



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

www.cslab.ece.ntua.gr

Διπλωματικές Εργασίες

Ακ. έτος 2012-2013

NEA! Μελέτη κλιμάκωσης παράλληλων εφαρμογών σε πολυπύρηνους επεξεργαστές τελευταίας γενιάς

Η διπλωματική εργασία αφορά τη μελέτη, παραλληλοποίηση και βελτιστοποίηση εφαρμογών σε πολυπύρηνους επεξεργαστές με κοινή μνήμη. Ένα συνηθισμένο εμπόδιο στην κλιμάκωση των εφαρμογών αυτών είναι η ανταγωνισμός για το διάδρομο μνήμης. Στο πλαίσιο της διπλωματικής αυτής θα μελετηθούν τεχνικές βελτιστοποίησης και παραλληλοποίησης που βασίζονται στην καλύτερη αξιοποίησης της ιεραρχίας μνήμης μέσω μετασχηματισμών δεδομένων και κώδικα όπως το blocking/tiling και αναδρομικών υλοποιήσεων. Θα διεξαχθούν μετρήσεις σε συστήματα με 8, 24 και 32 πυρήνες και μέχρι 64 threads.

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας

Επικοινωνία: Νικέλα Παπαδοπούλου, nikela@cslab.ece.ntua.gr, 210-7721529

Γιώργος Γκούμας, goumas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722402

NEA! Επεκτάσεις υλικού για υποστήριξη συμπίεσης δεδομένων στην ιεραρχία μνήμης (1-2 άτομα)

Η μεταφορά δεδομένων από και προς την κύρια μνήμη των σύγχρονων πολυπύρηνων συστημάτων μπορεί να αποτελέσει σημαντικό σημείο συμφόρησης για πολλές παράλληλες εφαρμογές. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα υλοποιηθεί και θα μελετηθεί κατάλληλος μηχανισμός στο υλικό που θα συμπιέζει τα δεδομένα πριν από τη μεταφορά τους μέσω του διαύλου μνήμης μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τον όγκο των δεδομένων που μεταφέρονται στα κρίσιμα

μονοπάτια της ιεραρχίας μνήμης. Η εργασία περιλαμβάνει μελέτη των υποψήφιων επεκτάσεων, σχεδιασμό, υλοποίηση σε εξομοιωτή και μελέτη των αποτελεσμάτων.

Σχετικά μαθήματα: Προηγμένα Θέματα Οργάνωσης Υπολογιστών, Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας

Επικοινωνία: Κωστής Νίκας, knikas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7724159

Γιώργος Γκούμας, goumas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722402

NEA! Παραλληλοποίηση, μελέτη επίδοσης και βελτιστοποίηση εφαρμογής μοριακής δυναμικής (molecular dynamics) σε συστήματα μεγάλης κλίμακας

Οι εφαρμογές μοριακής δυναμικής χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε επιστήμες όπως η μελέτη των υλικών, η μοριακή φυσική, η χημεία και η βιολογία. Από υπολογιστικής πλευράς είναι ιδιαίτερα απαιτητικές σε επεξεργαστική ισχύ και επικοινωνία. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα μελετηθεί παράλληλος κώδικας μοριακής δυναμικής για συστοιχία με πολυπύρηνους επεξεργαστές και θα εντοπιστούν ζητήματα επίδοσης που έχουν να κάνουν με τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των κόμβων της συστοιχίας και το συγχρονισμό μεταξύ των πυρήνων εντός του κόμβου. Στη συνέχεια θα διερευνηθούν και θα υλοποιηθούν σχετικές βελτιστοποιήσεις.

