

Gestion dynamique des grilles informatiques: Application à la gestion d'énergie

Soutenance de stage

Fabien Hermenier

EMN-INRIA/LINA

4 septembre 2006

Résumé I

Les grilles informatiques [D. Thain et M. Livny, 2003]

- Fédérations de machines répondant à un besoin de puissance ponctuel
- Architecture fortement hétérogène, liée par un framework

La gestion de l'énergie dans les grilles

- Fonctionne tout de même en permanence, mais pas de façon optimale
- L'énergie à un coût
- Différentes stratégies applicables, difficilement implémentable dans des grilles

Résumé II

Nous pensons que la virtualisation permet de palier aux inconvénients de l'approche actuelle pour le développement de certains services bas niveaux :

- Ajoute une couche d'abstraction permettant de masquer l'hétérogénéité des systèmes
- Facilite le déploiement et le re-déploiement des applications
- Validation par le développement d'un service d'économie d'énergie

- 1 Les grilles informatiques
- 2 Un service d'économie d'énergie
 - Présentation
 - Aperçu des solutions
 - Conclusion
- 3 La virtualisation
- 4 Entropy
 - Architecture
 - Évaluation
- 5 Conclusion Générale

Motivations

Une adaptation aux besoins

- Une augmentation constante des besoins(calcul, stockage)
- Des besoins ponctuels qui n'imposent pas l'acquisition

Une organisation virtuelle

- Association de plusieurs organismes mettant à disposition une partie de leur architecture et de leur ressources.
- Environnement fortement hétérogène et distribué
- Basée sur les architectures logicielles
- Différentes orientations et types de grilles (dépendant du framework)

Le développement de services pour grilles

Une approche centrée sur les frameworks :

- Nécessite l'adaptation des applications
- Spécialise la grille (orientée donnée, objets distribuées, ...)
- Impose un environnement de développement
- Lien fort entre outils de gestion et utilisation de la grille
- Pas/peu d'accès à la couche système ou matérielle

Il est difficile d'agir sur l'architecture-même de la grille. Certains services nécessitent de manipuler des abstractions bas niveaux comme un service d'économie d'énergie

Le développement de services pour grilles

Une approche centrée sur les frameworks :

- Nécessite l'adaptation des applications
- Spécialise la grille (orientée donnée, objets distribuées, ...)
- Impose un environnement de développement
- Lien fort entre outils de gestion et utilisation de la grille
- Pas/peu d'accès à la couche système ou matérielle

Il est difficile d'agir sur l'architecture-même de la grille. Certains services nécessitent de manipuler des abstractions bas niveaux comme un service d'économie d'énergie

- 1 Les grilles informatiques
- 2 Un service d'économie d'énergie
 - Présentation
 - Aperçu des solutions
 - Conclusion
- 3 La virtualisation
- 4 Entropy
 - Architecture
 - Évaluation
- 5 Conclusion Générale

Motivation

- L'augmentation des performances a été plus rapide que l'augmentation des besoins (sous-utilisation)
- La consommation des composants augmente, tout comme le coût de l'énergie
- Les coûts annexes augmentent le coût globale des systèmes (climatisation, entretien)

Un service d'économie d'énergie permet de diminuer les coûts de fonctionnement et d'entretien des systèmes

Motivation

- L'augmentation des performances a été plus rapide que l'augmentation des besoins (sous-utilisation)
- La consommation des composants augmente, tout comme le coût de l'énergie
- Les coûts annexes augmentent le coût globale des systèmes (climatisation, entretien)

Un service d'économie d'énergie permet de diminuer les coûts de fonctionnement et d'entretien des systèmes

Approches

(Semi)matérielle – DVFS

- Adaptation des capacités d'un composant aux besoins
- Fonctionne sur de systèmes isolés(IVS) ou réparties(CVS)
- Nécessite un matériel compatible

Logicielle – VOVO[Pinheiro et al.,2002]

