Mémoire transactionnelle logicielle

Félix-Antoine Ouellet

Université de Sherbrooke

23 octobre 2014

Plan

Programmation parallèle traditionnelle

Exemple

```
class Account {
private:
  int m_Balance;
  std::mutex m_Mutex;

public:
  void deposit(int n) {
    m_Mutex.lock();
    m_Balance += n;
    m_Mutex.unlock();
  }

  void withdraw(int n) {
    m_Mutex.lock();
    if (m_Balance >= n) {
      m_Balance -= n;
    }
    m_Mutex.unlock();
  }
};
```

Programmation parallèle traditionnelle

Exemple

```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  From.withdraw(Amount);
  To.deposit(Amount);
}
```

Programmation parallèle traditionnelle

Exemple

```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  From.lock();
  To.lock();
  From.withdraw(Amount);
  To.deposit(Amount);
  From.unlock();
  To.unlock();
}
```

Problèmes

- Problèmes de synchronisation
- Difficile à composer
- Penser parallèle

Plan

Concept

- Suite d'instructions exécutées d'une manière semblable aux transactions dans une base de données

Concept

- Suite d'instructions exécutées d'une manière semblable aux transactions dans une base de données
  - Atomique: Aucun état intermédiaire visible

Concept

- Suite d'instructions exécutées d'une manière semblable aux transactions dans une base de données
  - Atomique: Aucun état intermédiaire visible
  - Isolée: Non affectée par les autres *threads*

Concept
Exemple

```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  atomic {
    From.withdraw(Amount);
    To.deposit(Amount);
  }
}
```

Possible implémentation

Créer un *log* local au *thread* exécutant la section atomique;
repeat
    Exécuter instructions sur une copie courante des variables;
    Valider transaction (atomiquement);
    if *Transaction valide* **then**
        Écrire transaction (atomiquement);
    end
until *Transaction valide*;

Possible implémentation

Exemple

```
From::m_Balance = 10;
To::m_Balance = 10;

atomic {
  From.withdraw(10);
  To.deposit(10);
}
```

Addresse	Valeur	Type

Possible implémentation

Exemple

```
From::m_Balance = 10;
To::m_Balance = 10;

atomic {
  From.withdraw(10);
  To.deposit(10);
}
```

Addresse	Valeur	Type
&From::m_Balance	10	L

Possible implémentation

Exemple

```
From::m_Balance = 10;
To::m_Balance = 10;

atomic {
  From.withdraw(10);
  To.deposit(10);
}
```

Addresse	Valeur	Type
&From::m_Balance	10	L
&From::m_Balance	0	É

Possible implémentation

Exemple

```
From::m_Balance = 10;
To::m_Balance = 10;

atomic {
  From.withdraw(10);
  To.deposit(10);
}
```

Addresse	Valeur	Type
&From::m_Balance	10	L
&From::m_Balance	0	É
&To::m_Balance	10	L

Possible implémentation

Exemple

```
From::m_Balance = 10;
To::m_Balance = 10;

atomic {
  From.withdraw(10);
  To.deposit(10);
}
```

Addresse	Valeur	Type
&From::m_Balance	10	L
&From::m_Balance	0	É
&To::m_Balance	10	L
&To::m_Balance	20	É

Possible implémentation

Exemple

```
From::m_Balance = 10;
To::m_Balance = 10;

atomic {
  From.withdraw(10);
  To.deposit(10);
}
```

Addresse	Valeur	Type
&From::m_Balance	10	L
&From::m_Balance	0	É
&To::m_Balance	10	L
&To::m_Balance	20	É

Possible implémentation

Exemple

```
From::m_Balance = 10;
To::m_Balance = 20;

atomic {
  From.withdraw(10);
  To.deposit(10);
}
```

Addresse	Valeur	Type
&From::m_Balance	10	L
&From::m_Balance	0	É
&To::m_Balance	10	L
&To::m_Balance	20	É

Plan

Avantages

```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  atomic {
    From.withdraw(Amount);
    To.deposit(Amount);
  }
}
```

Avantages

```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  atomic {
    From.withdraw(Amount);
    To.deposit(Amount);
  }
}
/*...*/
atomic {
  transfer(Account1, Account2, 500);
  transfer(Account2, Account3, 300);
}
```

- Composable

Avantages

```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  atomic {
    From.withdraw(Amount);
    To.deposit(Amount);
  }
}
/*...*/
atomic {
  transfer(Account1, Account2, 500);
  transfer(Account2, Account3, 300);
}
```

- Composable
- Évite les *deadlocks*

Avantages

Facilite le raisonnement

Niveau professionnel

```
void transfer(Account & From,
              Account & To,
              int Amount) {
  From.lock();
  To.lock();
  From.withdraw(Amount);
  To.deposit(Amount);
  From.unlock();
  To.unlock();
}
```

Niveau étudiant

```
void transfer(Account & From,
              Account & To,
              int Amount) {
  atomic {
    From.withdraw(Amount);
    To.deposit(Amount);
  }
}
```

Problèmes potentiels

Problèmes d'implémentation et de performance

- Solution avec verrous: Comment être performant?
- Solution sans verrous: Voir présentation précédente
- Solution hybride: Requiert beaucoup de finesse

Problèmes potentiels

Interactions avec code non-transactionnel

// Initialement: x_b = true;

Thread 1

```
atomic {
   x_b = false;
}
x_i = 100;
```

Thread 2

```
atomic {
   if (x_b) {
      x_i = 1;
   }
}
```

Que vaut x à la fin du programme?