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας

Επικοινωνία: Γιώργος Γκούμας, goumas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722402

Επέκταση παράλληλων συστημάτων χρόνου εκτέλεσης (ΣΧΕ) για υποστήριξη δυναμικού παραλληλισμού

Τα περισσότερα παράλληλα ΣΧΕ για πολυπύρηνες αρχιτεκτονικές βασίζονται σε νήματα-εργάτες (worker threads) που συνήθως παραμένουν σταθερά σε αριθμό καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης. Κάτι τέτοιο μπορεί να είναι περιοριστικό σε περιπτώσεις όπου μεταβάλλεται δυναμικά η ανάγκη κλιμάκωσης της εφαρμογής, ο εξωτερικός φόρτος, οι διαθέσιμοι πόροι, κ.λπ.. Αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας είναι η επέκταση υπάρχοντων ΣΧΕ βασισμένα σε εργασίες (π.χ. Intel TBBs) ώστε να υποστηρίζεται η δυνατότητα δυναμικής προσαρμογής του αριθμού των worker threads κατά τη διάρκεια της παράλληλης εκτέλεσης.

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας, Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Επικοινωνία: Νίκος Αναστόπουλος, anastop@cslab.ece.ntua.gr, 210-7724159

Τεχνικές δρομολόγησης παράλληλων εφαρμογών σε πολυπύρηνες αρχιτεκτονικές

Αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη, υλοποίηση και αξιολόγηση τεχνικών και αλγορίθμων δρομολόγησης παράλληλων εφαρμογών σε πολυπύρηνες πλατφόρμες μοιραζόμενης μνήμης. Οι τεχνικές αυτές θα στηρίζονται στη στενή συνεργασία μεταξύ των συστημάτων χρόνων εκτέλεσης των παράλληλων εφαρμογών και του λειτουργικού συστήματος, με σκοπό την βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων του συστήματος. Οι αλγόριθμοι θα θέτουν σαν στόχο τη βελτιστοποίηση μιας σειράς από μετρικές απόδοσης, όπως throughput, κατανάλωση ενέργειας, χρόνος απόκρισης, δικαιοσύνη, κ.λπ..

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας, Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Επικοινωνία: Νίκος Αναστόπουλος, anastop@cslab.ece.ntua.gr, 210-7724159

Αλέξανδρος Χαριτάτος, aharit@cslab.ece.ntua.gr

ΔΟΘΗΚΕ Βιβλιοθήκη παράλληλου πολλαπλασιασμού αραιού πίνακα με διάνυσμα (SpMV) για πολυπύρηνες αρχιτεκτονικές

Η δομή αποθήκευσης CSX (Compressed Sparse eXtended) έχει προταθεί από μέλη του εργαστηρίου με στόχο την επιτάχυνση της εκτέλεσης του κρίσιμου πυρήνα SpMV σε παράλληλα υπολογιστικά συστήματα που διαθέτουν πολλαπλούς πυρήνες. Στο πλαίσιο της προτεινόμενης εργασίας θα οριστεί μία ολοκληρωμένη προγραμματιστική διεπαφή (API) και θα υλοποιηθεί μία ολοκληρωμένη βιβλιοθήκη που θα παρέχει όλες τις ρουτίνες χειρισμού αραιών πινάκων και εφαρμογής υπολογισμών στηριζόμενη στη δομή CSX. Η βιβλιοθήκη θα είναι ανοιχτού κώδικα και ελεύθερα διαθέσιμη στην ερευνητική κοινότητα.

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας, Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Επικοινωνία: Βασίλειος Καρακάσης, bkk@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722133 ext. 420

