Espace d'addressage global partitionné

Félix-Antoine Ouellet

Université de Sherbrooke

2 octobre 2014

Plan

Explosion de parallélisme

Appareils courants

- Processeurs vectoriels
- Processeurs multi-coeurs
- Accélérateurs

Explosion de parallélisme
Superordinateurs

- Aux portes de l'*exascale computing*

Explosion de parallélisme

Superordinateurs

- Aux portes de l'*exascale computing*
- 10^{18} opérations en virgule flottante par seconde

Explosion de parallélisme

Superordinateurs

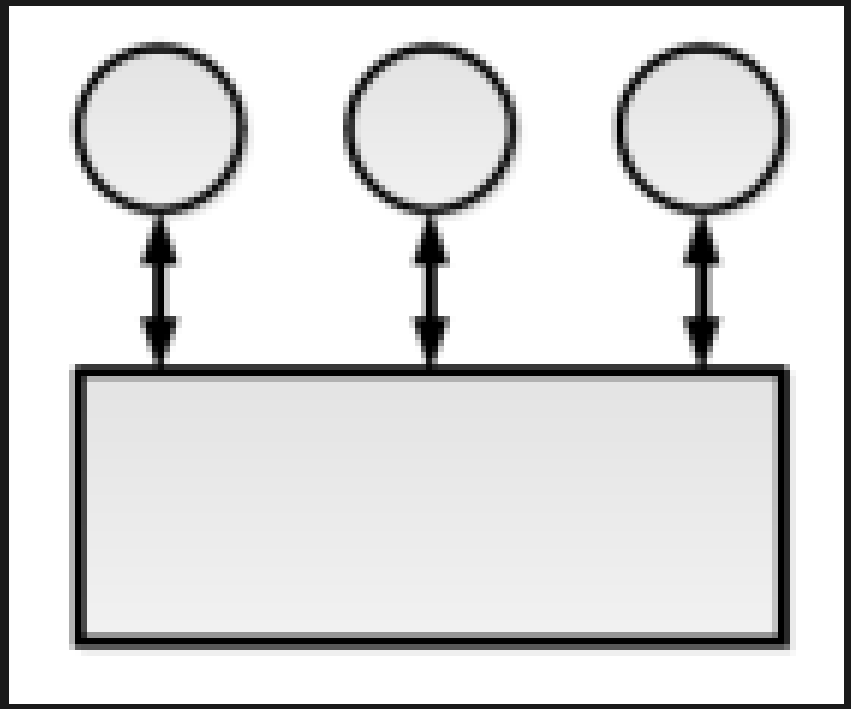
- Aux portes de l'*exascale computing*
- 10^{18} opérations en virgule flottante par seconde
- Potentiellement 1 milliard de *threads* à gérer simultanément

Explosion de parallélisme

Superordinateurs

- Aux portes de l'*exascale computing*
- 10^{18} opérations en virgule flottante par seconde
- Potentiellement 1 milliard de *threads* à gérer simultanément
- Pas nécessairement utiliser par des informaticiens

Programmation parallèle avec mémoire partagée



Programmation parallèle avec mémoire partagée

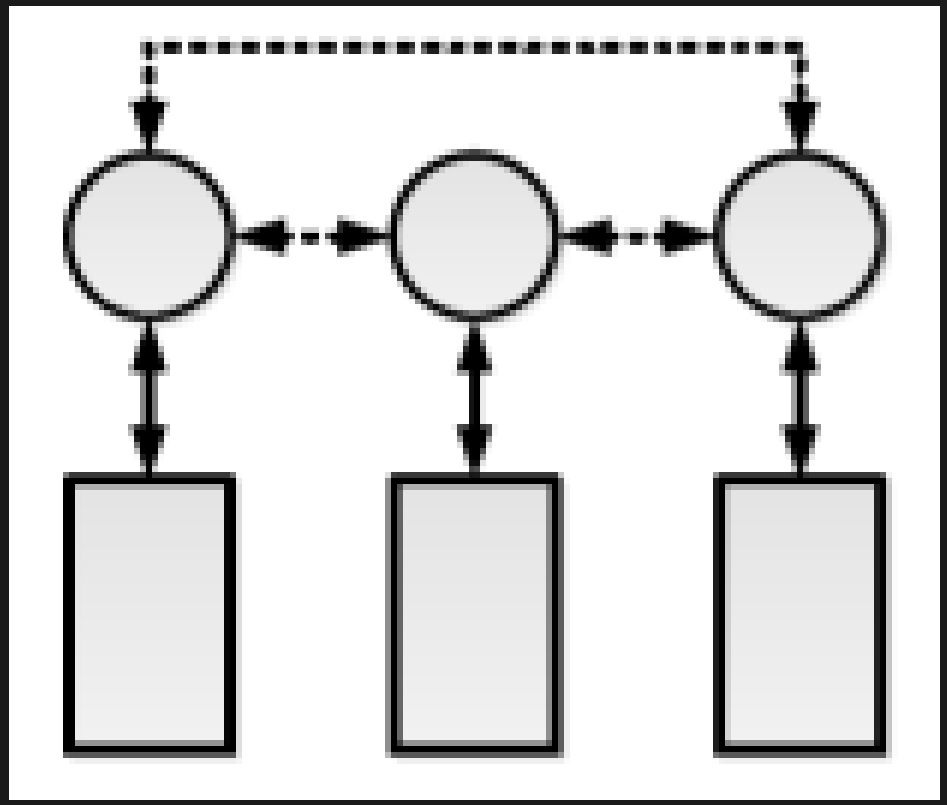
Avantages:

- Raisonnement plus facile
- Unique espace d'addressage

Inconvénients:

