

ΣΧΟ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Ρευστών – Εργαστήριο Θερμικών Στροβιλομηχανών

**ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΗ-ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΡΟΗΣ ΣΕ ΚΑΡΤΕΣ ΓΡΑΦΙΚΩΝ
ΜΕ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΣΕ «ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ» ΧΡΟΝΟ**

Διπλωματική Εργασία
ΒΑΛΣΑΜΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέπων: **ΚΥΡΙΑΚΟΣ Χ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΓΛΟΥ**, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, 2010

Περίληψη

Η διπλωματική εργασία έχει ως βασικό στόχο τη δημιουργία ενός επιλύτη μη-μόνιμης ροής που θα τρέχει στην κάρτα γραφικών (Graphics Processing Unit, GPU) ενός προσωπικού ηλεκτρονικού υπολογιστή. Πρόσθετο στόχο της αποτελεί η χρήση της κάρτας γραφικών για τη γραφική απεικόνιση του υπολογιζόμενου μη-μόνιμου πεδίου ροής, ταυτόχρονα με την επίλυσή του.

Η χρήση καρτών γραφικών για επιτάχυνση της αριθμητικής επίλυσης μέσω της παράλληλης επεξεργασίας και της εκμετάλλευσης της μεγάλης υπολογιστικής δύναμης που αυτή διαθέτει έχει ήδη πραγματοποιηθεί από το Εργαστήριο Θερμικών Στροβιλομηχανών του ΕΜΠ με μεγάλη επιτυχία. Η επιτάχυνση μέχρι πρόσφατα έφτανε τις ~30 φορές ενώ με τις διαρκείς αλλαγές που πραγματοποιούνται, έχει σήμερα φτάσει τις ~50 φορές. Η επιτάχυνση οφείλεται στην πολλαπλάσια υπολογιστική δύναμη της κάρτας γραφικών σε σχέση με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit, CPU), όμως, ταυτόχρονα είναι αναγκαία η πλήρης αναμόρφωση του αντίστοιχου σειριακού κώδικα και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στη διαχείριση της μικρής χωρητικότητας της μνήμης.

Χρησιμοποιώντας ως βάση τον κώδικα του Εργαστηρίου Θερμικών Στροβιλομηχανών που αναλύει μόνιμες ροές σε κάρτες γραφικών, δημιουργήθηκε ο επιλύτης της εργασίας για μη-μόνιμες ροές επιδιώνοντας αντίστοιχου μεγέθους επιτάχυνση. Για την επεξεργασία μέσω της κάρτας γραφικών, χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα CUDA της κατασκευάστριας εταιρίας Nvidia. Η κάρτα γραφικών η οποία χρησιμοποιήθηκε, είναι η GeForce GTX 285 της Nvidia.

Ο επιλύτης αφορά μη-μόνιμες, διδιάστατες και μη-συνεκτικές ροές και χρησιμοποιεί μη-δομημένο πλέγμα και κεντροκομβικό σύστημα. Εφαρμόστηκε για την επίλυση της ροής γύρω από μια μεμονωμένη συμμετρική αεροτομή NACA0012, με τη μη-μονιμότητα να προκαλείται μεταβάλλοντας την επ'άπειρον γωνία της ροής. Αποδείχτηκε ότι ο υπολογισμός του πεδίου ροής είναι περίπου 50 φορές ταχύτερος από τον ίδιο υπολογισμό (που οδηγεί προφανώς στα ίδια

αποτελέσματα) όταν πραγματοποιείται στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) ενός σύγχρονου προσωπικού υπολογιστή.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό του κώδικα είναι η απεικόνιση του πεδίου ροής σε «πραγματικό» χρόνο. Λόγω της υψηλής ταχύτητας του επιλύτη χάριν της παράλληλης επεξεργασίας, θεωρήθηκε χρήσιμη η αναπαράσταση του πεδίου ροής ταυτόχρονα με τη λειτουργία του επιλύτη. Με αυτόν τον τρόπο, προτού ολοκληρωθεί η αριθμητική επίλυση του μη-μόνιμου πεδίου ροής για κάθε πραγματική χρονική στιγμή, ο κώδικας απεικονίζει το πεδίο ροής για τη προηγούμενη χρονική στιγμή, την οποία μόλις είχε επιλύσει. Για την επίτευξη της γραφικής απεικόνισης αναπτύχθηκε κατάλληλη εφαρμογή της OpenGL.