



第 12 章 异常处理

郑 莉 清华大学

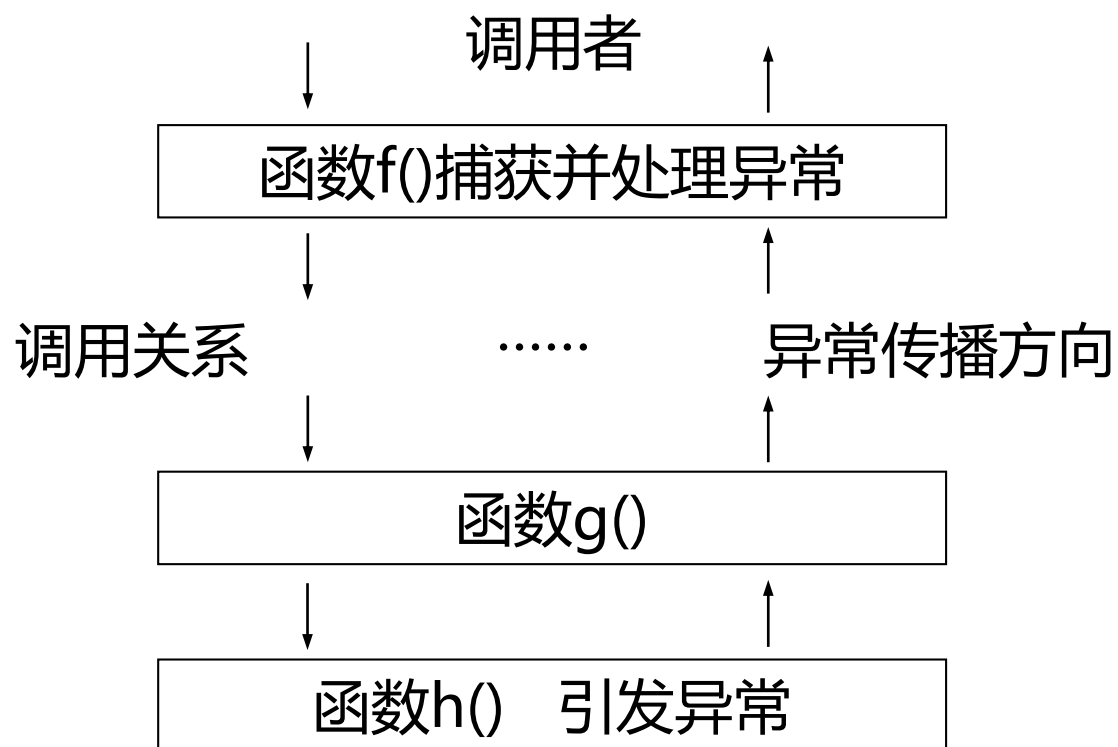
教材：C++语言程序设计（第5版） 郑莉 清华大学出版社

目录

- 异常处理的基本思想
- C++异常处理的实现
- 异常处理中的构造与析构
- 标准程序库异常处理
- 小结

异常处理的思想与程序实现

异常处理的基本思想



异常处理的语法

- 抛掷异常的程序段

.....
throw 表达式;

- 捕获并处理异常的程序段

try
 复合语句 保护段
catch (异常声明)
 复合语句 异常处理程序
catch (异常声明)
 复合语句
...

- 若有异常则通过throw创建一个异常对象并抛掷
- 将可能抛出异常的程序段嵌在try块之中。通过正常的顺序执行到达try语句，然后执行try块内的保护段
- 如果在保护段执行期间没有引起异常，那么跟在try块后的catch子句就不执行。程序从try块后的最后一个catch子句后面的语句继续执行
- catch子句按其在try块后出现的顺序被检查。匹配的catch子句将捕获并处理异常（或继续抛掷异常）。
- 如果匹配的处理器未找到，则库函数terminate将被自动调用，其默认是调用abort终止程序。

例12-1 处理除零异常

```
//12_1.cpp
#include <iostream>
using namespace std;
int divide(int x, int y) {
    if (y == 0)
        throw x;
    return x / y;
}
int main() {
    try {
        cout << "5 / 2 = " << divide(5, 2) << endl;
        cout << "8 / 0 = " << divide(8, 0) << endl;
        cout << "7 / 1 = " << divide(7, 1) << endl;
    } catch (int e) {
        cout << e << " is divided by zero!" << endl;
    }
    cout << "That is ok." << endl;
    return 0;
}
```

运行结果:

5 / 2 = 2

8 is divided by zero!