Problèmes potentiels

Gestions des exceptions

```
void fonction() {
  /*...*/
  atomic {
    i++;
    throw 42;
  }
  /*...*/
}
```

Que faire?

Plan

C++

Extension disponible dans GCC depuis GCC 4.7

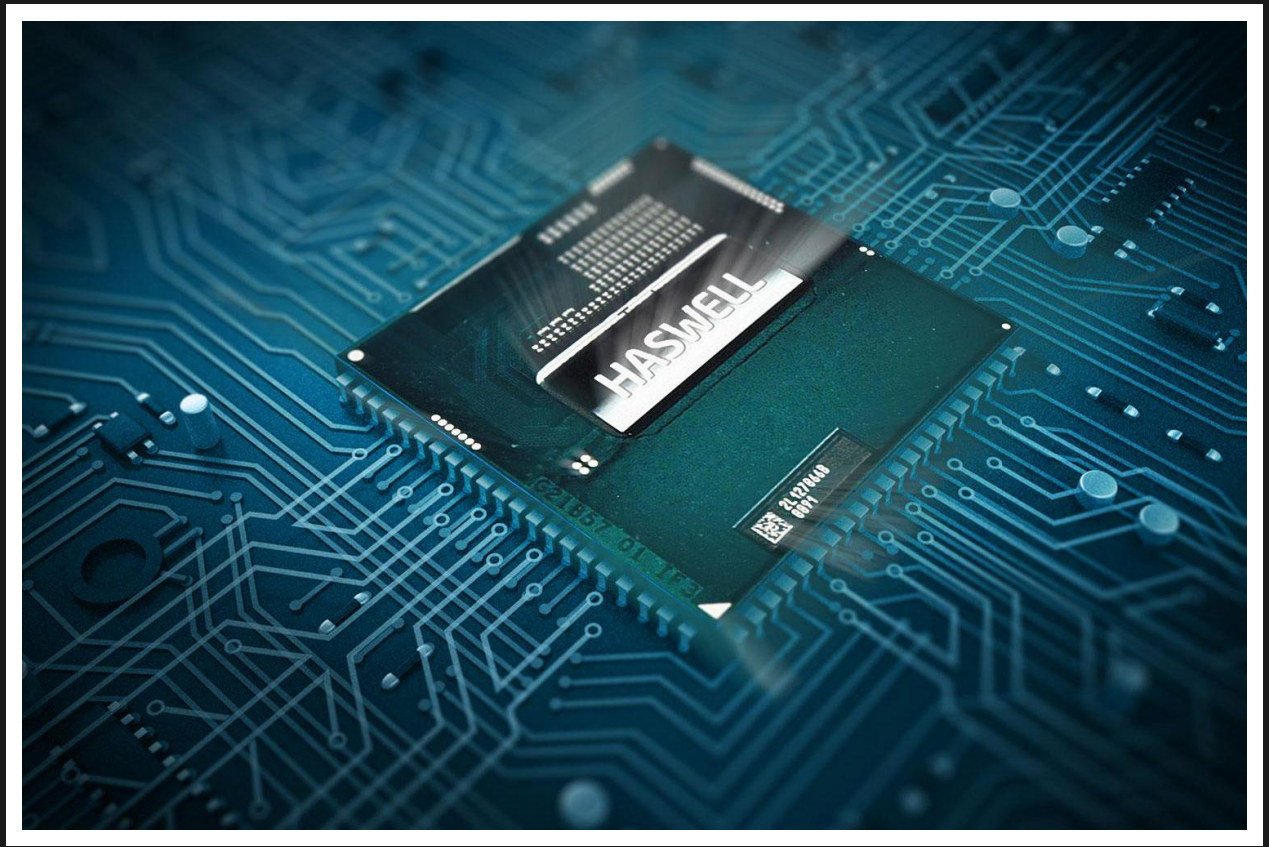
```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  __transaction_atomic {
    From.withdraw(Amount);
    To.deposit(Amount);
  }
}
```

C++

En voie d'être standardisé pour C++17

```
void transfer(Account & From, Account & To,
              int Amount) {
  atomic_noexcept {
    From.withdraw(Amount);
    To.deposit(Amount);
  }
}
```

Matériel



Plan

Conclusion

- Avenue intéressante pour le futur de la programmation parallèle

Conclusion

- Avenue intéressante pour le futur de la programmation parallèle
- Loin d'être arriver à maturité