

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

HARMONISATION OFFRE DE FORMATION MASTER ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
USTHB	Faculté d'Electronique et Informatique	Informatique

Domaine : Mathématique Informatique

Filière :Informatique

Spécialité :Calcul Haute Performance

Année universitaire : 2015/2016

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواصفة
عرض تكوين ماستر
أكاديمي

المؤسسة	الكلية/المعهد	القسم
جامعة العلوم والتكنولوجيا هوارى بومدين	كلية الالكترونيات والاعلام الالي	الاعلام الالي

الميدان : الاعلام الالي والرياضيات

الشعبة : الحوسبة ذات الفعالية العالية

التخصص : الاعلام الالي

السنة الجامعية: 2016/2015

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master	-----
1 - Localisation de la formation	-----
2 - Partenaires de la formation	-----
3 - Contexte et objectifs de la formation	-----
A - Conditions d'accès	-----
B - Objectifs de la formation	-----
C - Profils et compétences visées	-----
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	-----
E - Passerelles vers les autres spécialités	-----
F - Indicateurs de suivi de la formation	-----
G - Capacités d'encadrement	-----
4 - Moyens humains disponibles	-----
A - Enseignants intervenant dans la spécialité	-----
B - Encadrement Externe	-----
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles	-----
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	-----
B- Terrains de stage et formations en entreprise	-----
C - Laboratoires de recherche de soutien au master	-----
D - Projets de recherche de soutien au master	-----
E - Espaces de travaux personnels et TIC	-----
II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement	-----
1- Semestre 1	-----
2- Semestre 2	-----
3- Semestre 3	-----
4- Semestre 4	-----
5- Récapitulatif global de la formation	-----
III - Programme détaillé par matière	-----
IV – Accords / conventions	-----

I – Fiche d'identité du Master
(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Faculté d'Électronique et Informatique
Département : Informatique

2- Partenaires de la formation:

- autres établissements partenaires :
 - CERIST
- entreprises et autres partenaires socio-économiques :
- Partenaires internationaux :
 - Université Lille 1 (France)

3 – Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès *(indiquer les parcours types de licence qui peuvent donner accès au Master)*

Le candidat doit être titulaire d'une licence en informatique ou tout diplôme équivalent.
L'accès au master se fait sur étude de dossier.

B - Objectifs de la formation *(compétences visées, connaissances acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes)*

Pour faire face à l'accroissement considérable de la quantité d'informations numériques disponible et à la complexité croissante des systèmes à concevoir, la maîtrise du calcul intensif ou calcul de haute performance (HPC pour "High Performance Computing"), est devenue une des clefs du succès. La maîtrise de cet outil devient un enjeu stratégique.

Il y a un nombre important Le parallélisme interagit avec plusieurs domaine,

Le calcul intensif désigne l'utilisation d'ordinateurs puissants, munis de ressources considérables (nombre de processeurs, mémoire, ...) pour des applications de recherche ou de l'industrie. Ces nouveaux calculateurs ou ensembles de calculateurs (clusters) ont permis un développement spectaculaire des performances des applications logicielles tout en ouvrant la voie à des applications nouvelles, voire inédites dans de nombreux domaines, industriels et de service, à forts enjeux économiques et sociétaux : aéronautique et spatial, transports, énergie, chimie, médecine et biologie, matériaux, environnement, multimédia ou finance.

Pour comprendre certains phénomènes rares ou dangereux, les scientifiques ont souvent recours à des modèles de plus en plus complexes, faisant appel à des calculs de plus en plus exigeants en performances et en ressources. Le calcul haut performance est donc une réponse opérationnelle à des défis scientifiques. Beaucoup d'entreprises ont compris les enjeux du calcul de haute performance, des compagnies pétrolières, des compagnies de construction aéronautique Partout dans le monde, le calcul de haute performance est considéré comme un enjeu stratégique.

C'est dans cette optique, que nous souhaitons créer des compétences nationale dans le domaine du calcul haute performance. Maîtriser tous les aspects qu'ils soient liés aux architectures des systèmes de calcul parallèle et distribué ou liés à la conception et la réalisation d'applications sur un tel environnement.

Cette formation s'adresse au étudiant souhaitant parfaire leurs connaissances dans le domaine du calcul scientifique et le calcul haute performance.

C – Profils et compétences métiers visés (*en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes*) :

- Maîtrise de la programmation parallèle et haute performance
- Maîtrise des architectures parallèles et distribuées
- *Administration système en général et administration de plate-formes de calcul intensif*

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Les futures diplômés de ce master peuvent être intégrés facilement dans des laboratoires de recherche où les thématiques abordées nécessitent un fort potentiel de calcul, dans des compagnies industrielles (compagnies d'exploration, entreprises de mécanique, centre de météorologie, ...).

Les candidats peuvent aussi poursuivre des recherches dans le domaine du calcul intensif.

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Possibilité de réorientation vers tous les masters de l'université (MIND , RSD, IL, MIV, SII, SSI), le master HPC étant doté de crédits fondamentaux commun avec les autres masters.

F – Indicateurs de suivi de la formation

Des bilans annuels seront fait avec l'ensemble de l'équipe de formation. Ils permettront de faire le point et d'apporter d'éventuelles adaptations.

G – Capacité d'encadrement (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge) **30 Etudiants.**

4 – Moyens humains disponibles

A : Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
AYACHE Med Sadek		Magister	MAA	Cours/TD/TP	
BENCHAIABA Mahfoud	Doctorat d'état		MCA	Cours/TD/TP	
BOUGHACI Dalila	Doctorat		MCA	Cours/TD/TP/encadrement	
BOUKALA Malika	Doctorat d'état		Prof.	Cours/TD/TP	
BOUKALA Mohand Cherif	Doctorat d'état		MCA	Cours/TD/TP/Encadrement	
BOUKHALFA Kamel	Doctorat		MCA	Cours/TD/TP	
BOUMGHAR Fatima	Doctorat d'état		Prof.	Cours/TD	
Berguig Mohand Cherif	Doctorat		MCA	Cours/TD/TP/Encadrement	
DAOUDI Mourad	Doctorat		MCA	Cours/TD/Encadrement	
FEREDJ Mohamed	Doctorat		MCA	Cours/TD/TP	
IGHILAZA Chahrazad		Magister	MAA	Cours/TD/TP	
HAMOUDI Mohamed	Doctorat d'état		Prof.	Cours/TP	
LAICHE Nacera		Magister	MAA	Cours/TD/TP	
LARABI Slimane	Doctorat		Prof.	Cours/TD/TP/Encadrement	
MEDJAHED Djamilia		Magister	MAA	Cours/TD/TP	
MEHDI Malika	Doctorat		MCB	Cours/TD/TP	
MOUSSAOUI Samira	Doctorat d'état		Prof.	Cours/TD/TP	
MEKHALDI Fouzi	Doctorat		MCB	Cours/TP/TD	
Baba ALI Sadjia	Doctorat		MCB	Cours/TD/TP	

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

B : Encadrement Externe :

Etablissement de rattachement : CERIST

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Belhoul Yacine	Doctorat		Maitre de recherche	TD/TP	
Bendjoudi Ahcène	Doctorat		Maitre de recherch e	Cours/TD/TP/Encadrem ent	
Bouchama Nadir		Magister	Charge de recherche	TD/TP	

*** = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)**

5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

Intitulé du laboratoire :

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Micro-ordinateurs	96	Répartis sur 8 salles (12 PC/salle) au département Informatique
	12 routeurs + 13 switchs manageables + 12 PC		Salle Réseaux au département Informatique Pour les TP réseaux
	Platefore de calcul HPC : Composée de 32 nœuds bi-processeurs de 8 cœurs chacun		Localisée au CERIST
	GPU : Composé de 448 cœurs d'une fréquence de 1.5 GHz et 6 GB de mémoire		Localisé au CERIST
	La grille DZ e-Science Grid: Composée de 32 noeuds répartis sur deux clusters géographiquement distribués (Alger et Batna)		
	Cluster de calcul composé de 7 serveurs HP Proliant DL380 (112 Cœurs et 112 GO de Ram)		De l'équipe RadioMétrologie, Laboratoire SNIRM Fac. De Physique. USTHB

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
<i>USTHB</i>	8	01 semestre
<i>CERIST</i>	6	01 semestre
<i>CDTA</i>	2	01 semestre
<i>SONATRACH</i>	2	01 semestre
<i>ONM</i>	2	01 semestre

**C- Laboratoire(s) de recherche de soutien au master :
LABORATOIRE MOVEP**

Chef du laboratoire
N° Agrément du laboratoire
 Date : Avis du chef de laboratoire :

LABORATOIRE LSI

Chef du laboratoire
N° Agrément du laboratoire
 Date : Avis du chef de laboratoire:

LABORATOIRE LRIA

Chef du laboratoire :
N° Agrément du laboratoire :
 Date : Avis du chef de laboratoire:

LABORATOIRE RIMA

Chef du laboratoire :
N° Agrément du laboratoire :
 Date : Avis du chef de laboratoire:

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Projet HPC CERIST			

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Espace d'accès Internet de l'USTHB,
- Bibliothèque Centrale de l'université
- Bibliothèque du département Informatique

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales								40%	60%
UEF1(O/P)									
Algorithmique Avancée et Complexité	63h	1h30	1h30	1h30		3	6	x	x
Systèmes d'exploitation	63h	1h30	1h30	1h30		3	6	x	x
Architectures Avancées	42h	1h30	1h30			3	6	x	x
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Mathématiques appliquées (Analyse numérique)	63h	1h30	1h30	1h30		2	4	x	x
Bases de données Avancées	42h	1h30		1h30		3	5	X	x
UE découverte									
UED1(O/P)									
Modélisation et Simulation	42h	1h30		1h30		2	2	x	x
UE transversales									
UET1(O/P)									
Anglais	21h	1h30				1	1	x	x
Total Semestre 1		10h30	6h	7h30		17	30		

2- Semestre 2 : 25h30

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales								40%	60%
UEF1(O/P)									
Algorithmique Répartie	63h	1h30	1h30	1h30		3	6	x	x
Réseaux et Protocoles	42h	1h30		1h30		3	6	x	x
Architectures Parallèles	63h	1h30	1h30	1h30		3	6	x	x
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Calcul Parallèle	63h	1h30	1h30	1h30		3	5	x	x
Techniques de Programmation avancées	63h	1h30	1h30	1h30		2	4	x	x
UE découverte									
UED1(O/P)(une matiere au choix)									
Techniques de modélisation et parallélisme en Geosciences	42h	1h30		1h30		2	2	x	x
Techniques de modélisation et de traitement en bio-Informatique	42h	1h30		1h30		2	2	x	x
Simulation Monte-Carlo et calcul intensif	42h	1h30		1h30		2	2	x	x
UE transversales									
UET1(O/P)									
Anglais	21h	1h30				1	1	x	x
Total Semestre 2		10h30	6h00	9h		17	30		

3- Semestre 3 : 22h30

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales								40%	60%
UEF1(O/P)									
Administration et Gestion des grilles de calcul	42h	1h30		1h30		3	6	x	x
Programmation Multi-Cœurs	63h	1h30	1h30	1h30		3	6	x	x
Systèmes d'exploitation des ordinateurs multiprocesseurs	63h	1h30	1h30	1h30		3	6	x	x
UE méthodologie									
UEM1(O/P)									
Imagerie Médicale et Parallélisme	42h	1h30		1h30		2	4	x	x
Calcul Embarqué	42h	1h30		1h30		3	5	x	x
UE découverte									
UED1(O/P)une matiere au choix									
Techniques de modélisation et de traitement en mécanique des fluides	42h	1h30		1h30		2	2	x	x
Techniques de modélisation en traitement du signal	42h	1h30		1h30		2	2	x	x
Construction de systèmes Parallèles	42h	1h30		1h30		2	2	x	x
UE transversales									
UET1(O/P)									
Anglais	21h	1h30				1	1	x	x
Total Semestre 3		10h30	3h00	9h		17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine: Mathématiques Informatique

Filière: Informatique

Spécialité: Calcul Haute Performance

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	140		
Stage en entreprise	280	4	30
Séminaires	30		
Autre (préciser)			
Total Semestre 4	450	4	30

5- Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	202h30	135h	67h30	67h30	472h30
TD	157h30	67h30	0	0	225h
TP	180h	135h	67h30	0	382h30
Travail personnel	560h	420h	224h	112	1316h
Autre (préciser)					
Total	1100h	757h30	359h	179h30	2396h
Crédits	51	30	6	3	120
% en crédits pour chaque UE	56.67	33.33	6.67	3.33	

III - Programme détaillé par matière (1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Algorithmique avancée et complexité

Semestre : S1.

Nombre de crédits : 06

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement : *Ce module permet d'acquérir les notions nécessaires pour :*

- analyser et classer les problèmes de différents domaines
- construire la ou les solutions
- évaluer les différentes solutions en terme de calcul de complexité
- Choisir la meilleure solution

Ces notions seront vues à travers l'étude de problèmes pris dans différents domaines de l'informatique tels que : Les réseaux, les bases de données, Algorithmique du texte ...etc.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit connaître les bases de programmation et des algorithmes itératifs et récursifs ainsi que les structures de données fondamentales : tableaux, piles, files, listes et arbres.

Contenu de la matière :

- Les bases de l'analyse algorithmique :
- Analyse d'un algorithme parallèle
- Analyse d'un algorithme distribué
- Stratégies de résolution de problèmes
- Les classes de problèmes
- Analyse d'algorithmes de tri
- Algorithmique des arbres
- Algorithmique des graphes
- Algorithmes de hachage
- Algorithmique du texte

Mode d'évaluation : Contrôles continus, Examens.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

- Introduction to algorithms. T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest. MIT Press, 2nd edition 2000.
- Algorithms and theory of computation handbook, edited by M. Atallah, CRC Press, Purdue University, 1999.
- Analysis of algorithms: an active learning approach. J.J.McConnell. Jones and Barlett Publishers, 2001.
- Computational complexity. C.H. Papadimitriou, Addison Wesley, 1994.

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Système d'Exploitation

Semestre : S1

Unité d'Enseignement : Fondamentale

Nombre de crédits : 06

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement

- Approfondir les différents concepts utiles pour la conception d'un système d'exploitation ou la programmation système ainsi que les systèmes d'exploitation distribués

Recommandations :

- Il est obligatoire d'utiliser le système d'exploitation (UNIX) au cours du semestre comme exemple pour chaque concept étudié.
- Prévoir des TPs pour la mise en application des concepts étudiés.
- Consacrer une grande partie du cours aux systèmes distribués

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base d'un système d'exploitation.

Contenu de la matière :

Chapitre 1: SYSTEMES DE FICHIERS

- + Rappels sur l'interface des systèmes de fichiers
- + Structure d'un système de fichiers (organisation, montage)
- + Organisation physiques des fichiers (allocation contiguë, chaînée, indexée)
- + Gestion de l'espace libre (vecteur binaire, liste chaînée, groupement)
- + Implémentation des répertoires (linéaire, table de hachage)
- + Gestion des fichiers actifs: partages de fichiers
- + Protection
- + SGF sous Unix

Chapitre 3 : SYNCHRONISATION DES PROCESSUS

- + Problème de l'exclusion mutuelle
- + Synchronisation
- + Exemples sous UNIX

Chapitre 4 : COMMUNICATION ENTRE PROCESSUS

- + Partage de variables (modèle de producteur/ consommateur, lecteurs/rédacteurs)
- + Boîte aux lettres
- + Echange de messages (modèle du client/ serveur)
- + Communication sous Unix (partage de segments, tubes, files de messages, sockets)

Chapitre 5 : INTERBLOCAGE

- + Modèles, représentation
- + Traitement

Mode d'évaluation : Examen écrit, travaux personnels notés.

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- M. J. Bach, traduit par G.Fellah, "Conception du Système UNIX," Masson et Prentice Hall, 1990.
- J. Beauquier, B. Berard "Systèmes d'exploitation : Concepts et algorithmes" McGraw Hill, 1990.
- Crocus, "Systèmes d'exploitation des ordinateurs," Dunod informatique 1975.
- N. B. Fontaine, P. Hammes, "UNIX Système V: Système et environnement, Masson 1989.
- S. Krakowiak, "Principes des systèmes d'exploitation des ordinateurs," Dunod informatique 1987.
- J-L.Peterson, F.Silbershartz "Operating Systems Concepts," Addison-Wesly Publishing Company, Inc, 1983.
- A. Silberschatz, P. B. Galvin "Principes des systèmes d'exploitation," 4 e Edition, Addison Wesley, 1994.
- A. S. Tanenbaum, "Modern Operating Systems," Second Edition Prentice Hall.
- A. Tananbaun, « Systèmes d'exploitation », 2^e édition, Pearson Edition.
- R. Balter, J-P. Banâtre, S. Krakowiak, « Construction des systèmes d'exploitation Répartis », Editeur INRIA 1991.
- J-L.Peterson, F. Silbershartz "Operating Systems Concepts," Addison-Wesly Publishing Company, Inc, 1983.
- M. Raynal, J-M. Helary, "Synchronisation et contrôle des systèmes et des programmes répartis", Eyrolles 1988.
- A. Silberschatz, P. B. Galvin "Principes des systèmes d'exploitation," 4 e Edition, Addison Wesley,

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Architectures Avancées des Ordinateurs

Semestre : S1

Unité d'Enseignement : Fondamentale

Nombre de crédits : 5

Coefficient de la Matière : 3

Objectifs de l'enseignement

Les besoins des applications en puissance de traitement refaçonne régulièrement l'architecture des ordinateurs. De nouveaux concepts avancés sont constamment introduits pour atteindre de meilleurs performances. L'objectif de ce cours est d'initier l'étudiant aux concepts mis en œuvre dans l'organisation et le fonctionnement des architectures modernes (technologie RISC, techniques de pipelining, hiérarchie de la mémoire, classification des architectures multiprocesseurs, ...), d'évaluer les performances d'une architecture et d'appréhender la vision du parallélisme et des architectures multiprocesseurs. L'étudiant, à l'issue de ce cours, doit être capable d'extraire d'un ordinateur moderne ses principales caractéristiques architecturales, d'évaluer les performances de son CPU et de comprendre le fonctionnement et l'interaction entre ses différentes unités fonctionnelles.

Connaissances préalables recommandées :

architecture des ordinateurs

Contenu de la matière :

- **Fondements des architectures conventionnelles**
Evolution technologique, Loi de Moore, performances intrinsèques et limites
- **Architecture RISC**
Principe, fonctionnement et performance, RISC vs CISC
- **Architecture externe de processeur (ISA : instruction set architecture)**
Jeu d'instructions et spécification fonctionnelle
- **Techniques du pipelining et ILP (Instruction Level Parallelism)**
Principe, ordonnancement, aléas, multitraitement
- **Métriques d'évaluation des performances**
(IPC, CPI, latence, accélération, débit)
- **Organisation et hiérarchie de la mémoire et mémoire cache**
Architecture, fonctionnement, cohérences
- **introduction aux architectures multiprocesseurs et TLP (Thread Level Parallelism)**
Taxonomie, méthodes de parallélisme CMP-SMT-SMP- NUMA, organisation, communication, performances

Mode d'évaluation : *Examen Ecrit, Contrôle continu, TP*

Références :

- John L. Hennessy and David A. Patterson, 5^e ["Computer Architecture: a Quantitative Approach" \(5th Edition\), Morgan Kaufmann \(2012\)](#)

- Patterson and Hennessy. *Computer Organization & Design: The Hardware/Software Interface*, 4th ed., Morgan Kaufmann, 2009
- Modern Processor Design: Fundamentals of Superscalar Processors, John Shen and Mikko Lipasti, McGraw-Hill, 2003.
- Patterson, D. A., and J. L. Hennessy. *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*, 3rd ed. San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 2004.
- Kai Hwang, "Advance computer architecture", TMG, 2006.

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Bases de Données Avancées

Semestre : S1

Unité d'Enseignement : Méthodologie

Nombre de crédits : 05

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement

Les bases de données actuelles ne cessent d'augmenter en termes de taille (Big Data) et de complexité au niveau des requêtes d'interrogation. Les SGBD actuels sont confrontés aux problèmes de gestion de ces masses de données en termes de stockage, d'indexation et de distribution. Le but cet enseignement est de former l'étudiant sur les différentes approches utilisées pour gérer la volumétrie des données et la complexité des requêtes permettant de les interroger en particulier le partitionnement, l'évaluation et l'optimisation des requêtes, la distribution et l'allocation des données dans les systèmes distribués classiques et de haute performance (Cloud computing).

Connaissances préalables recommandées

Bases de données classiques

Contenu de la matière :

- Architecture des SGBD
- Stockage et indexation des données
- BD Distribuées : Fragmentation, allocation et optimisation
- Techniques d'évaluation des requêtes centralisées et distribuées
- Stockage et traitement de données dans le Cloud

Mode d'évaluation : Examen écrit, travaux personnels notés.

References :

- *Principles of Distributed Database System*, M. Tamer Özsu, Patrick Valduriez, 3ème édition. Springer, 2011.
- *Oracle 10g - Optimisation d'une base de données*, Claire Noiraul, ENI Edition, 2006
- *Cloud and Virtual Data Storage Networking*, Greg Schulz. CRC Press - Taylor & Francis Group, 2011.

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Mathématiques appliquées

Semestre : S1

Unité d'Enseignement : Méthodologie

Enseignant responsable de l'UE :

Nombre de crédits : 04

Coefficient de la Matière : 02

Objectifs de l'enseignement

Les étudiants apprendront dans ce module la modélisation des problèmes scientifiques ou industriels, d'analyse mathématique, et de résolution numérique de ces problèmes. L'objectif de ce module est de présenter les outils nécessaires d'analyse numérique et d'optimisation. Les concepts mathématiques théoriques vont être suivis d'une mise en œuvre pratique (Matlab, Scilab et Fortran) sur des exemples d'applications concrètes. Ce qui permettra aux étudiants de comprendre l'aspect scientifique de ce module ainsi de pouvoir développer des applications parallèles dans leurs prochains travaux de calcul scientifique.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière :

- Résolution des équations non linéaires de la forme $f(x)=0$
- Interpolation polynomiale
- Intégration numérique
- Résolution des systèmes linéaires par des méthodes directes
- Résolution des systèmes linéaires par des méthodes itératives
- Calcul numérique des valeurs propres
- Résolution numérique d'EDO avec conditions initiales
- Résolution d'EDP

Recommandations :

Des cours d'initiation à Matlab, Scilab et Fortran doivent être programmés dans les premières séances TP. Les cours théoriques doivent être suivis d'exemples de programmes avec Matlab et (Fortran 90 ou HPFortran) ou Scilab. Des TPs doivent être programmés.

Mode d'évaluation : Examen et TP

Références

1. Jean-Philippe Grivet Méthodes numériques appliquées (EDP Sciences, 2008)
2. André Fortin, Analyse numérique pour ingénieurs (Presses internationales polytechniques, 2001)
3. Jérôme Bastien et Jean-Noël Martin, Introduction à l'analyse numérique : applications sous Matlab (Dunod, 2003)
4. William Press et al., Numerical Recipes (Cambridge University Press, 2000)

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Modélisation et simulation

Semestre : S1

Unité d'Enseignement : Découverte

Nombre de crédits : 02

Coefficient de la Matière : 02

Objectifs de l'enseignement

Présenter aux étudiants les outils de simulation (simulation des lois de probabilité, propagation d'ondes, flux, écoulement, transport, ...) en présentant les différents outils informatiques pour la simulation.

Connaissances préalables recommandées

Notions de physiques et maths

Contenu de la matière :

- Rappel et simulation des lois de probabilité (1 cours)
- Compléments en différences et éléments finis
- Compléments en optimisation
- Méthodes numériques pour les équations hyperboliques scalaires
 - Phénomènes de transport et propagations d'ondes
 - Méthodes de volumes finis
 - Problème de Riemann
 - Schémas de Godunov et de Roe
- Spécificités numériques d'autres problèmes non linéaires
 - Méthode de Newton
 - Méthode de quasi-Newton
 - Méthode de Broyden
 - Méthode du point fixe
- Application aux équations non linéaires usuelle

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Algorithmique et Contrôle dans les Systèmes (Systèmes repartis)

Semestre : S2

Unité d'Enseignement : Fondamentale

Nombre de crédits : 06

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement

Les applications parallèles et réparties ainsi que les systèmes destinés aux infrastructures de calcul large échelles font aujourd'hui intervenir plusieurs sites géographiquement dispersés et qui partagent des données et coopèrent à la réalisation d'un but commun. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura une connaissance des concepts, techniques et mécanismes qui permettent d'appréhender les applications et systèmes répartis.

Connaissances préalables recommandées

Réseaux Informatiques

Contenu de la matière :

Chapitre 1: Généralités sur les systèmes distribués

1. Introduction
2. Caractéristiques, Structures, Objectifs
3. Modèles et mécanismes de structuration

Chapitre 2: Introduction à l'algorithmique distribuée

1. Introduction
2. Concepts fondamentaux
3. Coupure consistante et état global
4. Ordonnancement d'événements (horloges physiques, horloges logiques linéaires et vectorielles)
3. Parcours de réseau
4. Diffusion ordonnée, FIFO, Causale, Atomique
5. Communication de groupe

Chapitre 3 : Contrôle dans les systèmes distribués

1. Introduction
2. Etat global (canaux fifo, canaux non fifo)
3. Exclusion mutuelle (modèles, approches, algorithmes)
4. Election
5. Terminaison
6. Consensus

Mode d'évaluation : Examen écrit, travaux personnels notés.

Références :

- *Elements of distributed computing*, V. Garg, Wiley-Interscience, 2002.
- *Distributed computing: fundamentals, Simulations and advanced topics*, (2nd edition), Attiya H., Welch J., Wiley-Interscience, 2004.
- *Design and analysis of distributed algorithms*, Santoro N., Wiley-Interscience, 2007.
- R. Balter, J-P. Banâtre, S. Krakowiak, “*Construction des systèmes d’exploitation Répartis*,” Editeur INRIA 1991.
- L. Lamport, “*Time, clocks, and the ordering of events in a distributed system*,” Communications of the ACM, Vol. 21, N°7, July 1978, pp. 558-565.
- K. Pradeep Sinha, “*Operating Distributed Systems, Concepts and Design*” IEEE Computer Society Press 1997.
- M. Raynal, “*Algorithmes distribués et protocoles*,” Eyrolles 1985.
- M. Raynal, “*Systèmes repartis et réseaux: concepts, outils et algorithmes*,” Eyrolles 1987.
- M. Raynal, J-M. Helary, “*Synchronisation et contrôle des systèmes et des programmes répartis*,” Eyrolles 1988.
- A. S. Tanenbaum and Maarten van Steen, “*Distributed systems: Principles and paradigms*,” Printice Hall 2002.
- J-P. Verjus et al, “*Synchronisation des programmes parallèles: Expression et mise en œuvre dans les systèmes centralisés et distribués*,” Bordas 1983.
- V. Garg, “*Elements of distributed computing*,” Wiley-Interscience, 2002.

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Architecture Parallèle

Semestre : S2

Unité d'Enseignement : Fondamentale

Nombre de crédits :6

Coefficient de la Matière : 3

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif d'initier l'étudiant aux concepts des architectures parallèles. les motivations principales pour ces types d'architectures seront présentées.

Les classifications des machines parallèles seront également abordées en tenant compte de leurs architectures, leurs caractéristiques fonctionnelles, leurs performances et leurs limites intrinsèques. Tout au long de ce cours, des études comparatives entre différents modèles d'architectures seront présentées. Des études de cas existants seront organisés sous forme d'exposés.

Connaissances préalables recommandées :

architectures avancées des ordinateurs, algorithmique et système d'exploitation

Contenu de la matière :

Partie 1 : Introduction

- Motivation et Introduction aux architectures parallèles
- Modèles de machines parallèles, classifications de Flynn et Raina,
- Mesure des performances parallèles, présentation des lois d'Amdahl et de Gustafson
- Architectures, hiérarchie et partage des caches

Partie 2 : Parallélisme au niveau instruction

- Processeurs superscalaires / VLIW
Principes, type d'ordonnancement, politique d'exécution, superscalaires vs VLIW

Partie 3 : Parallélisme de données

- Architecture SIMD / Architectures vectorielles
unités vectorielles, registres vectoriels, opérations vectorielles, temps d'exécution vectoriel

Partie 4 : Parallélisme au niveau Thread

- Architectures MIMD à espace d'adressage unique (mémoire partagée), modèles de consistance mémoire
- Architectures MIMD à passage de messages (mémoire distribuée), mécanismes de communication
- Réseaux d'interconnexion pour architectures multiprocesseurs
- Architectures Multicœurs / GPU

Mode d'évaluation : *Examen Ecrit, Contrôle continu, Exposés, TP*

Références :

- John L. Hennessy and David A. Patterson, Computer Architecture: a Quantitative Approach (5th Edition), Morgan Kaufmann (2012)
- P Pacheco " An Introduction to Parallel Programming", Morgan Kaufmann Publishers, 2011
- Calvin Lin and Lawrence Snyder. Principle of Parallel Programming, 2008.
- L. Ridgway Scott, Terry Clark, Babak Bagheri. Scientific Parallel COmputing, 2005.
- Michael J Flynn, " Computer Architecture: Pipelined and Parallel Processor Design ", Narosa Publishing India, 2003
- E. Culler and Cie, Parallel Computer Architecture, A Hardware/Software Approach, Morgan Kaufmann Pub. 1999.

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Techniques de Programmation Avancées

Semestre : S2

Unité d'Enseignement : Méthodologie

Nombre de crédits : 04

Coefficient de la Matière : 02

Objectifs de l'enseignement

Ce module a une double vocation d'apprendre à l'étudiant la programmation orientée objet et l'initier au développement d'applications distribuées. Cet enseignement permet à l'étudiant d'appréhender les problèmes de conception d'applications réparties (concepts, architectures et exemples), de comprendre les solutions industrielles (Objets répartis en JAVA et CORBA, Internet et sockets Java, ...) et de maîtriser les principales plate-formes technologiques existantes.

Connaissances préalables recommandées

Maîtrise de C et JAVA, programmation objet, Notions de base sur l'algorithmique distribuée.

Recommandations :

Consacrer une grande partie du cours à la programmation orientée objet.
Des TPs (C++/Java) doivent être programmés.

Connaissances préalables recommandées

La maîtrise d'un des langages C ou Java

Contenu de la matière :

- Outils de compilation avancées : Etude de l'un des outils de compilation et débogage de programmes (make, cmake, gdb ..)
- Rappels : Introduction à la programmation orientée objet
 - Définitions
 - La POO (Objet et classe, Encapsulation, Héritage, Polymorphisme)
 - Les méthodes (Constructeurs et destructeurs, Pointeur interne, Méthodes virtuelles et méthodes dynamiques, Méthodes abstraites)
 - Visibilité (Champs et méthodes publics, Champs et méthodes privés, Champs et méthodes protégés)
 - Modélisation OO avec UML (Le diagramme des cas, Le diagramme des classes, Les diagrammes de sequences, Les diagrammes d'états, Exemple complet d'une modélisation UML)
 - Programmation OO avec Java et C++
- Applications distribuées
 - Architecture d'applications distribuées
 - Architectures distribuées : centralisées, décentralisées (Client/Serveur, P2P)
 - Conception d'une application Client/Serveur
 - Les modes de communication entre processus
 - Les sockets TCP/IP
 - Les appels de procédures distantes, l'exemple des RPC

- Outils pour Applications distribuées
 - Internet et servlet
 - Client/serveur et objets
 - Java RMI
 - CORBA
 - Web Services
 - Applications réparties et composants

Mode d'évaluation : contrôle continue et un examen écrit + TP

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc*).

- Brad J. Cox, Andrew J. Novobilski (1986). Object-Oriented Programming: An Evolutionary Approach, ISBN 0-201-54834-8.
- Bertrand Meyer (2000). Conception et programmation orientées objet, ISBN 2-212-09111-7.
- Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson (2000). Le guide de l'utilisateur UML, ISBN 2-212-09103-6
- De Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (1999). Design Patterns, ISBN 2-7117-8644-7.
- De Hugues Bersini (2007). L'Orienté Objet, ISBN 978-2-212-12084-4.

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Calcul Parallèle

Semestre : S2

Unité d'Enseignement : Methodologie

Nombre de crédits : 05

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant apprendra les concepts du calcul parallèle et/ou distribué. Il sera initié aux architectures parallèles distribuées, aux paradigmes, environnements et outils de programmation parallèle distribuée. L'étudiant apprendra à concevoir et implémenter des applications de calcul parallèles et/ou distribuées (avec MPI et OpenMP). Il découvrira également les outils nécessaires pour le déploiement et l'exécution de ces applications et l'évaluation de leurs performances sur des machines parallèles/distribuées à petite et à grande échelle (réseaux de stations de travail et grilles de calcul).

Recommandations

Un TP avec C++/MPI doit être programmé

Connaissances préalables recommandées :

Maîtrise de la programmation

Contenu de la matière :

- Revue des machines parallèles/distribuées.
- Algorithmique et programmation parallèle distribuée
- Paradigmes de programmation parallèle et distribuée (parallélisme de tâches, parallélisme de données, mémoire partagée, communication par messages).
- Environnements et outils de la programmation parallèle distribuée (Pthreads, OpenMP, MPI).
- Problèmes fondamentaux de la programmation parallèle distribuée (partitionnement de tâches/données, régulation de charge, ordonnancement, tolérance aux pannes, mesure de performance).

Mode d'évaluation : *Examen Ecrit, Contrôle continu, TP*

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Réseaux et Protocoles

Semestre : 2

Unité d'Enseignement : Fondamentale

Nombre de crédits : 05

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement

Aujourd'hui, les notions de réseaux sont nécessaires dans pratiquement toutes les infrastructures et machines de calcul large échelle (Les grilles de calcul, les clusters, les supercalculateurs). Ce module permettra aux étudiants de comprendre le fonctionnement des communications dans un réseau et pouvoir situer des processus d'une application parallèle et/ou répartie (avec leurs adresses IP) d'une part. D'autre part, l'installation, la configuration et l'administration des infrastructures de calcul large échelle nécessite la maîtrise des différents protocoles du standard OSI et de TCP/IP.

Connaissances préalables recommandées

TCP/IP, Systèmes d'exploitation, Réseaux

Contenu de la matière :

- Architecture des réseaux
- *Protocoles TCP/IP*
- Introduction aux principaux aspects liés au routage.
- Adressage et Routage Unicast
- Routage multicast
- Internet : adressage, subnetting et supernetting (CIDR). Routage intra et interdomaine.
- Notions sur l'administration des réseaux

Mode d'évaluation : Examen et TP

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

- Toutain L. *Réseaux locaux et Internet : des protocoles à l'interconnexion*. Hermès, 2003
- Benslimane A. *Multicast multimédia sur Internet*. Hermès, 2005
- Welzl M. *Network congestion control: Managing Internet traffic*. Wiley, 2005
- Andrew Tanenbaum, "Réseaux", Pearson Education.
- Larry Peterson and Bruce Dave, "Computer Networks: A system approach", Morgan Kaufmann.
- Christian Huitema, "Routing in the Internet", Prentice Hall.
- Douglas Comer, "Internetworking with TCP/IP: Principles, protocols, and architectures", Prentice Hall.
- Graig Hunt : [TCP/IP - Administration de réseau](#). O'Reilly, 2001

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Techniques de modélisation et parallélisme en Géosciences

Semestre : S2

Unité d'Enseignement : Decouverte

Nombre de crédits : 02

Coefficient de la Matière : 02

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif d'initier d'une manière efficace et optimale les étudiants du master calcul intensif aux concepts et lois fondamentaux de la Physique appliqués à l'étude de la Terre et des planètes.

L'étudiant doit être capable, à ce niveau, d'utiliser les modèles mathématiques et les phénomènes physiques qui déterminent la figure de la Terre et ses propriétés (dynamo, convection, seismes...) . Il doit savoir maîtriser les modèles standards de la Physique : Laplace, Navier-Stokes, ou Maxwell.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière :

- I. Introduction aux Géosciences.
- II. Modélisation directe.
- III. Modélisation inverse linéaire et non linéaires.
- IV. Etudes de cas :
 - Les systèmes linéaires.
 - Les systèmes non linéaires.
 - Equation de Laplace, Gauss,
 - Equations de chaleurs et d'ondes

Mode d'évaluation : Contrôle Continu, *Examen*

Références

- Jean-Philippe Grivet Méthodes numériques appliquées (EDP Sciences, 2008)
- André Fortin, Analyse numérique pour ingénieurs (Presses internationales polytechniques, 2001)
- Jérôme Bastien et Jean-Noël Martin, Introduction à l'analyse numérique : applications sous Matlab (Dunod, 2003)
- William Press et al., Numerical Recipes (Cambridge University Press, 2000)
- William Lowrie, A student's Guide to Geophysical Equations (Cambridge University Press, 2011)

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Simulation Monte-Carlo et calcul intensif

Semestre : S2

Unité d'Enseignement : Découverte

Nombre de crédits : 2

Coefficient de la Matière : 2

Objectifs de l'enseignement

Cette matière a pour objective l'étude de cas pratiques de l'utilisation du calcul parallèle massif (sur grille composée de stations, PCs multi-cœurs et de cluster) dans les simulations Monte-Carlo en médecine nucléaire. L'étudiant sera initié à la simulation Monte-Carlo du fonctionnement des dispositifs d'imagerie nucléaire CT, SPECT et PECT sur grille de calcul. Les travaux pratiques montreront à l'étudiant la réduction considérable du temps de calcul sur grille ou cluster comparée à l'utilisation d'un PC ou Station local.

Connaissances préalables recommandées :

Système d'exploitation Linux, Réseaux Informatiques, Architecture des ordinateurs et programmation parallèle, Calcul large échelle

Contenu de la matière :

- 1 Techniques d'échantillonnage
 - 1.1 Génération de nombres pseudo-aléatoires
 - 1.2 Echantillonnage d'une loi de probabilité non uniforme
 - 1.3 Echantillonnage suivant l'importance
 - 1.4 Calcul stochastique d'une intégrale
- 2 Réduction de la variance
- 3 Simulation de systèmes statistiques
 - 3.1 Chaines de Markov
 - 3.2 Algorithme de Metropolis
- 4 Applications à la physique médicale
 - 4.1 Modélisation d'un rayonnement
 - 4.2 Modélisation d'une source de rayonnements
 - 4.3 Modélisation d'une trajectoire
 - 4.4 Modélisation de l'interaction photon-matière (Diffusion Rayleigh, Compton, Absorption photoélectrique et création de paires)
 - 4.5 Choix des événements
 - 4.6 Propagation dans un milieu inhomogène
- 5 Tomographie par émission monophotonique (imagerie SPECT)
 - 5.1 Les radiotraceurs
 - 5.2 Les spécificités d'une gamma caméra
 - 5.2.1 Le collimateur
 - 5.2.2 Le cristal scintillant, guide d'onde, blindage et photomultiplicateurs
 - 5.2.3 Les performances intrinsèques et extrinsèques d'une gamma caméra
 - 5.2.4 Résolution spatiale, Résolution en énergie et Sensibilité
 - 5.2.5 Les limitations intrinsèques : l'atténuation, la diffusion et le volume partiel
 - 5.2.6 Conséquences des limitations intrinsèques
 - 5.2.7 Les limitations extrinsèques : le mouvement fortuit et physiologique, la non spécificité des radiotraceurs
- 6 Les algorithmes de reconstruction en SPECT (FBP, OSEM, MLEM)
 - 6.1 Méthode analytique: la rétroprojection filtrée
 - 6.1.1 Modélisation d'une acquisition-projections et sinogramme
 - 6.1.2 Définition de la rétroprojection filtrée
 - 6.1.3 La fonction de filtrage
 - 6.2 Les méthodes itératives
 - 6.3 Les méthodes de corrections des effets physiques
 - 6.3.1 Correction de l'atténuation
 - 6.3.2 Correction de la diffusion

- 7 Imagerie tomographique à rayons X (Imagerie CT)
- 8 Tomographie par émission de positons (imagerie PET)
- 9 La quantification en imagerie nucléaire CT, SPECT et PET
 - 9.1 Intérêt des simulations Monte-Carlo pour la quantification
 - 9.2 Quantification absolue
 - 9.3 Quantification relative
- 10 Simulations Monte-Carlo utilisant la plate-forme GATE sur grille de calcul
 - 10.1 Description et fonctionnalités de GATE
 - 10.1.1 GATE et GEANT4
 - 10.1.2. Les étapes de l'élaboration de la simulation sur la plate forme GATE
 - 10.1.3. Les fonctionnalités de GATE
 - 10.1.4 Description des systèmes CT, SPECT et PET
 - 10.1.5 Gestion du temps et du mouvement
 - 10.1.6 Définition des paramètres physiques dans GATE
 - 10.1.7 Les processus physiques dans GATE
 - 10.2 Les géométries modélisées dans GATE (Suivi des particules et traitement des voxels).
 - 10.3 Fantôme NCAT modélisant le patient
- 11 Déploiement des simulations GATE sur grille de calcul
 - 11.1 Description générale de la grille de calcul EGEE (VO EUMED et BIOMED).
 - 11.2 Parallelisation des simulations GATE et génération des nombres pseudo aléatoires
 - 11.3 Quantification et test de performance sur grille pour une acquisition utilisant un fantôme NCAT et une gamma caméra
 - 11.4 Optimisation du temps de calcul sur la grille en fonction des ressources utilisées

Mode d'évaluation : *Examen Ecrit, Contrôle Continu, Exposés, TP*

Références :

- 1- BASIC PHYSICS OF NUCLEAR MEDICINE, Kieran Maher, , From Wikibooks, the open-content textbooks collection, 2006 edition
- 2- EMISSION TOMOGRAPHY "The Fundamentals of PET and SPECT", Edited by M. N. Wernick and J.N. Aarsvold, Elsevier Academic Press 2004.
- 3- La tomographie médicale, Traitement du signal et de l'image, Sous la direction de P. Grangeat, édition Lavoisier 2002.
- 4- Gate Users Guide
- 5- Geant4 Users Guide
- 6- Glite Users Guide
- 7-Jan S et al.. GATE V6: a major enhancement of the GATE simulation platform enabling modelling of CT and radiotherapy. Phys. Med. Biol. 56 (2011) 881-901

SEMESTRE 3

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Gestion et Administration des Grilles de Calcul

Semestre : S3

Unité d'Enseignement : fondamentale

Nombre de crédits : 05

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement

Ce module est la suite du module Introduction au calcul large échelle. Les étudiants vont donc approfondir leurs connaissances dans le calcul large échelle et considéreront les grilles de calcul et/ou de production. Ils apprendront à exploiter les ressources de calcul/stockage offertes par les grilles de calcul et/ou de production et les outils offerts pour cela. Ils apprendront aussi à administrer et maintenir les plateformes utilisées dans ce sens. Les étudiants vont pouvoir exploiter OAR, g-Lite, Globus, Unicore, ...

Connaissances préalables recommandées

Système d'exploitation, Réseaux Informatiques, Architecture des ordinateurs et programmation parallèle, Calcul large échelle

Contenu de la matière :

- Rappel sur les grilles de calcul
- Présentation détaillée de la grille dz-grid
- Exploitation de la grille
 - Sécurité et certificats
 - Ouverture de compte utilisateur
 - Exploitation et interrogation des services de la grille
 - Soumission de jobs
 - Exemple d'application et déploiement sur grille
- Administration des grilles
 - Sécurité
 - Installation et configuration de plateformes pour grilles
 - Gestion des comptes utilisateurs, administrateur, groupes, ...
 - Gestion de ressources de calcul et de stockage
 - Exemple d'application (installation et configuration complète d'un nœud de grille)

Mode d'évaluation : Contrôles Continus, Examen écrit.

Références :

1. I. Foster, C. Kesselman. The Grid 2, Second Edition: Blueprint for a New Computing Infrastructure, The Elsevier Series in Grid Computing, 2004.
2. <http://www.gridcomputing.com/>
3. <http://glite.cern.ch/>

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Programmation Multi-cœurs

Semestre : S3

Unité d'Enseignement : fondamentale

Nombre de crédits : 06

Coefficient de la Matière : 03

Objectifs de l'enseignement

Ce module permettra aux étudiants de se lancer dans le calcul multi-cœurs qui est la tendance du calcul parallèle d'aujourd'hui vu le bas coût des processeurs multi-cœurs par rapport aux supercalculateurs. Les étudiants vont aussi pouvoir développer des applications massivement parallèles sur les processeurs graphiques (GPU Graphics Processing Unit). Les GPU sont des processeurs graphiques hautement parallèles. Ils offrent un environnement multi-threadé basé sur le modèle SIMD (Single Instruction Multiple Data). Ils sont utilisés pour accélérer les traitements de graphiques et de vidéos mais leur disponibilité et leur coût non élevé a fait qu'ils sont utilisés dans divers autres domaines notamment dans le calcul scientifique.

Connaissances préalables recommandées

Outils de programmation avancés

Architecture des ordinateurs et programmation parallèle

Contenu de la matière :

- Architecture de processeurs mono-cœur
- Architectures multi-cœurs
- Historique (mono-cœur à multi-cœurs/many-cœurs)
- Rappel sur les machines multi-processeurs et model SIMD et MIMD
- Parallélisme sur processeurs multi-cœurs (niveau instruction et threads)
- Multithreading sur processeurs multi-core
- Types et hiérarchies de mémoires
- Outils de programmation multi-cœurs
- Exemple de programme multi-cœurs
- Les GPU (Graphics Processing Unit) and heterogenous computing
- Introduction, historique et architecture des GPU
- Modèles de mémoires (Globale, Locale, partagées)
- Les threads
- Programmation avec CUDA (Exemples), OpenCL
- Généralité sur les PPU (Physics Processing Unit) et PhysX

Mode d'évaluation : Examen écrit, travaux personnels notés.

Références :

- A. R. Brodtkorb, C. Dyken, T. R. Hagen, J. M. Hjelmervik and O. O. Storaasli: "State-of-the-Art in Heterogeneous Computing", IOS Press, 18(1) (2010), pp. 1-33
- CUDA, http://www.nvidia.co.uk/object/cuda_home_new_uk.html

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Systèmes d'Exploitation des Ordinateurs Multiprocesseurs

Semestre : S3

Unité d'Enseignement : Fondamentale

Nombre de crédits :6

Coefficient de la Matière : 3

Objectifs de l'enseignement

Ce module a pour objectif d'acquérir à l'étudiant les principes des systèmes d'exploitation des ordinateurs multiprocesseurs liés à la conception de ce genre de systèmes. Il s'agit de lui inculquer les concepts liés à la gestion mémoire, le placement de tâches sur les différents processeurs, la synchronisation, la communication, la gestion de fichiers etc...

Connaissances préalables recommandées

Les concepts de base des systèmes d'exploitation classiques, Notions de base de l'algorithmique distribuée.

Recommandations :

Faire des présentations par les étudiants sur les noyaux d'un certain nombre de systèmes connus (Hydra, StarOS, Mach, Elmwood...).

Contenu de la matière :

- Rappel sur les différentes architectures multiprocesseurs (UMA, NUMA, puces multi cœurs)
- Approches de structurations de Systèmes d'Exploitation des ordinateurs multiprocesseurs
- Processus légers (types, propriétés, coopération)
- Gestion de la mémoire dans les multiprocesseurs
- Ordonnancement des threads dans un multiprocesseur (prédéterminés, opportunistes, négociés, guidé par l'application i.e. à bulles)
- Interfaces de systèmes de fichiers pour multiprocesseurs
- Description de noyaux de systèmes multiprocesseurs : Hydra, StarOS, Mach, Elmwood, Psyche, Renaissance, Syst. d'expl. machines à mémoire distribuée.
- Systèmes d'exploitation des multi-ordinateurs (matérielle, logiciels de communication, RPC, partage de mémoire, ordonnancement, équilibrage de la charge)

Bibliographie

- J. L. HENNESSY, D.A PATTERSON, "Computer Architecture: A Quantitative Approach," Morgan Kaufman, 3e édition, 2003.
- Bodhisattwa Mukherjee, Karsten Schwan, Prabha Gopinath, "A Survey of Multiprocessor Operating System Kernels (DRAFT)," GIT-CC-92/05, 5 November 1993.
- P. HENON, P. RAMET, J. ROMAN, "PaStiX : A parallel sparse direct solver based on a static scheduling for mixed 1d/2d block distributions," Dans Proceedings of the 15 IPDPS 2000 Workshops on Parallel and Distributed Processing, p. 519-527. Springer-Verlag, janvier 2000.
- P. TANG, P-C. YEW, "Processor self-scheduling for multiple nested parallel loops," dans Proceedings 1986 International Conference on Parallel Processing, p. 528-535, août 1986.

