



Радченко Надежда Петровна
Учитель информатики и ИКТ
ГБОУ СОШ №311 г. Москвы.

Графические формы представления информационных моделей

В №3 за 2012 год была опубликована статья Н.П. Радченко «Структурирование данных – путь от информации к модели», из которой наши читатели узнали, что информационные модели могут быть представлены разными способами, а форма представления информационной модели зависит от того, какие характеристики объекта являются существенными для целей моделирования.

Тема моделирования не так часто затрагивается на страницах популярных изданий и, наверное, по этой причине она вызвала большой интерес наших читателей. Мы решили вернуться к обсуждению этого направления. В продолжение темы рассмотрим информационные модели, форма представления которых наиболее удобным образом предъявляет элементный состав объекта-оригинала и выявленные между его элементами связи. Речь пойдёт о двух способах организации данных, известных в информационном моделировании как иерархический и сетевой.

Графы

Информационная модель любой системы должна представлять её состав, то есть образующие её элементы, и отражать имеющиеся между ними связи. Информация о составе системы и её структуре, представленная в графической форме, образует *граф*. Элементы системы в графе называются его *вершинами* (*узлами*). Связи между вершинами могут быть *односторонними* (несимметричными), тогда изображаю-

щую эту связь линию называют *дугой*. Если элементы системы *взаимосвязаны*, то *линии* между вершинами, изображающими в графе такие элементы, – *двунаправленные* (ещё говорят «симметричные») и называются *рёбрами*. Очевидно, что указывать на схеме направления линий связи имеет смысл, если они *однаправленные*. Вершины, соединённые дугой или ребром, называются *смежными* (рис. 1).

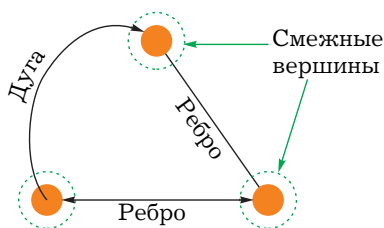


Рис. 1

Информационную модель в форме графа используют для наглядного представления взаимосвязей между элементами объекта моделирования. Эта модель особенно удобна при моделировании структуры объекта. Вот, например, схема маршрута некоторого наземного транспорта (рис. 2).



Рис. 2

Она образует граф, причём остановки – это его вершины (которые можно изображать любой геометрической фигурой – прямоугольником, кружком и т. п.). Линии, связывающие вершины при движении транспорта только в одном направлении, являются дугами,

а если движение возможно в обоих направлениях, то это рёбра. Аналогично, информационная модель городского метрополитена – граф с симметричными связями, как, например (рис. 3), схема казанского метрополитена (действующие и проектируемые участки).



Рис. 3

Иногда вершины и рёбра графа характеризуются некоторыми числовыми величинами. Так, в управлении

метрополитена каждое ребро приведённого выше графа отмечено значением длины. Каждая такая числовая

характеристика определяется как *вес*, а сам граф становится *взвешенным*.

В качестве примеров графов можно привести информационные

модели различных структур локальных вычислительных сетей, допустим, кольцевой, шинной и звездообразной топологии (рис. 4).

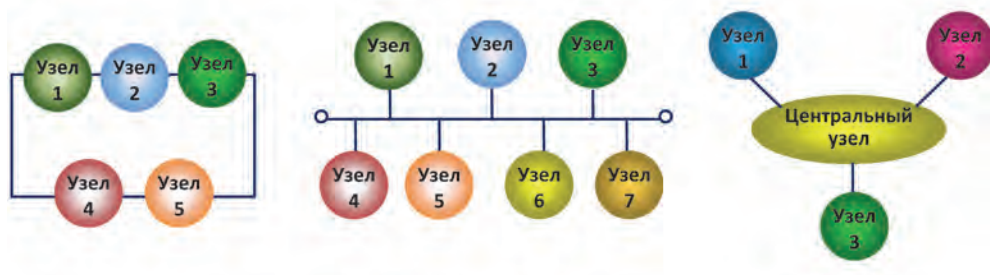


Рис. 4

Граф может быть задан рисунком или, например, структурной формулой химического соединения, но для машинной обработки более удобным оказывается представление графов в виде списка рёбер с указанием соединяемых ими вершин. Некоторые компьютерные программы используют также табличное представление графа, где имена строк и столбцов – названия вершин, а значения в ячейках соответствующих пересечений указывают на то, есть ли между ними связь. При этом, например, табличная запись

	1	2	3
1		a	b
2	a		c
3	b	c	

и символическая запись

$$a(1, 2), b(1, 3), c(2, 3)$$

соответствуют заданию одного и того же графа (рис. 5).

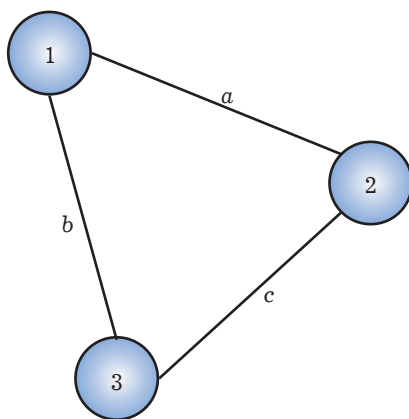


Рис. 5

Деревья

Среди графов имеется граф особого вида – так называемое «дерево». В дереве ни одна связь между вершинами не образует *петлю*. Приводимый на рис. 6 пример графа – это пример *не дерева*, так как связь между 4-ой и 1-ой вершинами замыкает в петлю связь 1-ой вершины с 4-ой (через 3-ю).

