Паттерны и архитектурные стили

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

12.07.2023

Паттерны проектирования

Шаблон проектирования — это повторимая архитектурная конструкция, являющаяся решением некоторой типичной технической проблемы

- Подходит для класса проблем
- Обеспечивает переиспользуемость знаний
- Позволяет унифицировать терминологию
- В удобной для изучения форме
- НЕ конкретный рецепт или указания к действию

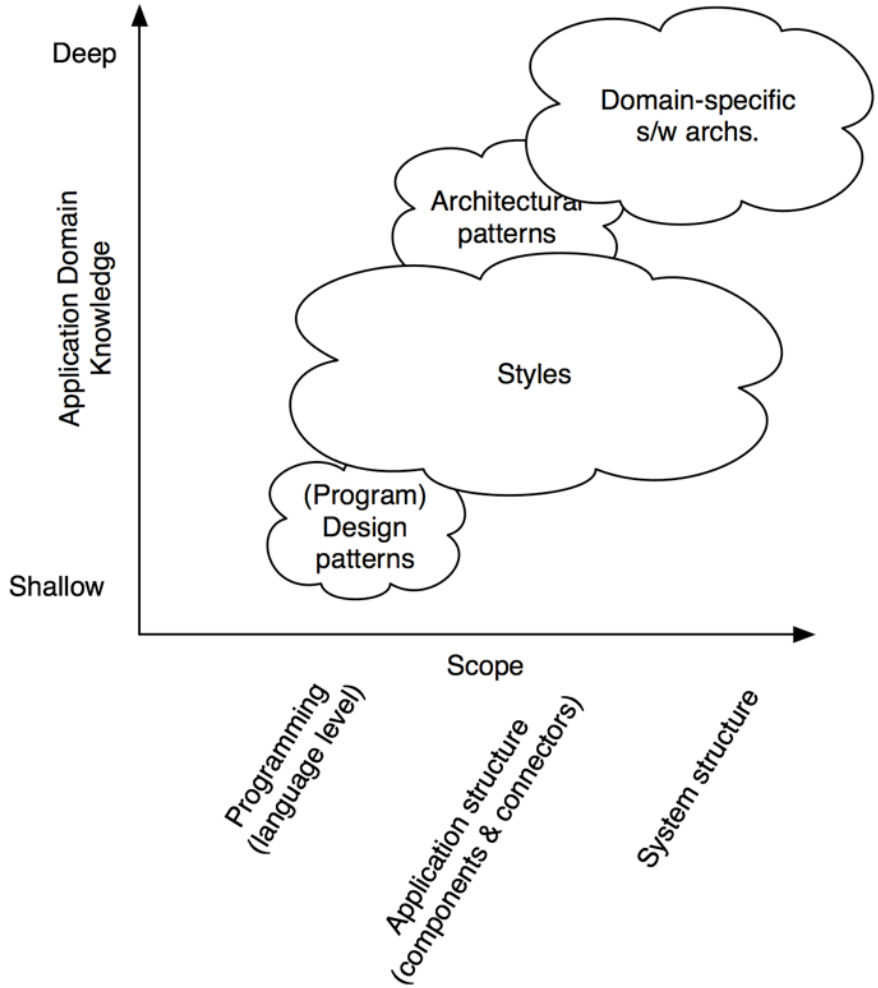
Архитектурные стили

Архитектурный стиль — набор решений, которые

1. применимы в выбранном контексте разработки,
2. задают ограничения на принимаемые архитектурные решения, специфичные для определённых систем в этом контексте,
3. приводят к желаемым положительным качествам получаемой системы.

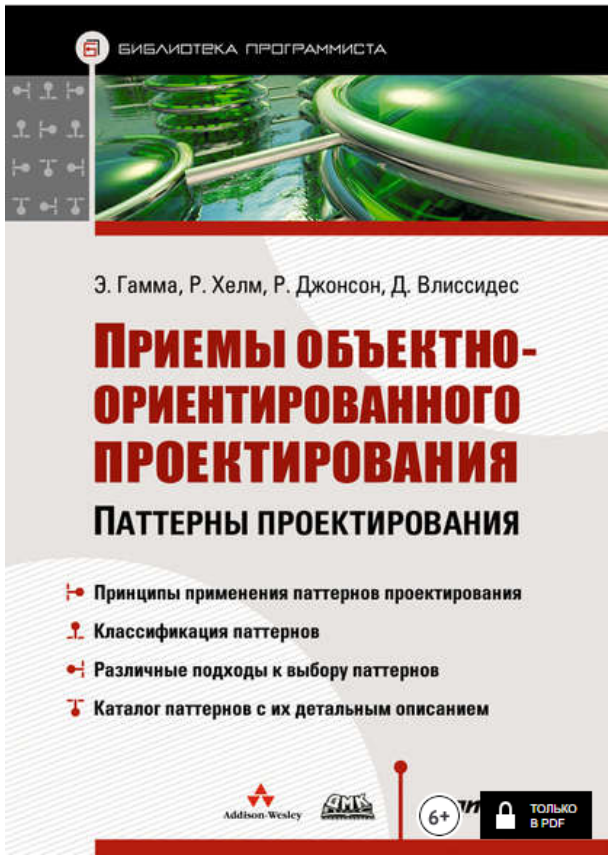
Архитектурные шаблоны более «стратегичны» и более размыты, чем паттерны

Паттерны и архитектурные стили

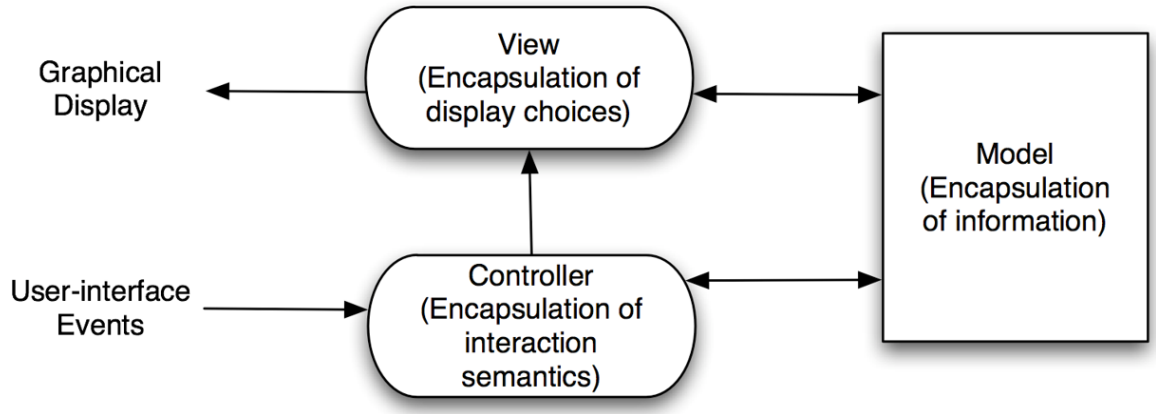


Книжка про паттерны

Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования
Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес
Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software



