Лекция 7: Порождающие шаблоны

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

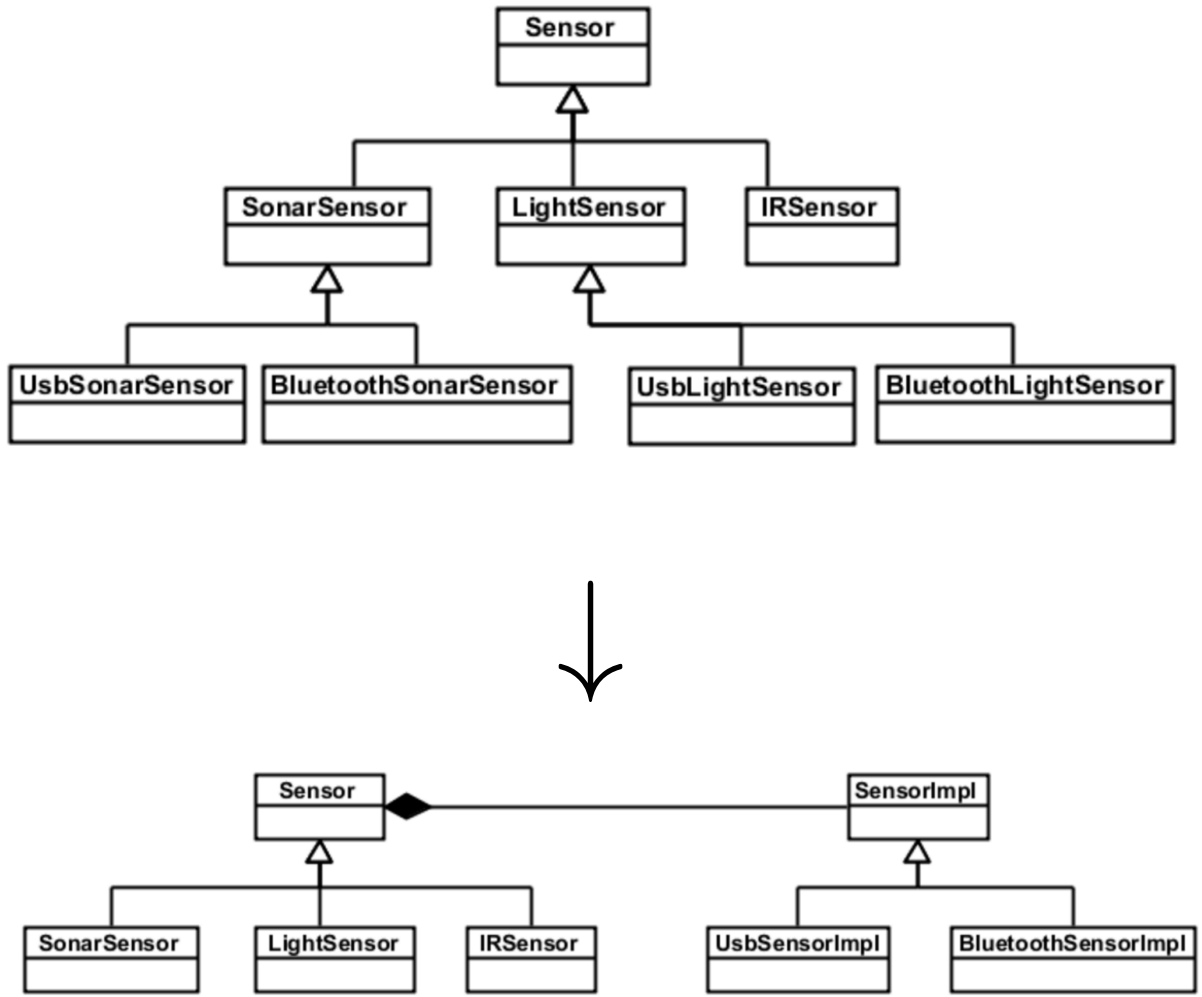
18.10.2022

Паттерн “Мост” (Bridge)

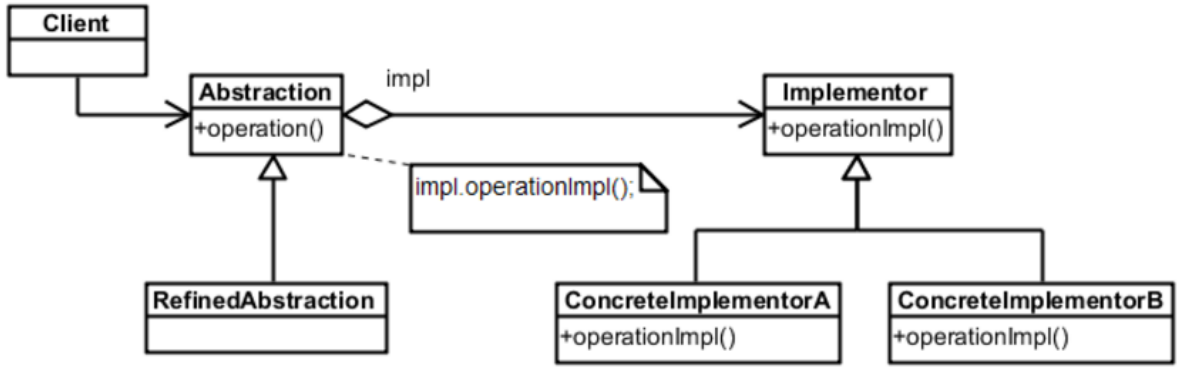
Отделяет абстракцию от реализации
Пример:

- Есть система, интерпретирующая программы для роботов
- Есть класс *Sensor*, от которого наследуются *SonarSensor*, *LightSensor*, ...
- Связь с роботом может выполняться по USB или Bluetooth, а может быть, программа и вовсе исполняется на симуляторе
- Интерпретатор хочет работать с сенсорами, не заморачиваясь реализацией механизма связи
- Рабоче-крестьянская реализация — *USBLightSensor*, *BluetoothLightSensor*, *USBSonarSensor*, *BluetoothSonarSensor*, ...
- Число классов — произведение количества сенсоров и типов связи

“Мост”, пример


Sensor
SonarSensor
LightSensor
IRSensor
UsbSonarSensor
BluetoothSonarSensor
UsbLightSensor
BluetoothLightSensor
Sensor
SensorImpl
SonarSensor
LightSensor
IRSensor
UsbSensorImpl
BluetoothSensorImpl

“Мост”, общая схема



- *Abstraction* — определяет интерфейс абстракции, хранит ссылку на реализацию
- *RefinedAbstraction* — расширяет интерфейс абстракции, делает полезную работу, используя реализацию
- *Implementor* — определяет интерфейс реализации, в котором абстракции предоставляются низкоуровневые операции
- *ConcreteImplementor* — предоставляет конкретную реализацию Implementor

Когда применять

- Когда хочется разделить абстракцию и реализацию, например, когда реализацию можно выбирать во время компиляции или во время выполнения
  - “Стратегия”, “Прокси”
- Когда абстракция и реализация должны расширяться новыми подклассами
- Когда хочется разделить одну реализацию между несколькими объектами
  - Как copy-on-write в строках

Тонкости реализации

Создание правильного Implementor-а

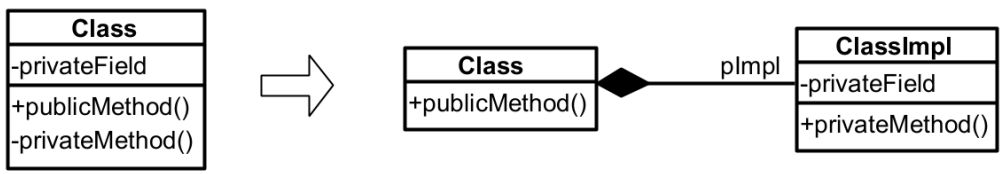
- Самой абстракцией в конструкторе, в зависимости от переданных параметров
  - Как вариант — выбор реализации по умолчанию и замена её по ходу работы
- Принимать реализацию извне (как параметр конструктора, или, реже, как значение в сеттер)
- Фабрика/фабричный метод
  - Позволяет спрятать платформозависимые реализации, чтобы не зависеть от них всех при сборке

Pointer To Implementation (PImpl)

Вырожденный мост для C++, когда “абстракция” имеет ровно одну реализацию, часто полностью дублирующую её интерфейс
Зачем: чтобы клиенты класса не зависели при сборке от его реализации

- Позитивно сказывается на времени компиляции программ на C++
- Позволяет менять реализацию независимо

Как: предварительное объявление класса-реализации, полное определение — в .cpp-файле вместе с методами абстракции

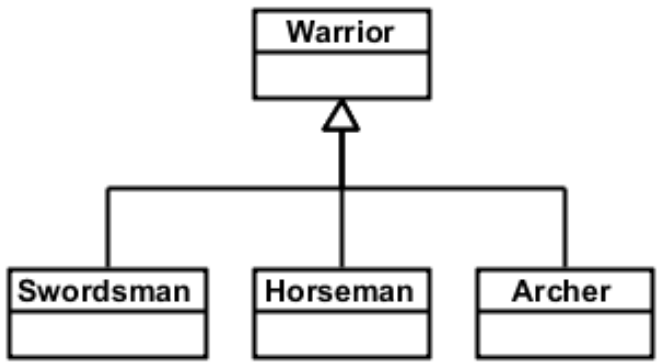


Часто используется в реализации библиотек (например, Qt)

