Объектно-ориентированное программирование

Исключения, RAII

Вопросы

- Что такое специализация шаблона класса? Какие ограничения накладываются на специализацию шаблона класса?
- Возможно ли унаследовать один шаблон класса от другого? Какие существуют ограничения при наследовании шаблонов и чем они вызываются?
- Каким образом можно обратиться к методам базового шаблона при наследовании?

Обработка исключительных ситуаций в C++

Обработка исключительных ситуаций

- Инструкции, которые могут возбуждать исключения, должны быть заключены в `try`-*блок*.
- Такой блок начинается с ключевого слова `try`, за которым идет последовательность инструкций, заключенная в фигурные скобки, а после этого – список обработчиков, называемых `catch`-*предложениями*.
- `try`-блок группирует инструкции программы и ассоциирует с ними обработчики исключений.

Блок catch

- В языке C++ исключения обрабатываются в предложениях `catch`. Когда какая-то инструкция внутри try-блока возбуждает исключение, то просматривается список последующих предложений `catch` в поисках такого, который может его обработать
- Catch-обработчик состоит из трех частей:
  - ключевого слова `catch`,
  - объявления одного типа или одного объекта, заключенного в круглые скобки (оно называется *объявлением исключения*),
  - и составной инструкции.

Пример блока catch

```
catch ( pushOnFull ) {
   cerr << "trying to push value on a full stack\n";
   return;
}
catch ( popOnEmpty ) {
   cerr << "trying to pop a value on an empty stack\n";
   return;
}
catch ( const char * ) {
   cerr << “some const char* exception\n";
   return;
}
catch ( ... ) {
   cerr << “some const char* exception\n";
   return;
}
```

Блок catch

- Для обработки исключения выбирается тот обработчик, для которого типы в объявлении исключения и в возбужденном исключении совпадают (или могут быть приведены друг к другу)
- После завершения обработчика выполнение приложения возобновляется с инструкции, идущей за последним `catch`-обработчиком в списке.

Обработчик catch

- Обработчик исключительной ситуации считается найденным, если тип в блоке `catch`
  - Тот же, что и в `throw` (T, const T, T&, const T&)
  - Или является открытым базовым классом для класса исключения, указанного в `throw`
  - Или является указателем, который может быть преобразован к типу указателя в `throw`
  - Или в качестве параметра `catch` вместо класса указано «...», что данный блок перехватывает и обрабатывает любой тип исключений

```
catch ( ... ) {
   cerr << "I’m your last chance!!!\n”;
}
```

Объявление исключения

- Объявлением исключения в catch-обработчике могут быть объявления типа или объекта.
- Объявление типа исключения позволяет идентифицировать исключительную ситуацию, но не позволяет получить дополнительную информацию о возникшем исключении.

```
catch ( pushOnFull ) {
   cerr << "trying to push value on a full stack\n";
   return;
}
```

Объект-исключение

- Если необходимо получить значение или как-то манипулировать объектом, созданным в выражении `throw` создается объект-исключеиние.
- При перехвате объектов-исключений (или ссылок на объекты исключения) инструкции внутри `catch`-обработчика могут обращаться к информации, сохраненной в объекте выражением `throw`.

Генерация объекта-исключения

```
// новый класс исключения:
// он сохраняет значение, которое не удалось поместить в стек
class pushOnFull {
public:
   pushOnFull( int i ) : _value( i ) { }
   int value { return _value; }
private:
   int _value;
};

void iStack::push( int value )
{
   if ( full() )
      throw pushOnFull( value );
   // ...
}
```

Перехват и обработка объекта-исключения

- В объявлении исключения в catch-обработчике появляется определение ссылки на объект eObj, с помощью которого вызывается функция-член value() класса pushOnFull