- Solution logicielle pour système répartie
- Adapte le nombre de machines du système aux besoins
- Implémentation au niveau applicatif ou système
- Nécessite un système de distribution des ressources et un système de monitoring

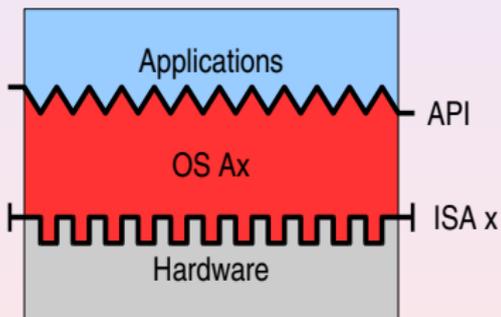
Conclusion

- De solutions existent mais ne sont pas forcément adaptées à toute les architectures (HPC, grilles informatiques)
- Les méthodes efficaces nécessitent la reconfiguration de l'architecture des systèmes
- Les grilles informatique manquent de souplesse au niveau de l'architecture et rends ce type de stratégie inapplicable
 - framework dédié
 - Pas d'accès générique à la couche système des noeuds

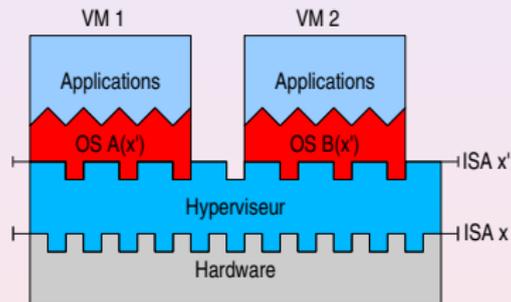
- 1 Les grilles informatiques
- 2 Un service d'économie d'énergie
 - Présentation
 - Aperçu des solutions
 - Conclusion
- 3 La virtualisation**
- 4 Entropy
 - Architecture
 - Évaluation
- 5 Conclusion Générale

Un nouveau niveau d'abstraction

Architecture classique



Architecture virtualisée



Principes [*J. Popek et P. Goldberg, 1974*]

- Ajoute un nouveau niveau d'abstraction entre le matériel et l'OS
- Plusieurs systèmes peuvent cohabiter de façon sûre (protection et isolation)
- Virtualise et distribue les ressources du système (CPU, mémoire, périphériques)

Variantes

- Simulation d'environnement matériel différent possible (émulation)[*QEMU, USENIX'05*]
- Préparation des OS "virtualisable" possible afin d'améliorer les performances [*Xen and the Art of Virtualization, 2003*]
- Implémentation de mécanismes de base possible au niveau matériel (Vanderpool, Pacifica)

La virtualisation dans les grilles

- La généricité apparaît dans un niveau d'abstraction plus bas (niveau hyperviseur vs. niveau applicatif)
- Facilite le déploiement et la modification de l'architecture
- Déplace les services de gestion de grille au niveau de l'hyperviseur

- 1 Les grilles informatiques
- 2 Un service d'économie d'énergie
 - Présentation
 - Aperçu des solutions
 - Conclusion
- 3 La virtualisation
- 4 **Entropy**
 - **Architecture**
 - **Évaluation**
- 5 Conclusion Générale

Un service d'économie d'énergie pour grille virtualisée

Un service de type VOVO requiert

- Un système de distribution des ressources
- Un système de monitoring

La virtualisation apporte

- La migration de domaines comme système de distribution des ressources générique
- Le monitoring de l'hyperviseur comme système de supervision des domaines

Généralités

- Basé sur l'hyperviseur Xen et la librairie Xenstat
- Architecture client/serveur
- Fonctionne en mode boîte noire
- Critère de migration basé sur la consommation en CPU des noeuds et des domaines

Le client

- Installé sur le Domain-0 de chaque noeud
- Récupère des informations sur la distribution des ressources depuis l'hyperviseur
- Envoie des rapports d'activités au moniteur
- Peut manipuler les domaines (démarrage, arrêt et migration) et le noeud (mise hors tension)

Le moniteur

- Récupère et analyse les rapports des clients
- Dispose d'un résumé de l'état de la grille (état physique des noeuds)
- Dispose d'un résumé de l'état de tous les domaines (consommation en ressources)

Le moniteur peut alors décider d'un placement optimale permettant de faire fonctionner les domaines sur un nombre minimale de noeuds.