- Conditions de course
- N'échelonne pas bien

Programmation parallèle avec mémoire distribuée



Programmation parallèle avec mémoire distribué

Avantages:

- S'échelonne bien
- Pas de conditions de course

Inconvénients:

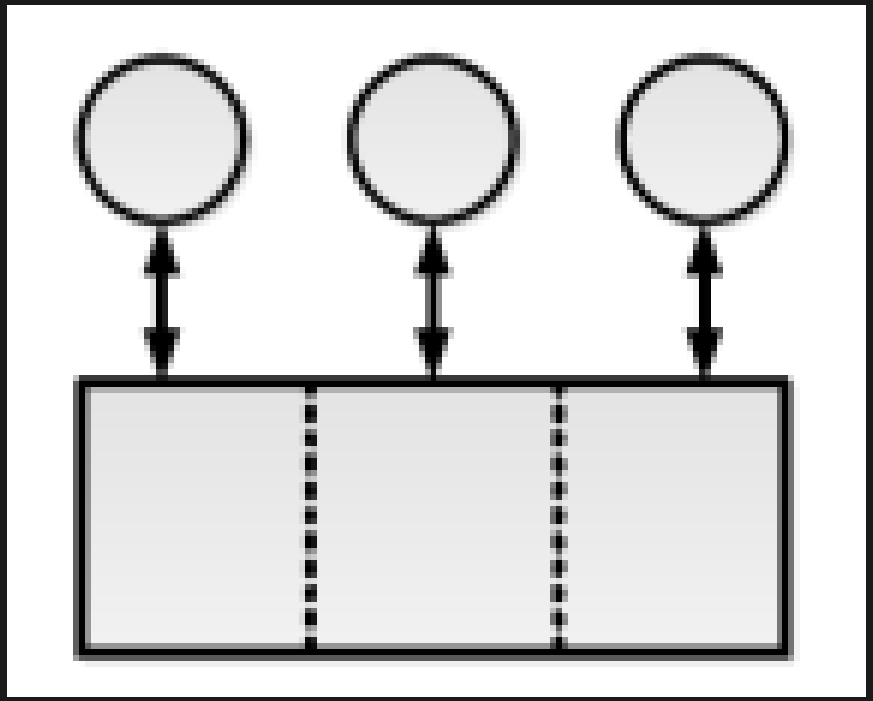
- Doit penser à la distribution des données
- Performance lié au réseau

Programmation parallèle

- Des abstractions de trop bas niveau nuisent à la productivité
- Des abstractions de trop haut niveau nuisent à la performance

Plan

Espace d'addressage global partitionné



Programmation à haut niveau

- L'espace d'addressage apparaît unifié
- Peu de notions de parallélisme
- Le compilateur s'occupe de faire marcher le tout

Programmation à haut niveau

Exemple

```
Vector<int> Add(Vector<int> A,
                Vector<int> B) {
  Vector<int> C;
  parfor(int i = 0; i < 100000000; ++i)
    C[i] = A[i] + B[i];

  return C;
}
```

Programmation à haut niveau

- Pas nécessairement la version optimale qui sera produite
- Par contre, il s'agit de la version qui maximise la productivité

Localité

- Faire la distinction entre ce qui est global et ce qui est local
- Contrôler la distribution des données

Localité

- Faire la distinction entre ce qui est global et ce qui est local
- Contrôler la distribution des données
  - Profiter des hiérarchies mémoire modernes
  - Profiter de divers types de processeurs

Localité

Code

```
global Vector<int> Vec;
global int TotalSum
/*...*/
for(int i = 0; i < nbLocales(); ++i) {
  do on Locale[i] {
    int PartialSum = 0;
    for(int j = 0; j < ; ++j)
      PartialSum += Vec[j];
    TotalSum += PartialSum;
  }
}
```

Tâches
Les bases

- Ensemble d'instructions à exécuter
- Repose sur un *thread pool*
- Possiblement lié à une localité

Tâches
Les bases

```
void Func() {
  int Res = CalculComplexe(this_locale.ID);
  print("Resultat:", Res);
}

for(int j = 0; j < nbLocales(); ++j) {
  do on Locale[j] {
    Func();
  }
}
```

Tâches
Fonctionnalités avancées

- Exploiter le calcul asynchrone
- Créer dynamiquement des tâches
- Invoquer des tâches situées sur une autre localité

Tâches

Fonctionnalités avancées

```
void Func() {
  int Res = 0;
  parfor(int i = 0; i < 100; ++i)
    Res += CalculComplexe(this_locale.ID);
  println("Locale:", this_locale.ID);
  println("Resultat:", Res);
}
do on Locale[3] {
    async Func();
}
println("Locale:", this_locale.ID);
```

Plan

DARPA HPCS

- *High Productivity Computing Systems*
- But: Produire des systèmes informatiques hautement productif pour l'industrie et la sécurité nationale

Chapel
Présentation

- Réponse de Cray au projet HPCS
- Inspiré de langage comme C, C++, C#, Java, Fortran, HPF

Chapel

Exemple - Calcul de PI

```
const numRect = 10000000;
const D : domain(1) = 1..numRect;
const width = 2.0 / numRect;
const baseX = -1 - width/2;
proc rectangleArea(i : int) {
  const x = baseX + i*width;
  return width * sqrt(1.0 - x*x);
}
var halfPI : real;
for i in D {
  halfPI += rectangleArea(i);
}
writeln("Result:",2*halfPI);
```

Plan

Conclusion

- Les nouveaux défis en calcul de haute performance demande de nouvelles réponses

Conclusion

- Les nouveaux défis en calcul de haute performance demande de nouvelles réponses
- L'avènement de l'ère multi-coeurs va forcer les langages de programmation à évoluer