Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Programmieren in C++

Christian Lang (Lac)

27. September 2019

Smart-Pointer

Inhalt

- Konzept: Memory-Ownership
- Smart-Pointer
- Verwendungs-Empfehlungen

Konzept: Memory-Ownership

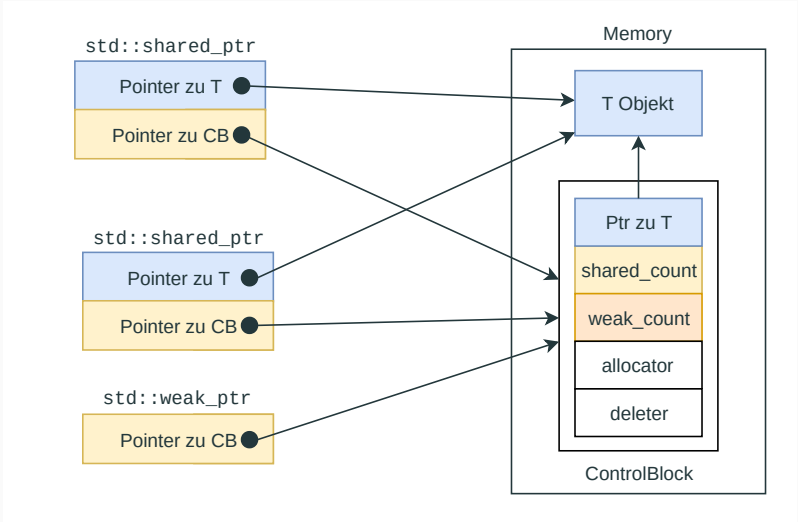
- das Konzept von Besitz kann für Memory-Management verwendet werden
- Java verwendet normale Referenzen als shared ownership Konzept
- Pointer in C/C++ haben keine Ownership-Semantik

Smart-Pointer

- existieren seit C++11 in der Standard-Library
- Ausnutzen von RAII
- Einfache Handhabung
- Vorteile gegenüber Garbage-Collection:
  - Memory sofort freigeben, wenn nicht mehr benötigt
  - kein undeterministisches Verhalten wie bei GC

std::shared_ptr

- Reference-Counting → shared ownership
- zentraler Management Teil → "ControlBlock"
- wenn shared_count == 0 wird gemanagte Instanz zerstört



Beispiel: `std::shared_ptr`

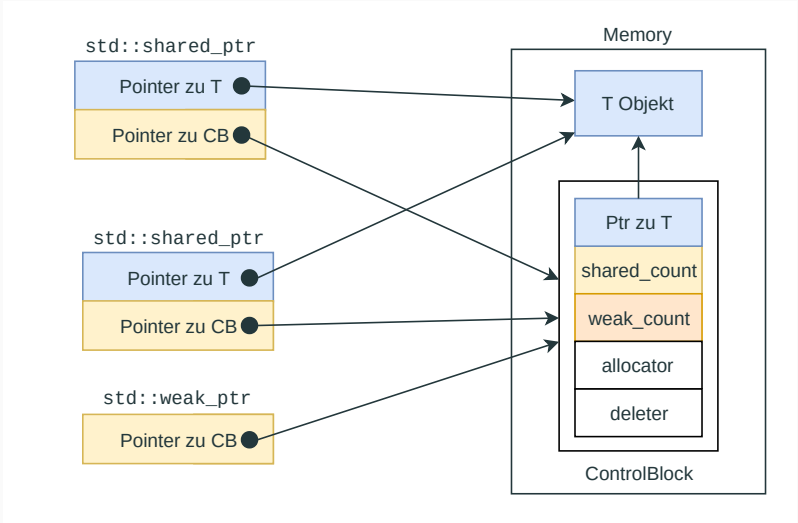
```cpp
#include <memory>

{
  std::shared_ptr<Point> p1 = std::make_shared<Point>();
  // shared_count == 1
  {
    std::shared_ptr<Point> p2;
    p2 = p1;
    // shared_count == 2

    auto p3 = p1;
    // shared_count == 3
  }
  // shared_count == 1
}
// shared_count == 0 -> Point wird im dtor von p1 zerstört
```

std::weak_ptr

- aufbrechen von zyklischen Abhängigkeiten
- erhöht nicht den shared_count sondern weak_count
- wenn weak_count == 0 wird auch CB zerstört



Beispiel: `std::weak_ptr`

```
1  {
2    std::weak_ptr<Point> weak;
3    {
4      auto shared = std::make_shared<Point>();
5      weak = shared;
6      // shared_count == 1
7      // weak_count == 1
8      {
9        std::shared_ptr<Point> usable = weak.lock();
10       // shared_count == 2
11     }
12     // shared_count == 1
13   }
14   // shared_count == 0 -> Point wird im dtor von shared zerstört
15 }
16 // weak_count == 0 -> CB wird in dtor von weak zerstört
```

std::unique_ptr

- unique ownership
- benötigt keinen ControlBlock
- dieselbe Performance wie roher Pointer
- kann Move-Semantik verwenden

```
1 std::unique_ptr<Point> u1 = std::make_unique<Point>();
2 std::unique_ptr<Point> u2 = std::move(u1);
3 // u1 ist nullptr
4
5 std::shared_ptr shared = std::move(u2);
6 // u2 ist nullptr
7
8 shared = nullptr;
9 // Point wird zestört
```

`std::make_shared` und `std::make_unique`

- verwenden Perfect Forwarding für Konstruktor-Aufruf
- optimiert interne Memory-Allozierung für `T` und ControlBlock
- kontrolliertes Handling von Exceptions in Konstruktoren
- nie mehr ein `new` nötig
- meistens nutzen mit `auto`

```
1 auto shared = std::make_shared<T>();
2 std::weak_ptr<T> weak = shared;
3 auto use = weak.lock();
4 auto unique = std::make_unique<T>();
```

Verwendung von Smart-Pointer

- Verwendung wie rohe Pointer mit * und ->

```
1  // all
2  .reset();           // neu setzten
3  .get();             // rohen Pointer abholen
4  .operator bool();   // Casting zu bool
5
6  // std::shared_ptr
7  .use_count()        // wie viele aktive User?
8
9  // std::weak_ptr
10 .lock()             // konvertieren zu shared
11 .expired();         // shared_count schon 0?
12
13 // unique_ptr
14 .release();         // Management stoppen
```

Best-Practices für Smart-Pointer

- Vorallem für Infrastruktur (z.B. Dependency-Injection)
- ControlBlock ist mittels Mutex synchronisiert → `unique_ptr` ist lock-free
- Normale Attribute nicht mittels Smart-Pointer (möglichst immer statisches Memory)

```
1  class Example {
2    ...
3   private:
4    std::shared_ptr<Point> origin;     // schlecht
5    std::unique_ptr<Point> origin;     // besser
6    Point origin;                      // gut
7  };
```

- APIs (Methoden etc.) sollen selbst-motiviert designed werden

```
1  void Calc(std::shared_ptr<Point> p);     // schlecht
2  void Calc(const Point& p);               // gut
3  // Calc will p nur lesen und nicht Ownership bekommen
```