

INF5171

Programmation concurrente et parallèle

Plan de cours

Responsable(s) du cours

Coordination : GIRALDEAU, Francis
PK-4820
giraldeau.francis@uqam.ca

Enseignement :

GIRALDEAU, Francis
PK-4820
giraldeau.francis@uqam.ca
Groupes : 030

Description officielle

Objectifs

Familiariser les étudiants avec les concepts de base et les différents paradigmes de la programmation concurrente et parallèle. Donner un aperçu de la mise en oeuvre de programmes concurrents et parallèles dans différents langages.

Sommaire du contenu

Architectures parallèles : architecture des processeurs (pipelines, coeurs multiples) ; multiprocesseurs, multi-ordinateurs, grilles de calculs. Types d'application concurrentes : à fils d'exécution multiples, parallèles, distribuées. Synchronisation et communication : variables partagées, échange de messages. Programmation par variables partagées : verrous, sémaphores, barrières, moniteurs. Mesures de performance : temps, coût, accélération, efficacité. Stratégies de programmation : parallélisme itératif, récursif, de flux, de données, de sac de tâches ; parallélisme de résultat, d'agenda, de spécialistes.

Modalité d'enseignement

Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

Préalables académiques

[INF3173](#)

Contenu détaillé

Sommaire

- Introduction et rappels des concepts des systèmes d'exploitation.
- Types d'architectures parallèles : processeurs multi-coeurs, processeur graphique, grappes de calculs.
- Parallélisme de tâches, de données et chemin critique.
- Analyse des algorithmes parallèles : temps d'exécution, accélération et efficacité.
- Synchronisation, opérations atomiques et communication interprocessus.
- Exploitation des instructions vectorielles
- Mesure de performance, compteurs de performance, intensité arithmétique, bande passante et effet de cache.
- Test et vérification des applications parallèles.
- Mise en oeuvre en C++ à l'aide de bibliothèques modernes.

Introduction et rappels

- Survol des architectures parallèles
- Classe de traitement parallèle
- Calcul de l'accélération
- Assembleur Intel x86
- Rappels à propos des systèmes d'exploitation

Parallélisme de tâche

- Identification des sections séries et parallèles
- Gestion de fil d'exécution à bas-niveau
- Synchronisation : verrous, conditions, barrières
- Étude de cas avec la bibliothèque Pthreads

Parallélisme de données

- Granularité du calcul
- Chemin critique d'exécution
- Division du travail en intervalle
- Conditions critique
- Analyse du coût et de l'accélération asymptotique
- Réduction et tri en parallèle
- Intégration en parallèle
- Étude de cas avec la bibliothèque OpenMP et TBB

Hiérarchie de mémoire

- Organisation de la hiérarchie de mémoire
- Protocole de cohérence de cache
- Opérations atomiques
- Défaut de cache
- patrons d'accès à la mémoire
- Problème de faux partage

- Profilage des accès mémoires
- Intensité arithmétique
- Modèle de la ligne de toit

Instructions SIMD

- Principe de fonctionnement
- Registres et instructions x86
- Utilisation de l'API intrinsèque
- Vectorisation automatique et avec OpenMP
- Élimination des branches

Programmes distribués

- Calcul sur grappe
- Modèles de communication
- Accélération en fonction de la taille du problème
- Notion d'efficacité
- Étude de cas avec MPI

Mesure de performance

- Mesure du temps écoulé
- Comparaison des méthodes de profilage
- Traçage d'application et du noyau
- Étude du code assembleur généré
- Outils statistique pour la comparaison des résultats

Vérification des programmes parallèles

- Stratégie de débogage
- Mise à l'échelle, banc d'essais de performance
- Méthode de test de charge
- Vérification formelle statique v.s. fonctionnement
- Étude de cas avec Helgrind et ThreadSanitizer

Calcul sur processeur graphique

- Différence entre architectures
- Définition et lancement de noyau de calcul
- Communication entre l'hôte et le périphérique
- Étude de cas avec OpenCL (ou équivalent)

Évaluation

Description	Pondération (%)	Échéance
Quiz 1	5	19 octobre 2023
Quiz 2	5	30 novembre 2023
Examen mi-session	25	26 octobre 2023
Examen final	25	14 décembre 2023
TP1	10	29 septembre 2023
TP2	10	20 octobre 2023
TP3	10	10 novembre 2023
TP4	10	8 décembre 2023

Les sujets pour des travaux pratiques vont dépendre du matériel et de l'environnement disponible pour leur réalisation.

