

Лекция 3: Моделирование, UML

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

17.09.2025

Моделирование

- ▶ **Модель** — упрощённое подобие объекта или явления
- ▶ Нужны для изучения некоторых их свойств, абстрагируясь от сложности “настоящего” объекта или явления
- ▶ Модели используются повсеместно
 - ▶ Математические модели
 - ▶ Модели как реальные объекты
 - ▶ Модели в разработке ПО

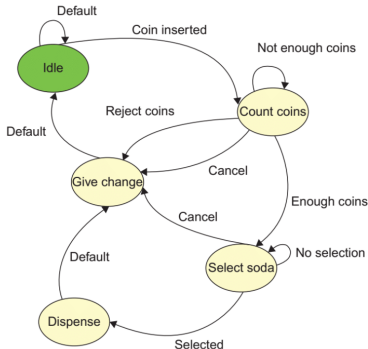
Общие свойства моделей

- ▶ Содержат меньше информации, чем реальность
- ▶ Существуют для определённой цели
- ▶ Модели субъективны, что позволяет отделить существенные свойства от несущественных
- ▶ Модели ограничены

All models are wrong, some are useful

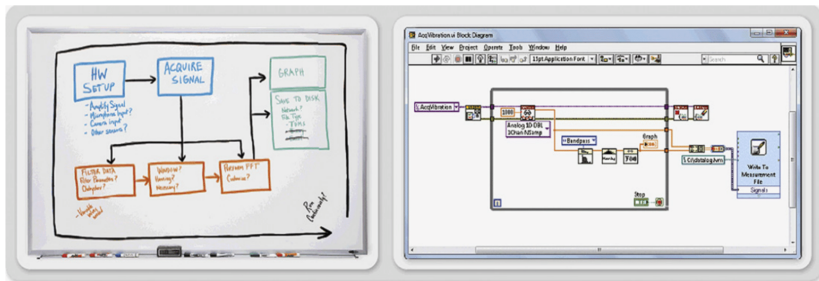
Моделирование ПО

- ▶ Предназначены прежде всего для управления сложностью
- ▶ Могут моделировать как саму систему, так и окружение
- ▶ Позволяют понять, проанализировать и протестировать систему до её реализации



Модели бывают разные

- ▶ Используемые нотации и способы моделирования зависят от целей моделирования
 - ▶ От неформальных набросков до исполнимых моделей



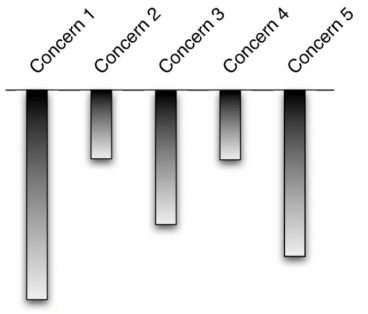
© N. Medvidovic

Архитектурные модели

- ▶ Архитектура — это набор основных решений, принятых для данной системы
- ▶ Архитектурная модель — это некоторый артефакт, который отражает некоторые или все эти решения
- ▶ Архитектурное моделирование — это процесс уточнения и документирования этих решений
- ▶ Моделирование непосредственно связано с используемой нотацией
 - ▶ Нотация архитектурного моделирования — это язык или другое средство описания архитектурных решений

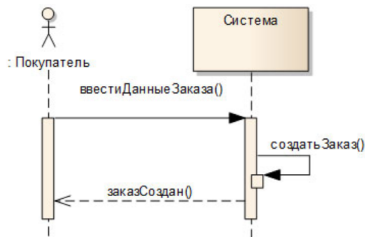
Как выбрать, что моделировать?

- ▶ При моделировании надо определиться с:
 - ▶ Какие архитектурные решения нуждаются в моделировании
 - ▶ На каком уровне детализации
 - ▶ Насколько формально
- ▶ Необходимо учитывать соотношение трудозатрат и выгоды
 - ▶ Стоимость создания и *поддержания* модели не должна быть больше преимуществ от её использования



Возможные преимущества моделей

- ▶ Инструмент, направляющий и облегчающий проектирование
- ▶ Средство коммуникации между разработчиками
- ▶ Наглядный инструмент для общения с заказчиком
- ▶ Средство документирования и фиксации принятых решений
- ▶ Исходник для генерации кода?



