
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

<http://www.cslab.ece.ntua.gr/>

Διπλωματική Εργασία

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕΡΙΚΩΝ ΔΙΑΦΟΡΙΚΩΝ
ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΣΕ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΗΣ
ΜΝΗΜΗΣ

Καθηγητής: Νεκτάριος Κοζύρης (nkoziris@cslab.ece.ntua.gr)

Επικοινωνία: Γιώργος Γκούμας (goumas@cslab.ece.ntua.gr)

Ατομα: 1

Γενικά

Οι Μερικές Διαφορικές Εξισώσεις (ΜΔΕ) αποτελούν έναν ιδιαίτερα σημαντικό τρόπο περιγραφής φαινομένων του φυσικού κόσμου (π.χ. μετάδοση μηχανικών ή Η/Μ κυμάτων, διάχυση θερμότητας κλπ). Καθώς η αναλυτική επίλυση των εξισώσεων αυτών είναι εφικτή για περιορισμένο αριθμό από τις πρακτικά ενδιαφέρουσες περιπτώσεις, οι επιστήμονες καταφεύγουν σε μεθόδους αριθμητικής ανάλυσης και συνακόλουθα στη χρήση υπολογιστών για την επίλυση προβλημάτων με ΜΔΕ. Οι αριθμητικές μέθοδοι επίλυσης τελικά καταλήγουν σε έναν υπολογιστικό αλγόριθμο που, ανάλογα με το μέγεθος του προς επίλυση φυσικού προβλήματος, μπορεί να είναι εξαιρετικά απαιτητικός σε υπολογιστική ισχύ και χώρο μνήμης. Για το λόγο αυτό μέθοδοι και τεχνικές αποδοτικής εκτέλεσης αλγορίθμων που προέρχονται από ΜΔΕ σε υπερυπολογιστικά περιβάλλοντα, αποτελούν αυτή τη στιγμή ένα ιδιαίτερα ζωντανό ερευνητικό πεδίο στο χώρο των συστημάτων υψηλών επιδόσεων.

Η αριθμητική επίλυση μίας ΜΔΕ απαιτεί κατ' αρχήν τη «διακριτοποίηση» του προβλήματος, τη μετατροπή του δηλαδή από το συνεχή φυσικό κόσμο στο διακριτό κόσμο του υπολογιστή και των ψηφιακών συστημάτων. Η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών (finite differences) είναι μία από τις επικρατέστερες για το σκοπό αυτό. Ακολουθώντας τη μέθοδο αυτή υπάρχουν δύο βασικές δυνατότητες για τη διακριτοποίηση των προβλημάτων: η χρήση της λεγόμενης ρητής (explicit) διακριτοποίησης που οδηγεί σε πολύ απλούς αλγορίθμους επίλυσης που έχουν όμως σοβαρούς περιορισμούς ως προς τη σύγκλισή τους, και η χρήση της λεγόμενης πεπλεγμένης (implicit) διακριτοποίησης που συγκλίνει χωρίς περιορισμούς, οδηγεί όμως στη δημιουργία ενός μεγάλου, αραιού (sparse) γραμμικού συστήματος.

Ζητούμενο

Στο πλαίσιο της προτεινόμενης διπλωματικής εργασίας θα πραγματοποιηθεί παράλληλη υλοποίηση σε προγραμματιστικό μοντέλο ανταλλαγής μηνυμάτων (message-passing) με τη χρήση της βιβλιοθήκης MPI, προβλημάτων ΜΔΕ που έχουν διακριτοποιηθεί ρητά ή πεπλεγμένα. Θα γίνει σύγκριση του παράλληλου χρόνου εκτέλεσης για τις δύο περιπτώσεις και αξιολόγηση της επίδοσής τους σε περιβάλλον κατανεμημένης μνήμης (π.χ. PC Cluster). Καθώς η συγκεκριμένη σύγκριση παρουσιάζει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον, η προτεινόμενη εργασία αναμένεται να οδηγήσει στη συγγραφή και δημοσίευση επιστημονικού άρθρου σε διεθνές συνέδριο.

Στάδια υλοποίησης

1. Μελέτη βιβλιογραφίας για την αριθμητική επίλυση των ΜΔΕ
2. Εξοικείωση με τον παράλληλο προγραμματισμό και τη βιβλιοθήκη MPI
3. Εξοικείωση με τη βιβλιοθήκη παράλληλου επιστημονικού προγραμματισμού PETSC
4. Υλοποίηση εφαρμογών
5. Πειραματικές μετρήσεις
6. Συγγραφή εργασίας

Προαπαιτούμενες Γνώσεις

Προγραμματισμός σε γλώσσα C

Βιβλιογραφία και σύνδεσμοι

- Numerical Solution of Partial Differential Equations, K.W. Morton & D.F. Mayers, Cambridge Press
- Computational Methods for PDE in Mechanics, Berardino D' Acunto, World Scientific
- Numerical Solution of Partial Differential Equations on Parallel Computers, Lecture Notes in Computational Science and Engineering, A.M. Bruaset & A. Tveito (Eds.)
- Message Passing Interface (MPI) Forum:
<http://www.mpi-forum.org/>
- Portable, Extensible Toolkit for Scientific Computation (PETSc):
<http://www-unix.mcs.anl.gov/petsc/petsc-as/>