“Фабричный метод” мотивация

Игра-стратегия

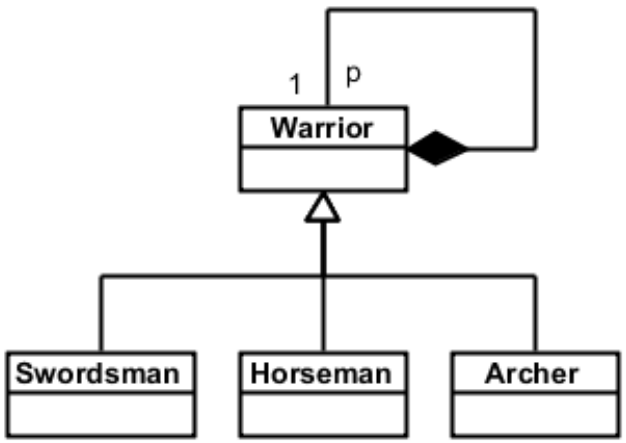
- Воины
  - Мечники
  - Конница
  - Лучники
- Общее поведение
- Общие характеристики



Виртуальный конструктор

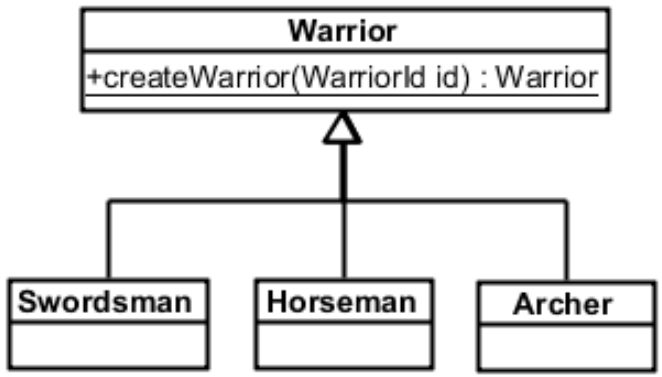
```
enum WarriorId { SwordsmanId, ArcherId, HorsemanId };

class Warrior
{
public:
   Warrior(WarriorId id)
   {
      if (id == SwordsmanId) p = new Swordsman;
      else if (id == ArcherId) p = new Archer;
      else if (id == HorsemanId) p = new Horseman;
      else assert(false);
   }
   virtual void info() { p->info(); }
   virtual ~Warrior() { delete p;  p = 0; }
private:
   Warrior* p;
};
```



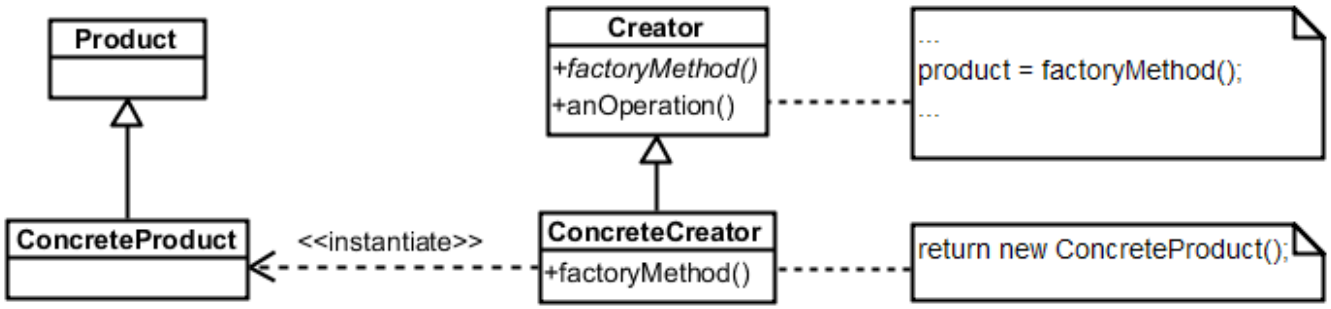
Фабричный метод

- Базовый класс знает про остальные
- switch в createWarrior()



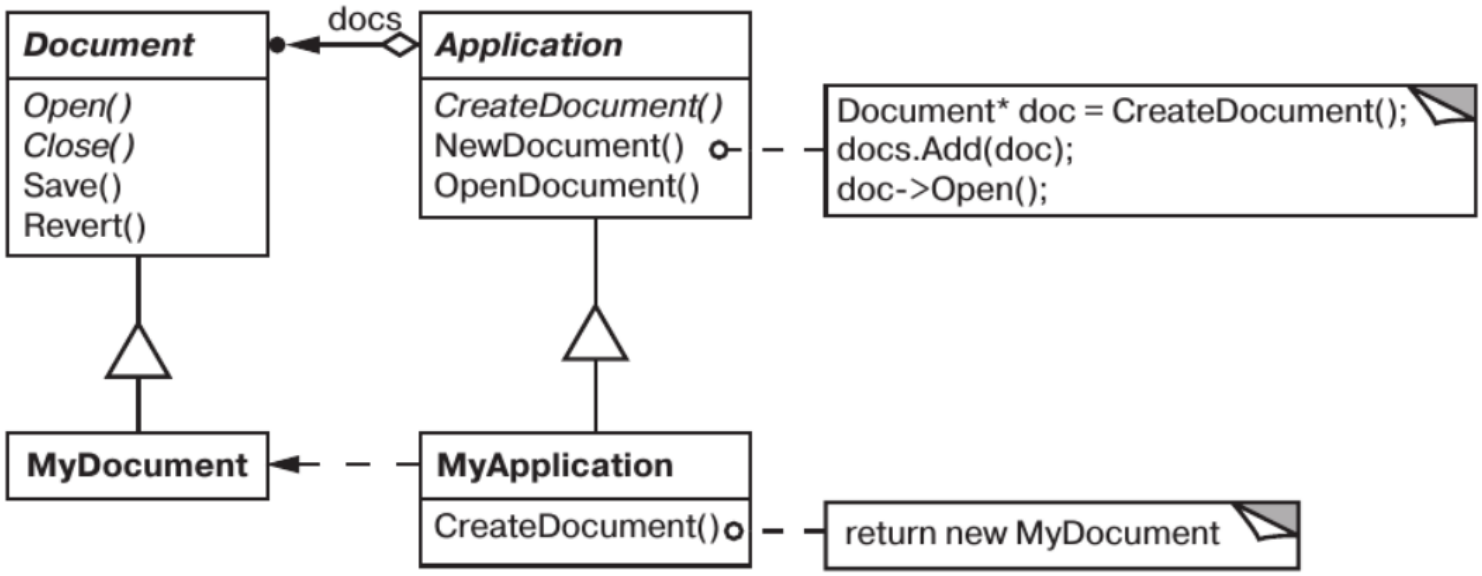
Паттерн “Factory Method”