Виды моделей

Естественные языки

- ▶ Обычный текст — вполне себе инструмент моделирования
- ▶ Очень выразителен, не требует специальных знаний, максимально гибок
- ▶ Неоднозначен, неформален, не строг, слишком многословен, бесполезен для автоматической обработки

*"The Lunar Lander application consists of three components: a **data store** component, a **calculation** component, and a **user interface** component.*

*The job of the **data store** component is to store and allow other components access to the height, velocity, and fuel of the lander, as well as the current simulator time.*

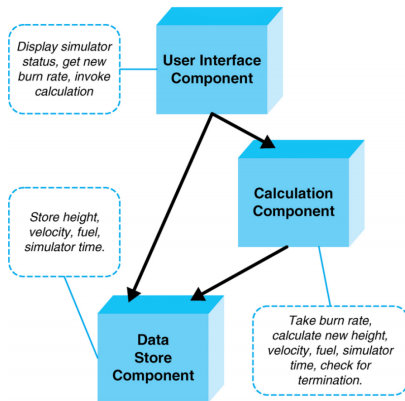
*The job of the **calculation** component is to, upon receipt of a burn-rate quantity, retrieve current values of height, velocity, and fuel from the data store component, update them with respect to the input burn-rate, and store the new values back. It also retrieves, increments, and stores back the simulator time. It is also responsible for notifying the calling component of whether the simulator has terminated, and with what state (landed safely, crashed, and so on).*

*The job of the **user interface** component is to display the current status of the lander using information from both the calculation and the data store components. While the simulator is running, it retrieves the new burn-rate value from the user, and invokes the calculation component."*

© N. Medvidovic

Неформальные графические модели

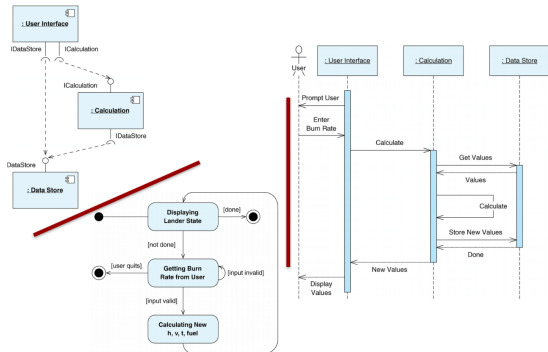
- ▶ Диаграммы, рисуемые в PowerPoint, InkScape и подобном
- ▶ Могут быть красивыми, как правило, простые, очень гибкая нотация
- ▶ Неформальны, неоднозначны, не строгим
 - ▶ Но часто воспринимаются наоборот
- ▶ Практически бесполезны для автоматической обработки



© N. Medvidovic

UML и SysML

- ▶ Несколько слабо связанных нотаций (“диаграмм”)
- ▶ Поддерживают много точек зрения, общеприняты, широкая поддержка инструментами
- ▶ Нет строгой семантики, сложно обеспечить консистентность, сложно расширять



© N. Medvidovic

AADL и другие текстовые формальные языки

- ▶ Хороши для моделирования встроенных систем и систем реального времени
- ▶ Описывают одновременно “железо” и “софт”, продвинутые инструменты анализа
- ▶ Слишком многословны и детальны, сложны в изучении и использовании

```
data lander_state_data
end lander_state_data;
bus lan_bus_type
end lan_bus_type;

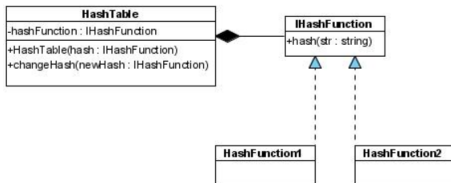
bus implementation lan_bus_type.ethernet
properties
  Transmission_Time => 1 ms .. 5 ms;
  Allowed_Message_Size => 1 b .. 1 kb;
end lan_bus_type.ethernet;
system calculation_type
features
  network : requires bus access
            lan_bus.calculation_to_datastore;
  request_get : out event port;
  response_get : in event data port lander_state_data;
  request_store : out event port lander_state_data;
  response_store : in event port;
end calculation_type;

system implementation calculation_type.calculation
subcomponents
  the_calculation_processor :
    processor calculation_processor_type;
  the_calculation_process : process
    calculation_process_type.one_thread;
```