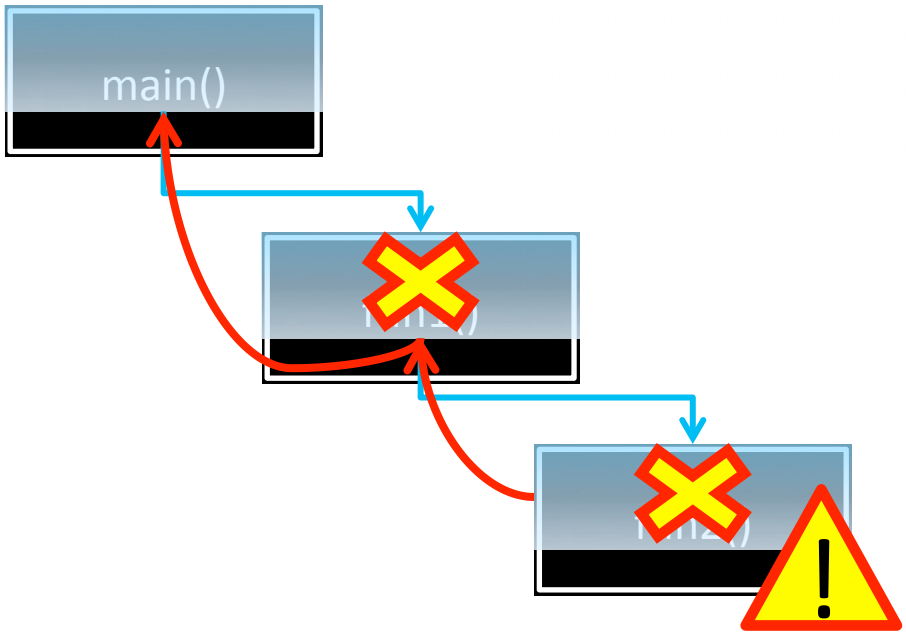
```
catch ( pushOnFull &eObj ) {
   cerr << "trying to push value << "eObj.value()
        << "on a full stack\n";
}
```

Раскрутка стека исключения

Обработка возникающего исключения

- Когда выражение `throw` находится в `try`-блоке, все ассоциированные с ним предложения `catch` исследуются с точки зрения того, могут ли они обработать исключение.
- Если подходящее предложение `catch` найдено, то исключение обрабатывается. В противном случае поиск продолжается в вызывающей функции.
- Этот поиск последовательно проводится во всей цепочке вложенных вызовов.

Раскрутка стека



Раскрутка стека

- Процесс, при котором приложение, при возникновении исключительной ситуации, последовательно покидает составные блоки (вложенные блоки инструкций и вызовы функций) в поисках блока `catch`, способного обработать возникшее исключение, называется *раскруткой стека*.
- По мере раскрутки прекращают существование локальные объекты, объявленные в блоках, из которых произошел выход.
- **Вызываются деструкторы локальных объектов**.

Повторное возбуждение исключений

- Передать исключение другому `catch`-обработчику можно с помощью *повторного возбуждения исключения*.
- Для этой цели предусмотрена конструкция `throw` , которая может быть вызвана только `catch`-обработчика.
- Если объект-исключение передается по ссылке, то можно изменить состояние объекта-исключения и передать обновленный объект при инициализации `throw.`

TROW

```
void calculate( int op ) {
try {
      // исключение, возбужденное mathFunc(), имеет значение zeroOp
      mathFunc( op );
   }
   catch ( EHstate &eObj ) {
      // что-то исправить
      // модифицируем объект-исключение
      eObj = severeErr;
      throw;
   }
}
```

Обработка без catch

- Если обработчик исключения не находится, вызывается функция terminate() из стандартной библиотеки C++.
- По умолчанию terminate() активизирует функцию abort(), которая аномально завершает программу.
- Можно переопределить функцию terminate() если требуется отдать последние почести погибающему приложению.

RAII - Resource Acquisition Is Initialization

Resource Acquisition Is Initialization

- Получение ресурса есть инициализация (англ. Resource Acquisition Is Initialization (RAII)) — шаблон проектирования объектно-ориентированного программирования, смысл которого заключается в том, что получение некоторого ресурса совмещается с инициализацией, а освобождение — с уничтожением объекта.

Пример работы без RAII

- В Java значениями переменных являются не сами объекты, а ссылки на них.
- Поэтому для всех объектов память выделяется динамически, а сами объекты имеют неопределённое время жизни.
- В связи с этим, освободить ресурс в деструкторе невозможно, так как неизвестно, когда объект будет удалён (и будет ли удалён вообще). Поэтому в Java нет деструкторов, которые бы гарантированно вызывались.

Пример работы без RAII

```
try {
    File file = new File("/path/to/file");
    // Do stuff with file
} finally {
    file.close();
}
```

Пример работы без RAII

- Та же проблема в C++ решается по-другому: посредством закрытия файла в деструкторе объекта. Так как при раскручивании стека всегда вызываются деструкторы локальных объектов, файл закроется в любом случае.

```
try {
    File file = new File("/path/to/file");
    // Do stuff with file
}
//whatever
```

Исключения в конструкторах и деструкторах

Исключительные ситуации в конструкторах

- Конструкторы не могут возвращать коды ошибок, соответственно исключения – это единственный метод, чтобы понять, что в конструкторе что-то пошло не так.
- Но необходимо правильно обрабатывать исключительные ситуации в таких случаях.
- Особенно если в конструкторе формируются объекты в динамической памяти.

