
UNIVERSITÉ
DE
FRANCHE-COMTÉ

*Laboratoire d'Informatique LIFC
Rue Engel Gros, B.P 527
90016, Belfort Cedex - France*

Jacques BAH

Le 20 Novembre 2005

Phone: +(33) 3 84 58 77 94

Fax: +(33) 3 84 58 77 32

Courriel: jacques.bahi@univ-fcomte.fr

Rapport sur le mémoire de thèse de Mademoiselle Hélène Renard

*Équilibrage de charge et redistribution de données sur plates-formes
hétérogènes*

Le mémoire de Mademoiselle Hélène Renard est constitué de cinq chapitres dont un chapitre introductif et un chapitre consacré à l'état de l'art dans le domaine de l'équilibrage de charge et la redistribution.

Le cadre informatique est celui des réseaux hétérogènes de processeurs distants (grilles de calcul). La candidate s'intéresse à l'équilibrage de charge et à la redistribution de données dans de tels environnements en tenant compte de l'hétérogénéité des machines et des réseaux de communications les interconnectant. Les résultats de recherche de cette thèse sont applicables, notamment, à la résolution de problèmes scientifiques par des algorithmes itératifs. L'équilibrage de charge est une problématique faisant l'objet d'intenses recherches, elle intéresse tout particulièrement le chercheur et l'ingénieur souhaitant résoudre des problèmes de tailles importantes, en parallèle, sur des machines communiquant entre elles. Le but est alors de trouver la répartition optimale des données sur les machines, l'optimalité est à prendre, dans ce manuscrit, dans le sens de la minimisation du temps de traitement total (calculs et communications). L'originalité des travaux de recherche présentés dans ce mémoire, résident dans :

- la prise en compte, à la fois, de l'hétérogénéité des réseaux de communication et des processeurs,
- la redistribution optimale de données dans le cas d'une plate-forme dynamique (dans le sens du chapitre 4, i.e. changement des paramètres de performance des réseaux de communication et des processeurs.)

Dans tout le manuscrit, la charge à équilibrer est statique. Aux chapitres 3 et 4, le graphe de connexion des processeurs est statique, au chapitre 5, la possibilité d'un graphe de connexion dynamique est discutée.

Le contenu du mémoire est décrit ci-dessous.

Chapitre 2

Le but de ce chapitre est de faire l'état de l'art sur les travaux de recherche, en lien avec le sujet de thèse. La candidate rappelle la problématique de l'équilibrage de charge et de la redistribution, elle rappelle les approches dynamiques et statiques pour l'équilibrage de charge, puis l'intérêt des algorithmes de redistribution à travers quelques exemples, ainsi que quelques résultats dans ce domaine.

Chapitre 3

Au chapitre 3, la candidate précise le contexte scientifique de l'équilibrage de charge. Elle se place dans le cadre d'algorithmes itératifs et d'une organisation des processeurs en anneau (logique). Les problèmes de redistribution (chapitre 4), sont difficiles, la candidate se place dans le cadre d'une organisation des processeurs en anneau. Le souhait d'organiser les processeurs en anneau se justifie pleinement dans le cadre des algorithmes itératifs. En effet, considérer un problème scientifique dont l'inconnue se trouve dans un domaine de R^n , décomposer ce domaine en sous-domaines adjacents organisés en anneau, résoudre itérativement le problème global en affectant la résolution de chaque sous problème à un processeur, implique une organisation en anneau des processeurs. Les travaux de Hélène Renard sont donc applicables à une large classe d'algorithmes, en particulier, itératifs.

Il serait, à mon avis, intéressant d'explorer le type d'approches à utiliser afin de concevoir des algorithmes numériques itératifs pouvant bénéficier des travaux de recherche menés par Mademoiselle Hélène Renard, mais ceci n'est pas l'objet de la thèse de la candidate.