© N. Medvidovic

Вернёмся к визуальным моделям

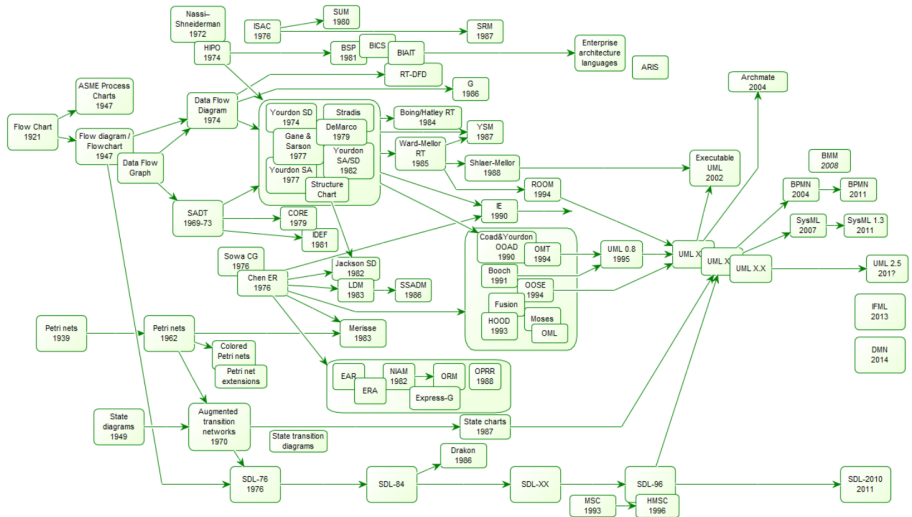
- ▶ **Метафора визуализации** — договорённость о том, как будут представляться сущности языка
- ▶ **Точка зрения моделирования** — какой аспект системы и для кого моделируется
- ▶ Бывают одноразовые модели, документация и графические исходники
 - ▶ **Семантический разрыв** — неспособность модели полностью специфицировать систему



Unified Modeling Language

- ▶ Семейство графических нотаций
 - ▶ 14 видов диаграмм
- ▶ Общая метамодель
- ▶ Стандарт под управлением Object Management Group
 - ▶ UML 1.1 — 1997 год
 - ▶ UML 2.0 — 2005 год
 - ▶ UML 2.5.1 — декабрь 2017 года
- ▶ Прежде всего, для проектирования ПО
 - ▶ После UML 2.0 стали появляться нотации и для инженеров
- ▶ Расширяем
 - ▶ Профили — механизм легковесного расширения
 - ▶ Метамоделирование