Μελέτη τεχνικών παραλληλισμού εργασιών για την παραλληλοποίηση του πυρήνα SpMV

Η τάση για αύξηση του πλήθους των πυρήνων των σύγχρονων επεξεργαστών έχει αναδείξει το πρόβλημα της επιτυχούς και αποδοτικής εκμετάλλευσής του μέσω αναθεωρημένων μοντέλων παραλληλισμού. Το μοντέλο παραλληλισμού εργασιών (task parallelism) χωρίζει έναν υπολογισμό σε επιμέρους εργασίες, τις οποίες δρομολογεί παράλληλα, διαφανώς ως προς τον χρήστη, στους διαθέσιμους πυρήνες ενός παράλληλου συστήματος. Σκοπός αυτών των μοντέλων είναι η αποδοτική και εύκολη εκμετάλλευση του παραλληλισμού που προσφέρεται από τις σύγχρονες πολυπύρηνες αρχιτεκτονικές υπολογιστών. Στην προτεινόμενη διπλωματική εργασία, θα μελετηθεί η δυνατότητα αποδοτικού παραλληλισμού του υπολογιστικού πυρήνα SpMV με βάσει το συγκεκριμένο μοντέλο παραλληλισμού. Θα μελετηθεί, επίσης, η δυνατότητα συνδυασμού του συγκεκριμένου μοντέλου παραλληλισμού με προχωρημένες τεχνικές αποθήκευσης αραιών πινάκων, όπως η δομή CSX που έχει αναπτυχθεί στο εργαστήριο.

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας, Αρχιτεκτονική Υπολογιστών
Επικοινωνία: Βασίλειος Καρακάσης, bkk@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722133 ext. 420

Τρόποι αποδοτικής υλοποίησης του πυρήνα SpMV απαλείφοντας το χρόνο προεπεξεργασίας του αραιού πίνακα

Το κυριότερο πρόβλημα επίδοσης του υπολογιστικού πυρήνα SpMV στις σύγχρονες πολυπύρηνες αρχιτεκτονικές υπολογιστών είναι οι υψηλές απαιτήσεις του σε εύρος ζώνης μνήμης. Για τον λόγο αυτό έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι συμπίεσης των δεδομένων του αραιού πίνακα, ώστε να ελαφρυνθεί η πίεση προς υποσύστημα της μνήμης. Η δομή αποθήκευσης Compressed Sparse eXtended (CSX), που έχει προταθεί και αναπτυχθεί από το εργαστήριο, βρίσκεται αυτή τη στιγμή στην αιχμή των δομών αποθήκευσης αραιών πινάκων, επιτρέποντας πολύ υψηλές επιδόσεις τόσο αρχιτεκτονικές συμμετρικής πρόσβασης στην μνήμη (SMP) όσο και σε αρχιτεκτονικές μη ομοιόμορφης προσπέλασης της μνήμης (NUMA). Στον αντίποδα της υψηλής επίδοσης του πυρήνα SpMV, που επιτυγχάνεται από την δομή CSX, βρίσκεται ο σημαντικός χρόνος προεπεξεργασίας (preprocessing) του πίνακα που απαιτείται για την κατασκευή της δομής CSX. Επειδή ο πυρήνας SpMV εκτελείται στο πλαίσιο ευρύτερων επαναληπτικών αλγορίθμων επίλυσης γραμμικών συστημάτων, είναι σημαντικό το κόστος προεπεξεργασίας του πίνακα να ελαχιστοποιηθεί. Στην προτεινόμενη διπλωματική εργασία θα μελετηθούν προχωρημένοι, έξυπνοι τρόποι μείωσης αυτού του κόστους, ώστε να μεγιστοποιηθεί το όφελος από την χρήση της δομής CSX στο πλαίσιο μιας επαναληπτικής μεθόδου επίλυσης.

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας, Αρχιτεκτονική Υπολογιστών
Επικοινωνία: Βασίλειος Καρακάσης, bkk@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722133 ext. 420

Παραλληλοποίηση αλγορίθμων με εγγενή σειριακά χαρακτηριστικά

Η σχεδόν καθολική χρήση πολυπύρηνων αρχιτεκτονικών από τους σημερινούς υπολογιστές έχει δημιουργήσει την ανάγκη να ξαναγραφτούν πολλοί αλγόριθμοι που αρχικά είχαν υλοποιηθεί για σειριακή εκτέλεση. Με την παράλληλη εκτέλεση των αλγορίθμων οι προγραμματιστές μπορούν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που τους προσφέρουν οι σημερινές υπολογιστικές πλατφόρμες. Ενώ κάποιοι από αυτούς τους αλγόριθμους μπορούν να γραφτούν σχετικά εύκολα για τέτοιες αρχιτεκτονικές, υπάρχουν και άλλοι που παρουσιάζουν εγγενή σειριακά χαρακτηριστικά και η παραλληλοποίησή τους δεν είναι προφανής. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν συνήθως αλγόριθμοι γράφων (πχ Dijkstra, Kruskal, Prim) ενώ ενδιαφέρον φαίνεται να παρουσιάζουν και προβλήματα που ανήκουν στην γενικότερη κατηγορία των Greedy αλγορίθμων. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να βρεθούν επιπλέον αλγόριθμοι που παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά και να προταθούν τρόποι παραλληλοποίησής τους. Κατά την διάρκεια της εκπόνησης ο φοιτητής/φοιτήτρια θα έχει την δυνατότητα να πειραματιστεί με διάφορους

αλγόριθμους και να κατανοήσει τη φύση μερικών από των πιο ενδιαφερόντων προβλημάτων που αντιμετωπίζει η βιομηχανία λογισμικού ανά τον κόσμο.

Σχετικά μαθήματα: Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας, Προηγμένα Θέματα Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

Επικοινωνία: Τάσος Κατσίγιαννης, tkats@cslab.ece.ntua.gr

Γιώργος Γκούμας, goumas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722402

Κωστής Νίκας, knikas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7724159

Νίκος Αναστόπουλος, anastop@cslab.ece.ntua.gr, 210-7724159

ΔΟΘΗΚΕ Δρομολόγηση εργασιών σε συστήματα μεγάλης κλίμακας

Η χρονοδρομολόγηση εργασιών στα παράλληλα συστήματα μεγάλης κλίμακας έχει κεντρίσει το ζωνρό ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας. Η αποδοτική αξιοποίηση των πόρων είναι ένα από τα κρίσιμα ζητήματα του χρονοδρομολογητή σε αυτή την περίπτωση. Οι πόροι αυτοί μπορεί να είναι οι υπολογιστικοί πυρήνες, η μνήμη, το κανάλι διασύνδεσης, η ηλεκτρική ενέργεια κ.α.. Η σωστή πολιτική εκμετάλλευσης των πόρων είναι κρίσιμη αφού έχει άμεσο αντίκτυπο τόσο στην επίδοση των εφαρμογών, όσο και στο κόστος διαχείρισης του συστήματος (π.χ. κατανάλωση ρεύματος). Η εργασία αυτή έχει ως στόχο τη μελέτη και αξιολόγηση εναλλακτικών σχημάτων δρομολόγησης εφαρμογών σε συστοιχίες υπολογιστών με πολυπύρηνους επεξεργαστές.

Σχετικά μαθήματα: Λειτουργικά Συστήματα Υπολογιστών, Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας

Επικοινωνία: Αλέξανδρος Χαριτάτος, aharit@cslab.ece.ntua.gr

Γιώργος Γκούμας, goumas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722402

ΔΟΘΗΚΕ Επικοινωνία εφαρμογών σε κόμβους συστοιχιών μέσω δικτύων διασύνδεσης υψηλής επίδοσης

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τη μελέτη του πρωτοκόλλου και του μονοπατιού επικοινωνίας για ένα σύγχρονο δίκτυο υψηλής επίδοσης (Infiniband). Ο φοιτητής καλείται επίσης να μελετήσει και να τροποποιήσει τις υπάρχουσες βιβλιοθήκες υλοποίησης του πρωτοκόλλου, προκειμένου οι εφαρμογές να εκμεταλλεύονται με πιο αποδοτικό τρόπο το δίκτυο διασύνδεσης σε σενάρια επικοινωνίας με άλλες συσκευές εισόδου/εξόδου, καθώς και να εκτελέσει μετρο-προγράμματα για την αξιολόγηση του μηχανισμού.

