



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ
Τμήμα Μηχανικών Υπολογιστών & Πληροφορικής
Πολυτεχνική Σχολή
Πανεπιστήμιο Πατρών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΈΤΟΥΣ 2007-2008

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (PDS GROUP)
<http://pdsgroup.hpclab.ceid.upatras.gr>

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ Δ. ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

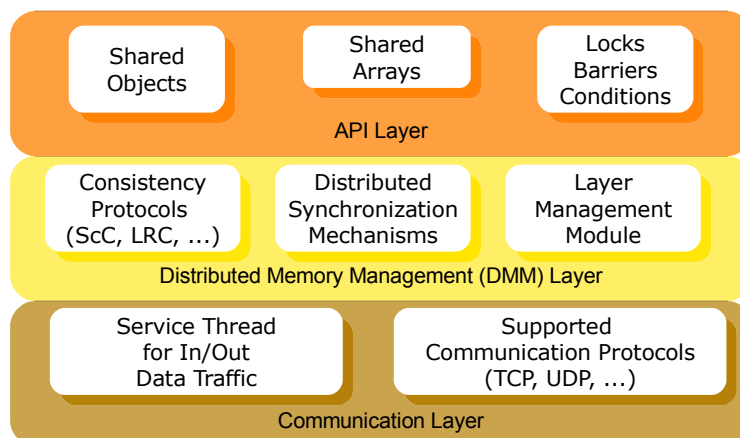
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΙ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Ι. ΚΑΡΑΝΤΑΣΗΣ

ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΑ 13 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΣΤΙΣ 13:00

ΘΑ ΓΙΝΕΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΙΘΟΥΣΑ Π200 (ΠΡΟΚΑΤ)

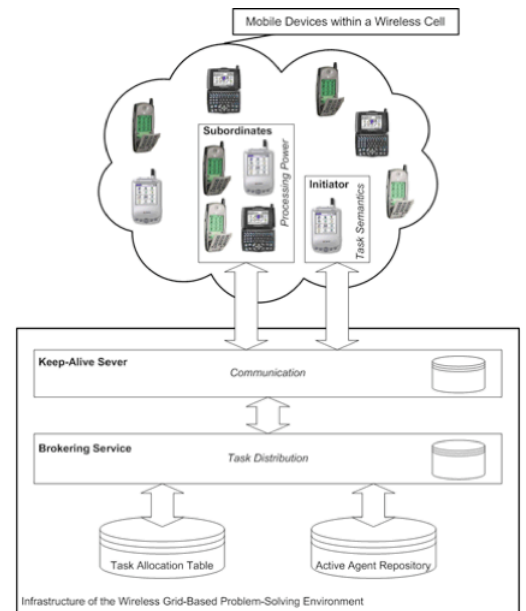
Υλοποίηση και Πειραματική Αξιολόγηση Μηχανισμών για την Υποστήριξη Transactional Memory σε Συστάδες Υπολογιστών

Η εμφάνιση των επεξεργαστών πολλαπλών πυρήνων έχει αρχίσει να δημιουργεί τα τελευταία χρόνια νέα δεδομένα σε όλο το φάσμα της πληροφορικής, από τους υπολογιστές υψηλών επιδόσεων μέχρι τους προσωπικούς υπολογιστές. Σύντομα ο αριθμός των πυρήνων σε έναν επεξεργαστή θα αυξηθεί εξαιρετικά και οι επεξεργαστές πολλαπλών πυρήνων θα εφοδιάσουν ακόμη περισσότερες συσκευές (κινητές συσκευές, ενσωματωμένα συστήματα, κ.α.) οι οποίες θα καταστούν ικανές για την εκτέλεση παράλληλης επεξεργασίας. Το λογισμικό καλείται να ανταποκριθεί σε αυτή την μεγάλη προσφορά υπολογιστικής ισχύος από την πλευρά του υλικού. Μια από τις πιο πρόσφατες προτάσεις που φιλοδοξούν να εκμεταλλευτούν την ύπαρξη πολλαπλών πυρήνων είναι η πρόταση της Software Transactional Memory. Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα γίνει επισκόπηση της περιοχής που σχετίζεται με την Transactional Memory και θα υλοποιηθούν πολιτικές βελτιστοποίησης μηχανισμών στην πλατφόρμα Pleaf και σε περιβάλλον υπολογιστικών συστάδων (clusters).



