Лекция 5: Моделирование поведения

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

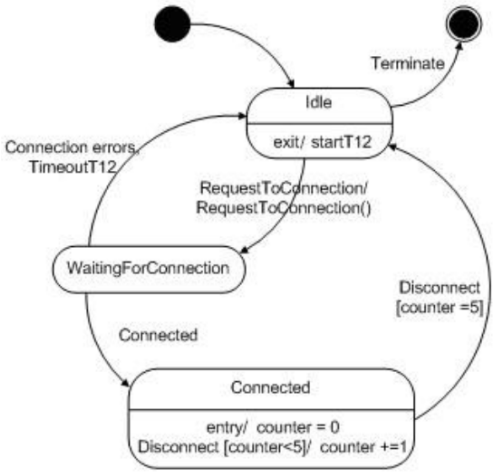
1. Введение

В этой лекции мы закончим обсуждение UML, рассмотрев диаграммы, которые используются на этапе разработки, или более конкретно, для моделирования поведения. Речь пойдёт не только про UML, но и некоторые другие формализмы, используемые для этой цели.

2. Диаграммы конечных автоматов

Диаграммы конечных автоматов (также известные как диаграммы состояний) — эт на самом деле несколько упрощённые диаграммы Харела, предложенные им ещё в 1987 году, коорые попали в UML с минимальными изменениями. Это второй вид диаграмм UML, имеющий исполнимую семантику. Предназначены эти диаграммы для моделирования поведения «реактивных» систем (или частей системы), то есть систем, которые находятся в некоторых чётко определённых состояниях, от которых зависит их поведение, и могут реагировать на события, переходя из состояния в состояние и, возможно, делая при переходах полезную работу. Примеры реактивных систем — это сетевое соединение (которое может быть открыто, закрыто, открываемо в данный момент, закрываемо, и в зависимости от этого передаёт или не передаёт пакеты), либо классический пример с торговым автоматом, с которого начинался рассказ про моделирование вообще.

Выглядят диаграммы конечных автоматов так:



Прямоугольниками со скруглёнными углами рисуются состояния, у состояния есть имя и (опционально) действия, выполняемые в состоянии (например, действие по выходу или внутренний переход по событию, как у Connected — получив событие Disconnect, оно проверяет счётчик, и если счётчик меньше 5, он увеличивается на 1 и мы остаёмся в том же состоянии). Состояния связаны переходами, над переходом пишется событие, которое инициирует переход и, опционально, стражник (guard) (логическое условие, которое должно быть истинно, чтобы переход состоялся) и действие, выполняемое при переходе. События со стражниками должны быт взаимно исключающими, недетерминированные автоматы считаются некорректными. Есть псевдосостояния начала и конца, переход из псевдосостояния начала происходит мгновенно, переход в состояние конца заканчиввает исполнение.

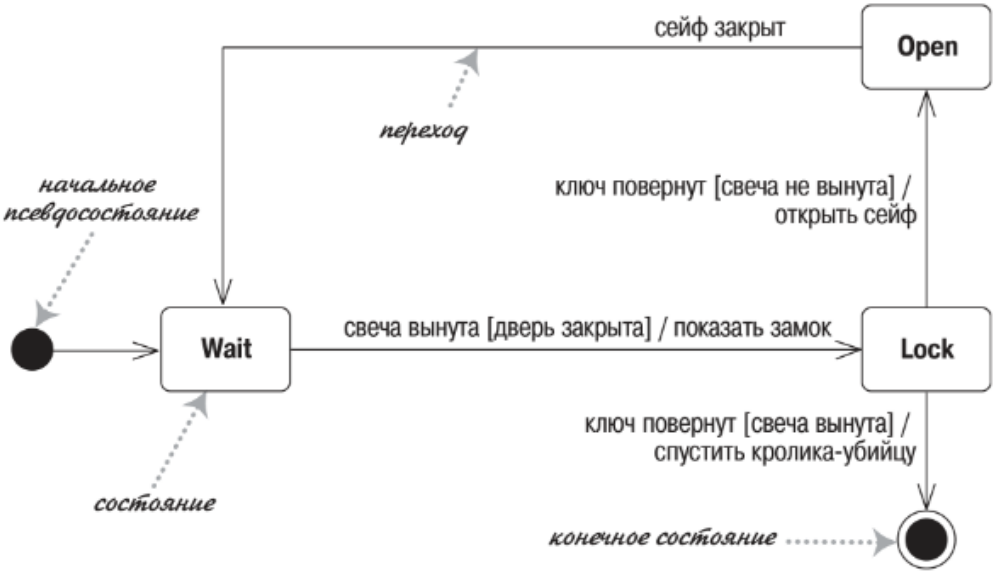
Внешне диаграммы конечных автоматов похожи на диаграммы активностей, но есть важные семантические различия:

- На диаграмме активностей рисуются активности, система в них не задерживается, а сразу переходит дальше; на диаграмме конечных автоматов рисуются состояния — стабильные отрезки жизненного цикла объекта, в которых он находится большую часть времени и может из них выйти только если что-то произойдёт;

- Полезная работа на диаграммах активностей производится в активностях, на диаграммах автоматов — как правило, при переходе;

- Диаграммы активностей моделируют один метод объекта (или какую-то функцию или что-то такое), диаграммы конечных автоматов — целый объект (состояния моделируются полями объекта).