Le moniteur

- Récupère et analyse les rapports des clients
- Dispose d'un résumé de l'état de la grille (état physique des noeuds)
- Dispose d'un résumé de l'état de tous les domaines (consommation en ressources)

Le moniteur peut alors décider d'un placement optimale permettant de faire fonctionner les domaines sur un nombre minimale de noeuds.

Le moniteur II

L'algorithme VOVO

- Déclenchement par franchissement de seuils (seuil de surcharge ou de sous-charge)
- Concentre les domaines pour une utilisation optimale des ressources de chaque noeud
- Distribue les domaines lorsque les noeuds sont saturés
- Démarre ou arrête les noeuds en cas de besoin de ressources ou de possibilité d'économie

Évaluation

Benchmark

- Logiciel qui charge des clients à un certains niveau de consommation CPU
- Mesure de la consommation CPU sur les noeuds, de l'énergie consommé pour la grille
- Chaque test est réalisé 3 fois (aucun services, IVS, Entropy)

Tests

Environnement statique

- Définition de 70 cas de charges possibles
- La prise de mesure ne tient pas compte du temps d'adaptation des algorithmes

Environnement dynamique

- Utilisation de 4 scénarios de charge différents
- Les temps d'adaptation des stratégies sont pris en compte

Conclusion sur Entropy

Entropy

- Service complètement invisible pour les utilisateurs de la grille
- Qui pourtant reconfigure dynamiquement l'architecture de celle-ci
- Des problèmes de réactivités
- Système basé uniquement sur le critère de consommation CPU

Travaux futurs

- Système multi-critère (mémoire, CPU, réseau)
- Orientation vers un système prédictif
(carte de contrôle EWMA [*Crowder Stephen, 1989*])

- 1 Les grilles informatiques
- 2 Un service d'économie d'énergie
 - Présentation
 - Aperçu des solutions
 - Conclusion
- 3 La virtualisation
- 4 Entropy
 - Architecture
 - Évaluation
- 5 Conclusion Générale

Conclusion

- L'architecture grille est performante et permet de disposer d'une grande puissance de calcul/stockage
- Des contraintes dues à une gestion de la grille centralisée sur un framework
- Des services "systèmes" comme la gestion d'énergie ont besoin d'un accès aux couches basses des grilles
- La couche d'abstraction apportée par la virtualisation résout ces problèmes.

Conclusion

- L'architecture grille est performante et permet de disposer d'une grande puissance de calcul/stockage
- Des contraintes dues à une gestion de la grille centralisée sur un framework
- Des services "systèmes" comme la gestion d'énergie ont besoin d'un accès aux couches basses des grilles
- La couche d'abstraction apportée par la virtualisation résout ces problèmes.

Conclusion

- L'architecture grille est performante et permet de disposer d'une grande puissance de calcul/stockage
- Des contraintes dues à une gestion de la grille centralisée sur un framework
- Des services "systèmes" comme la gestion d'énergie ont besoin d'un accès aux couches basses des grilles
- La couche d'abstraction apportée par la virtualisation résout ces problèmes.

Conclusion

- L'architecture grille est performante et permet de disposer d'une grande puissance de calcul/stockage
- Des contraintes dues à une gestion de la grille centralisée sur un framework
- Des services "systèmes" comme la gestion d'énergie ont besoin d'un accès aux couches basses des grilles
- La couche d'abstraction apportée par la virtualisation résout ces problèmes.