Ενσωμάτωση Συστήματος Κατανεμημένης Κοινής Μνήμης σε Κινητές Συσκευές

Η Πλειάδα (Pleiad) είναι μία πλατφόρμα ενδιάμεσου λογισμικού συστήματος (middleware) που έχει αναπτυχθεί στο εργαστήριο μας και είναι σχεδιασμένη να δημιουργεί περιβάλλον προγραμματισμού κοινής μνήμης πάνω από συστήματα με κατανεμημένη μνήμη σε επίπεδο υλικού. Το γεγονός αυτό κατατάσσει την Πλειάδα στην ευρεία κατηγορία συστημάτων Κατανεμημένης Κοινής Μνήμης (Software Distributed Shared Memory) που σαν στόχο έχουν την υποστήριξη παράλληλης επεξεργασίας σε ανομοιογενή κατανεμημένα περιβάλλοντα (heterogeneous clusters, NOWs, Grids). Σαν όχημα για την υλοποίηση της Πλειάδας χρησιμοποιείται η πλατφόρμα Java. Στόχος της διπλωματικής είναι η ενσωμάτωση και η τροποποίηση της Πλειάδας ώστε να υποστηριχθεί ταυτόχρονος (concurrent) προγραμματισμός σε κινητές υπολογιστικές συσκευές (mobile devices).



Προγραμματισμός Επιστημονικών Εφαρμογών στο Περιβάλλον CUDA της NVIDIA

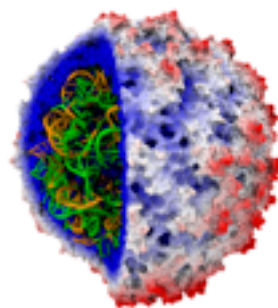
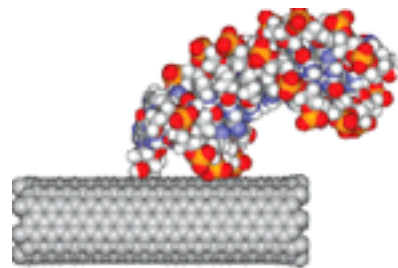
Η συνεχής αναζήτηση μεθόδων και τεχνικών με σκοπό τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης των εφαρμογών αλλά και η τεχνολογική εξέλιξη στον τομέα των γραφικών οδήγησαν στη χρήση των επεξεργαστών γραφικών για υπολογισμό γενικότερου σκοπού (GP-GPUs - General Purpose Graphical Processing Units). Σε αυτή τη κατεύθυνση κινούνται πλέον και οι κατασκευαστές επεξεργαστών για γραφικά. Συγκεκριμένα η NVIDIA παράγει ήδη νέους επεξεργαστές με σημαντικό αριθμό πυρήνων, όπως είναι η σειρά επεξεργαστών Tesla. Η χρήση των συγκεκριμένων επεξεργαστών για υπολογισμό γενικού σκοπού διευκολύνεται σημαντικά από την ύπαρξη του περιβάλλοντος CUDA το οποίο βασίζεται στη γλώσσα C. Στη διπλωματική που προτείνεται αντικείμενο είναι η παραλληλοποίηση εφαρμογών με τη χρήση του περιβάλλοντος CUDA για την εκτέλεση τους σε κατάλληλη οικογένεια επεξεργαστών της NVIDIA. Οι εφαρμογές που θα υλοποιηθούν θα εκτείνονται μεταξύ απλών πυρήνων (kernels) και πιο σύνθετων επιστημονικών εφαρμογών.

```
// setup execution parameters
dim3 threads(BLOCK_SIZE, BLOCK_SIZE);
dim3 grid(WC/threads.x, HC/threads.y);
// execute the kernel
matrixMul<<< grid, threads >>>(d_C,
    d_A, d_B,
    WA, WB);
// copy result from device to host
CUDA_SAFE_CALL(cudaMemcpy(h_C,
    d_C, mem_size_C,
    cudaMemcpyDeviceToHost));
...
for(unsigned int i=0; i<hA; ++i){
    for(unsigned int j=0; j<wB; ++j){
        double sum = 0;
        for(unsigned int k=0; k<wA; ++k){
            double a = A(i * wA + k);
            double b = B(k * wB + j);
            sum += a * b;
        }
        C(i * wB + j) = (float)sum;
    }
}
```

Τρισδιάστατη απεικόνιση (3D visualization) μοριακών χημικών αντιδράσεων στην υπολογιστική χημεία και βιοιατρική τεχνολογία

Οι κλασικές επιστήμες της Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας έχοντας πλέον ισχυρά υπολογιστικά συστήματα στη διάθεση τους, προσπαθούν να επιλύσουν μεγάλα υπολογιστικά προβλήματα στην τεχνολογία των υλικών, στην παρασκευή εξειδικευμένων φαρμάκων, στην εξερεύνηση νέων τεχνικών για τον προσδιορισμό και τη θεραπεία ασθενειών. Η σχετικά πρόσφατη αποκωδικοποίηση του ανθρωπίνου γονιδιώματος σε συνδυασμό με την νανοτεχνολογία έχει φέρει στο προσκήνιο νέα σημαντικά και ενδιαφέροντα προβλήματα που επιζητούν επίλυση.