Более подробно про синтаксис:



© М. Фаулер, UML. Основы

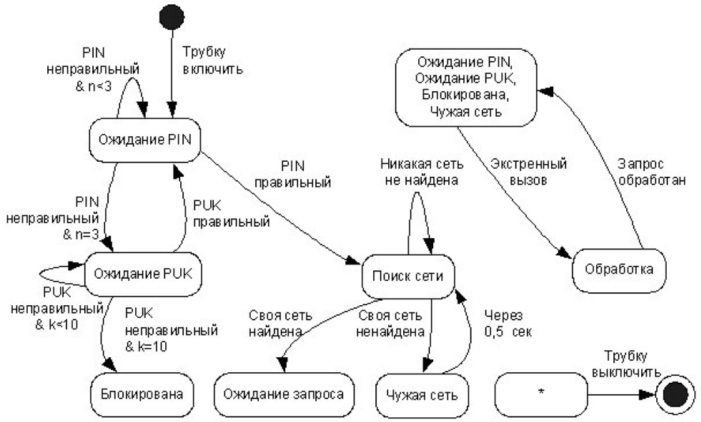
Внутри состояния могут быть:

- entry activity — то, что делается при входе в состояния по любому из переходов;
- exit activity — то, что делается при выходе из состояния по любому исходящему переходу (и входная, и выходная деятельность — это, как правило, вызовы метода);
- do activity — деятельность, выполняющаяся всегда, когда система находится в таком-то состоянии (например, попытки подключения к сети для мобильного телефона);
- внутренний переход — переход по событию, который ведёт в то же состояние и не приводит к срабатыванию entry и exit activity. Переход вполне может быть полноценным переходом в то же состояние (рисуется как петля в графе), тогда entry и exit activity работают как обычно, хоть состояние и не меняется.

Событие, кстати, это нечто внешнее по отношению к системе, на что система может реагировать. Примеры событий — действие пользователя, сетевой пакет, считывание символа (если речь идёт об автоматном лексическом анализаторе, который, кстати, хоть и несколько необычный, но тоже пример реактивной системы, которая прекрасно моделируется конечными автоматами).

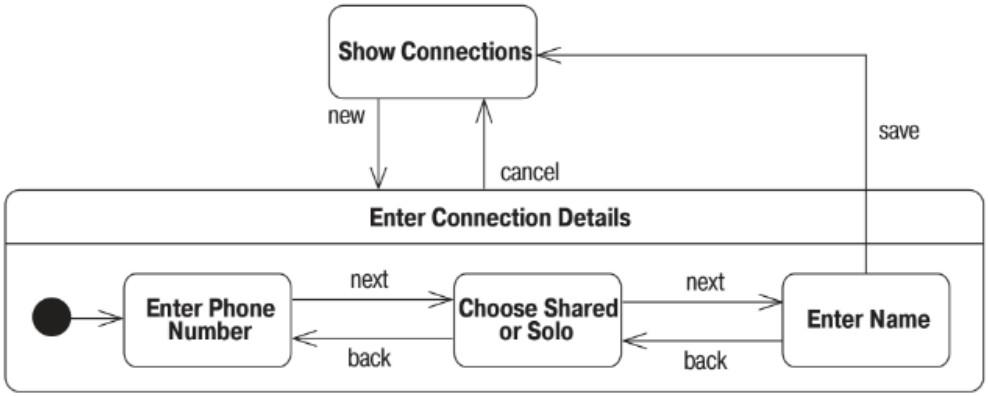
Надпись на переходе имеет следующий синтаксис: `[<trigger> [',' <trigger>]* ['[' <guard>']'] ['/' <behavior-expression>]]` — один переход может реагировать на несколько событий сразу, иметь опционального стражника (в квадратных скобках) и через слеш действие (вызов метода или отсылку к диаграмме активностей, которая поясняет, что нужно делать при переходе).

