Лекция 7

16/11/2019

Темы

- Шаблонные методы
- Шаблонные классы
- Исключения

Шаблоны классов

- **Шаблон класса** – элемент языка, позволяющий использовать типы и значения как параметры, используемые для автоматического создания классов по общему описанию
- Использование шаблонов классов – шаг на пути к парадигме **обобщенного программирования**
- Определение шаблона содержат списки параметров шаблона, среди которых выделяются:
  - **параметры-типы**
  - **параметры-значения**
  - **параметры-шаблоны**

Параметры-значения и параметры-шаблоны

- Параметры-значения могут иметь необязательный **идентификатор**, необязательное **значение по умолчанию** и должны иметь **тип**, являющийся логическим, символьным или целым, перечислением, указателем, ссылкой на объект или nullptr
- Параметры-шаблоны могут иметь необязательный идентификатор, необязательное значение по умолчанию и специфицируются при помощи:
  - **class** – C++11, C++14
  - **class** или **typename** - C++17.

Параметры-типы и параметры-значения

```
template<class T, class U, int size>
// эквивалентно
// template<typename T, typename U, int size>
class Sample {
        T _prm1;
        U* _prm2;
        int _size;
public:
        Sample(): _size(size) { } //…
};
```

Параметры-типы и параметры-шаблоны

```
template<class T>
class Array { /*… */ };

template<class TKey, class Tvalue,
                template<typename> class Container = Array>
class Map {
public:
        Container<TKey> key;
        Container<TValue> value;
        // …
};
```

Аргументы-значения (1/3)

```
template<const int *pci> struct Alpha { };
int arr[10];
Alpha<arr> alpha;          // преобразование массива к указателю

struct Beta { };
template<const Beta& beta> struct Gamma { };
Beta beta;
Gamma<beta> gamma;  // преобразование отсутствует
```

Аргументы-значения (2/3)

```
template<int (&pa)[42]> struct Delta { };
int container[42];
Delta<container> delta;
```

Запрещенные аргументы-значения (3/3)

```
template<class T, const char* str> class Phi { };
Phi<int, “ERROR”> phi;       // строковые литералы

template<int* p> class Chi{ };
int a[42];
struct Psi { int ns; static int s; } psi;
Chi<&a[10]> chi1;    // адреса элементов массивов
Chi<&psi.ns>chi2;    // адреса нестатических подобъектов
Chi<&psi.s>   chi3;  // Допустимо
Chi<&Psi::s>  chi4;  // Допустимо
```

Статические члены шаблонов классов

- Шаблоны классов могут содержать **статические члены данных**, собственный набор которых имеет каждый конкретизированный согласно шаблону класс.

```
template<class T, class U, int size>
class Sample {
        static Sample* _instance;
};

template<class T, class U, int size>
Sample<T, U, size>* Sample<T, U, size>::_instance = nullptr;
```

Специализация шаблонов классов. Специализация члена класса.

- Шаблоны классов допускают **частичную (полную) специализацию**, при которой отдельные (все) параметры шаблона заменяются конкретными именами типов или значениями константных выражений.

```
template<>
void Sample<int, double, 10>::foo() {
        //…
}
```

Полная специализация класса

```
template<> class Sample<int, double, 100> {
 public:
        Sample<int, double, 100>();
        ~Sample<int, double, 100>();
        void foo(); // …
 };
```

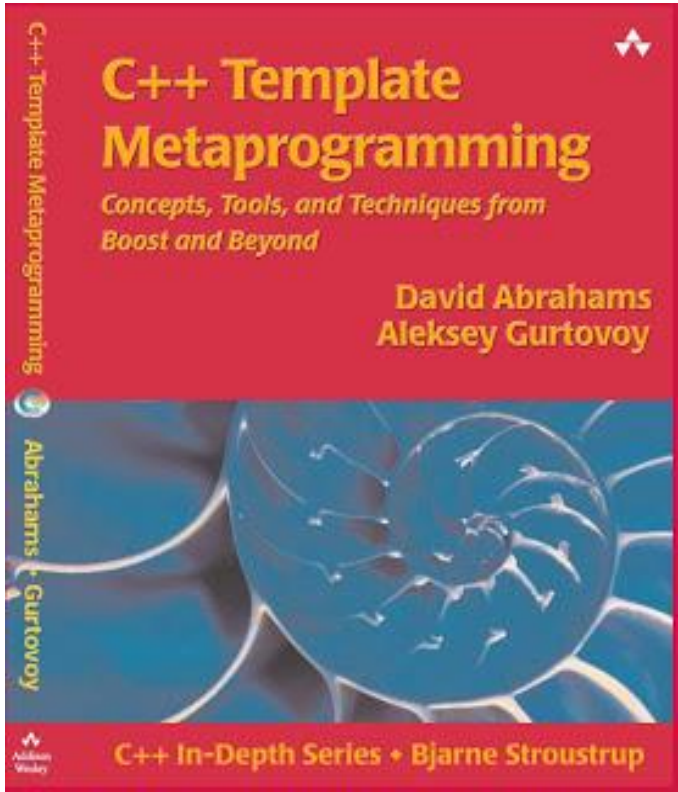
Частичная специализация класса

```
template<class T, class U> class Sample<T, U, 100> {
 public:
        Sample ();
        ~Sample ();
        void foo(); // …
 };
```

Рекурсивное определение шаблонов как пример метапрограммирования

```
template <unsigned long N>
struct binary {
      static unsigned const value = binary<N / 10>::value << 1 | N % 10;
};

template<> struct binary<0> {
      static unsigned const value = 0;
};
unsigned const one = binary<1>::value;
unsigned const three = binary<11>::value;
unsigned const five = binary<101>::value;
```



Понятие исключительной ситуации

- Естественный порядок функционирования программ нарушают возникающие нештатные ситуации, в большинстве случаев связанные с ошибками времени выполнения (но не всегда).
  - нехватка оперативной памяти
  - попытка доступа к элементы коллекции по некорректному индексу
  - попытка недопустимого преобразования динамических типов и пр.
- Обработка исключительных ситуаций носит **невозвратный** характер.