Σχετικά μαθήματα: Λειτουργικά Συστήματα Υπολογιστών

Επικοινωνία: Στέφανος Γεράγγελος, sgerag@cslab.ece.ntua.gr, 210-7721532

ΔΟΘΗΚΕ Σχεδιασμός και υλοποίηση εφαρμογής/μετρο-προγράμματος για

Μονάδες Επεξεργασίας Γραφικών (GPUs) σε δίκτυα διασύνδεσης υψηλής επίδοσης

Τα τελευταία χρόνια οι μονάδες επεξεργασίας γραφικών (GPUs) γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλείς στο πεδίο των παράλληλων εφαρμογών. Η χρήση GPUs σε περιβάλλοντα συστοιχιών παρέχει μια ισχυρή πλατφόρμα εκτέλεσης παράλληλων εφαρμογών, αλλά δημιουργεί διαφορετικές συνθήκες και οδηγεί στην εμφάνιση νέων προβλημάτων. Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση εφαρμογής/μετρο-προγράμματος μεγάλου όγκου δεδομένων για GPUs, ώστε να αξιολογηθούν συστήματα βασισμένα σε δίκτυα διασύνδεσης υψηλής επίδοσης.

Σχετικά μαθήματα: Λειτουργικά Συστήματα Υπολογιστών, Συστήματα Παράλληλης Επεξεργασίας

Επικοινωνία: Στέφανος Γεράγγελος, sgerag@cslab.ece.ntua.gr, 210-7721532

Γιώργος Γκούμας, goumas@cslab.ece.ntua.gr, 210-7722402

Αξιολόγηση κατανεμημένων συστημάτων αρχείων για χρήση από εικονικές μηχανές

Η αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων, αλλά και η αξιόπιστη αποθήκευση των ίδιων των εικονικών μηχανών, σε συνδυασμό με την εξασφάλιση της ταχύτητας πρόσβασης σε αυτά τα δεδομένα αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της παροχής Infrastructure as a Service (IaaS) πυλώνων του σύγχρονου cloud. Στη διπλωματική αυτή ζητείται η αξιολόγηση μιας πληθώρας συστημάτων αρχείων (filesystems – FS) όσον αφορά την καταλληλότητά τους για την αποθήκευση εικονικών μηχανών. Στόχος είναι να εγκατασταθούν και να μελετηθούν σε βάθος τα χαρακτηριστικά κατανεμημένων FS, όπως η δυνατότητα γρήγορης πρόσβασης (read/write) από πολλαπλές εικονικές μηχανές παράλληλα, η εξασφάλιση από αστοχία κόμβων του κατανεμημένου FS και η εξασφάλιση από πιθανή διχοτόμηση του FS (split-brain scenarios).

Σχετικά μαθήματα: Λειτουργικά Συστήματα Υπολογιστών

Επικοινωνία: Ευάγγελος Αγγέλου, eangelou@cslab.ece.ntua.gr

Ανάπτυξη profiler/scheduler για πλατφόρμα Infrastructure as a Service (IaaS)

Στη διπλωματική αυτή ζητείται η ανάπτυξη ενός profiler/scheduler για μια πλατφόρμα IaaS, όπως για παράδειγμα StratusLab, OpenStack, Eucalyptus. Τα κύρια σημεία της υλοποίησης πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Αναγνώριση μέσω παρακολούθησης της συμπεριφοράς των εικονικών μηχανών των χρηστών.
- Πρόβλεψη των απαιτήσεων του χρήστη από την πλατφόρμα IaaS.
- Ανάπτυξη χρονοδρομολογητή (scheduler), που χρησιμοποιώντας τα παραπάνω δεδομένα, πραγματοποιεί σωστή τοποθέτηση των εικονικών μηχανών στα πλαίσια μιας ανομοιογενούς υποδομής.

Σχετικά μαθήματα: Λειτουργικά Συστήματα Υπολογιστών

Επικοινωνία: Ευάγγελος Αγγέλου, eangelou@cslab.ece.ntua.gr