Вот более содержательный пример автомата из работ Д.В. Кознова. Пример демонстрирует порядок работы мобильного телефона, начиная с включения и ввода PIN-кода и заканчивая подключением к сети:



Тут используется неканоничный синтаксис с псевдосостоянием “все состояния”, из которого ведёт переход в конечное псевдосостояние (чтобы не рисовать переход из каждого состояния в конечное) и используются не совсем каноничные надписи над переходами. Связано это с тем, что в те времена, когда на матмехе делались работы по диаграммам конечных автоматов, UML 2 ещё не было, а в UML первых версий синтаксис диаграмм конечных автоматов был менее проработан.

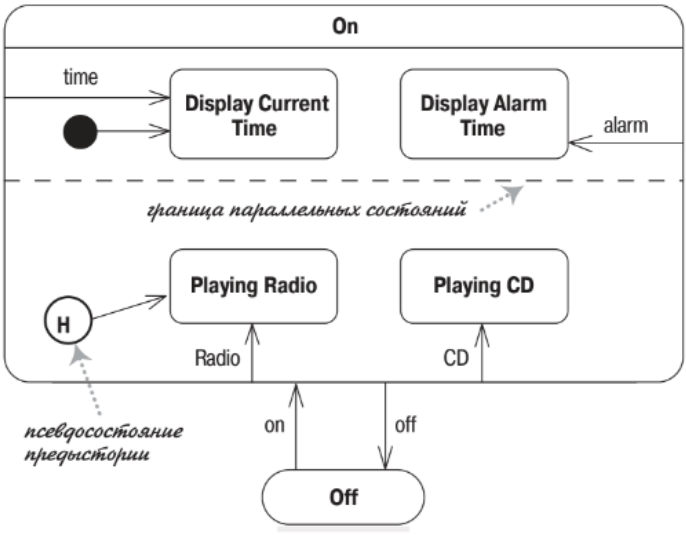
Более продвинутый синтаксис современных диаграмм конечных автоматов позволяет нарисовать пример выше более канонично. Есть вложенные состояния с переходами сразу из всех внутренних состояний:



© М. Фаулер, UML. Основы

Тут состояние «Enter connection details» содержит внутри свой конечный автомат, который начинает работать со стартового псевдосостояния когда выполняется переход «new». При этом переход «save» возможен только из состояния «Enter Name», а вот переход «cancel» возможен из любого вложенного состояния (это замена нестандартному псевдосостоянию со звёздочкой из диаграммы выше).

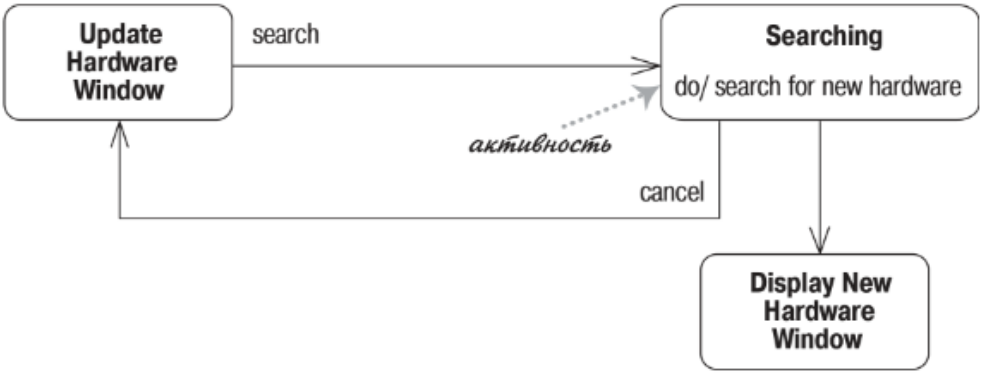
Ещё бывают параллельные состояния и псевдосостояние истории:



© М. Фаулер, UML. Основы

Это часы с радио и будильником. Проигрывание звука и время работают независимо, поэтому по сути это два автомата, работающих параллельно (что и показывает горизонтальная прерывистая линия, разделяющая параллельные подавтоматы). Стрелки от объемлющего состояния к вложенным означают, что система, находясь в объемлющем состоянии, реагирует на такие-то события и изменяет внутреннее состояние (например, часы по умолчанию показывают текущее время, но если пользователь нажал на кнопку «будильник», начинает показывать время, на которое будильник установлен). Псевдосостояние истории запоминает последнее вложенное состояние, в котором находился автомат, и возвращает автомат в него. Например, часы по умолчанию включают радио, но если пользователь включил воспроизведение компакт-дисков (если кто помнит, что это такое) и выключил часы, то при следующем включении они снова будут проигрывать компакт-диски.

А вот так рисуются активности внутри состояния:



© М. Фаулер, UML. Основы

А вот так — внутренние переходы и entry/exit-события, о которых шла речь выше: