

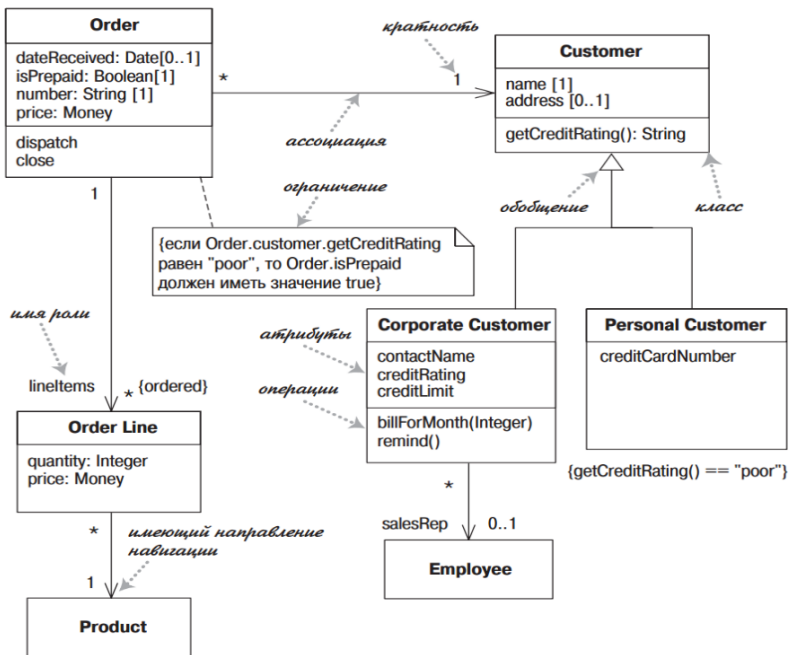
Практика 4: моделирование структуры

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

07.02.2022

1. Диаграммы классов

Самая известная и самая частоиспользуемая диаграмма UML — это, пожалуй, диаграмма классов. Про неё, конечно, подробно рассказывали на лекции, но тут обсудим частые ошибки начинающих проектировщиков. В целом её синтаксис хорошо проиллюстрирован в книжке М. Фаулера «UML. Основы» (кстати, книга очень рекомендуется как быстрая справка по UML, информации в которой вполне достаточно, чтобы успешно пользоваться языком):



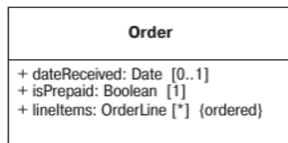
© М. Фаулер. «UML. Основы»

На что обратить внимание:

- наследование в UML называется «обобщение» (generalization) и стрелка указывает на предка, а не на потомка;
- кратность ассоциации тоже может вызвать путаницу, она пишется у того конца ассоциации, к которому относится кратность — Customer может иметь много Order (звёздочка означает «0 или больше»), но у каждого Order ровно один Customer;
- все UML-диаграммы допускают не отображать некоторую информацию, если автор считает её не важной в данном контексте — например, неверно, что класс Employee не имеет ни методов, ни полей, просто автор посчитал, что они не важны и решил не загромождать диаграмму.

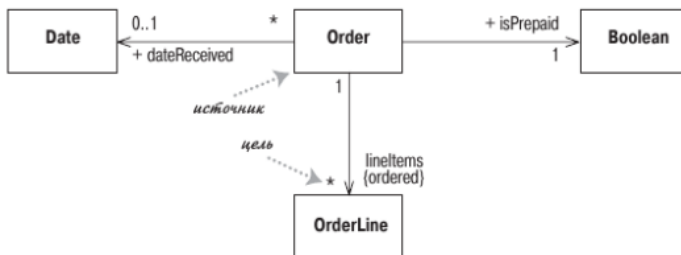
1.1. Атрибуты

У диаграмм классов есть важная синтаксическая особенность — атрибуты и ассоциации представляют собой с точки зрения синтаксиса языка одно и то же, просто отображаются по-разному. Например, диаграммы



© М. Фаулер. «UML. Основы»

и



© М. Фаулер. «UML. Основы»

означают в точности одно и то же. Атрибуты обычно используются, когда связи между классами не важны: когда типы атрибутов — элементарные типы или перечисления (или даже структуры, короче, являются типами-значениями по смыслу; либо типы атрибутов — это полноценные классы, но из третьесторонних библиотек). Ассоциации — когда связи между классами важны для понимания архитектуры (чаще всего, когда типы атрибутов — классы из реализуемой системы). На практике это означает, что:

- не надо рисовать связи с enum-ами;
- если нарисовали связь, не пишите атрибут внутри класса;
- если поле два, рисуйте две ассоциации;
- не стесняйтесь именовать роли, указывать множественности и т.п.