Les travaux pratiques sont à réaliser seul ou en équipe de deux. Il est important que chaque personne comprenne bien les laboratoires et les travaux pratiques, car ils feront l'objet de questions aux examens. Le rapport et le code doivent être remis sur Moodle. Attention : aucune remise ne pourra être faite après la date limite fixée dans Moodle.

En cas de divergences avec l'entente d'évaluation, les modalités de l'entente d'évaluation prévalent.

Information sur les Services à la vie étudiante

Services. Les services à la vie étudiante accompagnent les étudiantes et les étudiants dans la réussite de leur parcours universitaire.

Bureau. Bureau des services-conseils (**soutien psychologique, bien-être aux études, information scolaire et insertion professionnelle, orientation, emploi**) : pour prendre rendez-vous, communiquez au 514 987-3185 ou par courriel à services-conseil@uqam.ca.

Aide financière. Bureau de l'**aide financière** : pour prendre rendez-vous, écrivez à aidefinanciere@uqam.ca.

Bourses d'études. Concernant les **bourses**, pensez à consulter Le Répertoire institutionnel des bourses d'études (RIBÉ) et écrivez à bourse@uqam.ca pour toute question.

Informations générales. Consultez les informations et l'ensemble des coordonnées et services offerts par les Services à la vie étudiante à l'adresse suivante : vie-etudiante@uqam.ca.

Politique d'absence aux examens

Reprise d'examen. L'autorisation de reprendre un examen en cas d'absence est de **caractère exceptionnel**. Pour obtenir un tel privilège, l'étudiant.e doit avoir des motifs sérieux et bien justifiés.

Conflits d'horaire. Il est de la responsabilité de l'étudiant.e de ne pas s'inscrire à des cours qui sont en conflit d'horaire, tant en ce qui concerne les séances de cours ou d'exercices que les examens. **De tels conflits d'horaire ne constituent pas un motif justifiant une demande d'examen de reprise.**

Procédure. L'étudiant.e absent.e lors d'un examen doit, dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la date de l'examen, présenter une demande de reprise en utilisant le formulaire prévu, disponible sur <http://info.uqam.ca/repriseexamen/>.

Pièces justificatives. Dans le cas d'une absence pour raison médicale, l'étudiant.e doit joindre un certificat médical original et signé par le médecin décrivant la raison de l'absence à l'examen. Les dates d'invalidité doivent être clairement indiquées sur le certificat. Une vérification de la validité du certificat pourrait être faite. Dans le cas d'une absence pour une raison non médicale, l'étudiant.e doit fournir les documents originaux expliquant et justifiant l'absence à l'examen ; par exemple, lettre de la Cour en cas de participation à un jury, copie du certificat de décès en cas de décès d'un proche, etc. Toute demande incomplète sera refusée. Si la direction du programme d'études de l'étudiant.e constate qu'un.e étudiant.e a un comportement récurrent d'absence aux examens, l'étudiant.e peut se voir refuser une reprise d'examen.

Pour plus d'informations. Consulter la page <http://info.uqam.ca/politiques>.

Règlement numéro 18 sur les infractions de nature académique (extraits)

Tout acte de plagiat, fraude, copiage, tricherie ou falsification de document commis par une étudiante, un étudiant, de même que toute participation à ces actes ou tentative de les commettre, à l'occasion d'un examen ou d'un travail faisant l'objet d'une évaluation ou dans toute autre circonstance, constituent une infraction au sens de ce règlement.

La liste non limitative des infractions est définie comme suit :

- la substitution de personnes ;
- l'utilisation totale ou partielle du texte d'autrui en la faisant passer pour sien ou sans indication de référence ;
- la transmission d'un travail pour fins d'évaluation alors qu'il constitue essentiellement un travail qui a déjà été transmis pour fins d'évaluation académique à l'Université ou dans une autre institution d'enseignement, sauf avec l'accord préalable de l'enseignante, l'enseignant ;
- l'obtention par vol, manoeuvre ou corruption de questions ou de réponses d'examen ou de tout autre document ou matériel non autorisés, ou encore d'une évaluation non méritée ;
- la possession ou l'utilisation, avant ou pendant un examen, de tout document non autorisé ;
- l'utilisation pendant un examen de la copie d'examen d'une autre personne ;
- l'obtention de toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle ;
- la falsification d'un document, notamment d'un document transmis par l'Université ou d'un document de l'Université transmis ou non à une tierce personne, quelles que soient les circonstances ;
- la falsification de données de recherche dans un travail, notamment une thèse, un mémoire, un mémoire-crédation, un rapport de stage ou un rapport de recherche ;
- Les sanctions reliées à ces infractions sont précisées à l'article 3 du Règlement no 18.