- M. RUSSINOVICH , "Inside the windows NT scheduler, Part 2," Windows IT Pro, no 303, juillet 1997.
- C. POLYCHRONOPOULOS, D. KUCK, "Guided self-scheduling : A practical scheduling scheme for parallel supercomputers," Transactions on Computers, vol. 36, no 12, décembre 1987, p. 1425–1439.
- E. MARKATOS,T. LEBLANC, "Using processor affinity in loop scheduling on shared-memory multiprocessors," Parallel and Distributed Systems, vol. 5, no 4, avril 1994, p. 379–400.
- H. LI, S. TANDRI, M. STUMM, K. C. SEVCIK, " Locality and loop scheduling on NUMA multiprocessors," Dans International Conference on Parallel Processing, vol. II, p. 140–127, Aout 1993.
- Y -M. WANG ,H -H. WANG, R-C. CHANG, "Clustered affinity scheduling on large-scale NUMA multiprocessors," Systems Software, vol. 39, 1997, p. 61–70.
- S. Thibault, "Un ordonnanceur flexible pour machines multiprocesseurs hiérarchiques," LaBRI, Domaine Universitaire, 351 cours de la Libération, 33405 TALENCE CEDEX – France.
- D. Kotz, " Multiprocessor file system interfaces," In the Proceedings of the Second International Conference on Parallel and Distributed Information Systems, 1993, 20-22 Jan 1993, pp.194 – 201.
- J. Archibald, J-L. Baer, "Cache Coherence Protocols: Evaluation Using a Multiprocessor Simulation Model," ACM TOCS. V4. N4. November 1986.
- R. H. Katz, S. J. Eggers, D.A., Wood, C.L. Perkins, R.G. Sheldon. "Implementing A Cache Consistency Protocol, " Proceedings of the 12th ISOCA. IEEE. New York 1985.
- Charles P. Thacker, Lawrence C, Stewart, Edwin Satterthwaite, "Firefly : A Multiprocessor Workstation," IEEE TOC. V37.N8. August 1988.
- Kai Li, Paul Hudak. "Memory Coherence in Shared Virtual Memory Systems," ACM TOCS, V7, N4, November 1989.

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière: Calcul Embarqué

Semestre : S3

Unité d'Enseignement : Méthodologie

Nombre de crédits : 5

Coefficient : 3

Objectifs:

Pré requis:

Architecture Parallèle, Algorithmes Parallèles et Compilation avancée.

Contenu :

- Introduction au calcul embarqué
 - Définition
 - Différence entre le calcul embarqué et le calcul général
 - Caractéristiques du calcul embarqué
 - Positionnement du marché de l'embarqué
- VLIW (Mot d'Instruction Très Long), ILP (Parallélisme au Niveau Instruction) et ISA (Architecture de jeu d'instruction)
- Structures architecturales dans la conception d'ISA
- Conception microarchitecture
- Conception et simulation des systèmes
 - 5.1 SoC (Système sur puce)
 - 5.2 Noyaux de Processeur et SOC
 - 5.3 Simulation d'une architecture VLIW
 - 5.4 Validation et vérification
- Compilateurs et outils pour l'embarqué
 - 6.1 Importances dans un compilateur ILP
 - 6.2 Outils de développement croisé
 - 6.3 Structure d'un compilateur ILP
 - 6.4 Génération du Code
 - 6.5 Compromis pour les compilateurs spécifiques à l'embarqué
- Compilation pour VLIW et ILP
 - 7.1 Profilé
 - 7.2 Ordonnancement
 - 7.3 Allocation des registres
 - 7.4 Spéculation et Prédication
 - 7.5 Sélection d'instruction

Système d'exécution

- 8.1 Exceptions, interruptions et traps
- 8.2 Considération d'interface binaire
- 8.3 Compression de code
- 8.4 Systèmes d'opération embarqué
- 8.5 Multiprocessus et Multithreading

Conception et personnalisation des applications

- 9.1 Choix du langage de programmation

9.2 Performance et optimisation

9.3 Evolutivité et adaptabilité

Domaines d'application

10.1 Traitement d'image et affichage digital

10.2 Applications de télécommunication

10.3 Autres domaines d'application

Mode d'évaluation : Examen écrit, contrôle continu, séminaires et TP

Références :

- Joseph A. Fisher, Paolo Faraboschi, Cliff Young: Embedded computing - a VLIW approach to architecture, compilers, and tools. Morgan Kaufmann 2005, isbn 978-1-55860-766-8, pp. I-XXVI, 1-671
- Processor and System-On-Chip Simulation, by Rainer Leupers. Springer 2010 .

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Construction d'applications Réparties

Semestre : S3

Unité d'Enseignement : Découverte

Nombre de crédits : 02

Coefficient de la Matière : 02

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement permet à l'étudiant d'appréhender les problèmes de conception d'applications réparties (concepts, architectures et exemples), de comprendre les solutions industrielles (Objets répartis en JAVA et CORBA, Internet et sockets Java, ...) et de maîtriser les principales plate-formes technologiques existantes.

Contenu de la matière

- Internet et servlet
- Client/serveur et objets
- Java RMI
- CORBA
- Web Services
- Applications réparties et composants

Références

- 1.Object vs. Component vs. Web Services (Object vs. Web Service War) : <http://www.acm-queue.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=246>
- 2.Fundamentals of RMI - Short Course : <http://developer.java.sun.com/developer/onlineTraining/rmi/RMI.html>
- 3.Java Doc en ligne de RMI : <http://java.sun.com/j2se/1.3/docs/api/index.html>
- 4.Listes des serveur EJB disponibles, avec leurs caractéristiques (Servlets and JSP, Versions, Open Source, JMS, WAP/WML, etc.) : <http://www.javacommerce.com/articles/serverlist.htm>
- 5.tutorial CORBA CCM : <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ccm/2002-04-01>

Intitulé du Master

Calcul Haute Performance

Intitulé de la matière : Imagerie Médicale et Parallélisme

Semestre : S3

Unité d'Enseignement : Méthodologie

Nombre de crédits : 04

Coefficient de la Matière : 02

Objectifs de l'enseignement

Ce Module présentera les applications dans le domaine médicale et plus particulièrement de l'imagerie médicale qui nécessite des hautes performances et du calcul intensif.

On présentera les résultats obtenus en imagerie mammographique et en imagerie cérébrale et la nécessité d'utiliser du calcul intensif.

Connaissances préalables recommandées

Traitement Numérique d'images et Synthèse d'images

Calcul Parallèle hétérogène

Contenu de la matière :

- Introduction à l'imagerie médicale
- Exemple 1. Indexation d' images mammographiques et parallélisme
- Méthodes de Segmentation d'images médicales
- Exemple 2. Approche coopérative avec les SMA en segmentation d'IRM anatomiques cérébrales
- Exemple 3. Rendu 3D avancé sur GPU
- Exemple 4. Web services en imagerie médicale sur Cloud Computing

Mode d'évaluation : Stage en milieu hospitalier, Examen écrit, travaux personnels notés.

Références :

- EGEE: enabling grids for e-science. 10000 CPU et 10 Po d' espace de stockage. Volet applications médicales (essentiellement docking et images).
- BioGrid (volet bioinfo du projet EuroGrid).
- HealthGrid. [http ://www.healthgrid.org](http://www.healthgrid.org)

V- Accords ou conventions

Oui

NON

(Si oui, transmettre les accords et/ou les conventions dans le dossier papier de la formation)

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master coparrainé par un autre établissement universitaire)

(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer le master ci-dessus mentionné durant toute la période d'habilitation de ce master.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)

(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :

Dispensé à :

Par la présente, l'entreprise déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame).....est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE