

Concours externe Inria 2013

Arrêté du 15 avril 2013

**Postes Roc4 et Roc7, Chef de projet ou expert en développement et déploiement
d'applications (E1B22)**

Accès au corps des Ingénieurs de Recherche

Epreuve du 27 juin 2013

Note sur 20 – Coefficient 3 – Durée 3 heures

La notation prendra en compte la qualité des réponses, mais aussi la rédaction, la présentation, le style et l'orthographe.

Veuillez respecter l'anonymat dans les réponses.

Ne pas omettre de noter votre numéro d'ordre sur les feuilles intercalaires.

Exercice 1 (6 points)

Une équipe de recherche Inria a développé un ensemble de logiciels à titre de démonstration de ses activités de recherche.

Sur une base commune mettant en oeuvre les algorithmes liés à l'activité de recherche, les développements ont donné lieu à la réalisation de plusieurs logiciels indépendants, chacun de ces logiciels ayant été réalisé pour satisfaire les besoins d'une démonstration particulière (spécifique en terme de fonctionnalités ou de cas d'application).

Les composants logiciels actuellement détenus par l'équipe de recherche comprennent :

- des modules métier codés en C, en C++ et en Fortran, par des membres permanents de l'équipe, mais aussi par plusieurs générations de doctorants et d'ingénieurs présents pour un ou deux ans et partis ensuite ;
- plusieurs versions correspondant à des cas de démonstrations ou à des tests spécifiques ;
- l'essentiel du code (notamment la majorité des modules métiers) sur un serveur svn du projet, mais aussi des composants liés à des versions spécifiques restées dans le répertoire commun du projet, voire dans les répertoires personnels de certains auteurs ;
- une interface graphique écrite en `tk`, qui ne correspond plus aux standards actuels, et avec pratiquement autant de variantes que de cas de démonstrations.

L'équipe de recherche fait appel à un ingénieur du Service d'Expérimentation et de Développement, pour réorganiser et pérenniser le code existant, ajouter de nouvelles fonctionnalités métier, et disposer d'une interface graphique plus élégante et conviviale, potentiellement accessible comme un service web.

Vous êtes cet ingénieur : expliquez votre démarche, vos priorités et vos choix techniques pour atteindre ces objectifs.

Exercice 2 (4 points)

La suite de Fibonacci est une suite d'entiers dans laquelle chaque terme est la somme des deux termes qui le précèdent. Elle commence généralement par les termes 0 et 1 (parfois 1 et 1) et ses premiers termes sont : 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, etc.

Écrire, en pseudo-code ou dans le langage de votre choix, le programme qui calcule le $n^{\text{ième}}$ terme de cette suite, de deux manières différentes, dont une utilisant la récursivité.

Vous décrierez les avantages et les inconvénients de ces deux versions.

Exercice 3 (4 points)

Vous devez faire une présentation à des ingénieurs débutants, sur la gestion de version: ses principes et concepts, ses avantages, les différents outils disponibles. L'exposé doit tenir en 30 minutes, questions de l'auditoire comprises.

- Donnez un plan de la présentation avec le timing prévu ;
- Donnez également un résumé en français et en anglais de 10 lignes maximum chacun.

Exercice 4 (6 points, concours Roc4 uniquement)

Introduction

La méthode des éléments finis de frontière, ou BEM - Boundary Element Method - en anglais, est une méthode de résolution numérique. Elle se présente comme une alternative à la méthode des éléments finis avec la particularité d'être plus intéressante dans les domaines de modélisation devenant infinis. On l'utilise en acoustique pour simuler par exemple les phénomènes de diffraction d'une onde sonore autour du visage d'un auditeur. On l'utilise aussi dans le domaine militaire pour calculer la signature radar des avions. Dans les deux cas, le domaine physique du problème est l'espace tout entier, et l'approximation numérique de la solution, qui nécessite un maillage très fin de la surface de l'obstacle, conduit à la résolution d'un système linéaire de grande taille, à matrice pleine.

Exercice

On considère le système linéaire $A \times x = b$ dans lequel $A \in \mathfrak{R}^{n \times n}$ est une matrice symétrique définie positive et $b \in \mathfrak{R}^n$ un vecteur. On supposera dans la suite que **tous** les coefficients de A sont différents de zéro.