Dans ce chapitre, la modélisation des problèmes d'équilibrage de charge est faite, les coûts et les paramètres des calculs et des communications sont pris en compte. La candidate montre que dans le cas d'une plate-forme hétérogène dont le graphe est complet (problème SliceRingDec), le problème de minimisation du temps total d'une itération est NP-complet. Elle propose ensuite deux heuristiques en temps polynomial pour résoudre le problème d'optimisation en question. Le problème est plus difficile dans le cas d'une plate-forme quelconque dans laquelle les liens peuvent être partagés (problème SharedRing), la candidate prouve que le problème est NP-complet et propose une heuristique prenant en compte la contention des liens de communication .

Par simulation, les différentes heuristiques sont appliquées à deux plate-formes ayant les caractéristiques des plate-formes de Lyon et de Strasbourg.

Il est alors clairement mis en évidence, que les communications ont un impact important sur les stratégies d'équilibrage de charge.

Chapitre 4

Les plate-formes pouvant changer de caractéristiques en cours de calcul, il est nécessaire de rééquilibrer la charge entre les processeurs, l'objectif du chapitre 4 est de trouver comment réaliser la nouvelle répartition de données imposée par l'algorithme d'équilibrage de charge. L'approche suivie consiste à redistribuer sur les processeurs les données nécessaires à l'obtention du nouvel équilibre. Notons que la plate-forme est semi-dynamique dans le sens où seules les caractéristiques des machines et des liens de communication peuvent changer : Il n'y a pas recherche d'un nouvel anneau logique. Les processeurs sont toujours organisés en anneau.

Quatre cas sont étudiés : monodirectionnel et bidirectionnel, homogène et hétérogène. Des algorithmes optimaux ont été fournis dans les cas monodirectionnel homogènes et hétérogènes. Concernant, le cas bidirectionnel, le problème dans le contexte homogène a été résolu, un algorithme optimal a été donné. Le cas où les liens de communication sont hétérogènes et bidirectionnels a été résolu sous l'hypothèse "redistribution légère", c'est à dire dans le cas où le nombre de données envoyées par un processeur de l'anneau est inférieur ou égal au nombre de données qu'il possédait avant l'exécution de l'algorithme. Dans le cas général où cette hypothèse n'est pas satisfaite, la candidate propose une heuristique ramenant le problème au cas d'une redistribution légère mais la recherche d'un algorithme optimal reste un problème ouvert.

Il faut noter la complexité d'une telle problématique et la démarche minutieuse entreprise pour envisager les différents cas de figures afin d'aboutir à l'algorithme 4.3. en particulier.

Chapitre 5

Le chapitre 5 est un chapitre qui aborde le problème d'équilibrage et de redistribution dans le cas où la plate-forme est dynamique. Dans ce cas, en plus de la variation des caractéristiques de performance de la plate-forme, le nombre de processeurs peut varier suite par exemple, à des pannes, des surcharges de lien de communication ou l'apparition de nouvelles machines. Des pistes sont discutées, il s'agit, soit de solutions locales basées par exemple sur une démarche incrémentale consistant à remplacer le processeur le plus pénalisant par un autre processeur ne figurant pas dans l'anneau, soit de solutions globales qui reviennent à reconsidérer le problème dans sa totalité. Ce chapitre est un chapitre de perspectives qui ouvre sur d'intéressantes problématiques et de possibles solutions demandant à être évaluées.

Avis

La candidate présente ses travaux de recherche avec rigueur et clarté. Les résultats de NP-complétude ainsi que les algorithmes présentés dans son mémoire sont très importants pour la communauté du parallélisme et du calcul distribué. Pour résoudre les problèmes complexes des chapitres 3 et 4, il a fallu recourir à des raisonnements théoriques et à des solutions techniques minutieuses.

Le chapitre 5 ouvre la voie à des recherches intéressantes, complexes et prometteuses.

Deux articles ont été publiés dans des revues internationales importantes, quatre autres articles l'ont été dans les actes de congrès internationaux reconnus.

Pour toutes ces raisons je donne un avis extrêmement favorable à la soutenance de thèse de Mlle Hélène Renard.

Jacques M. Bahi,
Professeur d'Informatique.
Laboratoire d'Informatique de
l'Université de Franche-Comté.