Объекты-исключения. Оператор throw

- Носителями информации об аномальной ситуации (исключении) в C++ являются объекты заранее выбранные на эту роль типов (пользовательских или… базовых, например char*). Такие объекты называются **объектами-исключениями**.
- Жизненный цикл объектов-исключений начинается с возбуждения исключительной ситуации посредством оператора **throw**.

```
throw “Illegal cast”;                                   // char*
throw IllegalCast();                                    // class IllegalCast
enum Status { Ok, BadIndex, IllegalCast};
throw IllegalCast;                                      // enum Status
throw NULL;                                             // int
throw nullptr;                                          // pointer
```

Пример

```
int main() {
        try {
                cout << "Throwing an integer exception...\n";
                throw 42;
        } catch (int i) {
                cout << " the integer exception was caught, with value: " << i
<< endl;
        }
        return 0;
}
```

Try-блок

- Именованный формальный параметр

try { /* */ } **catch** (**const** std::exception& e) { /* */ }

- Неименованный формальный параметр

try { /* */ } **catch** (**const** std::exception&) { /* */ }

- Особая форма блока-обработчика исключений осуществляет перехват любых исключений

try { /* */ } **catch** (...) { /* */ }

Try-блок

```
try {
        string("abc").substr(10); // генерирует std::length_error
} catch (const std::exception& e) {
        cout << e.what(); // "invalid string position"
}
```

Try-блок

```
try {
        f();
} catch (const std::exception& e) {
        // будет выполнен если f() сгенерирует исключение
} catch (const std::runtime_error& e) {
        // недостижимый код
}
```

Функциональные защищенные блоки

- Защищенный блок может быть оформлен не только как часть функции, но и функции целиком (в том числе main() и конструкторы классов). В таком случае защищенный блок называют функциональным.

```
void foobar() try {
        // …
}
catch(/* … */) { /*… */ }
catch(/* … */) { /*… */ }
catch(/* … */) { /*… */ }
```

Раскрутка стека и уничтожение объектов

- Поиск **catch-**блока, пригодного для обработки исключения, приводит к **раскрутке стека** – последовательному выходу из составных операторов и определений функций.
- В ходе раскрутки стека происходит **уничтожение локальных объектов**, определенных в покидаемых областях видимости. При этом деструкторы локальных объектов вызываются штатным образом.
- Исключение, для обработки которого не найден **catch-**блок, инициирует запуск функции **terminate()**, передающей управление функции **abort()**, которая аварийно завершает программу.

Повторное возбуждение исключения. Универсальный блок-обработчик

- Оператор **throw** без параметров помещается (только) в catch-блок и повторно генерирует исключение. При этом его копия не создается.

throw;

- Особая форма блока-обработчика исключений осуществляет перехват любых исключений

catch(…) { /* … */ }

Описание контракта исключений. Безопасные функции

```
// описание функций
int foo(int &i) throw();
bool bar(char* pc = 0) throw(IllegalCast);
void foobar() throw(IllegalCast, BadIndex);
```

Описание контракта исключений. Безопасные конструкторы

- Конструкторы **могут генерировать исключения**
- Для обработки **всех** исключений, возникших при исполнении конструктора, его тело и список инициализации должны быть совместно помещены в функциональный защищенный блок.

```
Beta::Beta(int value)
try : Alpha(foo(value)) {
        // …
} catch(…) {
        // …
}
```

Функциональные блоки try-catch

```
struct S {
        string m;
        S(const string& arg) try : m(arg) {
                cout << "constructed, m = " << m << endl;
        } catch(const std::exception& e) {
                cerr << "arg=" << arg << " failed: " << e.what() << endl;
        } // throw;
};
```

Функциональные блоки try-catch

```
int f(int n = 2) try {
        ++n;
        throw n;
} catch(...) {
        ++n;
        return n;
}
```

Деструкторы

- Деструкторы классов не должны возбуждать исключений.

~Alpha() **noexcept**;

Нейтральный код

- От безопасности программного кода важно отличать **нейтральность**, под которой, согласно терминологии Г. Саттера (Herb Sutter), следует понимать способность в методах “пропускать сквозь себя” исключения, полученные ими на обработку.
- **Нейтральный** метод:
  - **может** обрабатывать исключения
  - **должен** ретранслировать исключения (в неизменном виде или дополненном виде).

Класс std::exception

```
class exception {
public:
        exception() throw();
        exception(const exception&) throw();
        exception& operator=(const exception&) throw();
        virtual ~exception() throw();
        virtual const char* what() const throw();
};
```

Стандартные классы – логические ошибки

- Базовый промежуточный класс **std::logic_error**
  - **std::invalid_argument** - неверный аргумент
  - **std::out_of_range** - вне диапазона
  - **std::length_error** - неверная длина

Стандартные классы – ошибки времени исполнения

- Базовый промежуточный класс **std::runtime_error**
  - **std::range_error** - ошибка диапазона
  - **std::overflow_error** - переполнение (в т. ч. структуры данных)
  - **std::underflow_error** - потеря порядка (в т. ч. попытка получить элемент из пустой коллекции)

Стандартные классы

- Базовый класс **std::exception**
  - **std::bad_alloc** - ошибка выделения динамической памяти
  - **std::bad_cast** - ошибка приведения типа (dynamic_cast)

Стандартные классы