Pour calculer le vecteur x , on utilise l'algorithme (1) suivant :

initialisation

$$x^0 \in \mathfrak{R}^n$$

itérations : pour $k = 0, 1, \dots$ faire

$$r^k = b - Ax^k$$

$$\alpha_k = (r^k, r^k) / (Ar^k, r^k)$$

$$x^{k+1} = x^k + \alpha_k r^k$$

fin

Cet algorithme converge vers le vecteur x quel que soit le vecteur initial x^0 . Le nombre d'itérations nécessaires pour obtenir la solution dépend du critère d'arrêt choisi ; on ne discutera pas de ce point ici, mais on supposera que ce nombre d'itérations est toujours au moins égal à n .

On envisage de mettre en œuvre l'algorithme (1) pour de grandes valeurs de n ($n \gg 10^6$), sur des ordinateurs parallèles ayant différentes architectures.

- Q1. Mettre en évidence les opérations algébriques présentes dans l'algorithme (1), et évaluer leur coût calcul en fonction du nombre d'inconnues n . Quels sont les tableaux nécessaires à la réalisation des calculs ? Évaluer le coût de stockage associé.
- Q2. On commence par utiliser un cluster de calcul à mémoire distribuée. Comment gérer les différents tableaux et les contraintes qui en découlent sur les opérations ? Quel langage de programmation est le mieux adapté ?
- Q3. Écrire une version détaillée de l'algorithme (1) adaptée à la mémoire distribuée, en précisant les étapes de communication.
- Q4. On utilise maintenant une machine à mémoire partagée. Quel langage de programmation est le mieux adapté ? Quels avantages peut-on tirer de ce type de machine ? Comment en tirer le meilleur profit pour mettre en œuvre l'algorithme (1) ?
- Q5. Écrire une version détaillée de l'algorithme (1) adaptée à la mémoire partagée, en précisant les étapes de parallélisation.
- Q6. Écrire une nouvelle version de l'algorithme (1) qui diminue le nombre d'opérations.

Exercice 5 (6 points, concours Roc7 uniquement)

Vous devez assister une équipe Inria sur un projet de partenariat industriel relatif à la conception d'une voiture intelligente.

Une première partie du projet est relative à la conception du système informatique embarqué. Ce système devra assurer (i) des fonctions bas niveau liées à la conduite-maîtrise du véhicule, (ii) des fonctions de communication avec l'environnement extérieur et (iii) des fonctions d'aide au conducteur, notamment celles relatives à l'interface homme-machine.

Pour des raisons de coût du produit final, on souhaite minimiser le nombre de cartes informatiques. De fait, l'ensemble des fonctions doit être intégré sur une même architecture multiprocesseur à mémoire partagée. En ce qui concerne le logiciel, de multiples piles protocolaires et applications

existantes développées par des tiers vont devoir être intégrées sans avoir à être modifiées. Notamment, on veut pouvoir intégrer des applications existantes de type réseaux sociaux ou cartes géographiques s'exécutant sur les systèmes d'exploitation patrimoniaux.

- Q1. Décrire (i) les contraintes de qualité de service liées à la mise en oeuvre de chaque fonctionnalité, (ii) celle relatives à l'intégration commune de l'ensemble des fonctions.
- Q2. Décrire les défis liés (i) à l'utilisation d'une architecture multicoeur et (ii) au besoin d'intégration transparente des logiciels existants.
- Q3. Proposer une solution en ce qui concerne le niveau système d'exploitation du système embarqué qui puisse satisfaire les exigences du projet en matière de qualité de service et de support de la transparence. Quels sont les défis systèmes à résoudre, quelles solutions proposez-vous ?

Dans une deuxième partie du projet, on souhaite développer une application de gestion de flottes de véhicules en location libre-service de courte durée.

- Q4. Proposez une architecture de système distribué en terme de solutions réseau et protocoles et équipements pour cette application.
- Q5. Proposez l'architecture logicielle permettant de développer cette application. La solution développée devra pouvoir passer dynamiquement à l'échelle avec le nombre de véhicules déployés.