

Метапрограммирование

№ урока: 9 **Курс:** C++ Advanced

Средства обучения: Qt Creator

Обзор, цель и назначение урока

Научить студентов понимать и применять на практике базовые механизмы метапрограммирования, показать применимость шаблонного метапрограммирования в языке C++.

Изучив материал данного занятия, учащийся сможет

- Понимать, что такое метапрограммирование.
- Уметь объяснить разницу между `constexpr` & `template`.
- Понимать, что такое метафункция.
- Знать особенности работы SFINAE.
- Знать о таком понятии, как рефлексия.

Содержание урока

1. Что такое метапрограммирование
2. Метапрограммирование в языке C++
3. Советы по использованию метапрограммирования в C++

Резюме

Метапрограммирование — вид программирования, связанный с созданием программ, которые порождают другие программы как результат своей работы (в частности, на стадии компиляции их исходного кода), либо программ, которые меняют себя во время выполнения (сагомодифицирующийся код)

SFINAE (англ. *substitution failure is not an error*, «неудавшаяся подстановка — не ошибка») — механизм языка C++, связанный с шаблонами и перегрузкой функций.

Правило SFINAE гласит: Если не получается рассчитать окончательные типы аргументов (провести подстановку шаблонных параметров) перегруженной шаблонной функции, компилятор не выбрасывает ошибку, а ищет другую подходящую перегрузку.

Ошибка будет в трёх случаях:

- Не нашлось ни одной подходящей перегрузки.
- Нашлось несколько таких перегрузок, и C++ не может решить, какую взять.
- Перегрузка нашлась, она оказалась шаблонной, и при инстанцировании шаблона случилась ошибка.

Библиотека Qt расширяет возможности C++ с помощью метаязыка и обеспечивает поддержку рефлексии для ссылок на члены/методы класса и запрос имени объектов Qt с помощью класса `QMetaObject`, содержащего метаданные об объектах Qt.

// Без рефлексии

```
QObject *obj = new QPushButton;  
obj->metaObject()->className();
```

```
// С рефлексией  
QPushButton::staticMetaObject.className();
```

Curiously Recurring Template Pattern (CRTP) - идиома языка C++, название которой можно примерно перевести как Странно рекурсивный шаблон или Странно повторяющийся шаблон, часто просто Рекурсивный Шаблон, состоящая в том, что некоторый класс X наследуется от шаблона класса, использующего X как шаблонный параметр.

Закрепление материала

- Чем отличается метапрограммирование от обычного программирования?
- Чем отличается `std::enable_if` от `std::conditional`?
- Для чего необходим CRTP?
- Какой вид метапрограммирования поддерживает библиотека Qt?

Дополнительное задание

Задание

Изучите особенности библиотек `std::type_traits` & Boost MPL.

Самостоятельная деятельность учащегося

Задание 1

Выучите основные понятия, рассмотренные на уроке.

Задание 2

Реализуйте с помощью метапрограммирования метод `size()` для шаблонного списка, который был рассмотрен в данном уроке.

Задание 3

Зайдите на сайт MSDN.

Используя поисковые механизмы MSDN, найдите самостоятельно описание темы по каждому примеру, который был рассмотрен на уроке, так, как это представлено ниже, в разделе «Рекомендуемые ресурсы», описания данного урока. Сохраните ссылки и дайте им короткое описание.

Рекомендуемые ресурсы

https://ru.cppreference.com/w/cpp/header/type_traits

<https://monoinfinito.wordpress.com/series/introduction-to-c-template-metaprogramming/>

https://www.boost.org/doc/libs/1_31_0/libs/mpl/doc/paper/html/index.html

<https://en.cppreference.com/w/cpp/language/sfinae>