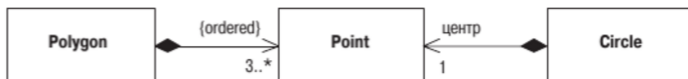
1.2. Агрегация и композиция

Агрегация и композиция — дальнейшие уточнения ассоциации. На самом деле, если на диаграмме нарисована просто ассоциация, то при реализации мы вправе выбрать, агрегацию или композицию использовать. Разница между агрегацией и композицией — во владении объектами, которые участвуют в ассоциации. Агрегация не предполагает владения:



Человек и клуб могут существовать независимо друг от друга, и когда закрывается клуб, его члены продолжают существовать (если это не тоталитарная секта). На диаграмме выше нарисовано, что в клубе может состоять несколько человек, и человек может состоять в нескольких клубах, при этом клуб знает о человеке, но не владеет им.

Композиция говорит, что один объект владеет другим объектом, то есть время их жизни связано и «хозяин» отвечает за удаление подчинённого ему объекта. Например, если мы пишем графический редактор, вполне может быть, что мы сделаем так:



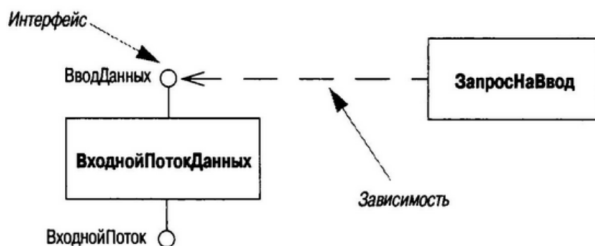
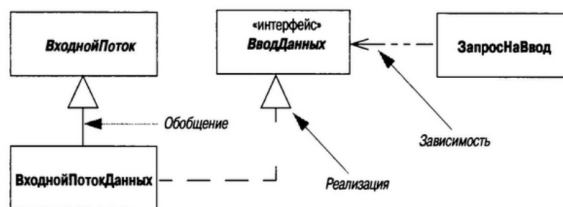
Здесь многоугольник состоит из точек, и когда мы удаляем многоугольник, удаляются и все точки, которые его определяют. Круг тоже имеет одну точку — центр круга, и тоже, удаляем круг — удаляется и его центр. Так что и круг и многоугольник владеют своими точками, но у каждой точки во время исполнения может быть только один хозяин.

Агрегация и композиция важны, если в итоге мы будем писать на C++ — там они помогают следить за тем, кто в итоге должен освободить память из-под объекта. Для языков со сборкой мусора это не так важно (хотя и полезно знать, кто кем владеет), поэтому агрегация с композицией используются в диаграммах классов довольно редко — обычно архитекторы ограничиваются ассоциациями, не специфицируя, агрегация эта конкретная ассоциация или композиция.

С точки зрения нотации надо запомнить, что агрегация — более слабое отношение, чем композиция, поэтому и ромбик в случае агрегации не закрашен. И ромбики рисуются около контейнера (то есть клуб содержит людей, а не наоборот) — можно понимать ромбик как оперение стрелы, указывающей от контейнера к содержащемуся в нём объекту. Ещё один небольшой пример:

1.3. Остальное

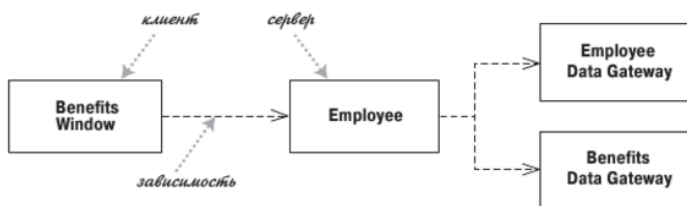
Интерфейсы:



© М. Фаулер. «UML. Основы»

Тут стоит помнить, что, так же, как в Java, реализация интерфейса и наследование от класса в UML суть разные вещи, реализация интерфейса рисуется пунктирной линией. Либо используется «леденцовая» нотация, когда реализуемый классом интерфейс рисуется как кружок с названием интерфейса, соединённый с классом линией. Такая нотация предпочтительней, если нам не очень важны методы интерфейса либо если интерфейсов много. Нотация со словом <<интерфейс>> (или <<interface>> по-английски) используется, когда надо показать и методы интерфейса тоже (и тогда они пишутся как методы класса). Леденцовая нотация обычно используется на диаграмме компонентов, «полная» — на диаграмме классов.

Зависимости:



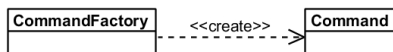
© М. Фаулер. «UML. Основы»

Вообще зависимость — наиболее общий вид связи между классами, она означает просто, что один класс (или интерфейс) что-то знает про другой (например, он ему нужен, чтобы скомпилироваться). Зависимости могут быть уточнены стереотипами, некоторые из которых прописаны в стандарте:

- call — один класс вызывает метод другого;
- create или instantiate — один класс создаёт в каком-то из своих методов объект другого;

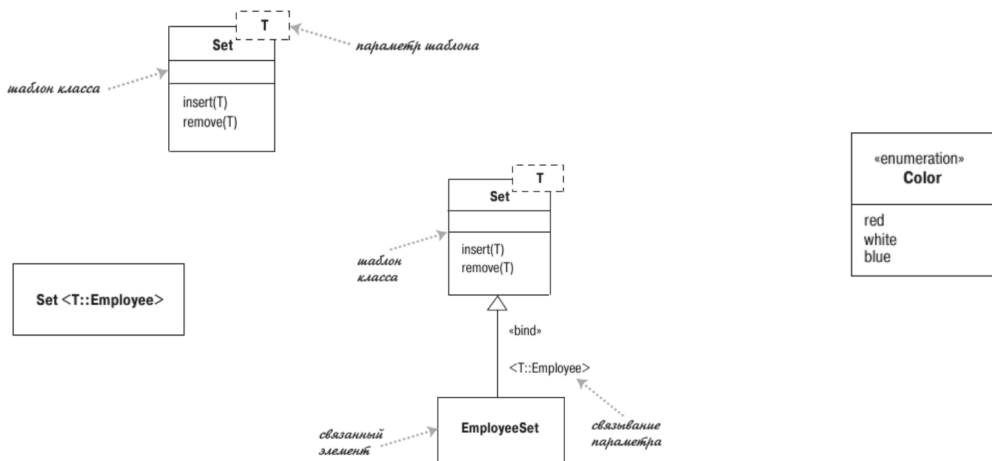
- **derive** — один класс представляет значение, которое может быть вычислено по другому;
- **realize** — один класс реализует другой (например, абстрактный класс);
- **responsibility** — контракт, который класс обязуется исполнять;
- **refine** — зависимость, которая может быть установлена даже между элементами с разных диаграмм, один элемент является уточнением другого — например, класс из модели предметной области уточняется набором классов из реализации;
- **trace** — зависимость, которая может быть установлена даже между элементами с разных диаграмм, означает, что один элемент как-то влияет на другой — например, случай использования может быть связан отношением trace с классами, которые его реализуют. Нужны такие зависимости прежде всего для автоматического отслеживания изменений.

Со стереотипами зависимости рисуются так:



Обратите внимание на «ёлочки», это часть синтаксиса языка.

Шаблоны и перечисления:



В отличие от первых версий Java, в UML синтаксис для шаблонных классов (или генериков) был всегда: параметры-типы перечисляются через запятую в пунктирном прямоугольнике в правом верхнем углу класса. Инстанцирование шаблона (то есть подстановка фактических параметров-типов вместо формальных) рисуется либо как просто класс, у которого указано, что куда подставляется, либо как наследование со стереотипом <<bind>>, как на рисунке.

