

Паттерны, детали реализации

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

27.04.2018г

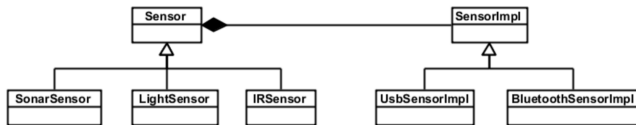
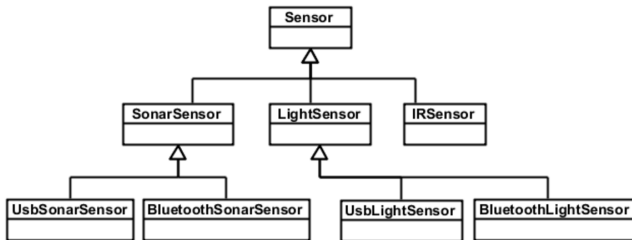
Паттерн “Мост” (Bridge)

Отделяет абстракцию от реализации

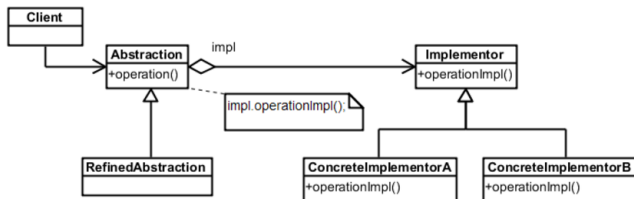
Пример:

- ▶ 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



“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-a

- ▶ 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
 - ▶ Сохраняя бинарную совместимость

Как: предварительное объявление класса-реализации, полное определение — в .cpp-файле вместе с методами абстракции
Часто используется в реализации библиотек (например, Qt)

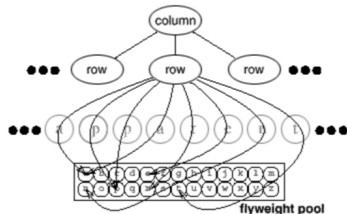
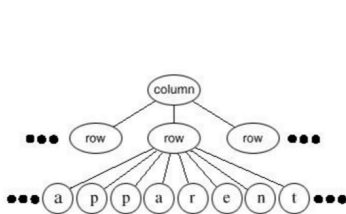
Паттерн “Приспособленец” (Flyweight)

Предназначается для эффективной поддержки множества мелких объектов

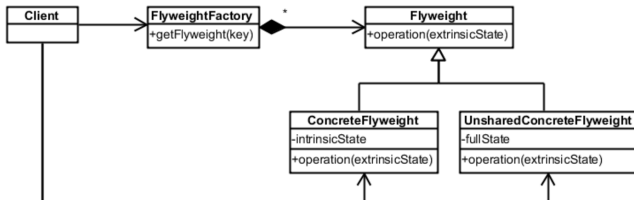
Пример:

- ▶ 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

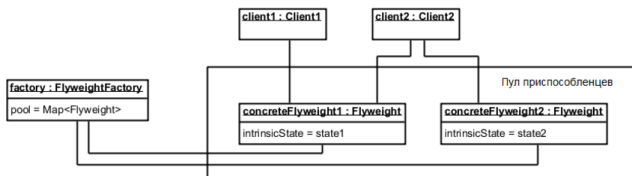


“Приспособленец”, общая схема



- ▶ *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
 - ▶ Желательно, чтобы внешнее состояние было вычислимо
- ▶ Идентичность объектов не важна
 - ▶ Используется семантика Value Type
- ▶ Главное, когда от такого разделения можно получить ощутимый выигрыш

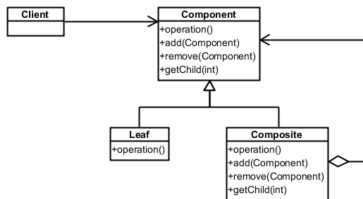
Тонкости реализации

- ▶ 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

“Компоновщик” (Composite), детали реализации

▶ 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”