Форма модели в виде дерева образуется, если между элементами

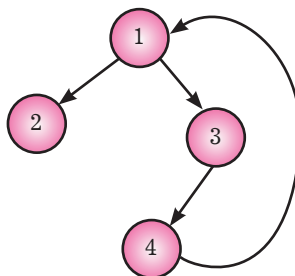


Рис. 6

моделируемой системы наблюдается строгая иерархия, подчинённость. Тогда и сами системы называют *иерархическими*.

Такова информационная модель родственных связей, известная как генеалогическое дерево. Хорошо, когда в семье помнят прародителя – корень дерева, по ветвям которого можно добраться до любой другой вершины.

Чтобы построить информационную модель в виде дерева, надо выявить главный элемент рассматриваемой системы, который может

стать корнем дерева, прародителем (входом в структуру). Это как бы вершина нулевого уровня. Вершины следующего, 1-го уровня, находятся у неё в подчинении. От любой из вершин 1-го уровня можно перейти к своим вершинам 2-го уровня. Переход по линиям связи – это переход по ветвям, причём *от корня до любой вершины можно пройти только по одному пути* (например, на рис. 7 единственный путь к вершине 4: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$, а к вершине 5: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5$).

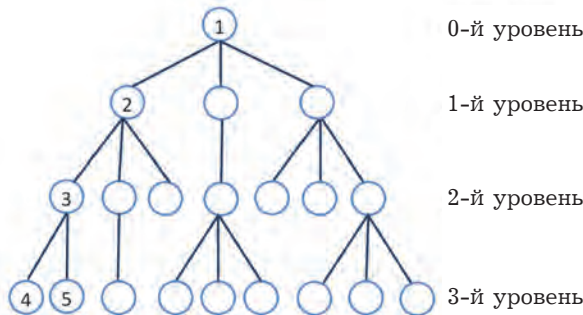


Рис. 7

Поскольку направление подчинённости в *древовидной структуре* от вершины высшего уровня к порождаемой вершине нижнего уровня очевидно, то считается излишним обозначать дуги (линии связи) линиями со стрелками. Конечные вершины – те, у которых нет «подчинённых» вершин. Их принято называть *листьями*.

Так, любой из подростков в генеалогическом дереве своей семьи – листочек. Но со временем этот листочек не оторвётся, как на насто-

ящем дереве, и не улетит неведомо куда, гонимый ветром. Полноправная вершина заменит со временем листочек-подросток, потому что от листочка вырастет веточка, заканчивающаяся новым листиком.

Другим широко известным примером информационной модели в форме дерева является дерево каталогов диска. Действительно, файловая система, хранящаяся на устройстве внешней памяти, имеет иерархическую структуру (рис. 8).



Рис. 8

Можно сказать, что структура дерева позволяет моделировать связи между элементами системы по принципу «один ко многим».

Алгоритм как модель деятельности

Рассмотрим ещё один вид графа, выделяющийся тем, что вершины его обозначают некоторые действия, а соединяющие их дуги указывают на последовательность выполнения этих действий. Такой граф подобен блок-схеме алгоритма, структуру которого он выражает. Блок-схема алгоритма является информационной моделью действий исполнителя алгоритма, направленных на решение поставленной задачи. Конечно, информационной моделью будет любое описание его деятельности, но, если выбрать разные формы представления алгоритма, то графическое представление в виде блок-схемы (другими словами – графа), отличается наглядностью и структурированностью.



Если рассмотреть блок-схему вычислительного алгоритма решения некоторой обобщённой задачи, то легко установить, что на входе его – некоторые исходные (входные) данные, а на выходе – результат вычислений. Определённая последовательность действий исполнителя всегда применяется к некоторым

Очевидно, что не все системы реального мира могут быть представлены древовидной структурой с единственным корневым элементом.

исходным данным. От входа к выходу по линиям, связывающим блоки (по дугам), можно, выполняя предписанное конечное число действий, пройти только одним путём. Заметим, что вершины графа (блоки) соответствуют действиям из заданного конечного набора возможных действий. Вершинами могут быть вычислительный блок или блок, реализующий ветвление в соответствии со значением логического выражения, или блок ввода/вывода данных. Информацию о типе блока принято передавать его геометрической формой, которая играет роль весовой характеристики вершины. Кроме того, содержание действий указывается внутри блока, разветвляющиеся дуги содержат пометки «да» и «нет». Таким образом, мы имеем дело со взвешенным графом.

В качестве примера такого графа приведём блок-схему алгоритма вычисления $|X|$ – абсолютного значения X (рис. 9).