Factory Method

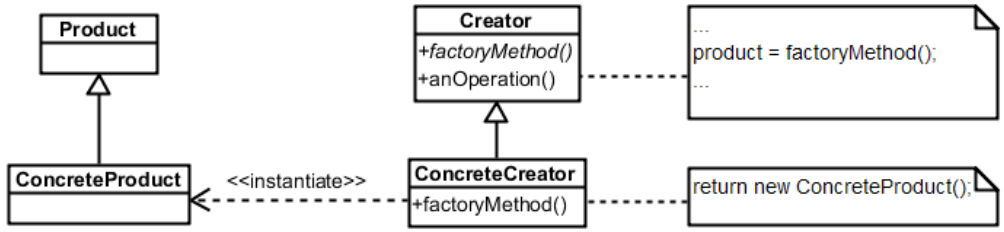


- Применимость:
  - классу заранее неизвестно, объекты каких классов ему нужно создавать
  - объекты, которые создает класс, специфицируются подклассами
  - класс делегирует свои обязанности одному из нескольких вспомогательных подклассов

Пример, текстовый редактор



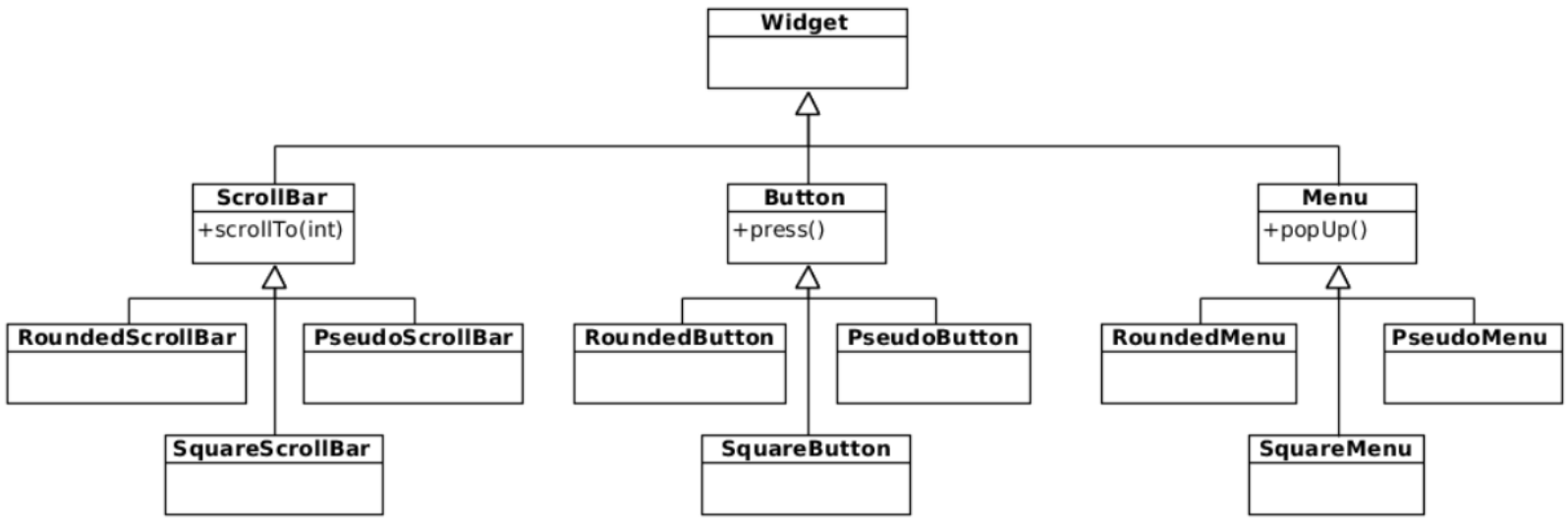
“Фабричный метод”, детали реализации



- Абстрактный Creator или реализация по умолчанию
  - Второй вариант может быть полезен для расширяемости
- Параметризованные фабричные методы
- Если язык поддерживает инстанциацию по прототипу (JavaScript, Smalltalk), можно хранить порождаемый объект
- Creator не может вызывать фабричный метод в конструкторе
- Можно сделать шаблонный Creator
- Можно использовать лямбда-функции

