

UET – Calcul Haute Performance (High Performance Computing)

Domaine de connaissance: Système et Réseaux, Programmation parallèle.

Code du module	Titre du module	Coef.	Crédits
	High Performance Computing	4	4

Volume horaire		
Cours	TDs/TPs	TOTAL
22	30	60

Semestre	3
----------	---

Pré-requis	Architectures Evoluées des Ordinateurs - Programmation Orientée Objet - Système d'exploitation I - Système d'exploitation II.
------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Objectifs du module

- Identifier les différentes architectures du HPC (MultiCoeurs, Cluster, Grilles et GPU).
- Lister les différentes applications du HPC
- Optimiser les programmes pour tirer avantage des caractéristiques de l'architecture des processeurs.
- Concevoir, Implémenter et analyser des programmes parallèles avec mémoire partagée en utilisant OpenMP.
- Concevoir, Implémenter et analyser des programmes parallèles avec mémoire distribuée en utilisant MPI.
- Implémenter des programmes parallèles sur les GPUs en utilisant CUDA.

Contenu du module:

- 1) Introduction au Calcul Haute Performance (High Performance Computing (HPC)) (~6h)**
 - a) Motivation et Introduction aux architectures parallèles (MultiCoeurs, Cluster, Grilles et GPU).
 - b) Les différentes applications du HPC (Simulation scientifique, Economie, Ingénierie,

Recherche Opérationnelle).

- c) Modèles de machines parallèles, classifications de Flynn et Raina.
- d) Modèle de programmation parallèle et distribuée (parallélisme de tâches, parallélisme de données, niveau du parallélisme, communication par messages).
- e) Problèmes fondamentaux de la programmation parallèle distribuée (partitionnement de tâches/données, régulation de charge, ordonnancement, tolérance aux pannes, mesure de performance, présentation des lois d'Amdahl et de Gustafson).

TD (~4h) : Techniques de parallélisation et Parallélisme.

2) Programmation Parallèles pour architecture à Mémoires Partagées. (~6h)

- a) Programmation parallèle avec les POSIX Threads du langage C (PThreads)

TP (~3h) : Introduction au PThreads.

- b) Programmation parallèle avec les threads JAVA.

TP (~3h) : Introduction au Threads JAVA.

- c) Programmation parallèle avec OpenMP.

TP (~3h) : Introduction à OpenMP.

3) Programmation Parallèles pour architecture à Mémoire Distribuée (~4h)

- a) Programmation parallèle avec PVM (Parallel Virtual Machine).

TP (~3h) : Introduction à PVM.

- b) Programmation parallèle avec MPI (Message Passing Interface).

TP (~3h) : Introduction à MPI.

4) Programmation Parallèle pour architectures GPU (Graphical Processor Unit) (~8h)

- a) Introduction, historique et architecture des GPU.

- b) Modèles de mémoires (Globale, Locale, partagées).

TD (~2h) : Etude de l'architecture GPU.

- c) Programmation des GPU avec OpenCL.

TP (~3h) : Introduction à OpenCL.

- d) Programmation des GPU avec CUDA.

TP (~3h) : Introduction à CUDA.

Travail individuel

- Projet Programmation Parallèle ~ 30 heures

Contrôle des connaissances

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">- Contrôle intermédiaire 20%- Contrôle final 50%- TPs 10%- Projet 20% |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Bibliographie

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. P. Pacheco, “An Introduction to Parallel Programming”, Morgan Kauffman, 20112. G. Hager and G. Wellein, “Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers”, Chapman & Hall3. A. Grama, G. Karypis, V. Kumar, and A. Gupta, “Introduction to Parallel Computing”, Addison-Wesley, 20034. C. Lin, L. Snyder, “Principles of Parallel Programming”, Addison-Wesley, 20085. G. S. Almasi et A. Gottlieb. Benjamin Cummings Highly Parallel Computing - Second edition,.6. K. Hwang. McGraw-Hill. Advanced Computer Architecture : Parallelism, Scalability, Programmability,7. I. Foster. Designing and Building Parallel Programs, Addison-Wesley, http://www.mcs.anl.gov/dbpp/.8. H. S. Morse. Practical Parallel Computing, AP Professional.9. M. Cosnard et D. Trystram. Algorithmes et Architectures Parallèles, InterÉditions.10. CPU Info Center, http ://infopad.eecs.berkeley.edu/CIC/.11. Journal of Parallel and Distributed Computing |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Outils

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. Pthreads, JAVA Treads, OpenMP, MPI, OpenCL et CUDA. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|