

Περιβάλλον Παράλληλου Προγραμματισμού

Ελεύθερο Λογισμικό /Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα
για την υλοποίηση ενός ολοκλήρωμένου εκπαιδευτικού
περιβάλλοντος ανάπτυξης κώδικα

Εμπειρίες και προβλήματα

Κ. Τ. Δελησταύρου

Κ. Γ. Μαργαρίτης

Εργαστήριο Παράλληλης Κατανεμημένης Επεξεργασίας
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Ερευνητική προσπάθεια

- Παραλληλή επεξεργασία → ευκαιρία ανάπτυξης πληροφορικής
- Παράλληλος προγραμματισμός → δεν εξερευνάται αρκετά
 - δυσκολία, αποσπασματική εκπαίδευση, κ.λπ.
- Σκοπός μας → Δημιουργία πλαισίου αποτελεσματικής εκπαίδευσης χρησιμοποιώντας...
 - συστήματα-στόχους υψηλής απόδοσης
 - κατάλληλα τροποποιημένα παραγωγικού προσανατολισμού εργαλεία λογισμικού
 - software engineering προσέγγιση εκπαίδευσης με χρήση προτύπων (patterns) και υψηλής ποιότητας δείγματα κώδικα από έργα ΛΑΚ

Περιβάλλον παράλληλου προγραμματισμού

- Χρήση
 - ανάπτυξη
 - επικύρωση κώδικα
 - αποσφαλμάτωση
 - ανάλυση και οπτικοποίηση της απόδοσης
- Υποστηρίζει παράλληλη επεξεργασία...
 - κατανεμημένης μνήμης με διανομή μηνυμάτων (MPI) (MPICH2)
 - διαμοιραζόμενης μνήμης (OpenMP) (υποστηρίζεται GNU/gcc)
 - υβριδικά με συνδυασμό MPI και OpenMP
 - με εκμετάλλευση επεξεργαστών γραφικών (GPGPU) (CUDA ή OpenCL)

Χρησιμοποιούμε

- Έναν υπολογιστή με CPU Intel Core i5 750 @ 2.66GHz και 4GB κύρια μνήμη
- Συστοιχία (cluster) εικονικών υπολογιστών Oracle VirtualBox ← πειραματική εγκατάσταση
 - master με GUI (1GB RAM, 128MB VRAM, 80GB HDD)
 - workers με CLI (128MB RAM, 12MB VRAM, 40GB HDD)
 - Bridged ethernet LAN
 - Ubuntu GNU/Linux Desktop 10.04 LTS alternate
 - Network File System (NFS)
 - Secure Shell server (SSH)
 - Oracle JRE
 - GNU gcc, gdb, make
 - Python
 - Apache Derby (JavaDB)

Εικονικές μηχανές

- Σύγχρονη τάση
- Πλεονεκτήματα, όπως...
 - ευκολία διαχείρισης
 - προσαρμοστικότητα
- Χρησιμοποιούνται συχνά για την υλοποίηση συστοιχιών
 - StarHPC και StarCluster του MIT [1]
 - Sun HPC Software Developer Edition 1.0 για OpenSolaris [2]
 - Eucalyptus open source cloud computing system [3]
 - Dynamic Virtual Clustering system [4]
 - Virtual Cluster Manager [5]
 - PelicanHPC [6]

Workbench: Eclipse

■ Γιατί το Eclipse...

- ώριμη πλατφόρμα εμπλουτισμένων μέσων
- από τις λίγες συμβατές με πολλαπλά λειτουργικά συστήματα
- έχει περισσότερους χρήστες από το Microsoft Visual Studio
- εκατοντάδες εμπορικά και ΛΑΚ βασίζονται σε αυτή
- ανταποκρίνεται στο σύγχρονο τρόπο ανάπτυξης κώδικα [8]

[7]

■ Γιατί το Eclipse Parallel Tools Platform...

- από τις λίγες πλατφόρμες ολοκλήρωσης εργαλείων υπολογιστικής υψηλής απόδοσης (HPC)
- ταχέως αναπτυσσόμενη κοινότητα προγραμματιστών και χρηστών
- το PTP και επιλεγμένα plug-in του: τμήμα του HPC Workbench της IBM με σκοπό την παροχή συνεργατικού περιβάλλοντος για το σύστημα Blue Waters, με προδιαγραφές PERCS (Productive, Easy-to-use, Reliable Computing System) [9]

[7]

Eclipse plug-in

- ανάπτυξη κώδικα: C/C++ Development Tools (CDT)
- ανάπτυξη παράλληλου κώδικα: Parallel Tools Platform
- ανάλυση απόδοσης, ανίχνευση, οπτικοποίηση:
Tuning and Analysis Utilities (TAU) (University of Oregon)
 - Performance Application Programming Interface (PAPI) (University of Tennessee)
 - Program Database Toolkit (PDT) (University of Oregon)
- δυναμική επικύρωση κώδικα MPI: In-situ Partial Order (ISP) (University of Utah)
 - Graphical Explorer of MPI Programs (GEM)

Προβλήματα, Παρατηρήσεις

- Μειωμένη απόδοση λόγω εικονικών υπολογιστών
- Προβλήματα στο συγχρονισμό ευρετηρίων με το NFS λόγω εικονικού LAN
- Εξάρτηση λογισμικών από το Oracle Java Runtime Environment έναντι του προεγκατεστημένου OpenJDK
- ΕΛ/ΛΑΚ → κοινωνικό αγαθό που όμως συχνά απαιτεί επιμονή για την εγκατάσταση και αναμενόμενη λειτουργία
 - Ειδικά σε συνεργατικά έργα είναι συχνό φαινόμενο οι ασυμβατότητες και αοριστίες
- Εργαλεία υπο διαρκή ανάπτυξη. Η τεκμηρίωση δεν προλαβαίνει πάντα τις τελευταίες αλλαγές οδηγώντας συχνά σε μη τεκμηριωμένες λεπτομέρειες.
 - Από την άλλη υπάρχει πολύ καλή υποστήριξη μέσω forum και e-mail.

Εκμετάλλευση περιβάλλοντος

- Ανάπτυξη δύο δοκιμαστικών εφαρμογών για υπολογισμό του αριθμού π με MPI και OpenMP
- Έλεγχος λειτουργικών χαρακτηριστικών
- Σύγκριση με χαρακτηριστικά άλλων εργαλείων
- Υπόψη on-line ερωτηματολόγιο
 - <http://tinyurl.com/4xac7ra>
- Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών λειτουργικών χαρακτηριστικών που λείπουν από το Eclipse PTP

Λειτουργίες προς ανάπτυξη

Λειτουργία	Βαθμ.
Βιβλιοθήκη έτοιμων παραδειγμάτων	79%
Διαχείριση πειραμάτων	75%
Αναλυτική βοήθεια	74%
Διαδραστική θεωρία και ασκήσεις	69%
Πολυμεσική αναπαράσταση και επεξήγηση εκτέλεσης	68%
Εκπαιδευτικό περιβάλλον προσομοίωσης	66%
Χρήση βοηθών καθοδήγησης στο περιβάλλον	56%
Αποθήκευση ιστορικού ενεργειών	54%
Προσαρμογή της γραφικής διεπαφής στο επίπεδο του χρήστη	49%
Οπτικός προγραμματισμός	46%
Εξελληνισμός της διεπαφής χρήστη	37%

Επόμενα βήματα

- Εγκατάσταση του περιβάλλοντος σε πραγματική συστοιχία
- Εγκατάσταση σε υποδομή cloud-computing χρησιμοποιώντας την ΛΑΚ πλατφόρμα OpenStack
- Ανάπτυξη εκπαιδευτικών επεκτάσεων για το Eclipse PTP

Σας ευχαριστώ!

Αναφορές

- [1] C. Ivica, J. T. Riley, and C. Shubert, “StarHPC—Teaching parallel programming within elastic compute cloud,” in *Information Technology Interfaces, 2009. ITI’09. Proceedings of the ITI 2009 31st International Conference on*, p. 353–356.
- [2] “Sun HPC Software, Developer Edition 1.0 for OpenSolaris ” [Online] Διαθέσιμο από:
https://cds.sun.com/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/CDS-CDS_SMI-Site/en_US/-/USD/ViewProductDetail-Start?ProductRef=HPCSDE-1.0-G-F@CDS-CDS_SMI
[Πρόσβαση 10-5-2011].
- [3] D. Nurmi et al., “The Eucalyptus Open-Source Cloud-Computing System,” *Proceedings of the 2009 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid*, p. 124–131, 2009.
- [4] Wesley Emenecker, Dave Jackson and Joshua Butikofer, , and , Dan Stanzione, “Dynamic Virtual Clustering with Xen and Moab.” [Online]. Διαθέσιμο από: <http://www.springerlink.com/content/uk18j8v37m24824u/>.
[Πρόσβαση 11-4-2011].
- [5] N. Bhatia and J. S. Vetter, “Virtual cluster management with Xen,” *Proceedings of the 2007 conference on Parallel processing*, p. 185–194, 2008.
- [6] B. Y. M. Sharma, “Turn your desktop computer into a high-performance cluster with PelicanHPC,” *Linux Pro Magazine*, no. 103, pp. 30-35, 2009.
- [7] T. Hoover, G. Watson,, and B. Tibbitts, “HPC Workbench A Development Environment for Scientific Applications,” 2010 [Online]. Διαθέσιμο από:
http://www.spscicomp.org/ScicomP16/presentations/Scicomp_Eclipse_PTP_2010.pdf. [Πρόσβαση: 30-4-2011].
- [8] D. A. Patterson, “Computer Science Education in the 21st Century,” *Communications of the ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 27-30, 2010.
- [9] “Enhanced Computing Environment.” [Online]. Διαθέσιμο από: <http://www.ncsa.illinois.edu/BlueWaters/ece.html>
[Πρόσβαση: 30-4-2011].