπολογισμού Υψηλών Επιδόσεων (ΜΔΕ 646)

Ονοματεπώνυμο: Θεοδώρου Γεώργιος

ΑΕΜ: 0497

Report

Αρχικά σε αυτήν την εργασία υπήρχαν 2 συναρτήσεις τις οποίες έπρεπε να παραλληλοποιήσουμε έτσι ώστε να μειώσουμε τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματός μας, την Histogram, η οποία κατασκευάζει τον πίνακα του ιστογράμματος και την Histogram Equalization, η οποία χρησιμοποιεί το ιστόγραμμα που υπολογίσαμε για να βελτιώσει την αντίθεση της εικόνας. Παρακάτω θα αναφερθούμε ξεχωριστά στην υλοποίηση κάθε συνάρτησης.

Η πρώτη εντύπωση για την συνάρτηση Histogram ήταν ότι παραλληλοποιείται αρκετά εύκολα, με την βοήθεια όμως μια ατομικής συνάρτησης, της `atomicAdd`. Φυσικά οι ατομικές συναρτήσεις είναι αρκετά αργές διότι μέσα στο ίδιο block, όλα `atomicAdd` θα γίνουν σειριακά, όμως δυστυχώς δεν μπορούμε να το γλυτώσουμε, απλά μπορούμε να το βελτιώσουμε. Η αρχική προσπάθεια παραλληλοποίησης ήταν ένας kernel στον οποίο όλα τα `reads/writes` γινόταν στην `global memory`. Φυσικά ήταν μία «αφελής» προσπάθεια και σαφώς αρκετά αργή. Στην επόμενη προσπάθεια, κάθε block του kernel δημιουργεί έναν προσωρινό πίνακα, 256 θέσεων, δηλαδή όσο και το μέγεθος του πίνακα που θέλουμε να αποθηκεύσουμε το ιστόγραμμα, στην `shared memory`, στον οποίο κάθε block υπολογίζει το «δικό» του ιστόγραμμα. Στο τέλος με ένα ακόμα `atomicAdd`, προσθέτουμε μαζί όλους τους διαφορετικούς αυτούς πίνακες στον τελικό πίνακα με το ιστόγραμμα. Επομένως παρατηρούμε ότι έτσι πλέον τα πολλά και ακριβά `atomicAdd` γίνονται πλέον στην `shared memory`, ενώ μόνο τα τελικά `atomicAdd` γίνονται στην `global`, τα οποία σαφώς είναι πολύ λιγότερα και για την ακρίβεια είναι τόσα, όσα και τα blocks της γεωμετρίας του kernel που χρησιμοποιήσαμε. Για την γεωμετρία αυτού του kernel θέσαμε ως 256 το πλήθος των `threads per block`, διότι μας διευκολύνει με τους πίνακες που χρησιμοποιούμε (ιστόγραμμα με bin 256). Τέλος η επιλογή του αριθμού των block δεν ήταν εύκολη και έπρεπε να γίνει πειραματικά, επειδή στην μία περίπτωση όσο πιο λίγα blocks έχουμε τόσο πιο λίγα και ακριβά `atomicAdd` θα έχουμε, ενώ από την άλλη εάν ο αριθμός είναι υπερβολικά μικρός, τότε κάθε block θα έχει υπερβολική «δουλειά» να κάνει. Άρα έπρεπε να βρούμε την «χρυσή τομή» και αυτό επιτεύχθηκε με αρκετές δοκιμές και τελικά χρησιμοποιήσαμε $256 \cdot (\text{αριθμός των multiprocessors της GPU})$ blocks.

Την συνάρτηση Histogram Equalization, δεν βόλεψε να την παραλληλοποιήσουμε ολόκληρη. Επομένως, η κατασκευή του look up table (lut) παρέμεινε «δουλειά» της CPU, γιατί έτσι και αλλιώς ο πίνακας είναι πάρα πολύ μικρός (256 θέσεις) και ο χρόνος που χρειάζεται για να κατασκευαστεί ο πίνακας είναι μηδαμινός. Από την άλλη βάλαμε στον kernel το κομμάτι στο οποίο χρησιμοποιούμε το lut για να αλλάξουμε την αντίθεση της εικόνας μας, το οποίο είναι προφανώς αρκετά παραλληλοποιήσιμο. Επίσης για να αυξήσουμε την επίδοση, τον πίνακα του lut τον μεταφέραμε στην `constant memory`, εφόσον μόνο τον διαβάζουμε. Η γεωμετρία αυτού του kernel δεν είχε τους περιορισμούς

