深蓝学院
shenlanxueyuan.com

C++ 基础

第 4 章：表达式

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. 表达式基础

2. 表达式详述

3. C++ 17 对表达式的求值顺序限定

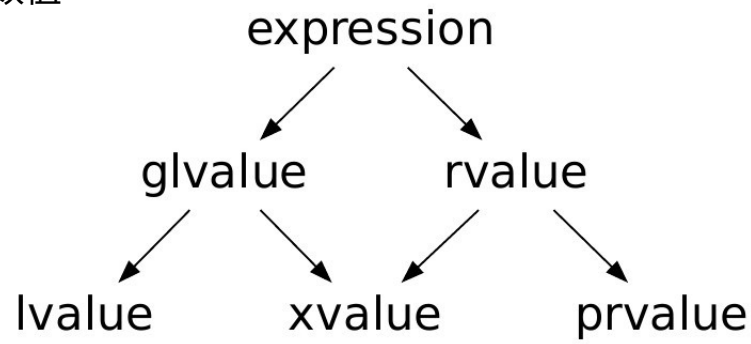
表达式基础—引入

- 表达式由一到多个操作数组成，可以求值并 (通常会) 返回求值结果
  - 最基本的表达式：变量、字面值
  - 通常来说，表达式会包含操作符（运算符）
  - 操作符的特性
    - 接收几个操作数：一元、二元、三元
    - 操作数的类型—类型转换
    - 操作数是左值还是右值
    - 结果的类型
    - 结果是左值还是右值
    - 优先级与结合性 (cpp-reference)，可以通过小括号来改变运算顺序
    - 操作符的重载—不改变接收操作数的个数、优先级与结合性
  - 操作数求值顺序的不确定性

表达式基础—左值与右值

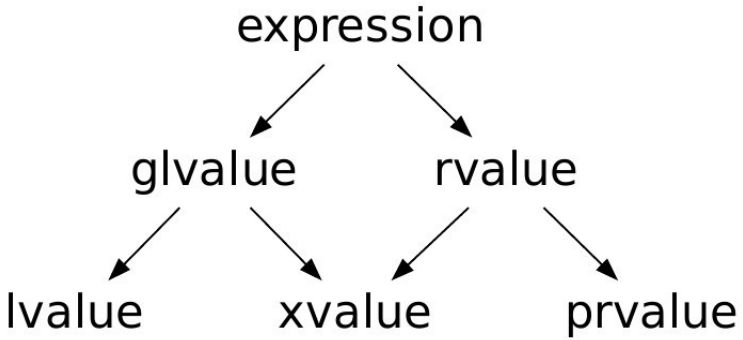
- 传统的左值与右值划分
  - 来源于 C 语言：左值可能放在等号左边；右值只能放在等号右边
  - 在 C++ 中，左值也不一定能放在等号左边；右值也可能放在等号左边

- 所有的划分都是针对表达式的，不是针对对象或数值
  - glvalue： 标识一个对象、位或函数
  - prvalue： 用于初始化对象或作为操作数
  - xvalue： 表示其资源可以被重新使用



表达式基础—左值与右值（续）

- 左值与右值的转换
  - 左值转换为右值（ lvalue to rvalue conversion ）
  - 临时具体化（ Temporary Materialization ）
- 再论 decltype
  - prvalue → type
  - lvalue → type&
  - xvalue → type&&



表达式基础—类型转换

- 一些操作符要求其操作数具有特定的类型，或者具有相同的类型，此时可能产生类型转换
- 隐式类型转换
  - 自动发生
  - 实际上是一个（有限长度的）转型序列
  - https://en.cppreference.com/w/cpp/language/implicit_conversion
- 显式类型转换
  - 显式引入的转换
  - static_cast
  - const_cast
  - dynamic_cast
  - reinterpret_cast
  - C 形式的类型转换

表达式详述——算术操作符

- 共分为三个优先级
  - +，-（一元）
  - *，/，%
  - +，-（二元）
- 均为左结合的
- 通常来说，操作数与结果均为算数类型的右值；但加减法与一元 + 可接收指针
- 一元 + 操作符会产生 integral promotion
- 整数相除会产生整数，向 0 取整
- 求余只能接收整数类型操作数，结果符号与第一个操作数相同
- 满足 (m / n) * n + m % n == m

表达式详述——逻辑与关系操作符

- 关系操作符接收算术或指针类型操作数；逻辑操作符接收可转换为 bool 值的操作数
- 操作数与结果均为右值（结果类型为 bool ）
- 除逻辑非外，其它操作符都是左结合的
- 逻辑与、逻辑或具有短路特性
- 逻辑与的优先级高于逻辑或
- 通常来说，不能将多个关系操作符串连
- 不要写出　val == true　这样的代码
- Spaceship operator: <=>
  - strong_ordering
  - weak_ordering
  - partial_ordering

表达式详述——位操作符

- 接收右值，进行位运算，返回右值
- 除取反外，其它运算符均为左结合的
- 注意计算过程中可能会涉及到 integral promotion
- 注意这里没有短路逻辑
- 移位操作在一定情况下等价于乘（除） 2 的幂，但速度更快
- 注意整数的符号与位操作符的相关影响
  - integral promotion 会根据整数的符号影响其结果
  - 右移保持符号，但左移不能保证

表达式详述——赋值操作符

- 左操作数为可修改左值；右操作数为右值，可以转换为左操作数的类型
- 赋值操作符是右结合的
- 求值结果为左操作数
- 可以引入大括号（初始化列表）以防止收缩转换（ narrowing conversion ）
- 小心区分 = 与 ==
- 复合赋值运算符

表达式详述——自增与自减运算符

- ++; --
- 分前缀与后缀两种情况
- 操作数为左值；前缀时返回左值；后缀时返回右值
- 建议使用前缀形式

表达式详述——其它操作符

- 成员访问操作符： . 与 ->
  - -> 等价于 (*).
  - . 的左操作数是左值（或右值），返回左值（或右值 xvalue ）
  - -> 的左操作数指针，返回左值
- 条件操作符
  - 唯一的三元操作符
  - 接收一个可转换为 bool 的表达式与两个类型相同的表达式，只有一个表达式会被求值
  - 如果表达式均是左值，那么就返回左值，否则返回右值
  - 右结合

表达式详述——其它操作符（续）

- 逗号操作符
  - 确保操作数会被从左向右求值
  - 求值结果为右操作数
  - 左结合
- sizeof 操作符
  - 操作数可以是一个类型或一个表达式
  - 并不会实际求值，而是返回相应的尺寸
- 其它操作符
  - 域解析操作符 ::
  - 函数调用操作符 ()
  - 索引操作符 []
  - 抛出异常操作符　throw
  - …

C++ 17 对表达式的求值顺序限定

- 以下表达式在 C++17 中，可以确保 e1 会先于 e2 被求值
  - e1[e2]
  - e1.e2
  - e1.*e2
  - e1→*e2
  - e1<<e2
  - e1>>e2
  - e2 = e1 / e2 += e1 / e2 *= e1…（赋值及赋值相关的复合运算）
- new Type(e) 会确保 e 会在分配内存之后求值

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

感谢聆听！

Thanks for Listening