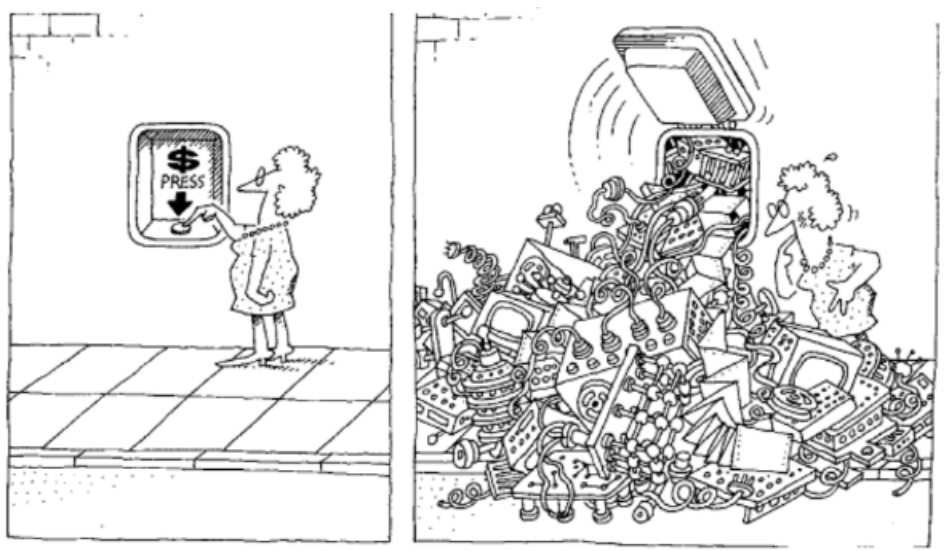
Лекция 2: Декомпозиция, объектно-ориентированное проектирование

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

08.09.2020г

Сложность

- **Существенная сложность** (essential complexity) — сложность, присущая решаемой проблеме; ею можно управлять, но от неё нельзя избавиться
- **Случайная сложность** (accidental complexity) — сложность, привнесённая способом решения проблемы



© G. Booch, “Object-oriented analysis and design”

Свойства сложных систем

- Иерархичность — свойство системы состоять из иерархии подсистем или компонентов
  - Декомпозиция
- Наличие относительно небольшого количества видов компонентов, экземпляры которых сложно связаны друг с другом
  - Выделение общих свойств компонентов, абстрагирование
- Сложная система, как правило, является результатом эволюции простой системы
- Сложность вполне может превосходить человеческие интеллектуальные возможности

Подходы к декомпозиции

- Восходящее проектирование
  - Сначала создаём “кирпичики”, потом собираем из них всё более сложные системы
- Нисходящее проектирование
  - Постепенная реализация модулей
  - Строгое задание интерфейсов
  - Активное использование “заглушек”
  - Модули
    - Четкая декомпозиция
    - Минимизация
    - Один модуль — одна функциональность
    - Отсутствие побочных эффектов
    - Независимость от других модулей
    - Принцип сокрытия данных

Модульность

- Разделение системы на компоненты
- Потенциально позволяет создавать сколь угодно сложные системы
- Строгое определение контрактов позволяет разрабатывать независимо
- Необходим баланс между количеством и размером модулей

Сопряжение и связность

- **Сопряжение (Coupling)** — мера того, насколько взаимозависимы разные модули в программе
- **Связность (Cohesion)** — степень, в которой задачи, выполняемые одним модулем, связаны друг с другом
- Цель: слабое сопряжение и сильная связность