“Абстрактная фабрика”, мотивация

- Хотим поддержать разные стили UI
  - Гибкая поддержка в архитектуре
  - Удобное добавление новых стилей



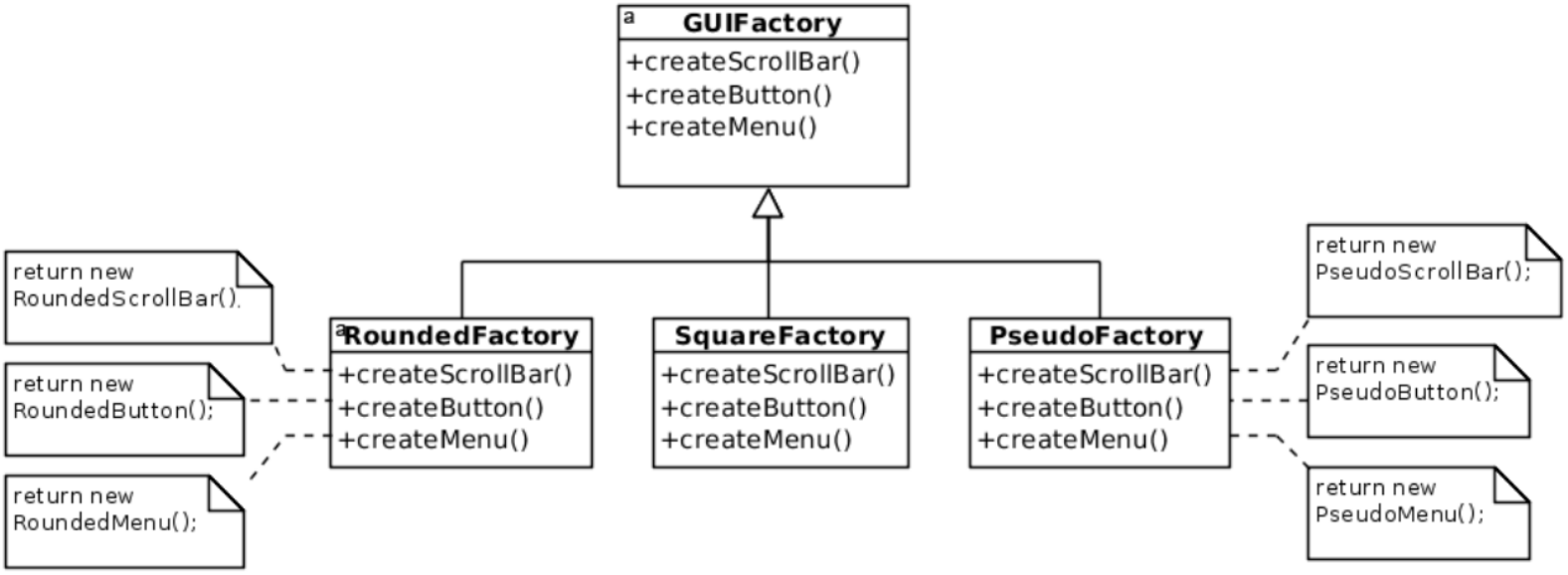
Создание виджетов

```
ScrollBar* bar = new RoundedScrollBar;
```

vs

```
ScrollBar* bar = guiFactory->createScrollBar();
```

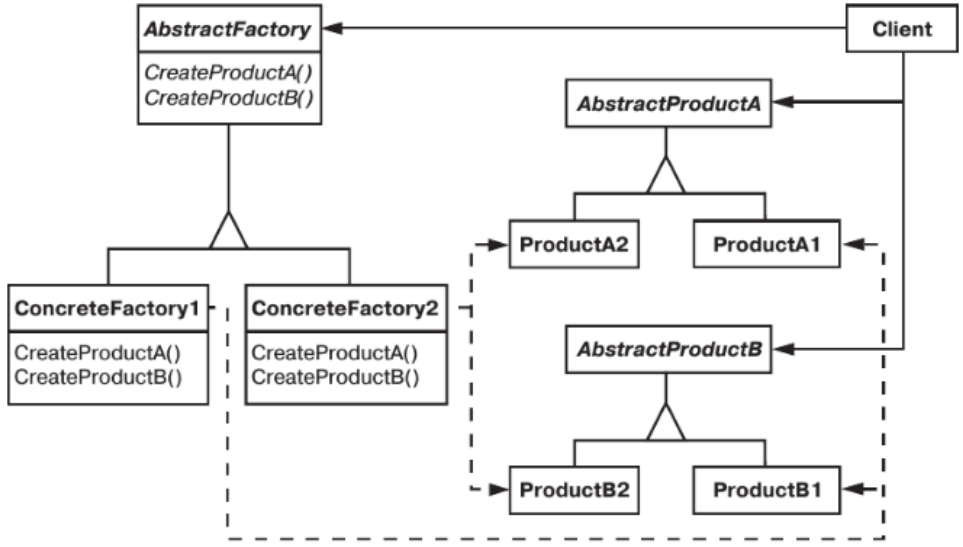
Фабрика виджетов



Паттерн “Абстрактная фабрика”

Abstract Factory

- Изолирует конкретные классы
- Упрощает замену семейств продуктов
- Гарантирует сочетаемость продуктов
- Поддержать новый вид продуктов непросто

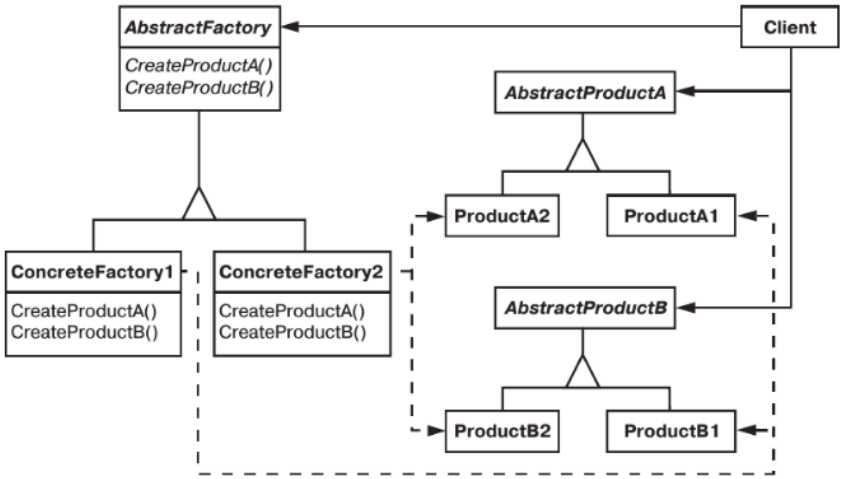


“Абстрактная фабрика”, применимость

- Система не должна зависеть от того, как создаются, компонуются и представляются входящие в неё объекты
- Система должна конфигурироваться одним из семейств составляющих её объектов
- Взаимосвязанные объекты должны использоваться вместе
- Хотите предоставить библиотеку объектов, раскрывая только их интерфейсы, но не реализацию

“Абстрактная фабрика”, детали реализации

- Хорошо комбинируются с паттерном “Одиночка”
- Если семейств продуктов много, то фабрика может инициализироваться *прототипами*, тогда не надо создавать сотню подклассов

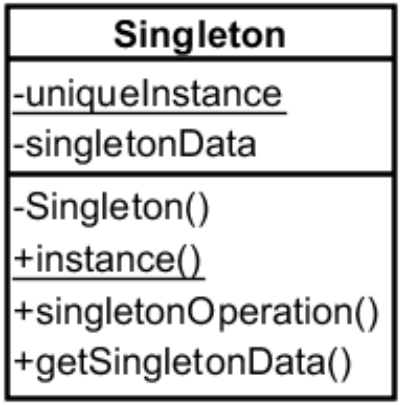


  - Прототип на самом деле может быть классом (например, Class в Java)
  - Если виды объектов часто меняются, может помочь параметризация метода создания
    - Может пострадать типобезопасность

Паттерн “Одиночка”

Singleton

- Гарантирует, что у класса есть только один экземпляр
- Предоставляет глобальный доступ к этому экземпляру
- Позволяет использовать подклассы без модификации клиентского кода



“Одиночка”, наивная реализация

```
public class Singleton {
    private static Singleton instance;

    private Singleton () {}

    public static Singleton getInstance() {
        if (instance == null) {
            instance = new Singleton();
        }
        return instance;
    }
}
```

“Одиночка”, простая многопоточная реализация

```
public class Singleton {
    private static Singleton instance = new Singleton();

    private Singleton () {}

    public static Singleton getInstance() {
        return instance;
    }
}
```

“Одиночка”, плохая многопоточная реализация

```
public class Singleton {
    private static Singleton instance;

    public static synchronized Singleton getInstance() {
        if (instance == null) {
            instance = new Singleton();
        }
        return instance;
    }
}
```