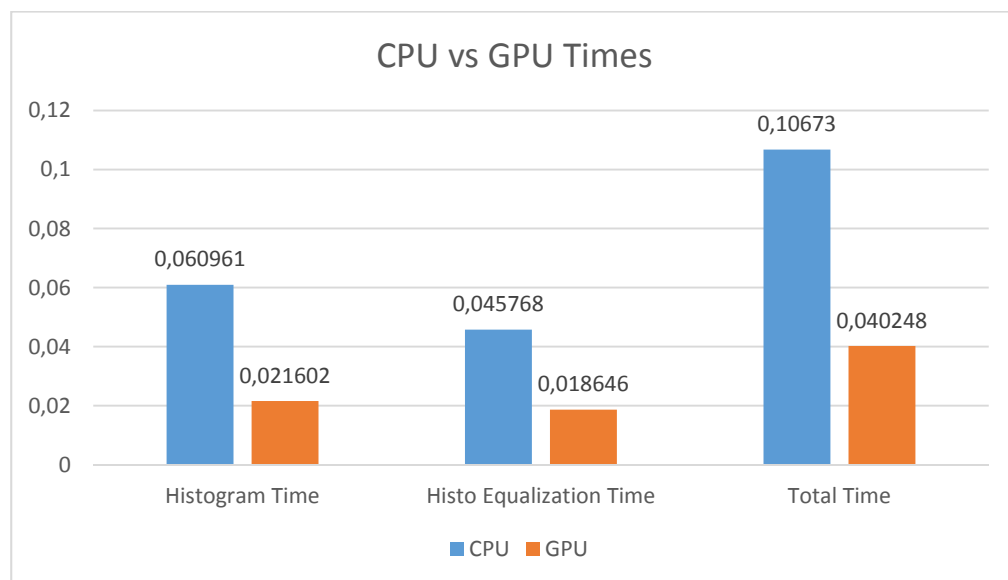
του προηγούμενου kernel, άρα θεωρητικά όσα πιο πολλά threads per block διαθέταμε, τόσο πιο καλή επίδοση θα είχαμε. Όμως χρησιμοποιήσαμε μία μέση λύση, δηλαδή θέσαμε 512 threads per block και $512 \times (\text{αριθμός των multiprocessors της κάθε GPU})$ blocks.

Μία γενική παρατήρηση είναι ότι και στους 2 kernel έπρεπε να βάλουμε ένα «φράγμα» [while(id < image_size) {}], έτσι ώστε ο συνολικός αριθμός των thread να μην ξεπεράσει το μέγεθος της εικόνας μας.

Ακολουθεί σχετικός πίνακας και σχεδιάγραμμα με την επίδοση της τελικής έκδοσης του κώδικα, σε σχέση με όλες τις δοθείσες εικόνες. Παρατηρούμε ότι σε όλες τις εικόνες η έκδοση μας είναι κατά 2.5 περίπου φορές πιο γρήγορη σε σχέση με την αρχική εκδοχή του κώδικα. Φυσικά όσο θα μεγαλώνει το μέγεθος της εικόνας, τόσο πιο εμφανής θα είναι και η διαφορά στους χρόνους.

		Images			
		uth	x_ray	ship	planet_surface
CPU	Histogram Time	0.003922	0.006192	0.018065	0.060961
	Histo Equalization Time	0.002115	0.003196	0.008986	0.045768
	Total Time	0.006037	0.009388	0.027051	0.106730
GPU	Histogram Time	0.001208	0.001644	0.004415	0.021602
	Histo Equalization Time	0.001425	0.001533	0.006060	0.018646
	Total Time	0.002633	0.003177	0.010475	0.040248
CPU / GPU		2,292859	2,955234	2,582379	2,65177

Οι χρόνοι είναι μετρημένοι σε seconds.



Στο σχεδιάγραμμα είναι οι χρόνοι μόνο για την μεγαλύτερη εικόνα την planet_surface.