Пример исключительной ситуации в конструкторе

```
class Test {
Public:
   Test() {
        std::cout << "Test::Test()" << std::endl;
        // Здесь, в соответствии с RAII, захватили ресурсы
        if ( 1 ) { throw std::runtime_error( "AAAAAAAA" );
        } else {}
    }
    ~Test() {std::cout << "Test::~Test()" << std::endl;
        // А здесь мы освобождаем те самые важные ресурсы...}
};

int main() {
    Test* t = 0;
    try { t = new Test();    // Вроде бы создали...
    } catch ( const std::exception& exc ) {
        std::cout << exc.what() << std::endl;
    }
    delete t;     // Удалили? Ну-ну...
    return 0;
}
```

Исключительные ситуации в конструкторах

- Не стоит пытаться передавать исключения за тело конструктора, т.к. иначе, даже если мы не забываем вызвать `delete`, он не будет вызывать деструктор неправильно созданного объекта.
- В этом случае, никакие ресурсы, которые были инициализированы в конструкторе до вызова исключения (связи с БД, открытые файлы, и т.п.) уже никогда не будут освобождены (если они создавались в динамической памяти).

Решение проблемы?

- Вместо указателей на объекты в динамической памяти можно использовать один из множества типов «умных указателей», которые удаляются автоматически при выходе из области видимости (как локальные объекты)

```
class Cnt {
private:
  X *xa;
  X *xb;
public:
  Cnt(int a, int b) {
    cout << "Cnt::Cnt" << endl;
    xa = new X(a);
    xb = new X(b);
  }
  ~Cnt() {
    cout << "Cnt::~Cnt" << endl;
    delete xa;
    delete xb;
  }
};
```

```
class Cnt {
private:
  auto_ptr<X> ia;
  auto_ptr<X> ib;
public:
  Cnt(int a, int b) : ia(new X(a)),
ib(new X(b)) {
    cout << "Cnt::Cnt" << endl;
  }
  ~Cnt() {
    cout << "Cnt::~Cnt" << endl;
  }
};
```

Указатель auto_ptr

- std::auto_ptr<> - реализует семантику владения.
- Реализует так называемое *разрушающее копирование* - при присваивании, объект передается от одного указателя другому, удаляясь у первого, чтобы не удалять объект дважды при выходе из области видимости.

Исключительная ситуация в деструкторе

```
class test
{
public:
    test() { }
    ~test(){
        throw std::runtime_error("Game over!");
    }
};

int main() {
    try {
        test t;
                throw std::runtime_error("Error!");
    }
    catch(std::exception const&)
    { }
    return 0;
}
```

Исключительные ситуации в деструкторах

- Когда исключение покидает блок, все локальные объекты, созданные в этом блоке, уничтожаются.
- Если деструктор объекта, уничтожаемого во время развертки стека, генерирует исключение, то программа будет завершена досрочно, и ее уже ничего не спасет – вызывается функция terminate.

Что делать с ошибками в деструкторе?

- Запишите данные об ошибке в лог.
- Выведете сообщение на принтер, отправьте по SMS, позвоните и сообщите об этом бабушке…
- НО НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ НЕ ИНИЦИАЛИЗИРУЙТЕ ИСКЛЮЧЕНИЕ
- Исключение при раскрутке стека всегда будет инициализировать функцию terminate().
- **Обрабатывайте все ошибки деструктора внутри деструктора.**

Итого

- Исключительные ситуации обрабатываются в блоке `catch`, который идет после `try`.
- После `try` может идти несколько блоков `catch`, каждый из которых настроен на перехват определенного типа исключений
- При возникновении исключения инициализируется раскрутка стека, заключающаяся в вызове деструкторов локальных объектов и передаче исключения вызывающей функции.
- Если обработчик не найден, вызывается функция terminate() которая вызывает функцию abort()
- Получение ресурса есть инициализация (англ. Resource Acquisition Is Initialization (RAII) – метод работы с ресурсами в C++
- С исключительными ситуациями в конструкторах надо разбираться очень тщательно, иначе можете потерять память или выделенные в конструкторе ресурсы (используйте умные указатели)
- НЕ ДАВАЙТЕ ИСКЛЮЧЕНИЯМ ВЫЙТИ ИЗ ДЕСТРУКТОРА