That is ok.



异常接口声明

一个函数显式声明可能抛出的异常，有利于函数的调用者为异常处理做好准备

异常接口声明

- 可以在函数的声明中列出这个函数可能抛掷的所有异常类型。

- 例如：

- ```
void fun() throw(A, B, C, D);
```

- 若无异常接口声明，则此函数可以抛掷任何类型的异常。
- 不抛掷任何类型异常的函数声明如下：

- ```
void fun() throw();
```


noexcept 异常说明

- 对明确不会抛出异常的函数使用noexcept说明符修饰
- 声明方式：返回值类型 func(形参列表) noexcept;
 - 异常处理使编译和运行时有额外开销，省去异常处理可优化加速调用
 - 需保持该函数内部调用函数和定义语句均不会抛出异常的一致性
- 配套有noexcept运算符，可判断函数是否使用了noexcept说明

例： `void f() noexcept;`
`noexcept(f());` //返回true，因为f 有noexcept说明

异常处理中的构造与析构

自动的析构

- 找到一个匹配的catch异常处理后
 - 初始化异常参数。
 - 将从对应的try块开始到异常被抛掷处之间构造（且尚未析构）的所有自动对象进行析构。
 - 从最后一个catch处理之后开始恢复执行。

例12-2 带析构语义的类的C++异常处理

```
//12_2.cpp
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
class MyException {
public:
    MyException(const string &message) : message(message) {}
    ~MyException() {}
    const string &getMessage() const { return message; }
private:
    string message;
};

class Demo {
public:
    Demo() { cout << "Constructor of Demo" << endl; }
    ~Demo() { cout << "Destructor of Demo" << endl; }
};
```



例12-2 带析构语义的类的C++异常处理

```
void func() throw (MyException) {  
    Demo d;  
    cout << "Throw MyException in func()" << endl;  
    throw MyException("exception thrown by func()");  
}  
  
int main() {  
    cout << "In main function" << endl;  
    try {  
        func();  
    } catch (MyException& e) {  
        cout << "Caught an exception: " << e.getMessage() << endl;  
    }  
    cout << "Resume the execution of main()" << endl;  
    return 0;  
}
```



例12-2 带析构语义的类的C++异常处理

运行结果:

In main function

Constructor of Demo

Throw MyException in func()

Destructor of Demo

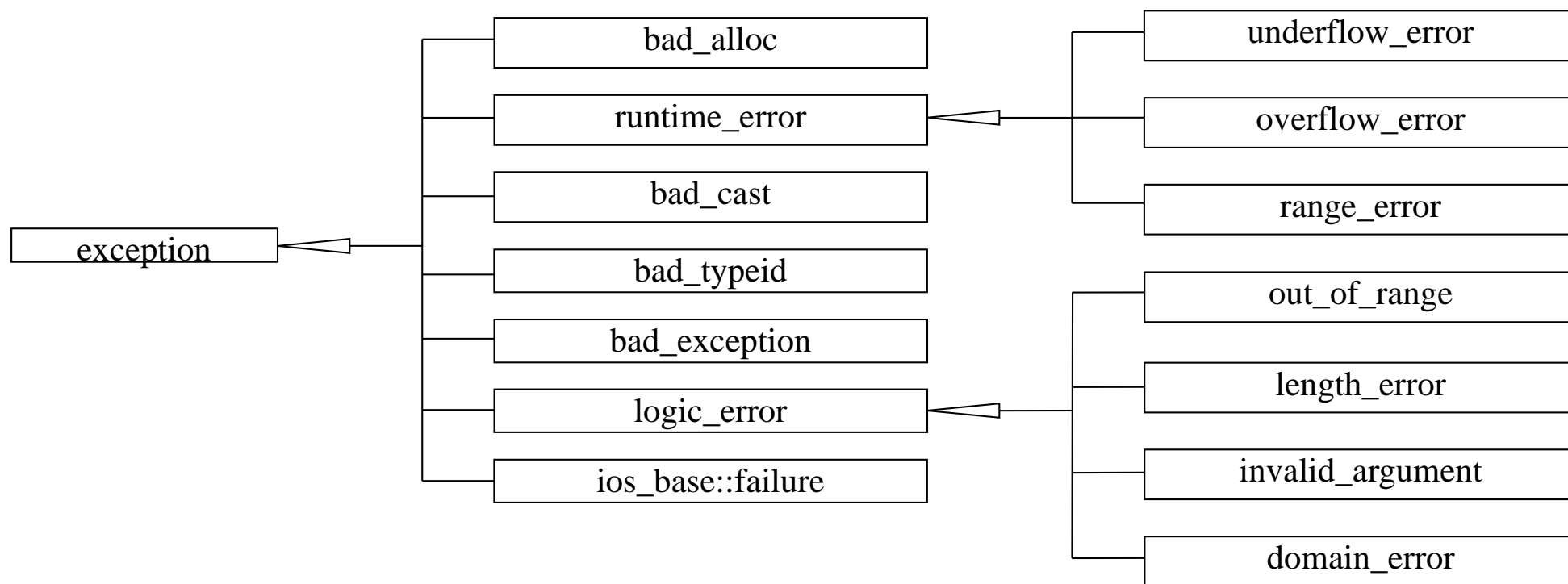
Caught an exception: exception thrown by func()

