Programmation C++ Avancée

Session 3 – Gestions des Ressources

Joel Falcou Guillaume Melquiond

Laboratoire de Recherche en Informatique

Principe de RAII

Objectifs

- Assurer la sûreté de la gestion des ressources
- Minimiser la gestion manuelle de la mémoire
- Simplifier la gestion des exceptions
- Assure une sémantique de valeur

Resource **A**cquisition **I**s **I**nitialisation

Mise en œuvre

- Constructeurs = prise de ressource
- Destructeur = libération de ressource
- Gestion de la ressource au niveau du bloc

Principe de RAII

Conséquences

- Certains membres deviennent spéciaux
- Allouer implique libérer
- Couplage entre destructeur et constructeurs

La Règle des Trois

Une classe se doit de disposer d'un constructeur par défaut, de copie, d'un destructeur et d'un opérateur d'affection dès que l'un de ces membres a une définition non triviale.

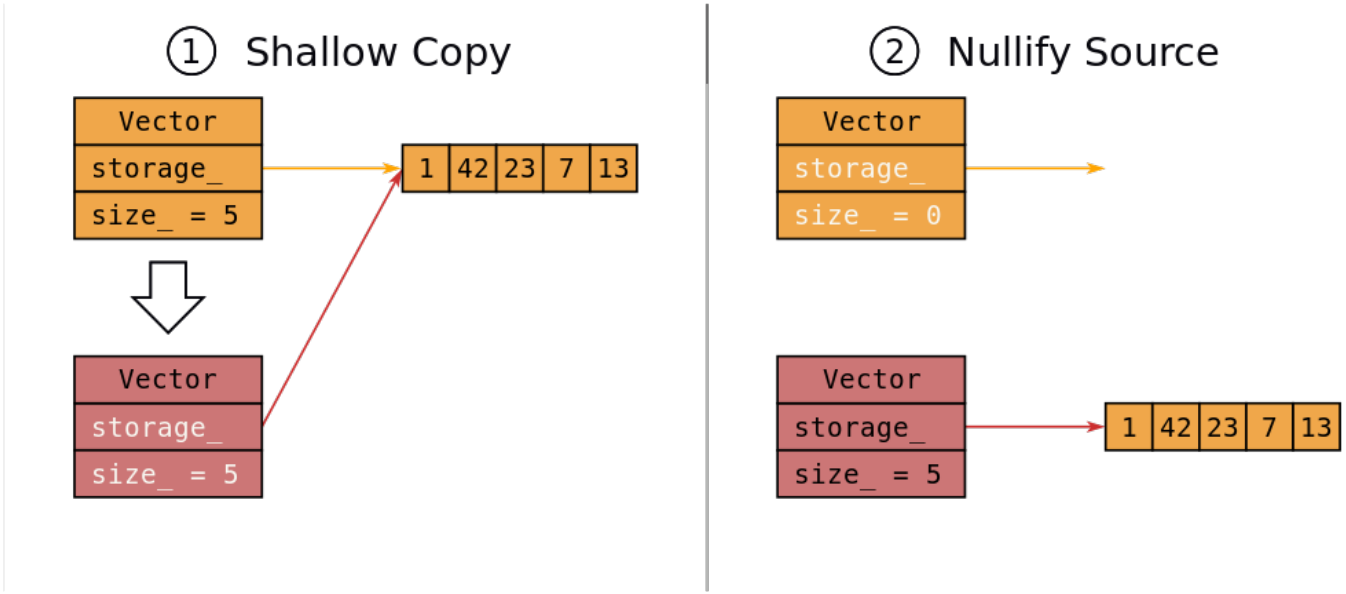
La règle des 3 en action

```
struct rule3
{
  rule3(const char* arg) : data(new char[std::strlen(arg)+1])
  {
    std::strcpy(data, arg);
  }

  ~rule3() { delete[] data; }

  rule3(const rule3& other)
  {
    data = new char[std::strlen(other.data) + 1];
    std::strcpy(data, other.data);
  }
```

La règle des 3 en action

```
  rule3& operator=(const rule3& other)
  {
    char* tmp_data = new char[std::strlen(other.data) + 1];
    std::strcpy(tmp_data, other.data);
    delete[] data;
    data = tmp_data;
    return *this;
  }

  private:
  char* data;
};
```

Retour sur la sémantique de transfert



Conséquences

- `A::A(A&&)` et `operator=(A&&)` deviennent spéciaux
- Complexité accrue

Copie, transfert, etc ...

