

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITÉ MOHAMED KHIDER
BISKRA**



**Faculté des sciences et des sciences de l'ingénieur
Département d'informatique**

N° Ordre

N° Série

Thèse de Doctorat

Équilibrage de charge et heuristiques de placement/ordonnancement dans les systèmes distribués hétérogènes

Réalisée par:

Mme Rachida SAOULI

Soutenue le: 02/03/2008

Membres du jury:

BETTAZ	Mohamed	Professeur	Président	I.N.I-Alger
HENNI	Abderazzak	Maître de conférence	Rapporteur	INI-Alger
AKIL	Mohamed	Professeur	Co-Rapporteur	ESIEE-Paris
LASKRI	Mohamed Tayeb	Professeur	Examineur	U. Annaba
DJEDI	NourEddine	Professeur	Examineur	U.Biskra
BADECHE	Nadjib	Professeur	Examineur	USTHB – Alger
CHERIF	Foudil	Maître de conférence	Examineur	U.Biskra

2007/2008

Résumé

Nous nous sommes intéressé dans ce travail à l'allocation statique dans les systèmes distribués telles que les tâches sont soumises à des contraintes de précédences. Dans ce cadre il est nécessaire de supposer que tous les scénarios d'exécution permettent de satisfaire les contraintes temporelles tout en minimisant le coût et la taille de l'architecture matérielle aussi bien qu'une meilleure utilisation de ses ressources. Dans ce problème d'allocation de ressources (placement et ordonnancement), connu comme un problème NP-complet, la satisfaction des critères citées peut être contradictoire. Pour la résolution de ce problème nous proposons, dans ce travail, un système multi-agents générique qui constitue une composante dynamique couplé avec une heuristique statique d'ordonnancement afin d'intégrer le critère d'équilibrage de charge. Ainsi le besoin d'un modèle dynamique nous est apparu en considérant les heuristiques basées sur du 'list scheduling' notamment celle considérée dans la méthodologie AAA (Algorithme Adéquation Architecture). Nous avons réalisé une analyse expérimentale sous l'environnement de programmation parallèle PVM (Parallel Virtual Machine) pour mettre en œuvre et montrer l'intérêt de notre méthode.

ملخص

نهتم من خلال هذا العمل بمشكلة التوزيع الساكن والمتعدد المعايير، في الأنظمة الموزعة ذات الوقت الفعلي حيث تكون المهمات خاضعة لعلاقة المرجعية. في هذا الإطار، من الضروري افتراض قبل التنفيذ، أن كل سيناريوهات المعالجة تحترم الشروط الوقتية للوصول إلى تحقيق الحد الأدنى من كلفة استعمال الآلة الموزعة، ناهيك عن الاستعمال الأحسن لإمكاناتها. وبخصوص هذه المسألة التي تصنف صعوبتها بهذا المصطلح «NP-Compleat»، يعتبر تحقيق المعايير المنسوبة إليها أمرا متناقضا. من أجل حل هذا الإشكال، نطرح نظاما ديناميكيا معتمدا على مفهوم «multi agents» إدراج خاصة معيار «load balancing»، بعدما اعتمدنا أساسا على طرق الاستنباط في لائحة التخصيص. لقد أتمنا ذلك باعتبار الطرق الاستنباطية التي تعتمد على استعمال مدة تنفيذ المهام (العمليات) وبالأخص الطريقة «AAA (Algorithme Adéquation Architecture)». تم تنفيذ تحليلا تجريبيا عن طريق البرمجة بالتوازن بواسطة «PVM: Virtual Machine Parallel» حيث أوضحنا أهمية نظامنا.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	7
Chapitre 1. Présentation du problème d'équilibrage de charge dans les systèmes distribués.	11
1.1. Principes d'un algorithme d'allocation de processeur	11
1.2. Classification des approches de distribution de charge	14
1.2.1. Approche centralisée et approche distribuée	14
1.2.2. Approche statique et approche dynamique	15
1.2.3. Partage de charge et équilibrage de charge	15
1.2.4. Stratégies source-initiative et receveur-initiative	16
1.3. Politiques de distribution de charge	17
1.3.1. Politique d'information	17
1.3.2. Politique de localisation	18
1.3.3. Politique de sélection	18
1.3.4. Politique de transfert	19
1.4. Caractérisation de la charge de travail	20
1.5. Aperçu des travaux de recherché	21
1.6. Conclusion	24
Chapitre 2. Les systèmes multi-agents	25
2.1 Notion d'agent	25
2.2 L'intelligence des agents	26
2.3 Interactions entre agents	26
2.4 La communication entre agents	28
2.5 Architecture des agents	29
2.5.1 Structure conceptuelle des agents	29
2.5.2 Architecture BDI	32
2.6 La programmation orientée agent	37

2.7 Les SMA et le temps réel	38
2.7.1 Approche Anytime	39
2.7.2 Approche à base de tableaux noirs	40
2.8 Conclusion	41
Chapitre 3. Présentation de la méthodologie Algorithme Architecture Adéquation	42
3.1 Systèmes distribués	42
3.2 La méthodologie Algorithme Architecture Adéquation	44
3.2.1 Modèle d'architecture	44
3.2.1.1 Description	46
3.2.1.2 Exemples de graphe d'architecture	49
3.2.2 Modèle d'algorithme	51
3.2.3 Modèle d'implantation	54
3.3 Problème de placement/ordonnancement et la méthodologie AAA	54
3.3.1 Classification des méthodes de résolutions des problèmes d'ordonnancement	55
3.3.2. L'ordonnancement : un problème NP-difficile	56
3.4. Conclusion	58
Chapitre 4. Heuristiques pour la résolution du problème d'ordonnancement	59
4.1 Méthodes de résolution des problèmes d'ordonnancement	60
4.1.1 Méthodes exactes	60
4.1.2 Méthodes approchées	61
4.1.3 Présentation du problème d'allocation de ressources	64
4.2. Importance du chemin critique	65
4.3. Méthodes gloutonnes	67
4.3.1 Principe des algorithmes de liste	67
4.3.2 Principe des algorithmes de clustering	70
4.4. Exemples d'algorithmes de clustering	71
4.5. Méthodes de voisinage	73
4.6 Conclusion	76

Chapitre 5. Système d'équilibrage de charge et heuristique d'optimisation de la latence	77
5.1. Caractérisation	77
5.2. Calcul des dates	78
5.3. Présentation de l'algorithme d'ordonnancement	81
5.4. Le système multi agents multi critères (SMA-MC)	83
5.4.1 Le modèle générale du SMA	83
5.4.2 Description logique de l'agent	85
5.5. Équilibrage de charge et La méthodologie AAA	86
5.5.1 Principe de l'approche	88
5.5.2 Règles établies dans les stratégies	89
5.5.3 Choix des schémas de précedence pour l'équilibrage de charge	91
5.6. Conclusion	94
Chapitre 6. Évaluation du système d'équilibrage de charge sous XPVM	95
6.1. PVM : Brève introduction	95
6.2. La communication entre les tâches pvm	96
6.3. Comparaison du système d'équilibrage sur des exemples d'application	98
CONCLUSION	103
ANNEXE	
BIBLIOGRAPHIE	