

Лекция 6: Структурные шаблоны

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

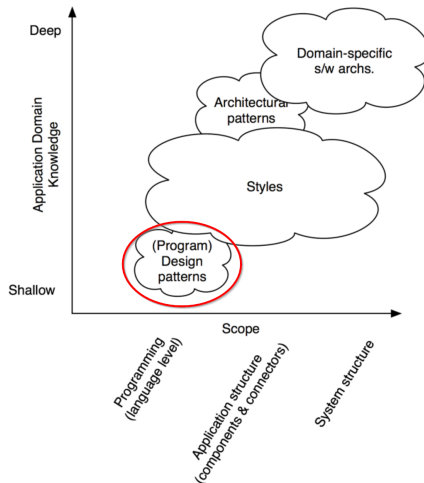
08.10.2025

Паттерны проектирования

Шаблон проектирования — это повторяемая 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

Паттерны и архитектурные стили



Книжка про паттерны

Must read!

Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования

Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес

Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software



Начнём с примера

Текстовый редактор

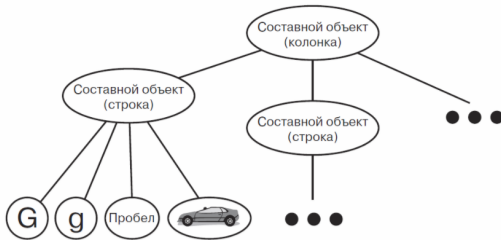
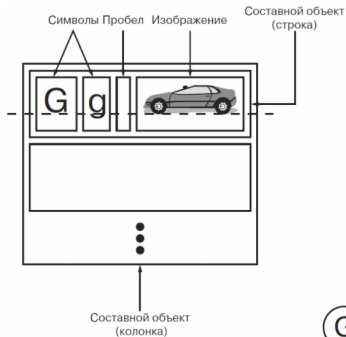
WYSIWYG-редактор, основные вопросы:

- ▶ Структура документа
- ▶ Форматирование
- ▶ Создание привлекательного интерфейса пользователя
- ▶ Поддержка стандартов внешнего облика программы
- ▶ Операции пользователя, undo/redo
- ▶ Проверка правописания и расстановка переносов

Структура документа

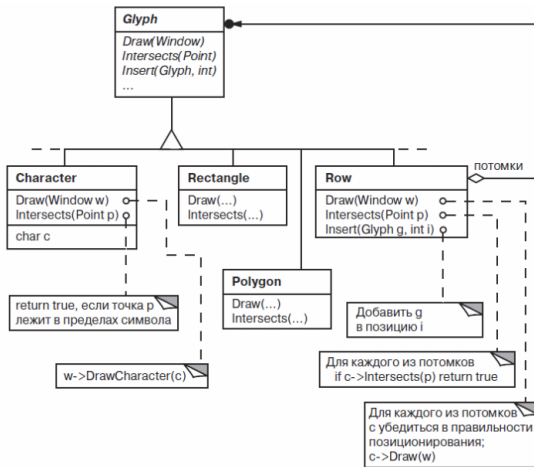
- ▶ Документ — множество графических элементов
 - ▶ Организация в физическую структуру
 - ▶ Средства UI для манипулирования структурой
- ▶ Требования к внутреннему представлению
 - ▶ Отслеживание внутренней структуры документа
 - ▶ Генерирование визуального представления
 - ▶ Отображение позиций экрана на внутреннее представление
- ▶ Ограничения
 - ▶ Текст и графика едины
 - ▶ Простой и составной элементы едины

Рекурсивная композиция



© Э. Гамма и др., Приемы объектно-ориентированного проектирования

Диаграмма классов: глифы



© Э. Гамма и др., Приемы объектно-ориентированного проектирования

Паттерн "Компоновщик"

Composite

- ▶ Представление иерархии объектов вида часть-целое
- ▶ Единообразная обработка простых и составных объектов
- ▶ Простота добавления новых компонентов
- ▶ Пример:
 - ▶ Синтаксические деревья