Double-checked locking

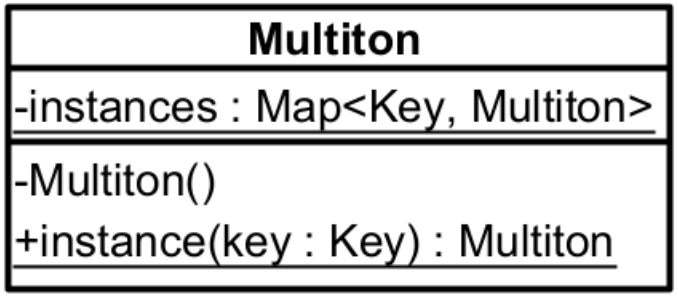
Более-менее хорошая многопоточная реализация

```
public class Singleton {
    private static volatile Singleton instance;

    public static Singleton getInstance() {
        Singleton localInstance = instance;
        if (localInstance == null) {
            synchronized (Singleton.class) {
                localInstance = instance;
                if (localInstance == null) {
                    instance = localInstance = new Singleton();
                }
            }
        }
        return localInstance;
    }
}
```

“Multiton”

- Реестр одиночек, обеспечивает уникальность объекта по ключу
  - Сам создаёт объекты
  - Не даёт возможности зарегистрировать объект извне



“Одиночка”, критика

- Добавляет неочевидные зависимости по данным
  - По сути, хитрая глобальная переменная
- Усложняет тестирование
- Нарушает принцип единственности ответственности
- Сложно рефакторить, если потребуется несколько экземпляров

Паттерн “Ленивая инициализация”

- Некоторое упрощение одиночки
- Действие не выполняется до тех пор, пока не нужен его результат
- Используется повсеместно, для ускорения запуска и экономии на редких вычислениях
  - Just-In-Time-компиляция
  - Ленивые структуры данных (списки в Haskell, seq в F#)
  - Ленивые вычисления (Haskell, Lazy<T> в .NET)
  - ...
- Имеет те же проблемы с многопоточностью, что и одиночка

Паттерн “Пул объектов”, мотивация

Потоки в .NET

- Класс Thread, конструктор создаёт поток и запускает в нём переданную операцию
- Поток уничтожается, когда операция завершилась
- Создание и остановка потоков — долгие операции
- Каждый поток требует системных ресурсов
- Нет смысла иметь больше потоков, чем ядер процессора

Паттерн “Пул объектов”

Решение: пул потоков в .NET

- Класс ThreadPool, синглтон
- Создаёт заранее N потоков, которые никогда не заканчиваются и ждут задач
- QueueUserWorkItem принимает задачу на исполнение
  - Например,

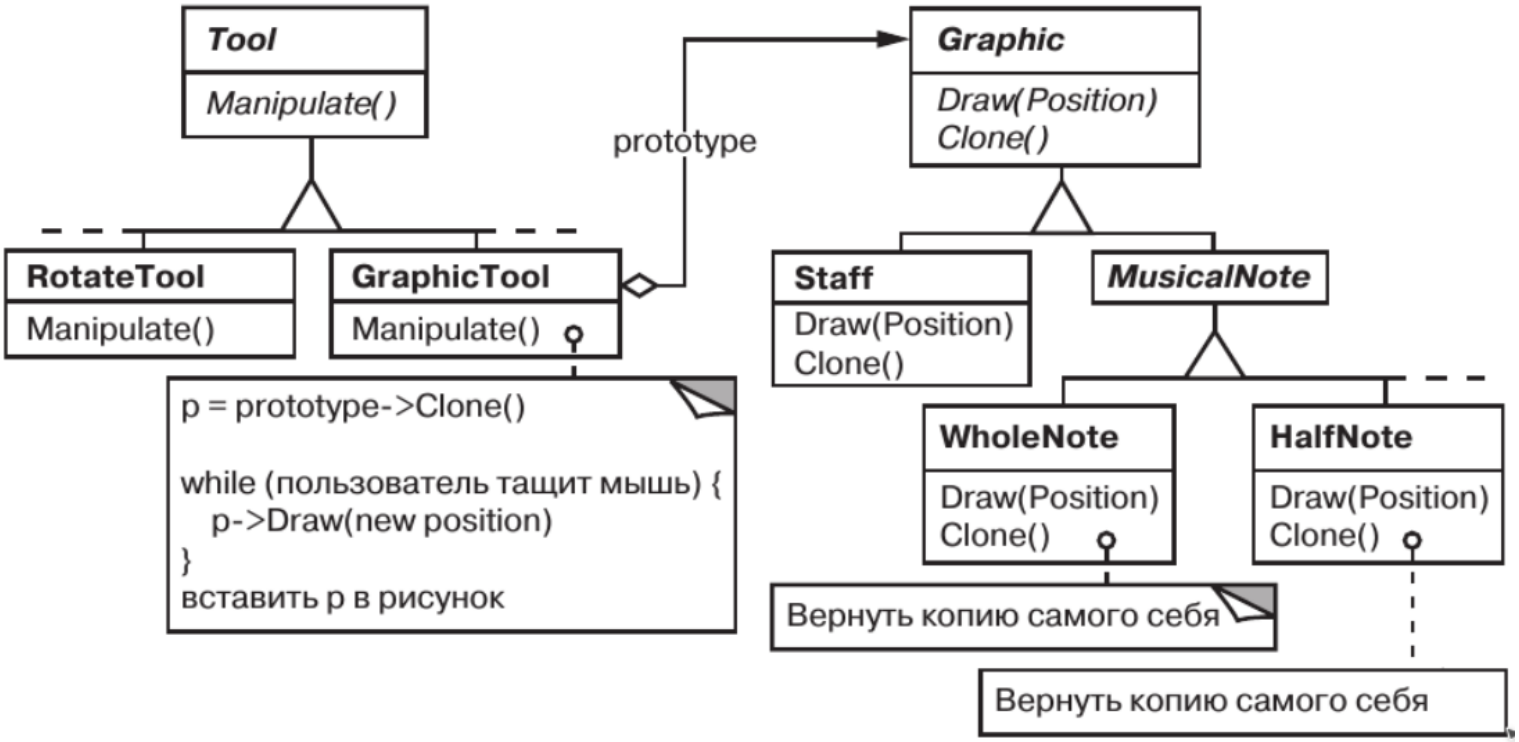
```
ThreadPool.QueueUserWorkItem(
    () => Console.WriteLine("Goodbye, world!")
)
```