▶ Идеологические проблемы с операциями для работы с потомками

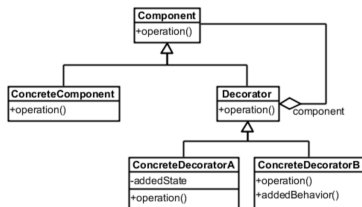
- ▶ Не имеют смысла для листа
 - ▶ Можно считать Leaf Composite-ом, у которого всегда 0 потомков
- ▶ Операции `add` и `remove` можно объявить и в **Composite**, тогда придётся делать `cast`
 - ▶ Иначе надо бросать исключения в `add` и `remove`

“Компоновщик”, детали реализации (2)

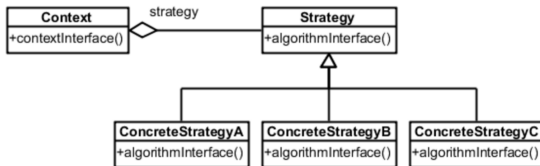
- ▶ Операция `getComposite()` – более аккуратный аналог `cast-a`
- ▶ Где определять список потомков
 - ▶ В `Composite`, экономия памяти
 - ▶ В `Component`, единообразие операций
 - ▶ “Список” вполне может быть хеш-таблицей, деревом или чем угодно
- ▶ Порядок потомков может быть важен, может нет
- ▶ Кеширование 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

“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



“Стратегия” (Strategy), детали реализации



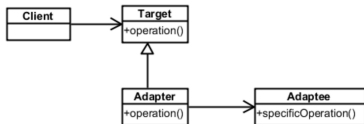
- ▶ Передача контекста вычислений в стратегию
 - ▶ Как параметры метода — уменьшает связность, но некоторые параметры могут быть стратегии не нужны
 - ▶ Передавать сам контекст в качестве аргумента — в Context интерфейс для доступа к данным

“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

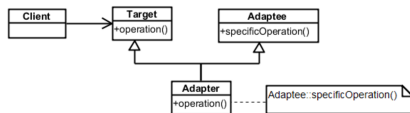
“Адаптер” (Adapter), детали реализации

▶ Адаптер объекта:



▶ Похоже на “Мост”

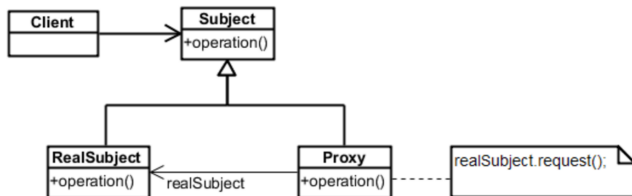
▶ Адаптер класса:



▶ Нужно множественное наследование

▶ private-наследование в C++

“Заместитель” (Proxy), 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

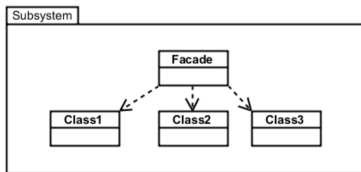
“Заместитель” (Proxy), детали реализации (2)

- ▶ 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

“Фасад” (Facade), детали реализации

- ▶ Абстрактный Facade

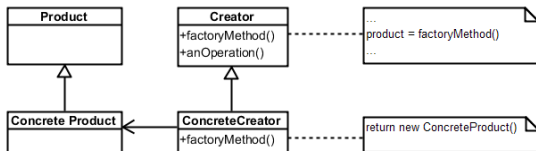
- ▶ Существенно снижает связность клиента с подсистемой



- ▶ Открытые и закрытые классы подсистемы

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

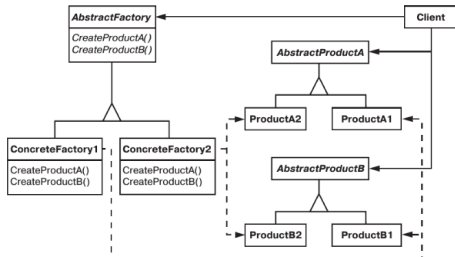
“Фабричный метод” (Factory Method), детали реализации



- ▶ 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

“Абстрактная фабрика” (Abstract Factory), детали реализации

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

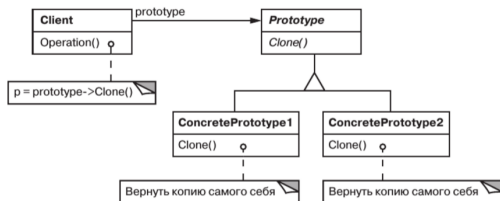


- ▶ Прототип на самом деле может быть классом (например, Class в Java)
- ▶ Если виды объектов часто меняются, может помочь параметризация метода создания
 - ▶ Может пострадать типобезопасность

“Прототип” (Prototype), детали реализации

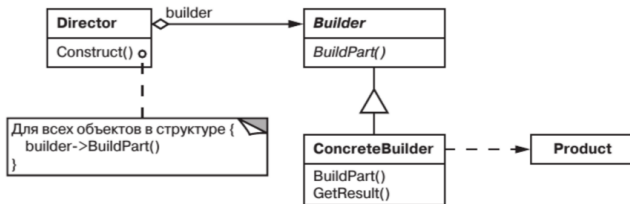
- ▶ Паттерн интересен только для языков, где мало runtime-информации о типе (C++)

- ▶ 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

“Строитель” (Builder), детали реализации



- ▶ Абстрактные и конкретные строители
 - ▶ Достаточно общий интерфейс
- ▶ Общий интерфейс для продуктов не требуется
 - ▶ Клиент конфигурирует распорядителя конкретным строителем, он же и забирает результат
- ▶ Пустые методы по умолчанию

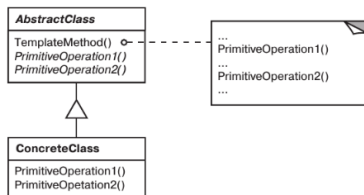
“Строитель”, примеры

- ▶ StringBuilder
- ▶ Guava, подсистема работы с графами

```
MutableNetwork<Webpage, Link> webSnapshot =  
    NetworkBuilder.directed()  
        .allowsParallelEdges(true)  
        .nodeOrder(ElementOrder.natural())  
        .expectedNodeCount(100000)  
        .expectedEdgeCount(1000000)  
        .build();
```

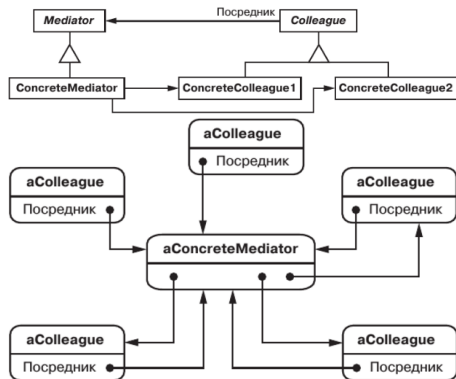
“Шаблонный метод” (Template Method), детали реализации

- ▶ Сам шаблонный метод, как правило, не виртуальный
- ▶ Лучше использовать соглашения об именовании, например, называть операции с Do
- ▶ Примитивные операции могут быть виртуальными или чисто виртуальными
 - ▶ Лучше их делать protected
 - ▶ Чем их меньше, тем лучше

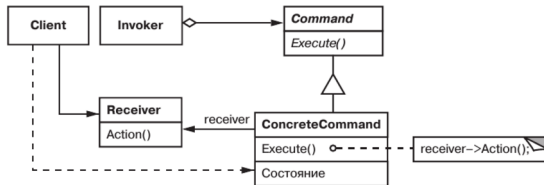


“Посредник” (Mediator), детали реализации

- ▶ Абстрактный класс “Mediator” часто не нужен
- ▶ Паттерн “Наблюдатель”: медиатор подписывается на события в коллегах
- ▶ Наоборот: коллеги вызывают методы медиатора



“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
- ▶ Паттерн “Хранитель” для избежания ошибок восстановления