Пример: Model-View-Controller



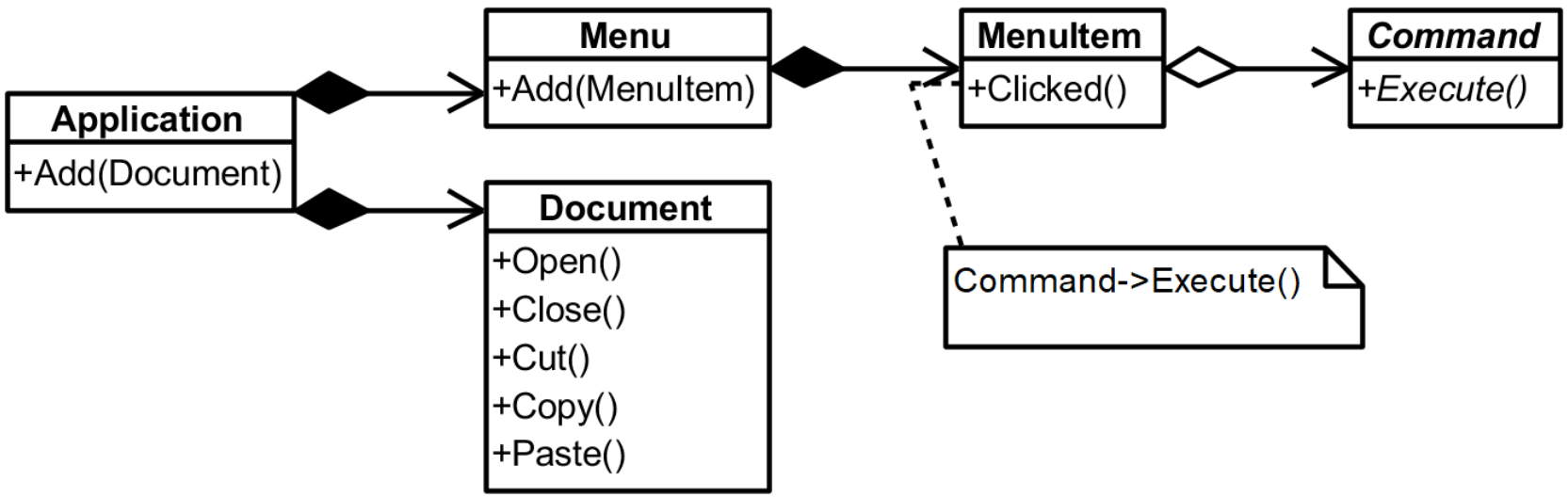
© N. Medvidovic

- Разделяет данные, представление и взаимодействие с пользователем
- Если в модели что-то меняется, она оповещает представление (представления)
- Через контроллер проходит всё взаимодействие с пользователем
  - Естественное место для паттерна «Команда» и Undo/Redo

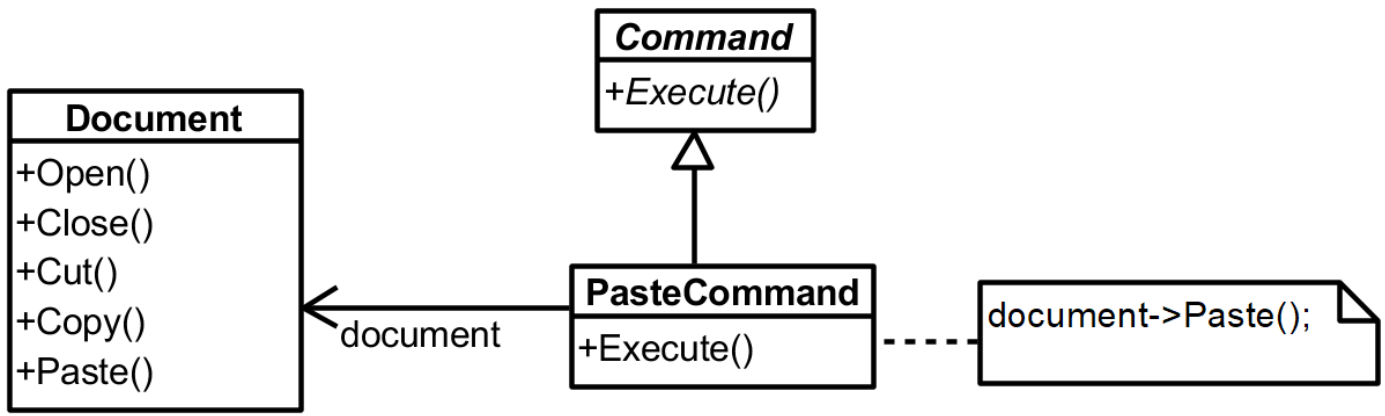
Паттерн «Команда», мотивация

- Хотим отделить инициацию запроса от его исполнения
- Хотим, чтобы тот, кто «активирует» запрос, не знал, как он исполняется
- При этом хотим, чтобы тот, кто знает, когда исполнится запрос, не знал, когда он будет активирован
- Но зачем?
  - Команды меню приложения
  - Палитры инструментов
  - ...
- Просто вызвать действие не получится, вызов функции жёстко свяжет инициатора и исполнителя