Η διπλωματική αυτή πραγματεύεται την προσομοίωση χημικών αντιδράσεων, σε μοριακό επίπεδο και επίπεδο νανοσωματιδίων και τη δυναμική τρισδιάστατη απεικόνιση τους σε πραγματικό χρόνο. Συγκεκριμένα η προσπάθεια θα εσπασθεί στην παραμετροποιημένη προσομοίωση της προσρόφησης του DNA σε νανοαγωγούς άνθρακα (DNA adsorption on Carbon Nanotubes). Η προσομοίωση της εφαρμογής θα γίνει με χρήση του νέου περιβάλλοντος παραλληλισμού CUDA της NVIDIA.



Παραλληλοποίηση Εφαρμογών σε Υπολογιστικά Περιβάλλοντα Αρχιτεκτονικών Κοινής και Κατανεμημένης Μνήμης

Δύο βασικά χαρακτηριστικά κάθε εφαρμογής είναι ο χρόνος και η μνήμη που απαιτούνται για την εκτέλεση της. Για τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης των εφαρμογών υπάρχουν δύο βασικές κατευθύνσεις που μπορούν να ακολουθηθούν. Η πρώτη αφορά στην εφαρμογή καλύτερων δομών και τεχνικών της γλώσσας προγραμματισμού που χρησιμοποιούμε για την κωδικοποίηση. Η δεύτερη συνίσταται στην αποτύπωση χαρακτηριστικών της αρχιτεκτονικής του συστήματος όπου θα εκτελεστεί η εφαρμογή, είτε στον πηγαίο, είτε στον εκτελέσιμο κώδικα της εφαρμογής. Η ίδια φιλοσοφία ισχύει και για την βελτιστοποίηση παράλληλων εφαρμογών. Ωστόσο στην περίπτωση του παραλληλισμού των εφαρμογών επιπλέον θέματα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη βελτιστοποίησή τους είναι: α) η επιλογή του μοντέλου προγραμματισμού σε συνδυασμό με την αρχιτεκτονική του συστήματος (κοινής μνήμης, κατανεμημένης μνήμης ή υβριδικών αρχιτεκτονικών) και β) τα θέματα συγχρονισμού που εμφανίζονται στην εφαρμογή. Η παραλληλοποίηση εφαρμογών δεν αφορά αποκλειστικά στην επιστήμη της πληροφορικής και αποτελεί σημαντική παράμετρο για ένα μεγάλο τμήμα της επιστημονικής κοινότητας, περιλαμβάνοντας Φυσικούς, Χημικούς, Βιολόγους, Μηχανολόγους, Χημικούς Μηχανικούς κ.α. Το γεγονός αυτό καθορίζει τις λεγόμενες επιστημονικές παράλληλες εφαρμογές και η σπουδαιότητα του προβλήματος αποδεικνύεται από τις διεθνείς επιστημονικές ομάδες που εργάζονται αποκλειστικά και μόνο σε αυτόν τον τομέα και υποστηρίζουν πρότυπες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται από την επιστημονική κοινότητα παγκοσμίως (SPEC – NAS – SPLASH benchmarks κλπ).

Η διπλωματική αυτή εστιάζει στην παραλληλοποίηση εφαρμογής που προσομοιώνει ένα πρόβλημα Ρευστομηχανικής (Fluid Dynamics) και είναι υλοποιημένη σε FORTRAN 90. Η παραλληλοποίηση της συγκεκριμένης εφαρμογής θα γίνει χρησιμοποιώντας κάποια από τα υπάρχοντα και καθιερωμένα μοντέλα παραλληλισμού όπως είναι τα: Shared Memory Multithreading, MPI, OpenMp.

Βελτιστοποίηση Αλγορίθμων και Μεθόδων σε επίπεδο Λειτουργικού Συστήματος με Στόχο τη Μείωση του Χρόνου Εκτέλεσης Πολυνηματικών Εφαρμογών

Στο λογισμικό των συστημάτων εμπλέκονται αλγόριθμοι, μέθοδοι και μηχανισμοί οι οποίοι παίζουν καθοριστικό ρόλο στην απόδοση των συστημάτων και των εκτελούμενων εφαρμογών. Για παράδειγμα τα καθιερωμένα λειτουργικά συστήματα έχουν αξιοποιήσει επαρκώς τις δυνατότητες τέτοιων μηχανισμών και αλγορίθμων. Σήμερα όμως οι νέες εξελίξεις στην τεχνολογία δικαιολογούν είτε την αναπροσαρμογή κάποιων αλγορίθμων ή μηχανισμών στο επίπεδο του λογισμικού των συστημάτων είτε την αντικατάστασή τους με νέες μεθόδους και αλγορίθμους. Στόχος αυτής της διπλωματικής είναι η μελέτη με ταυτόχρονη πειραματική αξιολόγηση βασικών μηχανισμών των λειτουργικών συστημάτων, όπως οι αλγόριθμοι συγχρονισμού, οι αλγόριθμοι κατανομής φόρτου και αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων των συστημάτων. Ταυτόχρονα θα γίνει προσπάθεια για τη βελτιστοποίηση υπαρχόντων αλγορίθμων και μηχανισμών.