Resume the execution of main()



标准程序库异常处理

标准异常类的继承关系



异常类	头文件	异常的含义
bad_alloc	exception	用new动态分配空间失败
bad_cast	new	执行dynamic_cast失败（dynamic_cast参见8.7.2节）
bad_typeid	typeid	对某个空指针p执行typeid(*p)（typeid参见8.7.2节）
bad_exception	typeid	当某个函数fun()因在执行过程中抛出了异常声明所不允许的异常而调用unexpected()函数时，若unexpected()函数又一次抛出了fun()的异常声明所不允许的异常，且fun()的异常声明列表中有bad_exception，则会有一个bad_exception异常在fun()的调用点被抛出
ios_base::failure	ios	用来表示C++的输入输出流执行过程中发生的错误
underflow_error	stdexcept	算术运算时向下溢出
overflow_error	stdexcept	算术运算时向上溢出
range_error	stdexcept	内部计算时发生作用域的错误
out_of_range	stdexcept	表示一个参数值不在允许的范围之内
length_error	stdexcept	尝试创建一个长度超过最大允许值的对象
invalid_argument	stdexcept	表示向函数传入无效参数
domain_error	stdexcept	执行一段程序所需要的先决条件不满足

标准异常类的基础

- exception: 标准程序库异常类的公共基类
- logic_error表示可以在程序中被预先检测到的异常
 - 如果小心地编写程序，这类异常能够避免
- runtime_error表示难以被预先检测到的异常

例12-3 三角形面积计算

- 编写一个计算三角形面积的函数，函数的参数为三角形三边边长 a 、 b 、 c ，可以用Heron公式计算：
- 设 $p = \frac{a+b+c}{2}$ ，则三角形面积 $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$

例12-3 三角形面积计算

```
//12_3.cpp
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <stdexcept>
using namespace std;
//给出三角形三边长，计算三角形面积
double area(double a, double b, double c) throw (invalid_argument)
{
    //判断三角形边长是否为正
    if (a <= 0 || b <= 0 || c <= 0)
        throw invalid_argument("the side length should be positive");
    //判断三边长是否满足三角不等式
    if (a + b <= c || b + c <= a || c + a <= b)
        throw invalid_argument("the side length should fit the triangle inequation");
    //由Heron公式计算三角形面积
    double s = (a + b + c) / 2;
    return sqrt(s * (s - a) * (s - b) * (s - c));
}
```



例12-3 三角形面积计算

```
int main() {  
    double a, b, c;    //三角形三边长  
    cout << "Please input the side lengths of a triangle: ";  
    cin >> a >> b >> c;  
    try {  
        double s = area(a, b, c); //尝试计算三角形面积  
        cout << "Area: " << s << endl;  
    } catch (exception &e) {  
        cout << "Error: " << e.what() << endl;  
    }  
    return 0;  
}
```

例12-3 三角形面积计算

- 运行结果1:

Please input the side lengths of a triangle: 3 4 5

Area: 6

- 运行结果2:

Please input the side lengths of a triangle: 0 5 5

Error: the side length should be positive

- 运行结果2:

Please input the side lengths of a triangle: 1 2 4

Error: the side length should fit the triangle inequation

小结

- 主要内容
 - 异常处理的基本思想、C++异常处理的实现、异常处理中的构造与析构
- 达到的目标
 - 简单了解C++的异常处理机制