Règles d'apparition des membres spéciaux

- Si un constructeur non-trivial est déclaré, le constructeur par défaut n'est pas généré
- Si un destructeur virtuel est déclaré, le destructeur par défaut n'est pas déclaré
- Si un constructeur/affectation par rvalue est déclaré, alors
  - pas de constructeur par copie par défaut
  - pas d'affectation par défaut
- Si un constructeur par copie, par rvalue, un destructeur ou une affectation est défini, alors
  - pas de constructeur par rvalue par défaut
  - pas d'affectation par rvalue par défaut

La règle des 5 en action

```
struct rule5
{
  rule5(const char* arg) : data(new char[std::strlen(arg)+1])
  {
    std::strcpy(data, arg);
  }

  ~rule5() { delete[] data; }

  rule5(const rule5& o)
  {
    data = new char[std::strlen(o.data) + 1];
    std::strcpy(data, o.data);
  }

  rule5(rule5&& o) : data(o.data) { o.data = nullptr; }
```

La règle des 5 en action

```
rule5& operator=(const rule5& o)
{
  char* tmp_data = new char[std::strlen(o.data) + 1];
  std::strcpy(tmp_data, o.data);
  delete[] data;
  data = tmp_data;
  return *this;
}
rule5& operator=(rule5&& o)
{
  delete[] data;
  data = o.data;
  o.data = nullptr;
  return *this;
}

private:
char* data;
```

La règle du 0

Principes

- Application du Single Responsability Principle
- Séparation entre classe métier et ressource
- Au final, rien à écrire

Mise en pratique

- Conteneurs
- Pointeurs à sémantique riche
- Autres classes standards de ressources systèmes

La règle des 5 en action

```
struct rule0
{
  rule0(const std::string& arg) : data(arg) {}

  private:
  std::string data;
};
```

La règle des 5 en action

```
class proper_base
{
  public:
  proper_base(const proper_base&) = default;
  proper_base(proper_base&&) = default;
  proper_base& operator=(const proper_base&) = default;
  proper_base& operator=(proper_base&&) = default;
  virtual ~proper_base() = default;
};
```

Pointeurs à sémantique riche

Principes

- Les pointeurs nus sont peu expressifs
- Emballage RAII de la gestion mémoire
- Pointeur nu = pointeur d'observation

Outils à disposition

- Sémantique de propriété : `std::unique_ptr`
- Sémantique de partage : `std::shared_ptr`
- Sémantique de partage faible : `std::weak_ptr`

std::unique_ptr

Principes

- Pointeur à propriétaire unique
- Ne peut être copié mais seulement transféré
- Transfert = transfert de propriété

std::unique_ptr

Mise en œuvre

```
#include <memory>

int main()
{
  std::unique_ptr<int> p1 = std::make_unique<int>(5);
  std::unique_ptr<int> p2 = p1; // ERREUR
  std::unique_ptr<int> p3 = std::move(p1);

  p3.reset();
  p1.reset();
}
```

`std::shared_ptr`

Principes

- Pointeur à compteur de références
- Libère la mémoire lorsque aucune référence ne pointe sur lui
- Cycles gérés par `std::weak_ptr`
- Conversion de `this` avec `std::enable_shared_from_this`

std::shared_ptr

```
#include <memory>
#include <iostream>

int main()
{
  std::shared_ptr<int> p1 = std::make_shared<int>(5);
  std::shared_ptr<int> p2 = p1;

  std::cout << *p1 << "\n";
  *p2 = 42;
  std::cout << *p1 << "\n";
  p1.reset();
  std::cout << *p2 << "\n";
  p2.reset();
}
```

std::shared_ptr

```
int main()
{
  std::shared_ptr<int> p1 = std::make_shared<int>(5);
  std::weak_ptr<int>   wp1 = p1;

  {
    std::shared_ptr<int> p2 = wp1.lock();
    if (p2) std::cout << *p2 << '\n';
    else std::cout << "nope :(\n";
  }

  p1.reset();

  std::shared_ptr<int> p3 = wp1.lock();
  if (p3) std::cout << *p3 << '\n';
  else std::cout << "nope :(\n";
}
```

std::shared_ptr

```
template<class T> void foo(std::shared_ptr<T>) {}

struct bad {
  void bar() { foo(std::shared_ptr<bad>(this)); }
};

struct good : std::enable_shared_from_this<good> {
  void bar() { foo(shared_from_this()); }
};

int main()
{
  std::shared_ptr<bad> p(new bad);
  p->bar();
  p.reset(); // CRASH
}
```