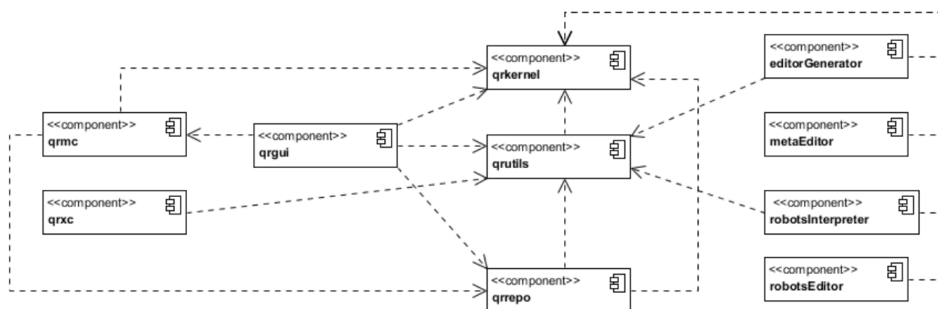
Второй способ используется, когда экземпляр шаблона доопределяет ещё какие-нибудь методы и поля (например, классы `QList<T>` и `QStringList` в библиотеке Qt, второй является специализацией первого для типа `QString`, но добавляет ещё специфичные методы, например, `join()`).

На рисунке также видно, как задаются перечисления. Используется стереотип <<enumeration>> и просто перечисляются элементы.

2. Диаграммы компонентов

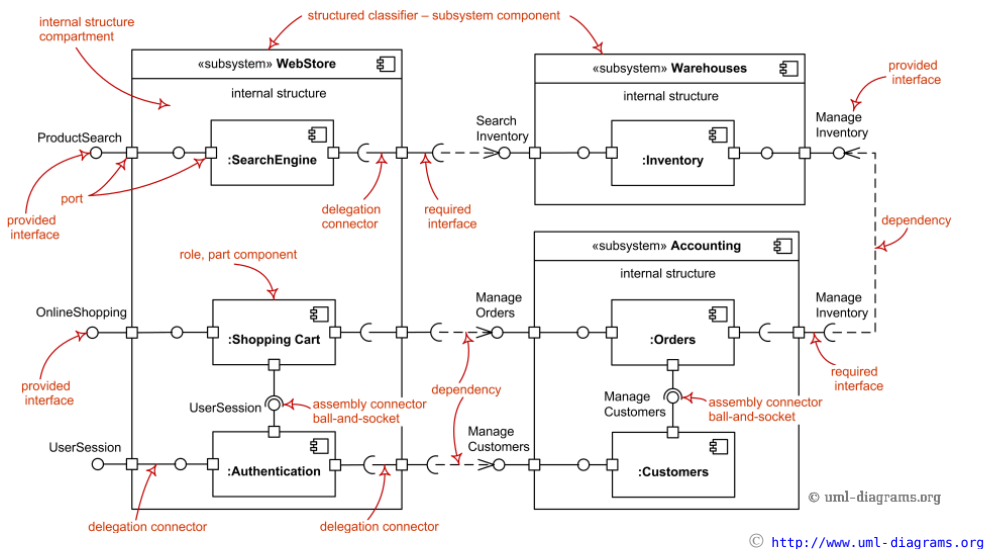
Диаграммы компонентов — пожалуй, самые полезные для архитектора диаграммы UML. На них изображаются компоненты, из которых состоит система или подсистема, и взаимосвязи между ними. Точного определения термина «компонент» не существует, но все интуитивно представляют, что это такое — нечто структурно связанное и больше, чем класс. Компонентами могут быть пакеты, пространства имён, сборки, .dll/.so-файлы, отдельные веб-сервисы в распределённом приложении и т.д. В общем, это именно то, из чего состоит высокоуровневая архитектура приложения.