“Компоновщик” (Composite), детали реализации

- ▶ Идеологические проблемы с операциями для работы с потомками
 - ▶ Не имеют смысла для листа
 - ▶ Можно считать Leaf Composite-ом, у которого всегда 0 потомков
 - ▶ Операции add и remove можно объявить и в Composite, тогда придётся делать cast
 - ▶ Иначе надо бросать исключения в add и remove
- ▶ Операция getComposite() -- более аккуратный аналог cast-a
- ▶ Где определять список потомков
 - ▶ В Composite, экономия памяти
 - ▶ В Component, единообразие операций
 - ▶ “Список” вполне может быть хеш-таблицей, деревом или чем угодно

"Компоновщик", детали реализации (2)

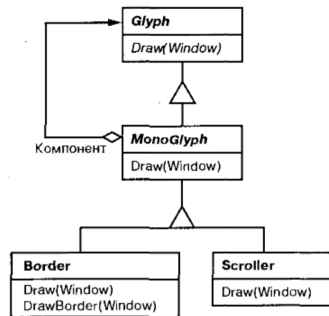
- ▶ Ссылка на родителя
 - ▶ Может быть полезна для простоты обхода
 - ▶ "Цепочка обязанностей"
 - ▶ Но дополнительный инвариант
 - ▶ Обычно реализуется в Component
- ▶ Разделяемые поддеревья и листья
 - ▶ Позволяют сильно экономить память
 - ▶ Проблемы с навигацией к родителям и разделяемым состоянием
 - ▶ Паттерн "Приспособленец"
- ▶ Порядок потомков может быть важен, может нет
- ▶ Кеширование информации для обхода или поиска
 - ▶ Например, кеширование ограничивающих прямоугольников для фрагментов картинки
 - ▶ Инвалидация кеша
- ▶ Удаление потомков
 - ▶ Если нет сборки мусора, то лучше в Composite
 - ▶ Следует опасаться разделяемых листьев/поддеревьев

Усовершенствование UI

- ▶ Хотим сделать рамку вокруг текста и полосы прокрутки, отключаемые по опции
- ▶ Желательно убирать и добавлять элементы оформления так, чтобы другие объекты даже не знали, что они есть
- ▶ Хотим менять во время выполнения — наследование не подойдёт
 - ▶ Наш выбор — композиция
 - ▶ Прозрачное оформление

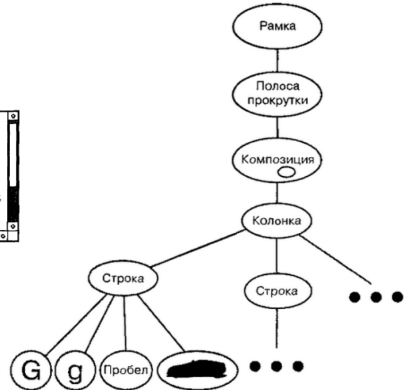
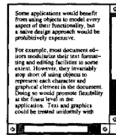
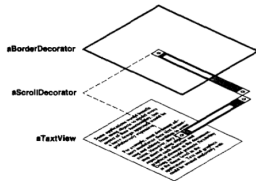
Моноглиф

- ▶ Абстрактный класс с ровно одним сыном
 - ▶ Вырожденный случай компоновщика
- ▶ “Обрамляет” сына, добавляя новую функциональность



© Э. Гамма и др., Приемы
объектно-ориентированного
проектирования

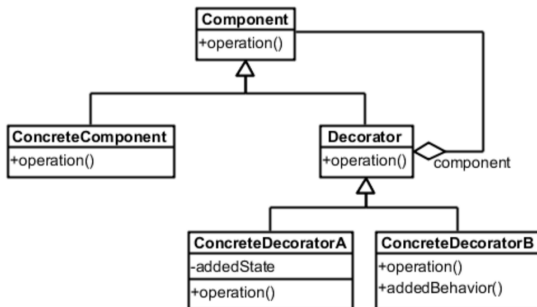
Структура глифов



© Э. Гамма и др., Приемы объектно-ориентированного проектирования

Паттерн “Декоратор”

Decorator

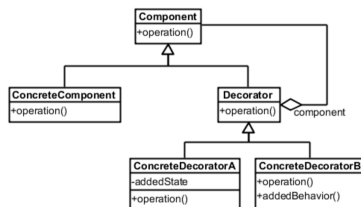


Декоратор, особенности

- ▶ Динамическое добавление (и удаление) обязанностей объектов
 - ▶ Большая гибкость, чем у наследования
- ▶ Позволяет избежать перегруженных функциональностью базовых классов
- ▶ Много мелких объектов

“Декоратор” (Decorator), детали реализации

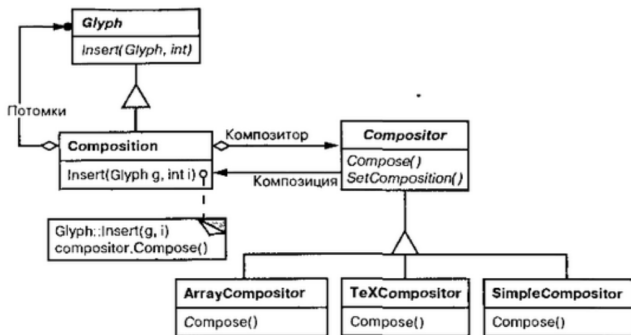
- ▶ Интерфейс декоратора должен соответствовать интерфейсу декорируемого объекта
 - ▶ Иначе получится “Адаптер”
- ▶ Если конкретный декоратор один, абстрактный класс можно не делать
- ▶ Component должен быть по возможности небольшим (в идеале, интерфейсом)
 - ▶ Иначе лучше паттерн “Стратегия”
 - ▶ Или самодельный аналог, например, список “расширений”, которые вызываются декорируемым объектом вручную перед операцией или после неё



Форматирование текста

- ▶ Задача — разбиение текста на строки, колонки и т.д.
- ▶ Высокоуровневые параметры форматирования
 - ▶ Ширина полей, размер отступа, межстрочный интервал и т.д.
- ▶ Компромисс между качеством и скоростью работы
- ▶ Инкапсуляция алгоритма

Compositor и Composition

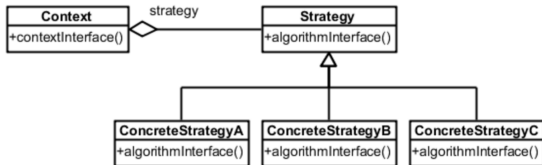


© Э. Гамма и др., Приемы объектно-ориентированного проектирования

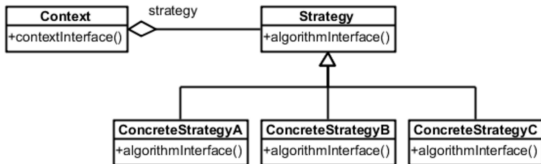
Паттерн “Стратегия”

Strategy

- ▶ Назначение — инкапсуляция алгоритма в объект
- ▶ Самое важное — спроектировать интерфейсы стратегии и контекста
 - ▶ Так, чтобы не менять их для каждой стратегии
- ▶ Применяется, если
 - ▶ Имеется много родственных классов с разным поведением
 - ▶ Нужно иметь несколько вариантов алгоритма
 - ▶ В алгоритме есть данные, про которые клиенту знать не надо
 - ▶ В коде много условных операторов



“Стратегия” (Strategy), детали реализации



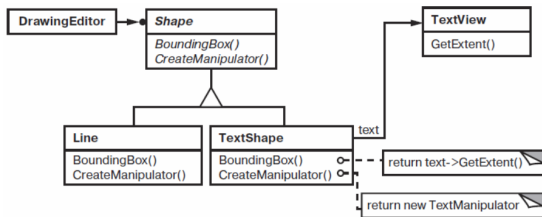
- ▶ Передача контекста вычислений в стратегию
 - ▶ Как параметры метода — уменьшает связность, но некоторые параметры могут быть стратегии не нужны
 - ▶ Передавать сам контекст в качестве аргумента — в **Context** интерфейс для доступа к данным

“Стратегия” (Strategy), детали реализации (2)

- ▶ Стратегия может быть параметром шаблона
 - ▶ Если не надо её менять на лету
 - ▶ Не надо абстрактного класса и нет оверхеда на вызов виртуальных методов
- ▶ Стратегия по умолчанию
 - ▶ Или просто поведение по умолчанию, если стратегия не установлена
- ▶ Объект-стратегия может быть приспособленцем

Проблема неподходящих интерфейсов

- ▶ Графический редактор
 - ▶ Shape, Line, Polygon, ...
- ▶ Сторонний класс TextView
 - ▶ Хотим его реализацию
 - ▶ Другой интерфейс

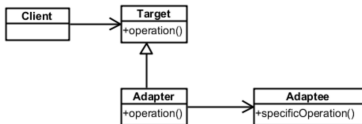


© Э. Гамма и др., Приемы объектно-ориентированного проектирования

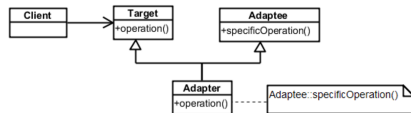
Паттерн “Адаптер”

Adapter

▶ Адаптер объекта:



▶ Адаптер класса:



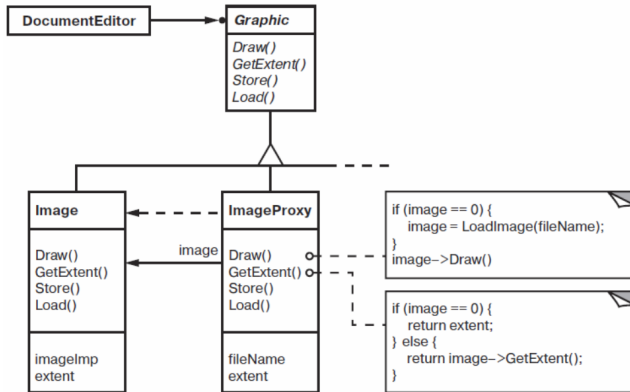
▶ private-наследование в C++

Управление доступом к объектам

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

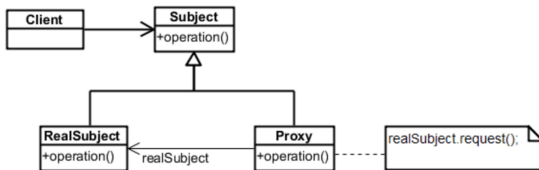


Отложенная загрузка изображения



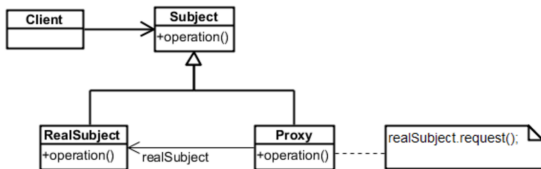
Паттерн “Заместитель”

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

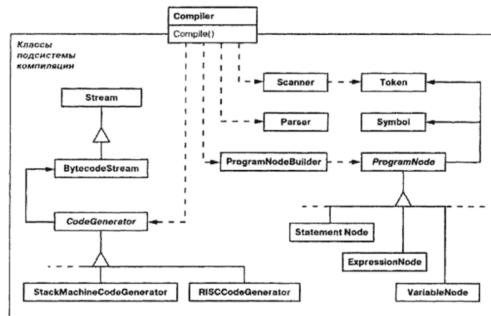
“Заместитель”, детали реализации (2)

- ▶ 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

Паттерн “Фасад”

Facade

- ▶ Простой интерфейс к сложной системе
- ▶ Отделение подсистем от клиента и друг от друга
- ▶ Многоуровневая архитектура

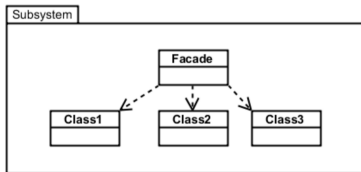


© Э. Гамма и др., Приемы объектно-ориентированного проектирования

“Фасад” (Facade), детали реализации

- ▶ Абстрактный Facade

- ▶ Существенно снижает связность клиента с подсистемой



- ▶ Открытые и закрытые классы подсистемы

- ▶ Пространства имён и пакеты помогают, но требуют дополнительных соглашений
 - ▶ Пространство имён details
 - ▶ Инкапсуляция целой подсистемы — это хорошо

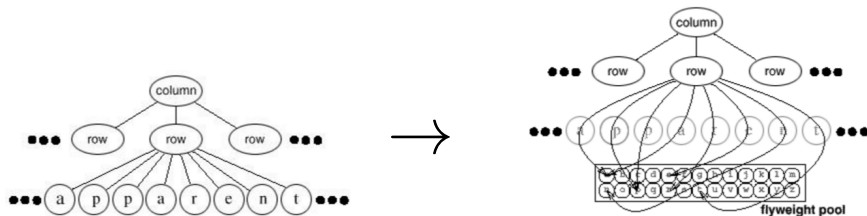
Паттерн “Приспособленец” (Flyweight)

Предназначается для эффективной поддержки множества мелких объектов

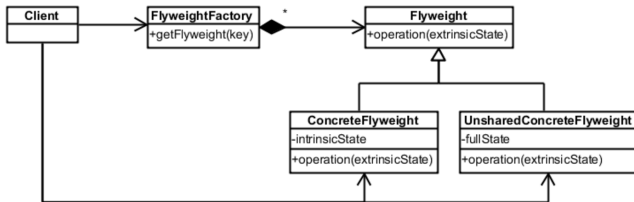
Пример:

- ▶ Есть текстовый редактор
- ▶ Хочется работать с каждым символом как с объектом
 - ▶ Единообразие алгоритмов форматирования и внутренней структуры документа
 - ▶ Более красивая и ООПшная реализация
 - ▶ Паттерн “Компоновщик”, структура “Символ” → “Строка” → “Страница”
- ▶ Наивная реализация привела бы к чрезмерной расточительности по времени работы и по памяти, потому что документы с миллионами символов не редкость

“Приспособленец”, пример

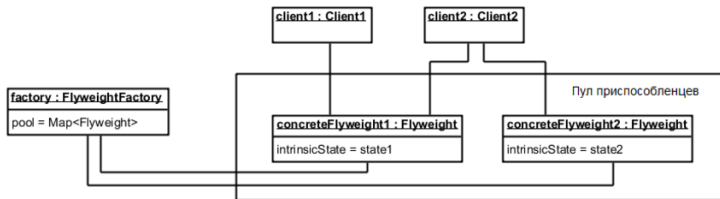


“Приспособленец”, общая схема



- ▶ *Flyweight* — определяет интерфейс, через который приспособленцы могут получать внешнее состояние
- ▶ *ConcreteFlyweight* — реализует интерфейс *Flyweight* и может иметь внутреннее состояние, не зависит от контекста
- ▶ *UnsharedConcreteFlyweight* — неразделяемый “приспособленец”, хранящий всё состояние в себе, бывает нужен, чтобы собирать иерархические структуры из *Flyweight*-ов (“Компоновщик”)
- ▶ *FlyweightFactory* — содержит пул приспособленцев, создаёт их и управляет их жизнью

"Приспособленец", диаграмма объектов



- ▶ Клиенты могут быть разных типов
- ▶ Клиенты могут разделять приспособленцев
 - ▶ Один клиент может иметь несколько ссылок на одного приспособленца
- ▶ Во время выполнения клиенты имеют право не знать про фабрику

Когда применять

- ▶ Когда в приложении используется много мелких объектов
- ▶ Они допускают разделение состояния на внутреннее и внешнее
 - ▶ Внешнее состояние было вычислимо
- ▶ Идентичность объектов не важна
 - ▶ Используется семантика Value Type
- ▶ Главное, когда от такого разделения можно получить ощутимый выигрыш

Тонкости реализации

- ▶ Внешнее состояние — по сути, отдельный объект, поэтому если различных внешних состояний столько же, сколько приспособленцев, смысла нет
 - ▶ Один объект-состояние покрывает сразу несколько приспособленцев
 - ▶ Например, объект “Range” может хранить параметры форматирования для всех букв внутри фрагмента
- ▶ Клиенты не должны инстанцировать приспособленцев сами, иначе трудно обеспечить разделение
 - ▶ Имеет смысл иметь механизм для удаления неиспользуемых приспособленцев
 - ▶ Если их может быть много
- ▶ Приспособленцы немутабельны и Value Objects (с правильно переопределённой операцией сравнения)
 - ▶ Про hashCode() тоже надо не забыть