



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
www.cslab.ece.ntua.gr

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
Ακ. έτος 2019-2020, 9ο Εξάμηνο ΗΜ&ΜΥ

| | |
|------------------------------|---|
| ΔΙΔΑΣΚΩΝ | : Γιώργος Γκούμας |
| ΓΡΑΦΕΙΟ | : Κτήριο ΗΜ&ΜΥ, 2ος όροφος, 21.34B (Εργαστήριο Υπολογιστικών Συστημάτων) |
| ΤΗΛΕΦΩΝΟ | : 210 772-2402 |
| E-MAIL | : goumas@cslab.ece.ntua.gr |
| ΩΡΕΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ | : ΘΑ ΑΝΑΚΟΙΝΩΘΟΥΝ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ |
| ΒΟΗΘΟΙ | : Νικέλα Παπαδοπούλου, Αθηνά Ελαφρού, Δημήτρης Σιακαβάρας |
| ΤΗΛΕΦΩΝΟ | : 210 772-2495, 210-7722279 |
| ΩΡΕΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ | : Τρίτη 15:15-18:00 (Ν. Κτ. Ηλεκτρ. αίθ. 07) |
| ΒΙΒΛΙΟ | : Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας, Γ. Παπακωνσταντίνου, Θ. Θεοχάρης, Π. Τσανάκας. Σημειώσεις μαθήματος. Διαφάνειες παρουσιάσεων. |
| ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ | : http://www.cslab.ece.ntua.gr/courses/PPS |
| ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ: | : http://www.cslab.ece.ntua.gr/courses/PPS/index.php?show=notes.html |
| ΛΙΣΤΑ | : parlab@cslab.ece.ntua.gr (οδηγίες εγγραφής στην ιστοσελίδα του μαθήματος) |

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Εισαγωγή στην παράλληλη επεξεργασία. Αρχιτεκτονικές παράλληλης επεξεργασίας. Μέθοδοι, τεχνικές και δίκτυα διασύνδεσης. Αρχές παράλληλου προγραμματισμού. Προγραμματιστικά μοντέλα και εργαλεία. Σχεδιασμός και υλοποίηση παράλληλων προγραμμάτων. Συγχρονισμός. Μελέτη, ανάλυση και πρόβλεψη επίδοσης. Ανάπτυξη εφαρμογών παράλληλης επεξεργασίας στο εργαστήριο (σε περιβάλλον Linux Cluster) με χρήση MPI, OpenMP, CUDA.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

1. Εισαγωγή στην παράλληλη επεξεργασία
 - Αναγκαιότητα παράλληλων συστημάτων-Ιστορική εξέλιξη
 - Εφαρμογές παράλληλων συστημάτων (“οι μεγάλες προκλήσεις”)
2. Μέθοδοι και τεχνικές διασύνδεσης
Δίκτυα Διασύνδεσης:
 - Διαδρόμων (busses)
 - Σταθερής διασύνδεσης
 - Υπερκύβων (hypercubes)
 - Σταυρωτών διακοπών (crossbar switches)
 - Πολλαπλών βαθμίδων (multistage networks)
3. Αρχές παράλληλου προγραμματισμού
 - Παράλληλες υπολογιστικές πλατφόρμες
 - Αναλυτική μοντελοποίηση
 - Πρόβλεψη και αξιολόγηση επίδοσης
4. Σχεδιασμός παράλληλων προγραμμάτων
 - Κατανομή υπολογισμών και δεδομένων
 - Απεικόνιση σε επεξεργαστικές μονάδες
 - Επικοινωνία και συγχρονισμός
5. Υλοποίηση παράλληλων προγραμμάτων
 - Προγραμματιστικά μοντέλα
 - Παράλληλες προγραμματιστικές δομές

- Προγραμματισμός για κοινό χώρο διευθύνσεων
- Προγραμματισμός με ανταλλαγή μηνυμάτων
- Αλληλεπίδραση με την αρχιτεκτονική