Полезны диаграммы компонентов как вид «с высоты птичьего полёта» на создаваемую систему. Например, вот диаграмма, описывающая высокоуровневую архитектуру проекта QReal (<https://github.com/qreal/qreal>, инструмент для создания визуальных предметно-ориентированных языков и работы с ними):



Связи между компонентами тут означают зависимости по сборке, каждый компонент — это отдельный проект, который собирается в отдельный .dll/.so-файл. По такой диаграмме можно очень быстро рассказать общую архитектуру проекта: qkernel ни от кого не зависит, там находятся классы, общие для всей системы; qutils содержит полезную функциональность, используемую в других модулях; qrepo — репозиторий, где хранятся данные, с которыми QReal работает; qgui — пользовательский интерфейс; qrmc и qrxс — это компиляторы визуальных языков, с которыми работает Real; editorGenerator, metaEditor, robotsInterpreter, robotsEditor — это плагины инструментальной поддержки работы с визуальными языками. Конечно, это не полноценное архитектурное описание, но даже этого достаточно, чтобы было понятно, куда смотреть в исходниках.

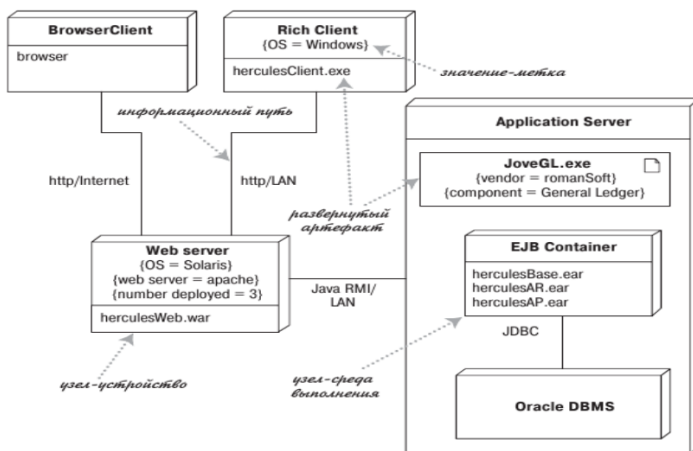
Вот описание синтаксиса диаграмм компонентов, на сей раз с сайта <http://www.uml-diagrams.org> (очень рекомендую, как быструю справку по синтаксису и как набор примеров с пояснениями):



Видно, что компоненты могут быть вложенными друг в друга, что они могут иметь интерфейсы (так же, как и классы, но на диаграммах компонентов чаще всего используется только «леденцовая» нотация). У компонентов есть порты, которые могут предоставлять или потреблять интерфейсы, но порты часто не рисуются, а подразумеваются, поскольку обычно порт имеет только один интерфейс. Порты бывают полезны для изображения делегирования — что компонент просто перенаправляет запросы вложенному компоненту. Слова <<subsystem>> и «internal structure» опциональны (и обычно не пишутся).

3. Диаграмма развёртывания

Вот пример и напоминание синтаксиса диаграммы развёртывания, из книжки Фаулера:



На что стоит обратить внимание:

- связи тут показывают не логическую связь между артефактами, а каналы между узлами (как правило, физические, хотя и может быть что-то вроде VPN); грубо говоря, это не «кто кого вызывает», а «провода», которыми связаны узлы;
- просто узлы рисовать бесполезно, надо показать, что на них развёрнуто — чаще всего рисуют *артефакты*, то есть единицы развёртывания типа .exe, .so, .jar-файлов, но можно рисовать и компоненты (и это часто более полезно, позволяет понять, как логическая функциональность распределена по физическим устройствам);
- связи между компонентами не рисуют вовсе — на то есть диаграмма компонентов;
- стоит указывать характеристики узлов, если они важны/известны, в частности, множественность.

4. Задание на остаток пары

В командах по два человека (можно не в тех, что были на прошлой практике) вспомнить запрос <https://bit.ly/defects-rfp>, подумать над тем, как бы вы стали делать такую систему, и построить по нему:

1. диаграмму компонентов требуемой системы, как вы её видите;
2. диаграммы классов — по одной на каждый компонент;
 - надо только основные классы, технические детали не интересны;
 - не забудьте про связь с другими компонентами — рисуйте классы из соседних компонентов с квалифицированными именами и без атрибутов/операций;
3. диаграмму развёртывания, как вы её видите;
 - с указанием компонентов, разворачиваемых на узле;

Постарайтесь уложиться в оставшееся время, так что не стоит увлекаться подробностями.