Объекты

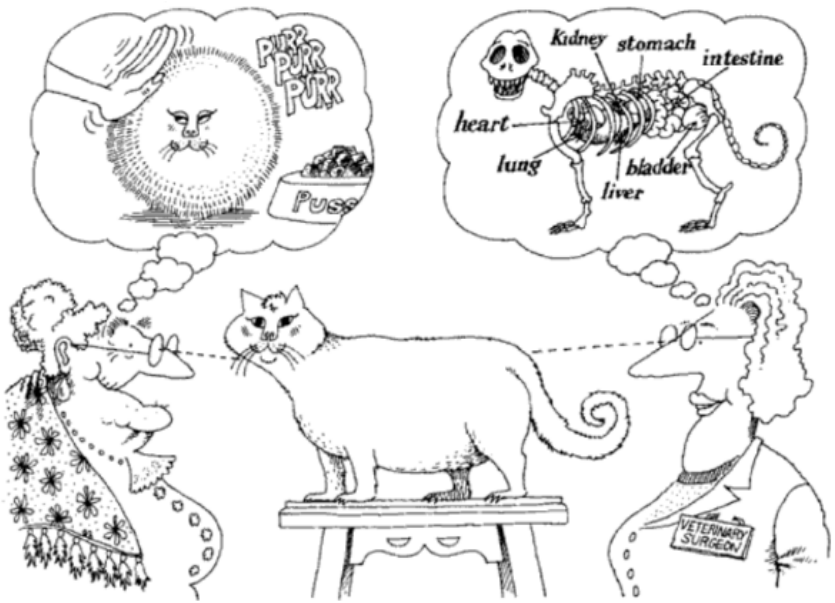
- Objects may contain data, in the form of fields, often known as attributes; and code, in the form of procedures, often known as methods — **Wikipedia**
- An object stores its state in fields and exposes its behavior through methods — **Oracle**
- Each object looks quite a bit like a little computer — it has a state, and it has operations that you can ask it to perform — **Thinking in Java**
- An object is some memory that holds a value of some type — **The C++ Programming Language**
- An object is the equivalent of the quanta from which the universe is constructed — **Object Thinking**

Объекты

- Имеют
  - Состояние
    - Инвариант
  - Поведение
  - Идентичность
- Взаимодействуют через посылку и приём сообщений
  - Объект вправе сам решить, как обработать вызов метода (**полиморфизм**)
  - Могут существовать в разных потоках
- Как правило, являются экземплярами **классов**

Абстракция

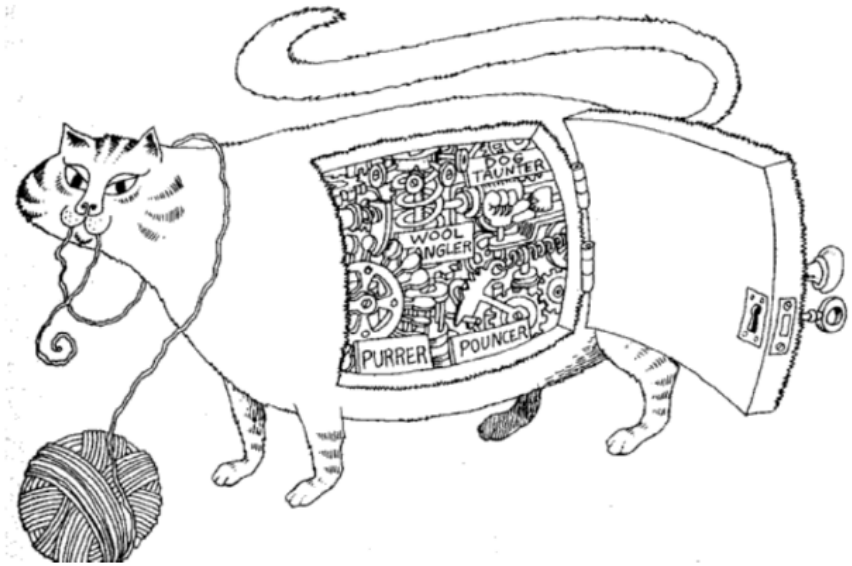
Абстракция выделяет существенные характеристики объекта, отличающие его от остальных объектов, с точки зрения наблюдателя



© G. Booch, “Object-oriented analysis and design”

Инкапсуляция

Инкапсуляция разделяет интерфейс (**контракты**) абстракции и её реализацию
Инкапсуляция защищает **инварианты** абстракции



© G. Booch, “Object-oriented analysis and design”