6. Συγχρονισμός

- Σχήματα και μηχανισμοί συγχρονισμού
- Κλειδώματα και υλοποιήσεις
- Ταυτόχρονες δομές δεδομένων
- Transactional memory

7. Εργαλεία παράλληλου προγραμματισμού

- Περιγραφή των πρωτογενών κλήσεων της πλατφόρμας παράλληλου προγραμματισμού MPI (Message Passing Interface)
- Συνοπτική παρουσίαση του περιβάλλοντος OpenMP
- Προγραμματισμός για επιταχυντές και κάρτες γραφικών (OpenCL, CUDA)
- Προγραμματισμός με tasks (OpenMP, C++ TBB)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Εργαστηριακές ασκήσεις σε περιβάλλον Linux σε Cluster με και MPI/OpenMP/CUDA. Το εργαστήριο γίνεται σε ομάδες των 2 ατόμων.

ΣΧΗΜΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ

Ο τελικός βαθμός υπολογίζεται σαν το άθροισμα του βαθμού του εργαστηρίου και της τελικής εξέτασης. Το άριστα στη **γραπτή εξέταση** είναι **5 μονάδες** και στο εργαστήριο **5 μονάδες**. Απαιτείται προβιβάσιμος βαθμός στη γραπτή εξέταση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Παράλληλες Αρχιτεκτονικές:

- Introduction to Parallel Algorithms and Architectures (Arrays, Trees, Hypercubes), F.T. Leighton, Morgan Kaufmann Publishers, 1992.
- Advanced Computer Architecture: Parallelism Scalability Programmability, Kai Hwang, McGraw-Hill, 1993.
- Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach, D. Culler, Morgan Kaufmann, 1998.
- High Performance Cluster Computing, vols I & II, edited by Rajkumar Buya, Prentice Hall, 2000.
- Scalable Parallel Computing: Technology, Architecture, Programming, Kai Hwang, Zhiwei Xu, 1998.

Παράλληλοι Αλγόριθμοι & Προγραμματισμός:

- Introduction to Parallel Computing, Ananth Grama, Vipin Kumar, Anshul Gupta, George Karypis, Addison Wesley, 2003.
- The Sourcebook of Parallel Computing (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design), Jack Dongarra, Ian Foster, Geoffrey C. Fox, William Gropp, Ken Kennedy, Linda Torczon, Andy White, 2002.
- Parallel Scientific Computing in C++ and MPI: A Seamless Approach to Parallel Algorithms and Their Implementation, G. Karniadakis and R. Kirby, Cambridge University Press, New York, 2003.
- Parallel Programming, B. Wilkinson and M. Allen, Prentice Hall, 1999.
- Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, 1st Edition, Michael J. Quinn, McGraw Hill, 2004.
- An Introduction to Parallel Algorithms, J. Jaja, Addison Wesley 1992.
- Transactional Memory (Synthesis Lectures on Computer Architecture), James Larus, Ravi Rajwar, Morgan & Claypool Publishers, 2007.
- The Art of Multiprocessor Programming, Maurice Herlihy, Nir Shavit, Morgan Kaufmann, 2008.
- Optimizing Compilers for Modern Architectures: A Dependence-based Approach, Randy Allen, Ken Kennedy, Morgan Kaufmann, 2001.

Απεικόνιση Αλγορίθμων σε Παράλληλες Αρχιτεκτονικές:

- Απεικόνιση Αλγορίθμων σε Παράλληλες Αρχιτεκτονικές, Γ. Παπακωνσταντίνου, Π. Τσανάκας, Ν. Κοζύρης, ΕΠΙΣΕΥ-Παπασωτηρίου, 1998.
- Task Scheduling in Parallel and Distributed Systems, H. El-Rewini, T. Lewis, H. Ali, Prentice Hall, 1994.
- Scheduling Theory and its Applications, ed. P. Chretienne, E. Coffman, J. Lenstra, Z. Liu, John Wiley, 1995.

**Οι καταστάσεις για την εγγραφή στο εργαστήριο (σε ομάδες των 2)
βρίσκονται στο Εργαστήριο Υπολογιστικών Συστημάτων**