



C++ 基础

第 6 章：函数

主讲人 李伟

微软高级工程师

《C++ 模板元编程实战》作者





目录



1. 函数基础



2. 函数详解



3. 函数重载与重载解析



4. 函数相关的其它内容



函数基础

- 函数：封装了一段代码，可以在一次执行过程中被反复调用。
 - 函数头
 - 函数名称——标识符，用于后续的调用
 - 形式参数——代表函数的输入参数
 - 返回类型——函数执行完成后所返回的结果类型
 - 函数体
 - 为一个语句块（block），包含了具体的计算逻辑
- 函数声明与定义
 - 函数声明只包含函数头，不包含函数体，通常置于头文件中
 - 函数声明可出现多次，但函数定义通常只能出现一次（存在例外）



函数基础（续）

- 函数调用
 - 需要提供函数名与实际参数
 - 实际参数拷贝初始化形式参数
 - 返回值会被拷贝给函数的调用者
 - 栈帧结构
- 拷贝过程的（强制）省略
 - 返回值优化
 - C++17 强制省略拷贝临时对象
- 函数的外部链接



函数详解——参数

- 函数可以在函数头的小括号中包含零到多个形参
 - 包含零个形参时，可以使用 void 标记
 - 对于非模板函数来说，其每个形参都有确定的类型，但形参可以没有名称
 - 形参名称的变化并不会引入函数的不同版本
 - 实参到形参的拷贝求值顺序不定，C++17 强制省略复制临时对象
- 函数传值、传址、传引用
- 函数传参过程中的类型退化
- 变长参数
 - initializer_list
 - 可变长度模板参数
 - 使用省略号表示形式参数



函数详解——参数（续）

- 函数可以定义缺省实参
 - 如果某个形参具有缺省实参，那么它右侧的形参都必须具有缺省实参
 - 在一个翻译单元中，每个形参的缺省实参只能定义一次
 - 具有缺省实参的函数调用时，传入的实参会按照从左到右的顺序匹配形参
 - 缺省实参为对象时，实参的缺省值会随对象值的变化而变化
- main 函数的两个版本
 - 无形参版本
 - 带两个形参的版本



函数详解——函数体

- 函数体形成域：
 - 其中包含了自动对象（内部声明的对象以及形参对象）
 - 也可包含局部静态对象
- 函数体执行完成时的返回
 - 隐式返回
 - 显式返回关键字：return
 - return; 语句
 - return 表达式；
 - return 初始化列表；
 - 小心返回自动对象的引用或指针
 - 返回值优化（RVO）—— C++17 对返回临时对象的强制优化



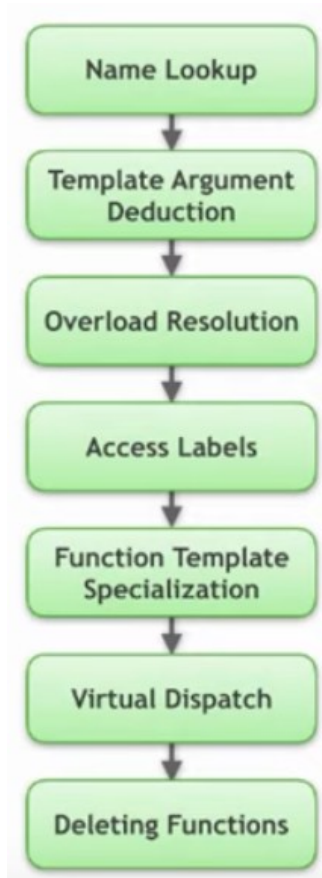
函数详解——返回类型

- 返回类型表示了函数计算结果的类型，可以为 void
- 返回类型的几种书写方式
 - 经典方法：位于函数头的前部
 - C++11 引入的方式：位于函数头的后部
 - C++14 引入的方式：返回类型的自动推导
 - 使用 constexpr if 构造“具有不同返回类型”的函数
- 返回类型与结构化绑定（C++ 17）
- [[nodiscard]] 属性（C++ 17）



函数重载与重载解析

- 函数重载：使用相同的函数名定义多个函数，每个函数具有不同的参数列表
 - 不能基于不同的返回类型进行重载
- 编译器如何选择正确的版本完成函数调用？
 - 参考资源：Calling Functions: A Tutorial
- 名称查找
 - 限定查找（qualified lookup）与非限定查找（unqualified lookup）
 - 非限定查找会进行域的逐级查找——名称隐藏（hiding）
 - 查找通常只会在已声明的名称集合中进行
 - 实参依赖查找（Argument Dependent Lookup: ADL）
 - 只对自定义类型生效





函数重载与重载解析

- 重载解析：在名称查找的基础上进一步选择合适的调用函数
 - 过滤不能被调用的版本 (non-viable candidates)
 - 参数个数不对
 - 无法将实参转换为形参
 - 实参不满足形参的限制条件
 - 在剩余版本中查找与调用表达式最匹配的版本，匹配级别越低越好（有特殊规则）
 - 级别 1：完美匹配 或 平凡转换（比如加一个 const）
 - 级别 2：promotion 或 promotion 加平凡转换
 - 级别 3：标准转换 或 标准转换加平凡转换
 - 级别 4*：自定义转换 或 自定义转换加平凡转换 或 自定义转换加标准转换
 - 级别 5*：形参为省略号的版本
 - 函数包含多个形参时，所选函数的所有形参的匹配级别都要优于或等于其它函数



函数相关的其它内容

- 递归函数：在函数体中调用其自身的函数
 - 通常用于描述复杂的迭代过程（示例）
- 内联函数 / constexpr 函数 (C++11 起) / constexpr 函数 (C++20 起)
- 函数指针
 - 函数类型与函数指针类型
 - 函数指针与重载
 - 将函数指针作为函数参数
 - 将函数指针作为函数返回值
 - 小心：Most vexing parse

感谢聆听 !
Thanks for Listening