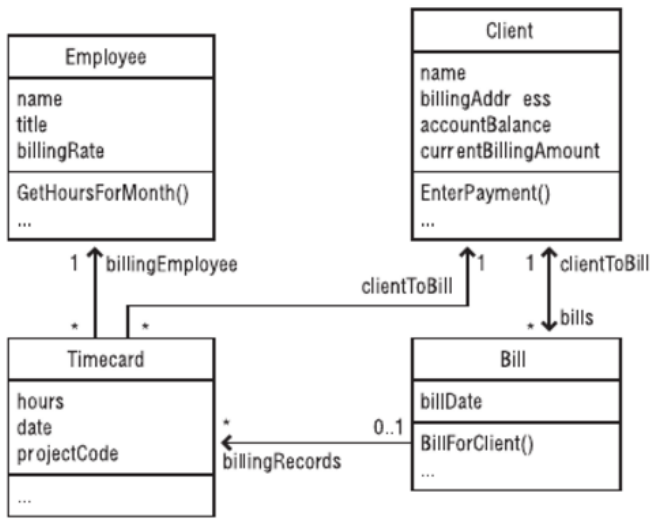
Наследование и композиция

- **Наследование**
  - Отношение “Является” (is-a)
  - Способ абстрагирования и классификации
  - Средство обеспечения полиморфизма
- **Композиция**
  - Отношение “Имеет” (has-a)
  - Способ создания динамических связей
  - Средство обеспечения делегирования
- Более-менее взаимозаменяемы
  - Объект-потомок на самом деле включает в себя объект-предок
  - Композиция обычно предпочтительнее

Определение объектов реального мира

Объектная модель предметной области

- Определение объектов и их атрибутов
- Определение действий, которые могут быть выполнены над каждым объектом (назначение ответственности)
- Определение связей между объектами
- Определение интерфейса каждого объекта



Изоляция сложности

- Сложные алгоритмы могут быть инкапсулированы
- Сложные структуры данных — тоже
- И даже сложные подсистемы
- Надо внимательно следить за интерфейсами

Изоляция возможных изменений

- Потенциальные изменения могут быть инкапсулированы
- Источники изменений
  - Бизнес-правила
  - Зависимости от оборудования и операционной системы
  - Ввод-вывод
  - Нестандартные возможности языка
  - Сложные аспекты проектирования и конструирования
  - Третьесторонние компоненты
  - ...

Изоляция служебной функциональности

- Служебная функциональность может быть инкапсулирована
  - Репозитории
  - Фабрики
  - Диспетчеры, медиаторы
  - Статические классы (*Сервисы*)
  - ...

Принципы SOLID

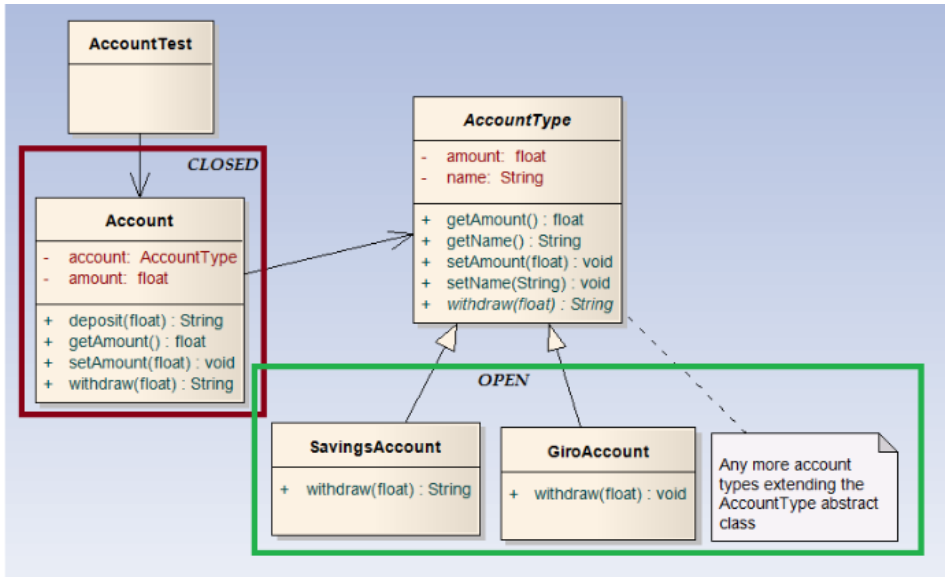
- Single responsibility principle
- Open/closed principle
- Liskov substitution principle
- Interface segregation principle
- Dependency inversion principle