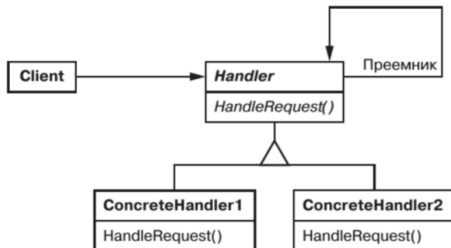
“Команда”, пример

- ▶ 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);
```

“Цепочка ответственности” (Chain of Responsibility), детали реализации

- ▶ Необязательно реализовывать связи в цепочке специально
 - ▶ На самом деле, чаще используются существующие связи



- ▶ По умолчанию в Handler передавать запрос дальше (если ссылки на преемника всё-таки есть)
- ▶ Если возможных запросов несколько, их надо как-то различать
 - ▶ Явно вызывать методы — нерасширяемо
 - ▶ Использовать объекты-запросы

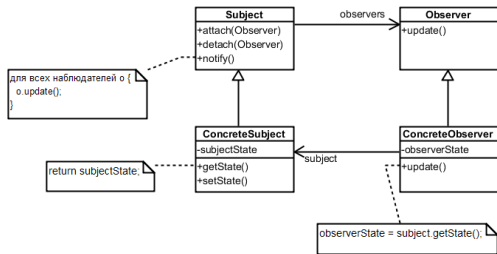
“Цепочка ответственности”, примеры

- ▶ Распространение исключений
- ▶ Распространение событий в оконных библиотеках:

```
void MyCheckBox::mousePressEvent(QMouseEvent *event)
{
    if (event->button() == Qt::LeftButton) {
        // handle left mouse button here
    } else {
        // pass on other buttons to base class
        QCheckBox::mousePressEvent(event);
    }
}
```

“Наблюдатель” (Observer), детали реализации

- ▶ В “нормальных” языках поддержан “из коробки” (через механизм событий)
- ▶ Могут использоваться хеш-таблицы для отображения субъектов и наблюдателей
 - ▶ Так делает WPF в .NET, есть даже языковая поддержка в C#
- ▶ Необходимость идентифицировать субъект
- ▶ Кто инициирует нотификацию
 - ▶ Операции, модифицирующие субъект
 - ▶ Клиент, после серии модификаций субъекта



“Наблюдатель” (Observer), детали реализации (2)

- ▶ Ссылки на субъектов и наблюдателей
 - ▶ Простой способ организовать утечку памяти в C# или грохнуть программу в C++
- ▶ Консистентность субъекта при отправке нотификации
 - ▶ Очевидно, но легко нарушить, вызвав метод предка в потомке
 - ▶ “Шаблонный метод”
 - ▶ Документировать, кто когда какие события бросает
- ▶ Передача сути изменений — pull vs push
- ▶ Фильтрация по типам событий
- ▶ Менеджер изменений (“Посредник”)

“Наблюдатель”, пример (1)

► События в C#:

```
internal class NewMessageEventArgs : EventArgs {  
    private readonly string message;  
    public NewMessageEventArgs(string message)  
        => this.message = message;  
    public string Message => message;  
}
```

“Наблюдатель”, пример (2)

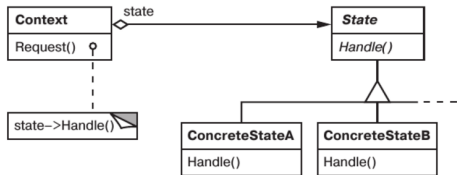
```
internal class Messenger {  
    public event EventHandler<NewMessageEventArgs> NewMessage;  
    protected virtual void OnMessage(NewMessageEventArgs e) {  
        EventHandler<NewMessageEventArgs> temp  
            = Volatile.Read(ref NewMessage);  
        if (temp != null)  
            temp(this, e);  
    }  
    public void SimulateMessage(String message) {  
        NewMessageEventArgs e = new NewMessageEventArgs(message);  
        OnMessage(e);  
    }  
}
```

“Наблюдатель”, пример (3)

```
internal sealed class Fax {  
    public Fax(Messenger mm) => mm.NewMessage += FaxMsg;  
  
    private void FaxMsg(object sender, NewMessageEventArgs e) {  
        Console.WriteLine("Faxing message:");  
        Console.WriteLine($"Message={e.Message}");  
    }  
  
    public void Unregister(Messenger mm)  
        => mm.NewMessage -= FaxMsg;  
}
```

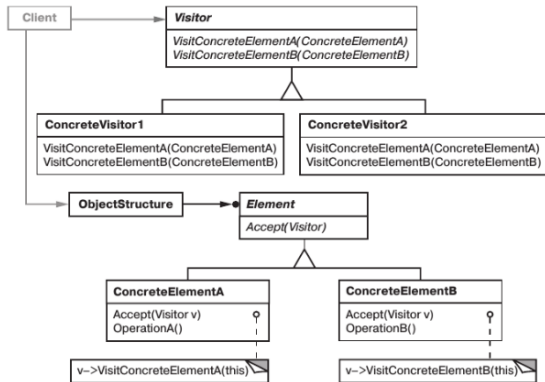
“Состояние” (State), детали реализации

- ▶ Переходы между состояниями — в Context или в State?
- ▶ Таблица переходов
 - ▶ Трудно добавить действия по переходу
- ▶ Создание и уничтожение состояний
 - ▶ Создать раз и навсегда
 - ▶ Создавать и удалять при переходах

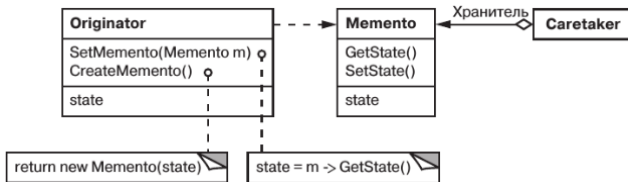


“Посетитель” (Visitor), детали реализации

- ▶ Использовать перегрузку методов Visit(...)
- ▶ Чаще всего сама коллекция отвечает за обход, но может быть итератор
- ▶ Может даже сам Visitor, если обход зависит от результата операции



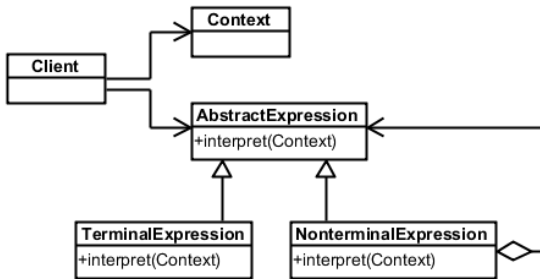
“Хранитель” (Memento), детали реализации



- ▶ Два интерфейса: “широкий” для хозяев и “узкий” для остальных объектов
 - ▶ Требуется языковая поддержка
- ▶ Можно хранить только дельты состояний

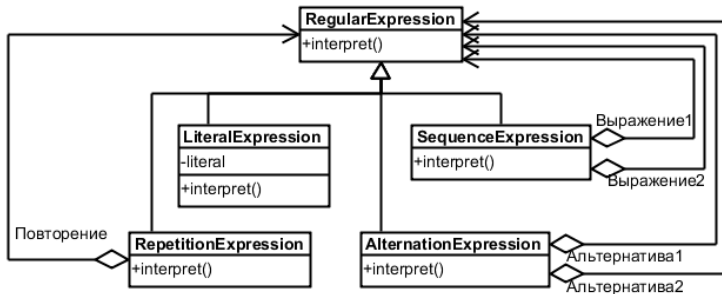
“Интерпретатор” (Interpreter)

Определяет представление грамматики и интерпретатор для заданного языка.



- ▶ Грамматика должна быть проста (иначе лучше “Visitor”)
- ▶ Эффективность не критична

“Интерпретатор”, пример



“Интерпретатор”, детали реализации

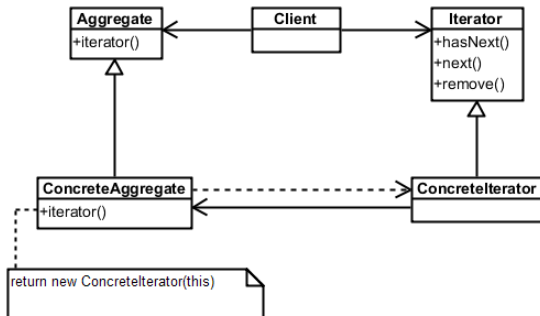
10-е правило Гринспена:

Любая достаточно сложная программа на Си или Фортране содержит заново написанную, неспецифицированную, глючную и медленную реализацию половины языка Common Lisp

- ▶ Построение дерева — отдельная задача
- ▶ Несколько разных операций над деревом — лучше “Visitor”
- ▶ Можно использовать “Приспособленец” для разделения терминальных символов

“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
- ▶ В C++ итераторы — это сложно