Les règlements concernant le plagiat seront strictement appliqués. Pour plus de renseignements :

- <http://www.infosphere.uqam.ca/rediger-un-travail/eviter-plagiat>
- <http://r18.uqam.ca/>

Politique no 16 visant à prévenir et combattre le sexisme et les violences à caractère sexuel

Les violences à caractère sexuel se définissent comme étant des comportements, propos et attitudes à caractère sexuel non consentis ou non désirés, avec ou sans contact physique, incluant ceux exercés ou exprimés par un moyen technologique, tels les médias sociaux ou autres médias numériques. Les violences à caractère sexuel peuvent se manifester par un geste unique ou s'inscrire dans un continuum de manifestations et peuvent comprendre la manipulation, l'intimidation, le chantage, la menace implicite ou explicite, la contrainte ou l'usage de force.

Les violences à caractère sexuel incluent, notamment :

- la production ou la diffusion d'images ou de vidéos sexuelles explicites et dégradantes, sans motif pédagogique, de recherche, de création ou d'autres fins publiques légitimes ;
- les avances verbales ou propositions insistantes à caractère sexuel non désirées ;
- la manifestation abusive et non désirée d'intérêt amoureux ou sexuel ;
- les commentaires, les allusions, les plaisanteries, les interpellations ou les insultes à caractère sexuel, devant ou en l'absence de la personne visée ;
- les actes de voyeurisme ou d'exhibitionnisme ;
- le (cyber) harcèlement sexuel ;
- la production, la possession ou la diffusion d'images ou de vidéos sexuelles d'une personne sans son consentement ;
- les avances non verbales, telles que les avances physiques, les attouchements, les frôlements, les pincements, les baisers non désirés ;
- l'agression sexuelle ou la menace d'agression sexuelle ;
- l'imposition d'une intimité sexuelle non voulue ;
- les promesses de récompense ou les menaces de représailles, implicites ou explicites, liées à la satisfaction ou à la non-satisfaction d'une demande à caractère sexuel.

Pour consulter la politique no 16

https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique_no_16.pdf

Pour obtenir de l'aide, faire une divulgation ou une plainte

Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement
514-987-3000, poste 0886

Pour obtenir la liste des services offerts à l'UQAM et à l'extérieur de l'UQAM

<https://harcelement.uqam.ca>

Soutien psychologique (Services à la vie étudiante)

514-987-3185
Local DS-2110

CALACS Trêve pour Elles – point de services UQAM

514 987-0348
calacs@uqam.ca
<http://trevepourelles.org>

Service de la prévention et de la sécurité

514-987-3131

Politique no 44 d'accueil et de soutien des étudiant.e.s en situation de handicap

Politique. Par sa politique, l'Université reconnaît, en toute égalité des chances, sans discrimination ni privilège, aux étudiant.e.s en situation de handicap, le droit de bénéficier de l'ensemble des ressources du campus et de la communauté universitaire, afin d'assurer la réussite de leurs projets d'études, et ce, dans les meilleures conditions possibles. L'exercice de ce droit est, par ailleurs, tributaire du cadre réglementaire régissant l'ensemble des activités de l'Université.

Responsabilité de l'étudiant.e. Il incombe aux étudiant.e.s en situation de handicap de rencontrer les intervenant.e.s (conseiller.ère.s à l'accueil et à l'intégration du Service d'accueil et de soutien des étudiant.e.s en situation de handicap, professeur.e.s, chargé.e.s de cours, direction de programmes, associations étudiantes concernées, etc.) qui pourront faciliter leur intégration à la communauté universitaire ou les assister et les soutenir dans la résolution de problèmes particuliers en lien avec les limitations entraînées par leur déficience.

Service d'accueil et de soutien aux étudiant.e.s en situation de handicap. Le Service d'accueil et de soutien aux étudiant.e.s en situation de handicap (SASESH) offre des mesures d'aménagement dont peuvent bénéficier certains étudiant.e.s. Il est fortement recommandé aux de se prévaloir de ces services afin de réussir ses études, sans discrimination. Pour plus d'information, visiter le site de ce service : <https://vie-etudiante.uqam.ca/etudiant-situation-handicap/nouvelles-ressources.html> et celui de la politique institutionnelle d'accueil et de soutien aux étudiant.e.s en situation de handicap : https://instances.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/47/2018/05/Politique_no_44.pdf

Il est important d'informer le SASESH de votre situation le plus tôt possible :

- En personne : 1290, rue Saint-Denis, Pavillon Saint-Denis, local AB-2300
- Par téléphone : 514 987-3148
- Par courriel : situation.handicap@uqam.ca
- En ligne : <https://vie-etudiante.uqam.ca/>