История



Виды диаграмм

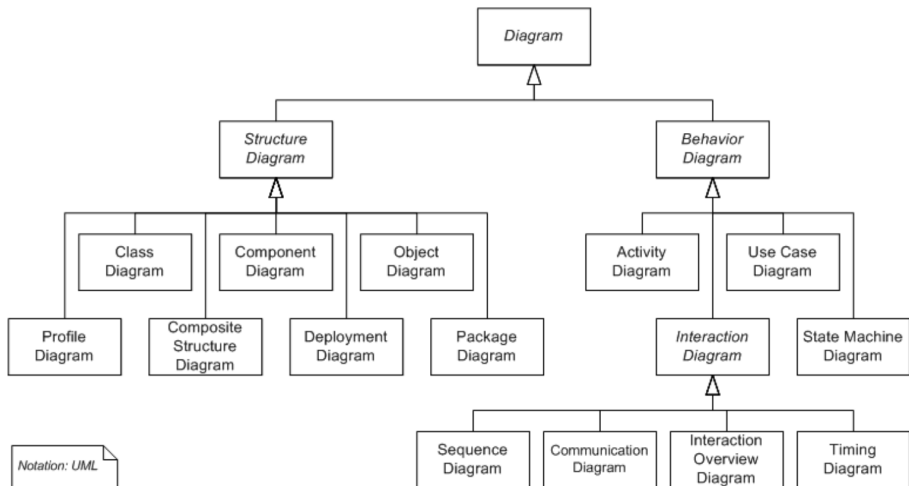
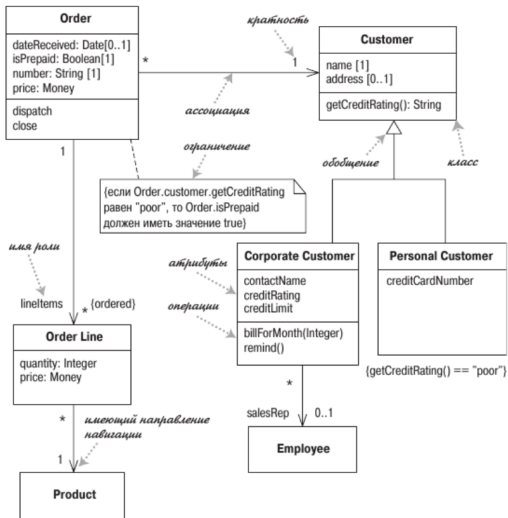
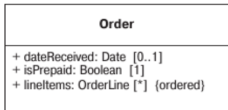


Диаграмма классов

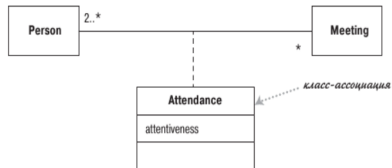


Свойства

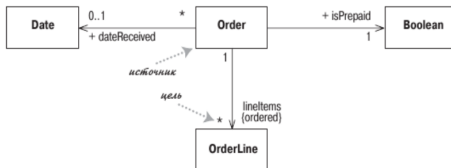
Атрибуты:



Ассоциация-класс:



Ассоциации:



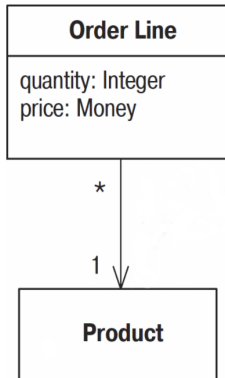
© М. Фаулер. "UML. Основы"

Синтаксис свойств

- ▶ Объявление поля:
 - ▶ видимость имя: тип кратность = значение по умолчанию {строка свойств}
- ▶ Видимость:
 - ▶ + (public), – (private), # (protected), ~(package)
- ▶ Кратность:
 - ▶ 1 (ровно 1 объект), 0..1 (ни одного или один), * (сколько угодно), 1..*, 2..*

Как это связано с кодом

```
public class OrderLine {
    private int quantity;
    private Product product;
    public int getQuantity() {
        return quantity;
    }
    public void setQuantity(int quantity) {
        this.quantity = quantity;
    }
    public Money getPrice() {
        return product.getPrice().multiply(quantity);
    }
}
```



Двунаправленные ассоциации



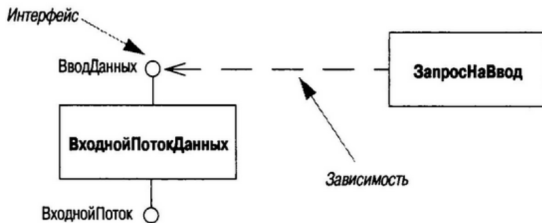
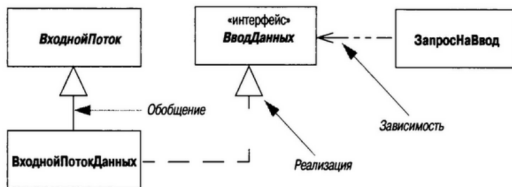
```

class Car {
    public Person Owner {
        get { return _owner; }
        set {
            if (_owner != null)
                _owner.friendCars().Remove(this);
            _owner = value;
            if (_owner != null)
                _owner.friendCars().Add(this);
        }
    }
    private Person _owner;
}
    
```

```

class Person {
    public IList Cars {
        get { return ArrayList.ReadOnly(_cars); }
    }
    public void AddCar(Car arg) {
        arg.Owner = this;
    }
    private IList _cars = new ArrayList();
    internal IList friendCars() {
        // должен быть использован
        // только Car.Owner
        return _cars;
    }
}
    
```