- Если есть свободный поток, он начинает исполнять задачу
- Если свободных потоков нет, а задач много, создаётся новый поток
- Лишние потоки удаляются, если задач нет и число потоков больше N

Паттерн “Пул объектов”

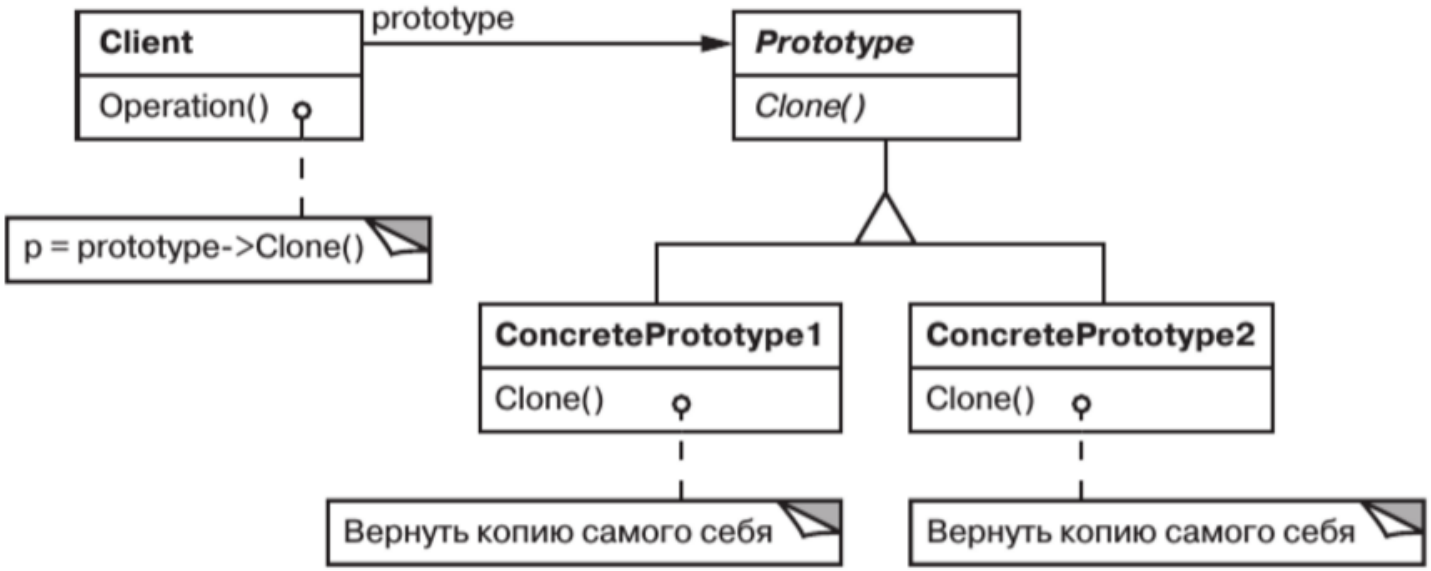
- Применяется, когда объекты создавать сложно, но каждый объект нужен лишь ненадолго
- Желательно, чтобы на поддержание объектов в пуле не требовалось много ресурсов, либо объектов в пуле было мало
  - Например, создать 50000 сетевых соединений “заранее” может быть плохой идеей
- Следует применять с осторожностью в языках со сборкой мусора — пул держит ссылки на объекты
  - К тому же, в таких языках new отрабатывает мгновенно
- Следует помнить про многопоточность
  - Как правило, методы пула требуют синхронизации

“Прототип”, мотивация



Паттерн “Прототип”

Prototype



“Прототип”, детали реализации

- Можно реализовать через рефлексию (но не нужно)
- Реестр прототипов, обычно ассоциативное хранилище
- Операция Clone
  - Глубокое и мелкое копирование
  - В случае, если могут быть круговые ссылки
  - Сериализовать/десериализовать объект (но помнить про идентичность)
- Инициализация клона
  - Передавать параметры в Clone — плохая идея