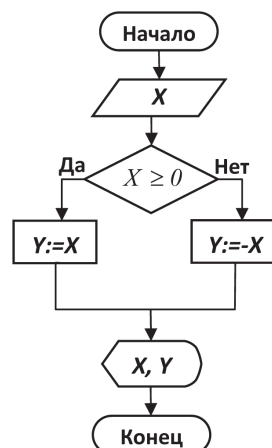


Рис. 9

В отличие от блок-схем, деревья арифметических выражений представляют отношения между операндами и операциями, но не всегда однозначно определяют порядок вычислений. Такие деревья используются, например, при компиляции и оптимизации программ в системах программирования.

Задача. Запишите арифметическое выражение, вычисление значения которого фиксирует дерево, представленное на рис. 10.

Рекомендации: запись арифметического выражения лучше начинать с листьев.

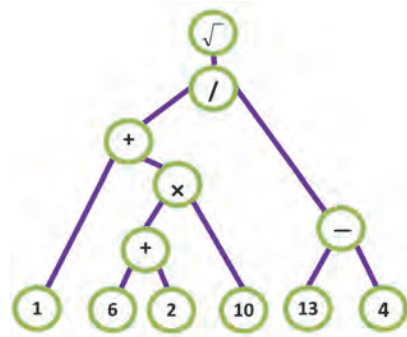


Рис. 10

Ответ.
$$\sqrt{\frac{1 + 10 \cdot (6 + 2)}{13 - 4}}.$$

Сети

Сетевая модель структурированных данных также представляет собой граф. Как в любом графе, в нём присутствуют узлы (элементы системы) и линии связи; как и в деревьях, различают уровни узлов. Но каждый из сетевых узлов может быть связан с любым другим узлом, в простейшем случае — более высокого или низкого уровня (рис. 11), отражая при этом характер связи между каждой парой узлов, как «один ко многим (1:M)». В сложном случае помимо названных связей присутствует связь с любым другим узлом своего уровня, причём каждый узел может играть роль входа в структуру.



Рис. 11

Например, сетевую структуру последнего типа образует глобальная коммуникационная компьютерная сеть Интернет, реализующая связи между вершинами сети по типу «многие ко многим (M:M)». Некоторый фрагмент такой сетевой

структуры изображён на рис. 12, где значки 1P, 2P представляют компьютеры на территории Российской Федерации, 1A, 2A, 3A — США, 1И — Италии, 1Ф — Франции.

Каждая вершина может иметь как несколько порождённых, так и несколько исходных вершин. Более того, между парами вершин может указываться не одна, а несколько связей. (Интересно, что при этом система доменных адресов сети Интернет является примером иерархической системы.)

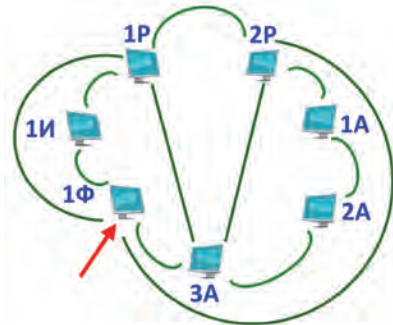


Рис. 12

В сетевой модели указание направления связей обязательно. Но на рис. 12 мы имеем структуру с типом связей, как было сказано выше, M:M, поэтому, чтобы не пере-

гружать схему двойными стрелками, мы их не указываем, а отмечаем стрелкой один из возможных входов в структуру. При изображении сети не требуется так называемой привязки к местности (указания частей света, масштаба). Сеть отображает элементный состав данных и структуры связей. В сетях возможно множество различных путей перемещения по рёбрам; между некоторыми парами вершин могут существовать замкнутые пути (циклы). Так функционирует маршрутизация сообщений, отсылаемых по электронной почте.

Для компьютерной обработки данных удобнее пользоваться их табличным представлением. В этом случае для табличного представления сетей, содержащих однотипные вершины, используют двоичные матрицы (так называемые матрицы смежности).

Ещё одним примером сетевой модели данных могут служить данные, структурированные в так называемый гипертекст. При обращении к гипертексту пользователь может выбрать любую его элементарную единицу за точку входа и далее, следуя многочисленным в гипертексте связям-указателям, выбрать один путь из множества возможных и достичь нужной ему информации или же вернуться к стартовой позиции. Таким образом, действия пользователя

при работе с гипертекстом идентичны действиям в любой поисковой системе, а гипертекст обоснованно считается моделью организации поисковых систем.

Заметим, что структуризация данных в табличной форме («Потенциал» №3, 2012) является наиболее универсальной, поскольку к ней можно привести данные, имеющие любую другую структуру, например представленные в форме графа. Но в какой бы форме ни была представлена *информационная модель*, всегда можно утверждать, что она *описывает моделируемый объект, предъявляя его смысл в образно-знаковой или знаковой форме, выбранной в качестве способа кодирования информации*.



Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

В гарантийном отделе одной из компьютерных фирм к окошку подходит молодой человек и говорит:

- Здравствуйте! Я вчера отдал вам память.
- А кому именно вы её отдавали?
- Не помню.

На вопрос «Пользуетесь ли вы Интернетом?» утвердительно ответили 100% россиян... Таков результат опроса, проведённого недавно в Интернете.