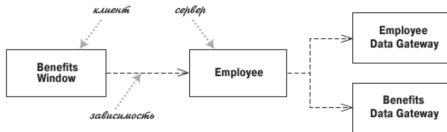
Интерфейсы



© М. Фаулер. "UML. Основы"

Зависимости

- ▶ call
- ▶ create
- ▶ instantiate
- ▶ derive
- ▶ realize
- ▶ responsibility
- ▶ refine
- ▶ trace



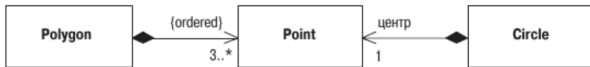
© М. Фаулер. "UML. Основы"

Агрегация и композиция

Агрегация:

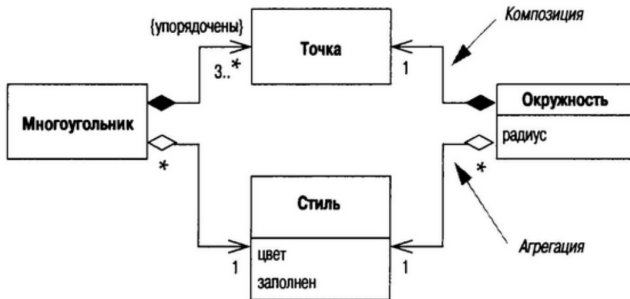


Композиция:



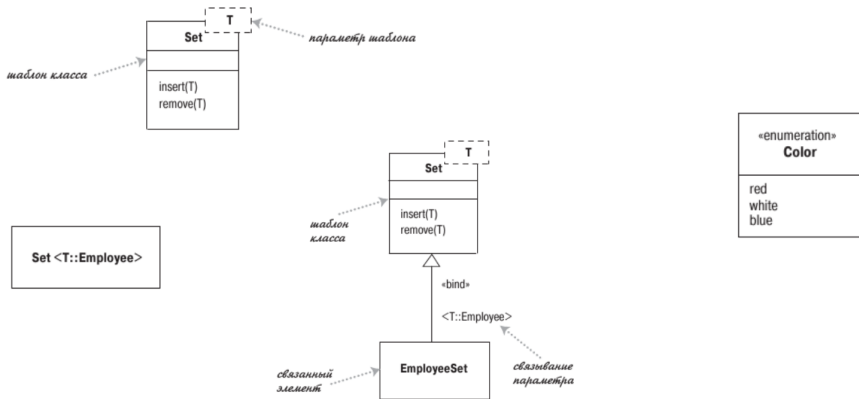
© М. Фаулер. "UML. Основы"

Агрегация и композиция, пример



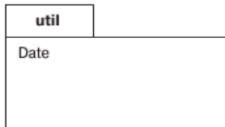
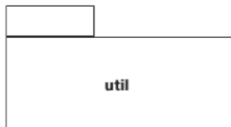
© М. Фаулер. "UML. Основы"

Шаблоны и перечисления

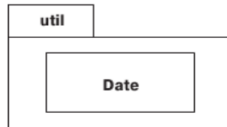


© М. Фаулер. "UML. Основы"

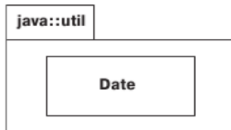
Диаграммы пакетов



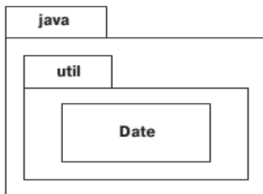
Содержимое, перечисленное в прямоугольнике