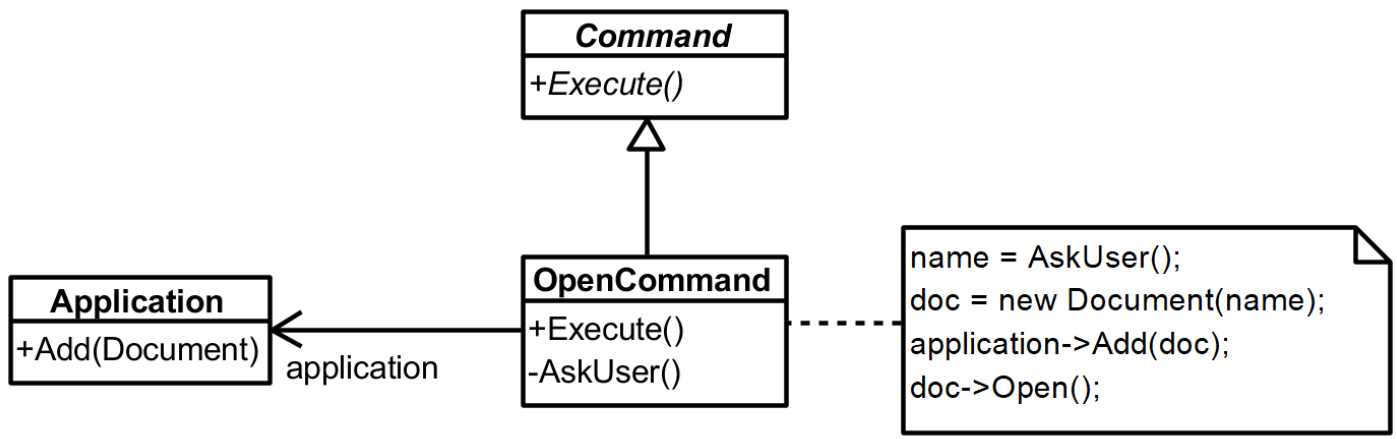
Решение: обернём действие в объект



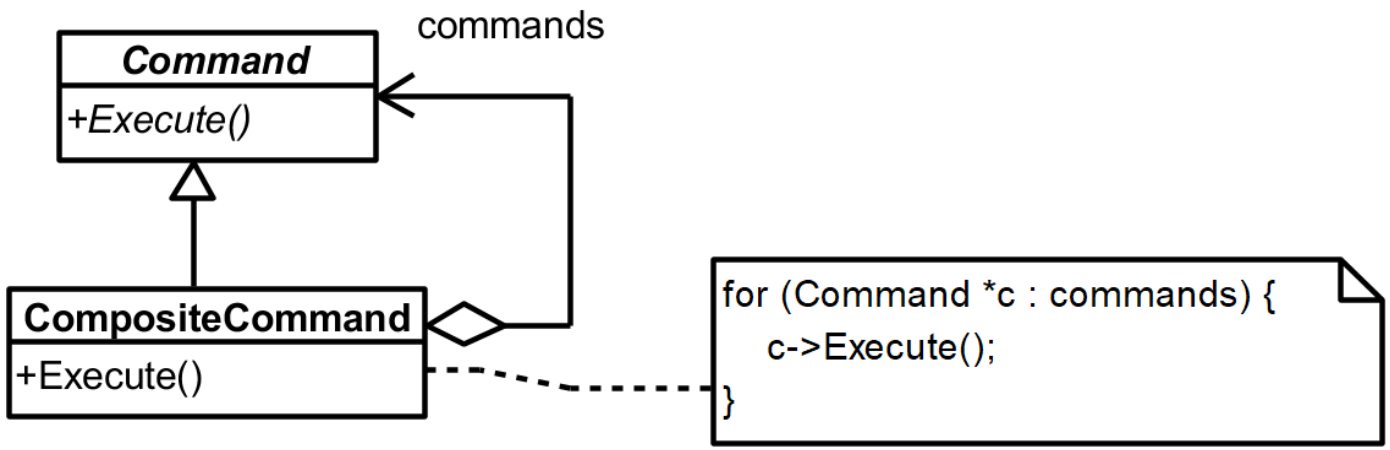
Команда вставки



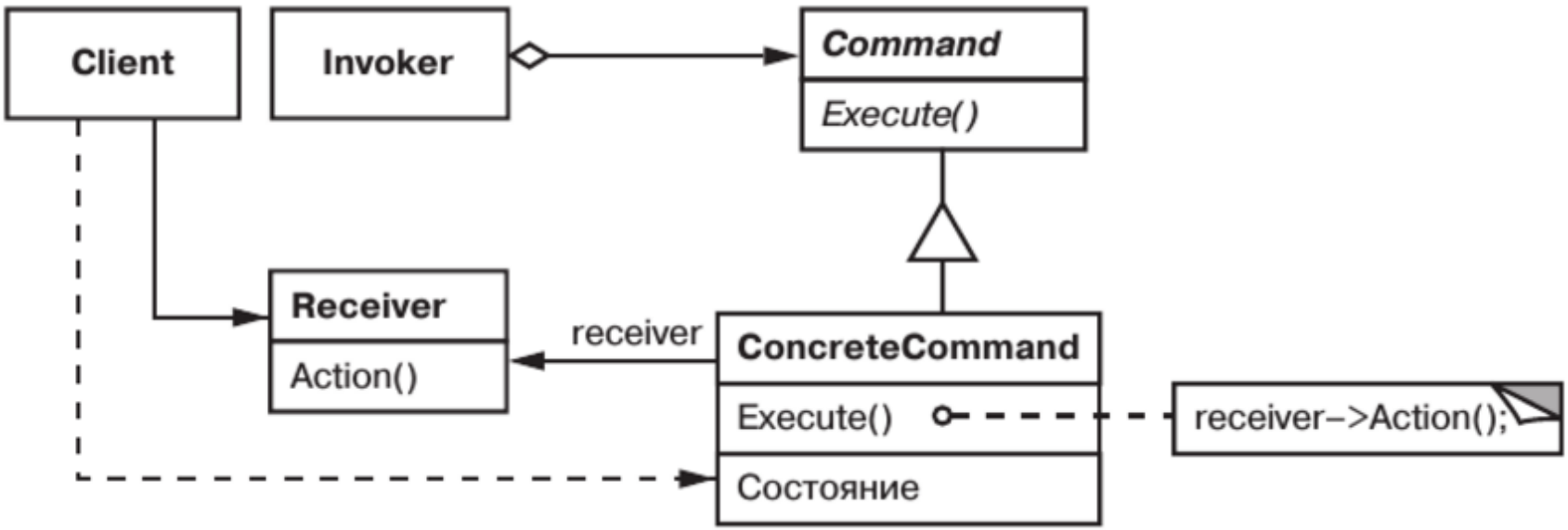
Команда открытия документа



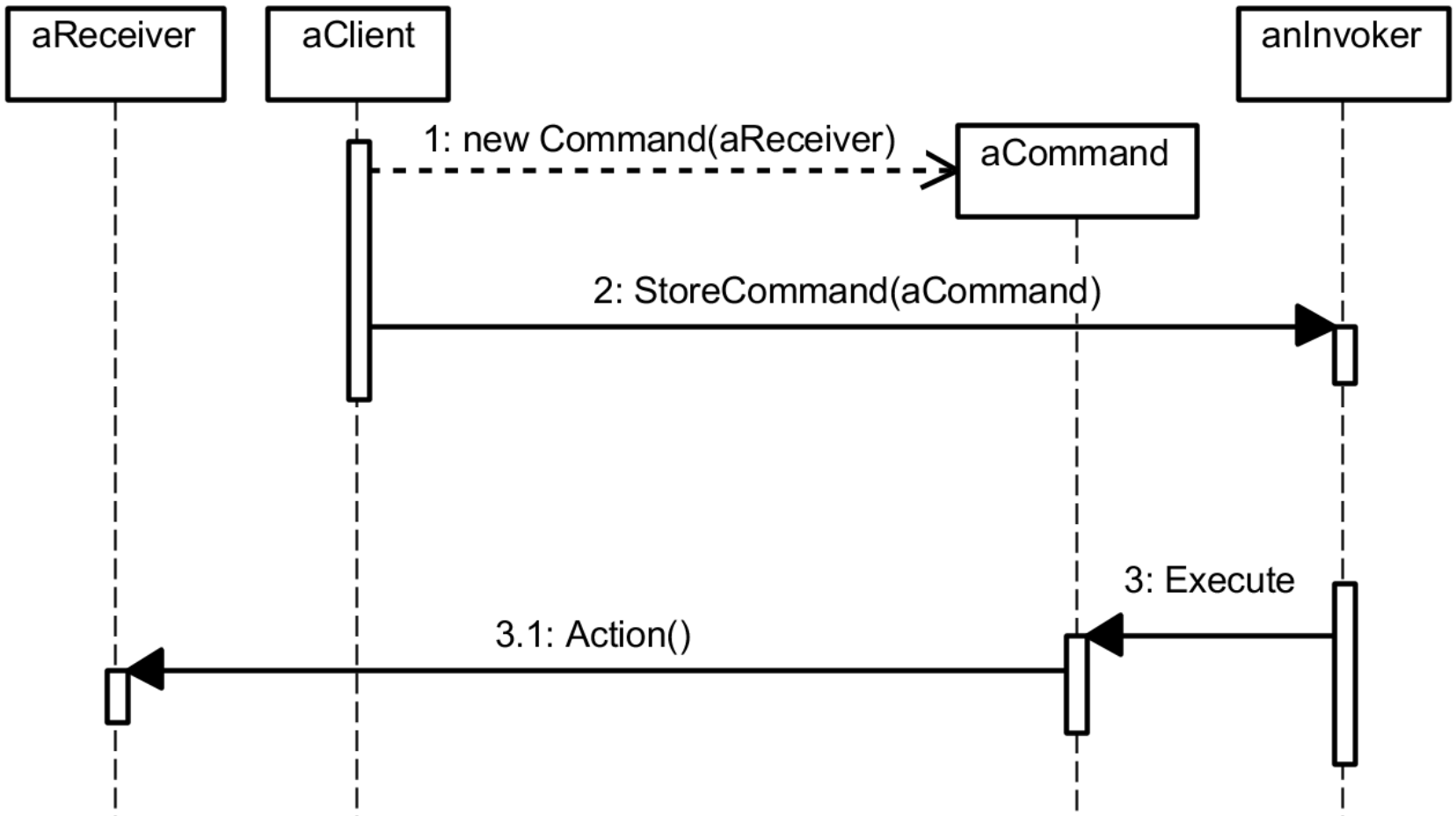
Составная команда



Паттерн «Команда»



Взаимодействие объектов



Команда, применимость

- Параметризовать объекты выполняемым действием
- Определять, ставить в очередь и выполнять запросы в разное время
- Поддержать отмену операций
- Структурировать систему на основе высокоуровневых операций, построенных из примитивных
- Поддержать протоколирование изменений

«Команда» (Command), детали реализации

- Насколько «умной» должна быть команда
- Отмена и повторение операций — тоже от хранения всего состояния в команде до «вычислимого» отката
  - Undo-стек и Redo-стек
  - Может потребоваться копировать команды
  - Искусственные команды
  - Композитные команды

«Команда», пример

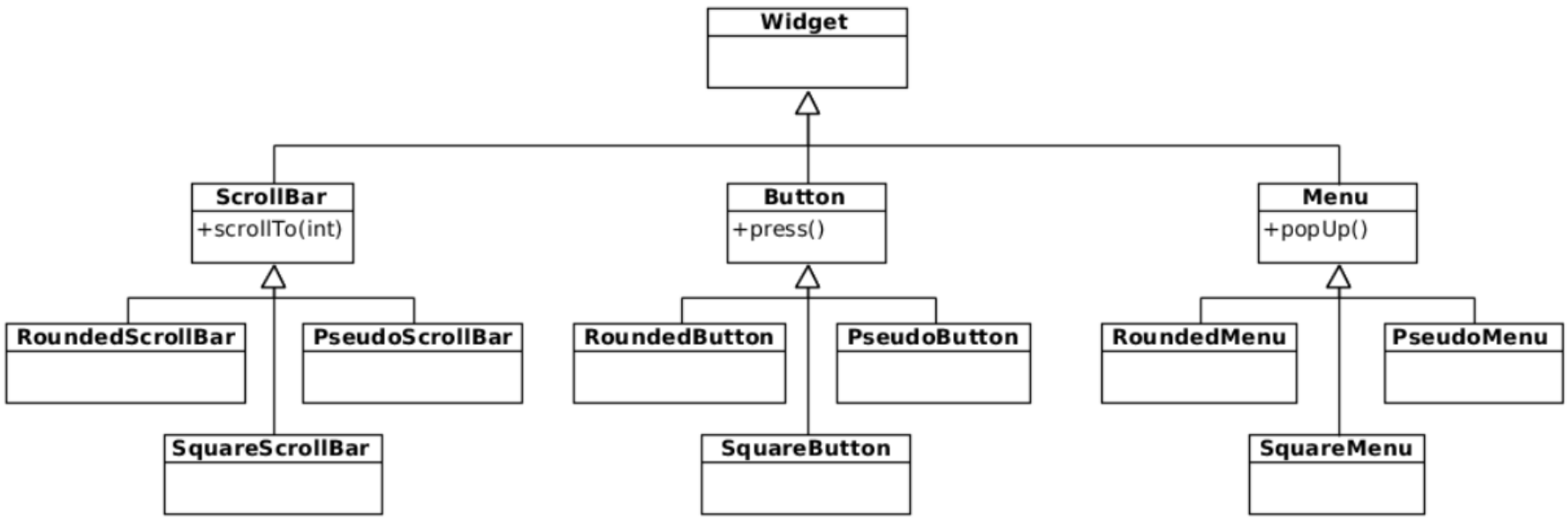
- Qt, класс QAction:

```
const QIcon openIcon = QIcon(":/images/open.png");
QAction *openAct = new QAction(openIcon, tr("&Open..."), this);

openAct->setShortcuts(QKeySequence::Open);
openAct->setStatusTip(tr("Open an existing file"));

connect(openAct, &QAction::triggered, this, &MainWindow::open);

fileMenu->addAction(openAct);
fileToolBar->addAction(openAct);
```

- ICommand в .NET

«Абстрактная фабрика», мотивация

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



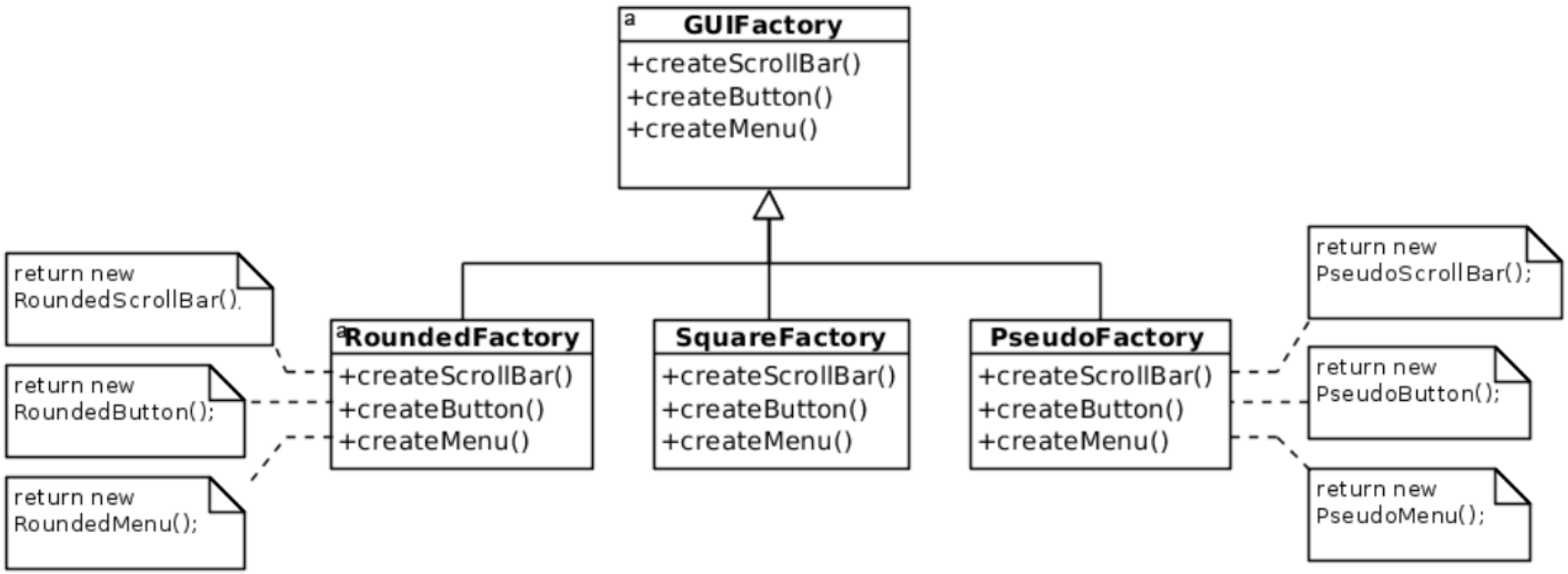
Создание виджетов

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

vs

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

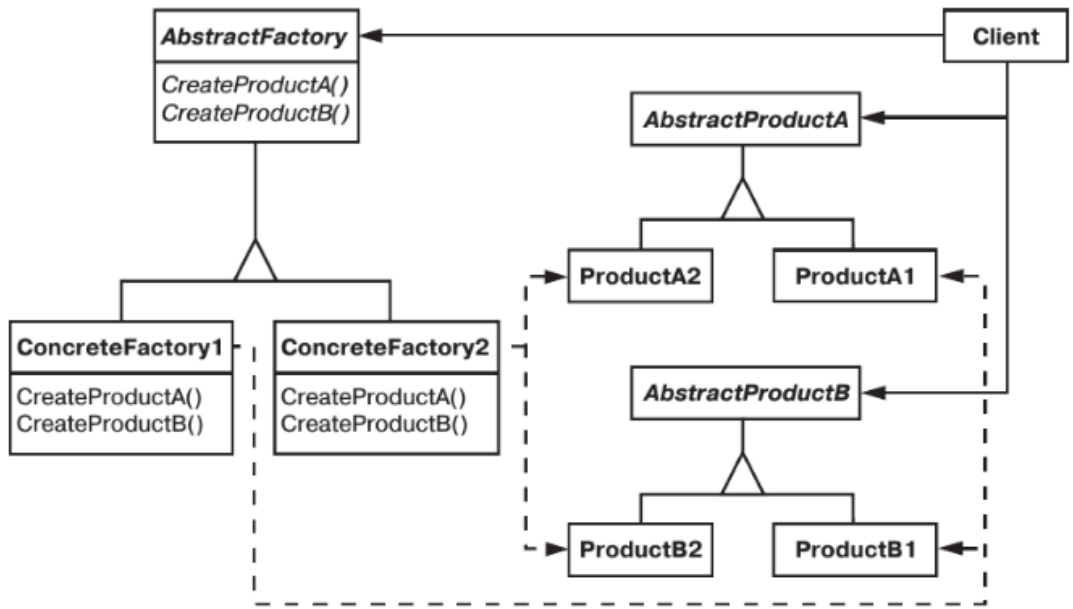
Фабрика виджетов



Паттерн «Абстрактная фабрика»

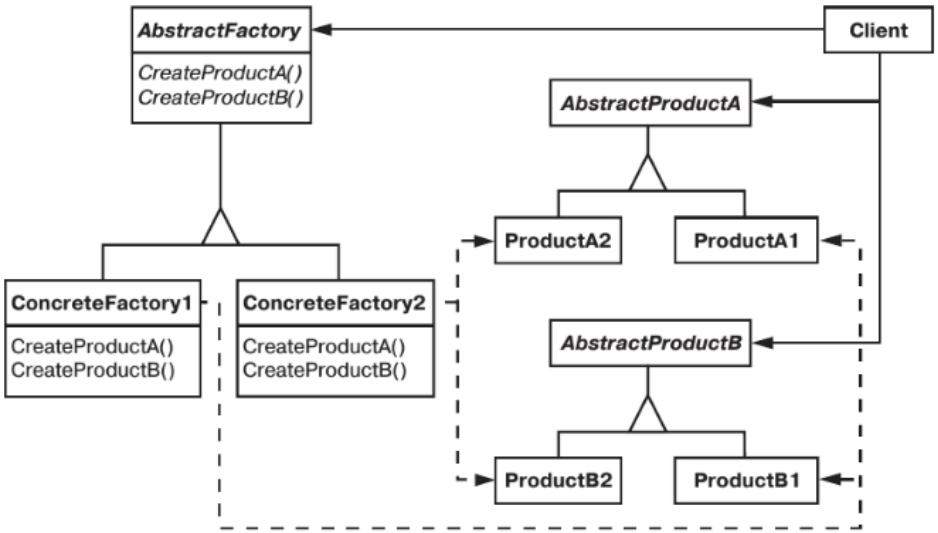
Abstract Factory

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



«Абстрактная фабрика», детали реализации

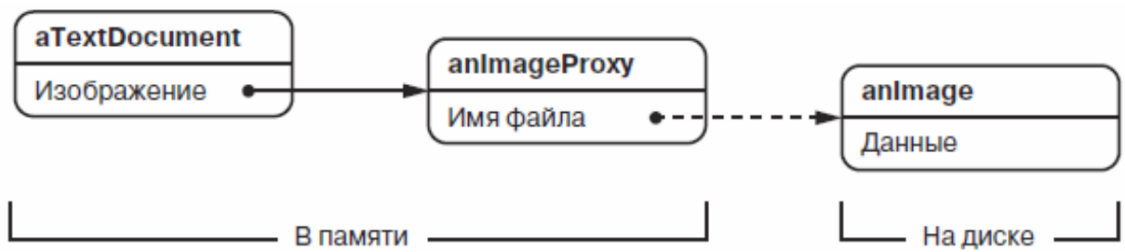
- Хорошо комбинируются с паттерном «Одиночка»
- Если семейств продуктов много, то фабрика может инициализироваться *прототипами*, тогда не надо создавать сотню подклассов



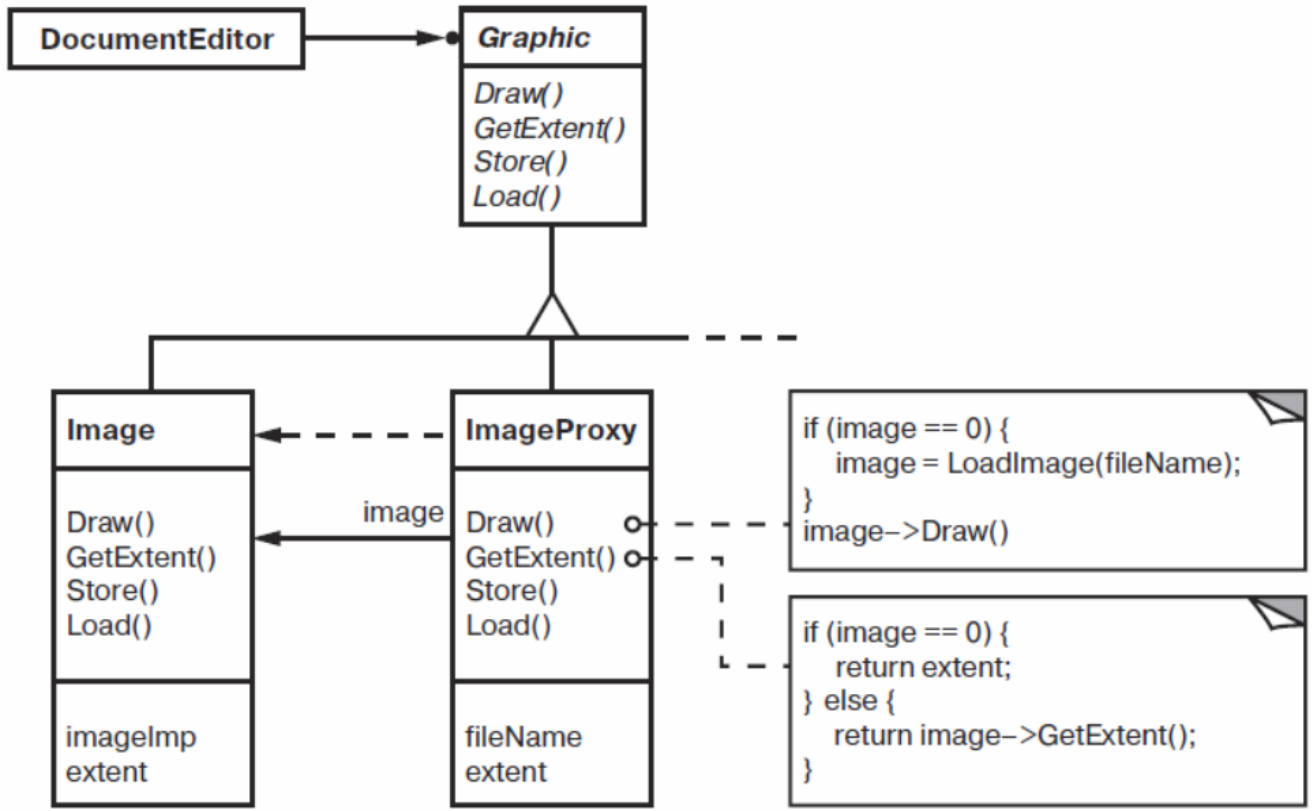
- Прототип на самом деле может быть классом (например, Class в Java)
- Часто это просто лямбда, создающая объект
- Если виды объектов часто меняются, может помочь параметризация метода создания

Управление доступом к объектам

- Встраивание в документ графических объектов
  - Затраты на создание могут быть значительными
  - Хотим отложить их на момент использования
- Использование заместителей объектов

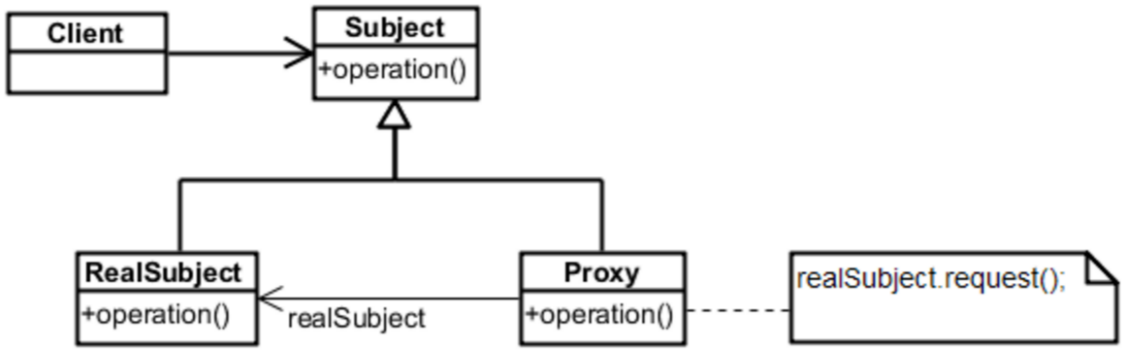


Отложенная загрузка изображения



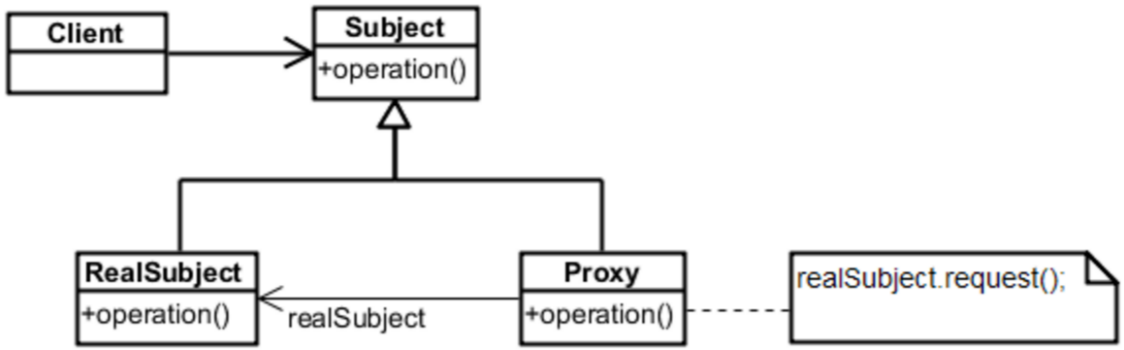
Паттерн «Заместитель»

Proxy



- Замещение удалённых объектов
- Создание «тяжёлых» объектов по требованию
- Контроль доступа
- Умные указатели
  - Подсчёт ссылок
  - Ленивая загрузка/инициализация
  - Работа с блокировками
  - Копирование при записи

«Заместитель», детали реализации



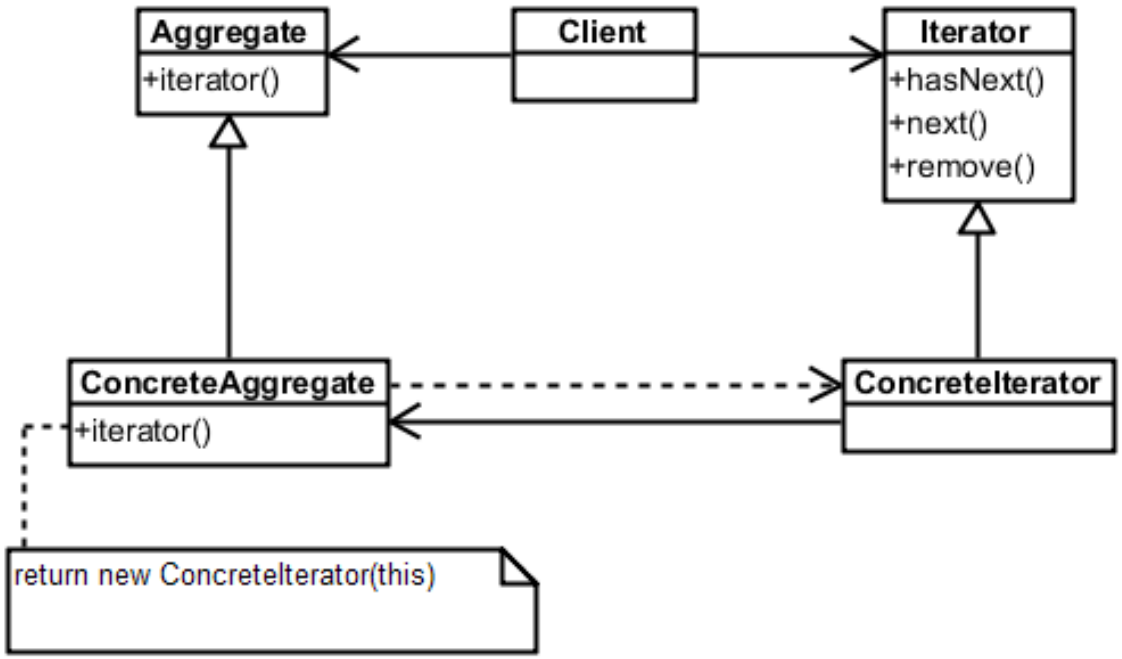
- Перегрузка оператора доступа к членам класса (для C++)
  - Умные указатели так устроены
  - C++ вызывает операторы -> по цепочке
    - object->**do**() может быть хоть ((object.**operator**->()).**operator**->()).**do**()
  - Не подходит, если надо различать операции

«Заместитель», детали реализации (2)

- Реализация «вручную» всех методов проксируемого объекта
  - Сотня методов по одной строчке каждый
  - C#/F#: `public void do() => realSubject.do();`
  - Препроцессор/генерация
    - Технологии наподобие WCF
- Проксируемого объекта может не быть в памяти

«Итератор» (Iterator)

Инкапсулирует способ обхода коллекции.



- Разные итераторы для разных способов обхода
- Можно обходить не только коллекции

«Итератор», примеры

- Java-стиль:

```
public interface Iterator<E> {
    boolean hasNext();
    E next();
    void remove();
}
```

- .NET-стиль:

```
public interface IEnumerator<T>
{
    bool MoveNext();
    T Current { get; }
    void Reset();
}
```

«Итератор», детали реализации (1)

- Внешние итераторы

```
foreach (Thing t in collection)
{
    Console.WriteLine(t);
}
```

- Внутренние итераторы

```
collection.ToList().ForEach(t => Console.WriteLine(t));
```

«Итератор», детали реализации (2)

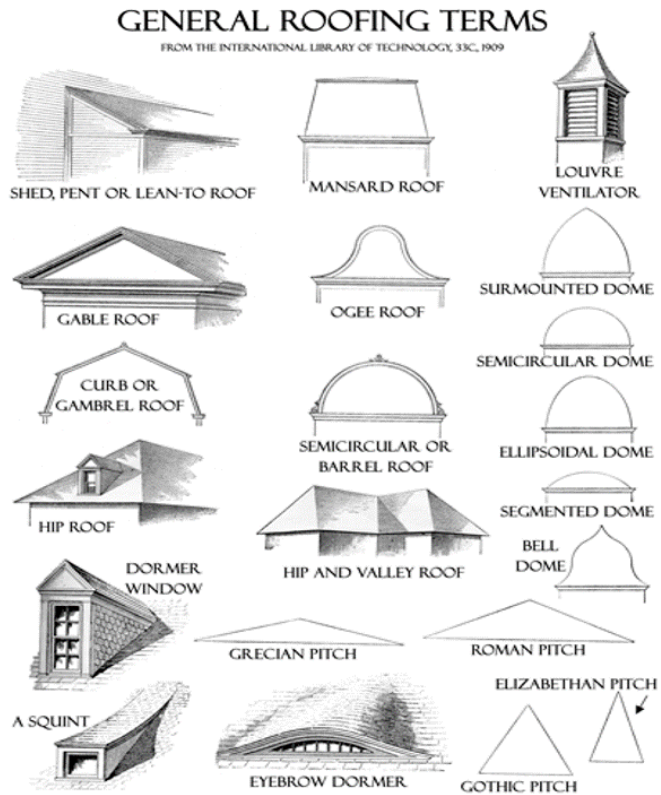
- Итераторы и курсоры
- Устойчивые и неустойчивые итераторы
  - Паттерн «Наблюдатель»
  - Даже обнаружение модификации коллекции может быть непросто
- Дополнительные операции

Архитектурные стили

- Именованная коллекция архитектурных решений
- Менее узкоспециализированные, чем паттерны
- Определяют основные принципы построения системы в целом

Архитектурные стили

- Одна система может включать в себя несколько архитектурных стилей
- Понятие стиля применимо и к подсистемам



© N. Medvidovic

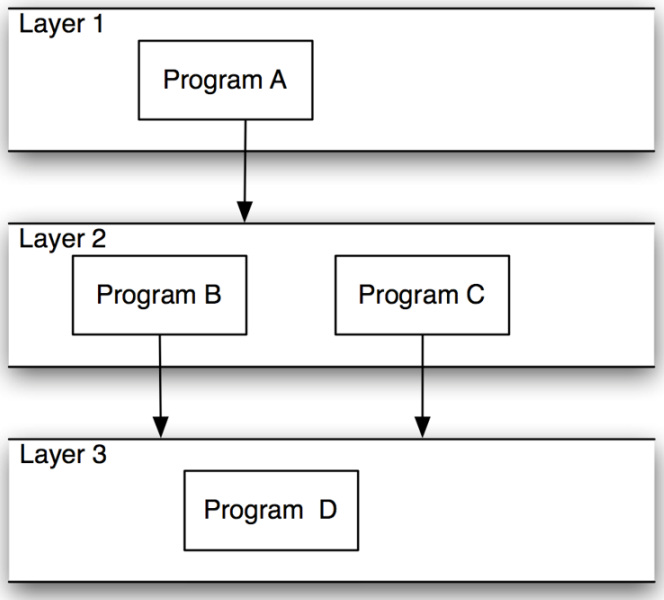
Слоистый стиль

Layered style

- Иерархическая организация системы
  - Многоуровневый «клиент-сервер»
  - Каждый слой предоставляет интерфейс для использования слоями выше
- Каждый слой работает как:
  - Сервер — предоставляет функциональность слоям выше
  - Клиент — использует функциональность слоёв ниже
- Пример — операционные системы, сетевые стеки протоколов

Слоистый стиль, подробности

- Преимущества:
  - Повышение уровня абстракции
  - Лёгкость в расширении
  - Изменения в каждом уровне затрагивают максимум два соседних
  - Возможны разные реализации уровня, если они удовлетворяют интерфейсу
- Недостатки:
  - Не всегда применим
  - Проблемы с производительностью



© N. Medvidovic

Каналы и фильтры

Pipes and filters

- Компоненты — это фильтры, преобразующие данные из входных каналов в данные в выходных каналах
- Инварианты:
  - Фильтры независимы (не имеют разделяемого состояния)
  - Фильтры не знают о фильтрах до или после них
- Вариации:
  - Конвейеры — линейные последовательности фильтров
  - Ограниченные каналы — где канал это очередь с ограниченным количеством элементов
  - Типизированные каналы — где каналы отличаются по типу передаваемых данных

Каналы и фильтры, подробности

- Преимущества:
  - Поведение системы — это просто последовательное применение поведений компонентов
  - Легко добавлять, заменять и переиспользовать фильтры
    - Любые два фильтра можно использовать вместе
  - Широкие возможности для анализа
    - Пропускная способность, задержки, deadlock-и
  - Широкие возможности для параллелизма
- Недостатки:
  - Последовательное исполнение
  - Проблемы с интерактивными приложениями
  - Пропускная способность определяется самым «узким» элементом

Стили с неявным вызовом

- Оповещение о событии вместо явного вызова метода
  - Слушатели могут подписаться на событие
  - Система при наступлении события сама вызывает все зарегистрированные методы слушателей
- Компоненты имеют два вида интерфейсов — методы и события
- Два типа соединителей:
  - Явный вызов метода
  - Неявный вызов по наступлению события
- Инварианты:
  - Те, кто производит события, не знают, кто и как на них отреагирует
  - Не делается никаких предположений о том, как событие будет обработано и будет ли вообще

Стили с неявным вызовом, преимущества и недостатки

- Преимущества:
  - Переиспользование компонентов
    - Очень низкая связность между компонентами
  - Лёгкость в конфигурировании системы
    - Как во время компиляции, так и во время выполнения
- Недостатки:
  - Зачастую неинтуитивная структура системы
  - Компоненты не управляют последовательностью вычислений
  - Непонятно, кто отреагирует на запрос и в каком порядке придут ответы
  - Тяжело отлаживаться
  - Гонки даже в однопоточном приложении

Peer-to-peer

- Состояние и поведение распределены между компонентами, которые могут выступать как клиенты и как серверы
- Компоненты: имеют своё состояние и свой поток управления
- Соединители: как правило, сетевые протоколы
- Элементы данных: сетевые сообщения
- Топология: сеть (возможно, с избыточными связями между компонентами), может динамически меняться
- Преимущества:
  - Хорош для распределённых вычислений
  - Устойчив к отказам
  - Если протокол взаимодействия позволяет, легко масштабируется