Single responsibility principle

- Каждый объект должен иметь одну обязанность
- Эта обязанность должна быть полностью инкапсулирована в объект

Open/closed principle

- Программные сущности (классы, модули, функции и т. п.) должны быть открыты для расширения, но закрыты для изменения
  - Переиспользование через наследование
  - Неизменные интерфейсы

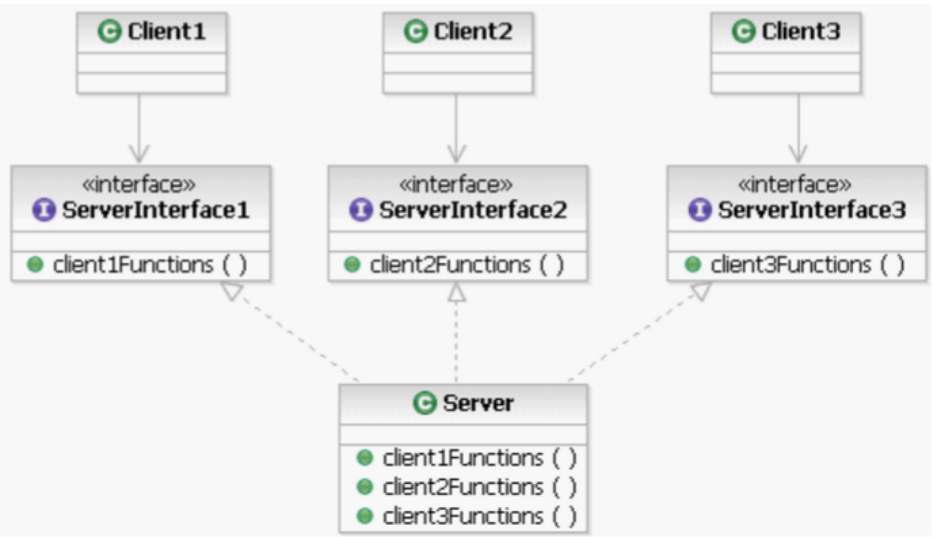


Liskov substitution principle

- Функции, которые используют базовый тип, должны иметь возможность использовать подтипы базового типа, не зная об этом

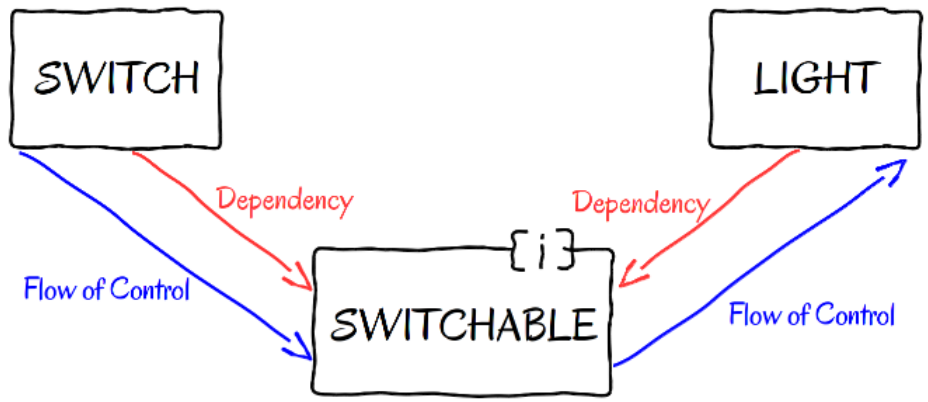
Interface segregation principle

- Клиенты не должны зависеть от методов, которые они не используют
  - Слишком “толстые” интерфейсы необходимо разделять на более мелкие и специфические



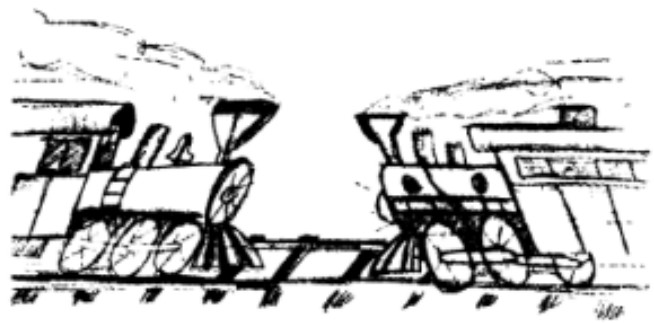
Dependency inversion principle

- Модули верхних уровней не должны зависеть от модулей нижних уровней. Оба типа модулей должны зависеть от абстракций
- Абстракции не должны зависеть от деталей. Детали должны зависеть от абстракций



Закон Деметры

- “Не разговаривай с незнакомцами!”
- Объект A не должен иметь возможность получить непосредственный доступ к объекту C, если у объекта A есть доступ к объекту B, и у объекта B есть доступ к объекту C
  - book.pages.last.text
  - book.pages().last().text()
  - book.lastPageText()
- Иногда называют “Крушение поезда”



© Р. Мартин, “Чистый код”

Абстрактные типы данных

- currentFont.size = 16 — плохо
- currentFont.size = PointsToPixels(12) — чуть лучше
- currentFont.sizeInPixels = PointsToPixels(12) — ещё чуть лучше
- currentFont.setSizeInPoints(sizeInPoints)
  currentFont.setSizeInPixels(sizeInPixels) — совсем хорошо

Пример плохой абстракции

```
public class Program {
    public void initializeCommandStack() { ... }
    public void pushCommand(Command command) { ... }
    public Command popCommand() { ... }
    public void shutdownCommandStack() { ... }
    public void initializeReportFormatting() { ... }
    public void formatReport(Report report) { ... }
    public void printReport(Report report) { ... }
    public void initializeGlobalData() { ... }
    public void shutdownGlobalData() { ... }
}
```

Пример хорошей абстракции

```
public class Employee {
    public Employee(
            FullName name,
            String address,
            String workPhone,
            String homePhone,
            TaxId taxIdNumber,
            JobClassification jobClass
    ) { ... }

    public FullName getName() { ... }
    public String getAddress() { ... }
    public String getWorkPhone() { ... }
    public String getHomePhone() { ... }
    public TaxId getTaxIdNumber() { ... }
    public JobClassification getJobClassification() { ... }
}
```

Ещё один пример абстракции

```
public class Point {
    public double x;
    public double y;
}
```

vs

```
public interface Point {
    double getX();
    double getY();
    void setCartesian(double x, double y);
    double getR();
    double getTheta();
    void setPolar(double r, double theta);
}
```

Уровень абстракции (плохо)

```
public class EmployeeRoster implements MyList<Employee> {
    public void addEmployee(Employee employee) { ... }
    public void removeEmployee(Employee employee) { ... }
    public Employee nextItemInList() { ... }
    public Employee firstItem() { ... }
    public Employee lastItem() { ... }
}
```

Уровень абстракции (хорошо)

```
public class EmployeeRoster {
    public void addEmployee(Employee employee) { ... }
    public void removeEmployee(Employee employee) { ... }
    public Employee nextEmployee() { ... }
    public Employee firstEmployee() { ... }
    public Employee lastEmployee() { ... }
}
```

Общие рекомендации

- Про каждый класс знайте, реализацией какой абстракции он является
- Учитывайте противоположные методы (add/remove, on/off, ...)
- Соблюдайте принцип единственности ответственности
  - Может потребоваться разделить класс на несколько разных классов просто потому, что методы по смыслу слабо связаны
- По возможности делайте некорректные состояния невыразимыми в системе типов
  - Комментарии в духе “не пользуйтесь объектом, не вызвав init()” можно заменить конструктором
- При рефакторинге надо следить, чтобы интерфейсы не деградировали

Инкапсуляция

- Принцип минимизации доступности методов
- Паблик-полей не бывает:

```
class Point {
    public float x;
    public float y;
    public float z;
}
```

vs

```
class Point {
    private float x;
    private float y;
    private float z;
    public float getX() { ... }
    public float getY() { ... }
    public float getZ() { ... }
    public void setX(float x) { ... }
    public void setY(float y) { ... }
    public void setZ(float z) { ... }
}
```

Ещё рекомендации

- Класс не должен ничего знать о своих клиентах
- Лёгкость чтения кода важнее, чем удобство его написания
- Опасайтесь семантических нарушений инкапсуляции
  - “Не будем вызывать ConnectToDB(), потому что GetRow() сам его вызовет, если соединение не установлено” — это программирование *сквозь* интерфейс
- Protected- и package- полей тоже не бывает
  - На самом деле, у класса два интерфейса — для внешних объектов и для потомков (может быть отдельно третий, для классов внутри пакета, но это может быть плохо)

Наследование

- Включение лучше
  - Переконфигурируемо во время выполнения
  - Более гибко
  - Иногда более естественно
- Наследование — отношение “является”, закрытого наследования не бывает
  - Наследование — это наследование интерфейса (полиморфизм подтипов, subtyping)
- Хороший тон — явно запрещать наследование (final- или sealed-классы)
- Не вводите новых методов с такими же именами, как у родителя
- Code smells:
  - Базовый класс, у которого только один потомок
  - Пустые переопределения
  - Очень много уровней в иерархии наследования

Пример

```
class Operation {
    private char sign = '+';
    private int left;
    private int right;
    public int eval()
    {
        switch (sign) {
            case '+': return left + right;
            case '-': return left - right;
        }
        throw new RuntimeException();
    }
}
```

vs

```
abstract class Operation {
    private int left;
    private int right;
    protected int getLeft() { return left; }
    protected int getRight() { return right; }
    abstract public int eval();
}

class Plus extends Operation {
    @Override public int eval() {
        return getLeft() + getRight();
    }
}

class Minus extends Operation {
    @Override public int eval() {
        return getLeft() - getRight();
    }
}
```

Конструкторы

- Инициализируйте все поля, которые надо инициализировать
  - После конструктора должны выполняться все инварианты
- НЕ вызывайте виртуальные методы из конструктора
- private-конструкторы для объектов, которые не должны быть созданы (или одиночек)
- Deep copy предпочтительнее Shallow copy
  - Хотя второе может быть эффективнее

Мутабельность

Мутабельность — способность изменяться

- Запутывает поток данных
- Гонки

Чтобы сделать класс немутабельным, надо:

- Не предоставлять методы, модифицирующие состояние
  - Заменить их на методы, возвращающие копию
- Не разрешать наследоваться от класса
- Сделать все поля константными
- Не давать никому ссылок на поля мутабельных типов

Всё должно быть немутабельно по умолчанию!

Про оптимизацию

Во имя эффективности (без обязательности ее достижения) делается больше вычислительных ошибок, чем по каким-либо иным причинам, включая непроходимую тупость.
– William A. Wulf

Мы обязаны забывать о мелких усовершенствованиях, скажем, на 97% рабочего времени: опрометчивая оптимизация — корень всех зол.
– Donald E. Knuth

Что касается оптимизации, то мы следуем двум правилам:
Правило 1. Не делайте этого.
Правило 2 (только для экспертов). Пока не делайте этого – т.е. пока у вас нет абсолютно четкого, но неоптимизированного решения.
– M. A. Jackson

Общие рекомендации

- Fail Fast
  - Не доверяйте параметрам, переданным извне
  - assert-ы – чем больше, тем лучше
- Документируйте все открытые элементы API
  - И заодно всё остальное, для тех, кто будет это сопровождать
  - Предусловия и постусловия, исключения, потокобезопасность
- Статические проверки и статический анализ лучше, чем проверки в рантайме
  - Используйте систему типов по максимуму
- Юнит-тесты
- Continious Integration
- Не надо бояться всё переписать

Заключение