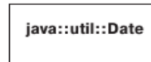
Содержимое в виде диаграммы в прямоугольнике



Полностью определенное имя пакета



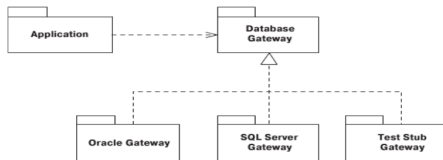
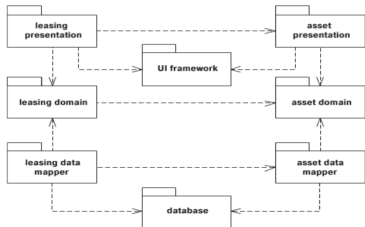
Вложенные пакеты



Полностью определенное имя класса

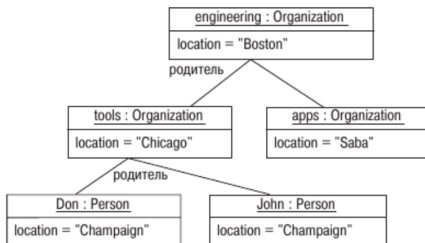
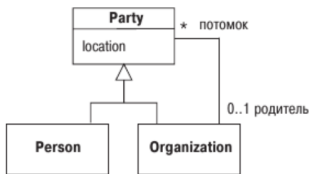
© М. Фаулер. "UML. Основы"

Диаграммы пакетов, зависимости



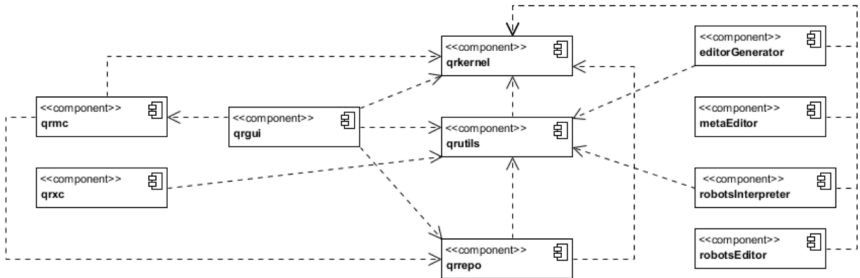
© М. Фаулер. "UML. Основы"

Диаграммы объектов

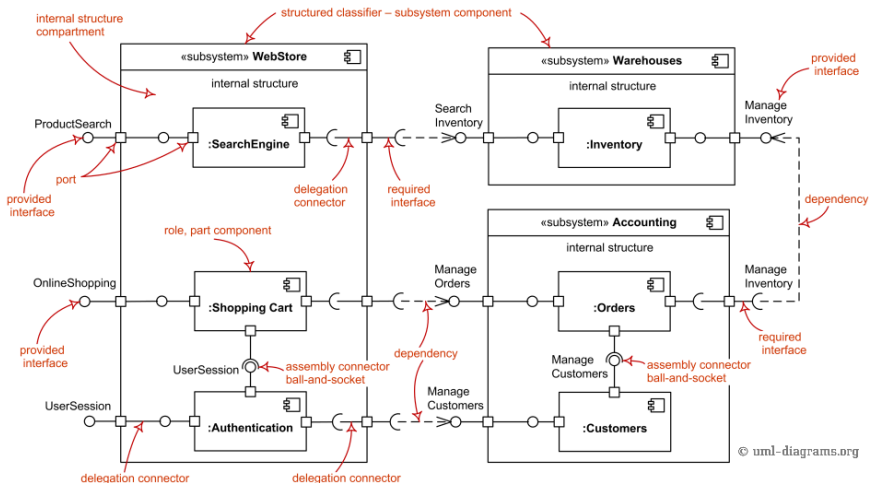


© М. Фаулер. "UML. Основы"

Диаграммы компонентов



Более подробно



© <http://www.uml-diagrams.org>