

# ИНФОРМАТИКА

## MACHINA SAPIENS

### А. ЖУКОВ

Успехи достигнутые вычислительной техникой, сегодня уже никого не удивляют. Но вот к исходу двадцатого века ученые все больше и больше стали говорить о качественно новом поколении машин, к которым термин «вычислительные» не очень-то и подходит. Что это за машины, «племени младое, незнакомо»? Традиционный компьютер способен действовать согласно заранее составленным инструкциям алгоритмам. Его младший брат, *machina sapiens* («машина разумная»), способна самостоятельно «додумываться» до решения задач, находить подходящие алгоритмы и, если требуется, производить по ним необходимые расчеты.

#### Решить задачу - помогут связи

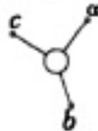
Давайте посмотрим, как машина может придумать решение простой школьной задачи по геометрии: зная катеты  $a$  и  $b$  в прямоугольного треугольника, найти радиус  $r$  вписанной окружности. Решить эту задачу сходу, подставив данные в некую готовую формулу, не удастся такой формулы нет (по крайней мере, в учебнике). Значит, надо опереться на какие-то другие, известные нам формулы. Что мы знаем о прямоугольном треугольнике, кроме «пифагоровых штатов»? Предположим, нам удалось вспомнить следующие зависимости:

$$\begin{aligned} \bigcirc \cos \alpha &= \frac{b}{c}, \\ \bigcirc a &= btg \alpha, \\ \bigcirc a^2 + b^2 &= c^2, \\ \bigcirc \alpha + \beta &= 90^\circ, \\ \bigcirc R &= \frac{c}{2}, \\ \bigcirc p &= \frac{(a+b+c)}{2}, \\ \bigcirc S &= \frac{ab}{2}, \\ \bullet S &= pr. \end{aligned}$$

острые углы прямоугольного треугольника, лежащие против катета  $a$  и в соответствии с гипотенузой;  $p$  - полупериметр;  $R$  радиус описанной окружности;  $S$  площадь треугольника. Эти формулы как раз и образуют то «тесто», из которого будет лепиться нужный нам алгоритм решения задачи. Они могли вспоминаться в совершенно произвольном порядке. Для того чтобы показать, что они неупорядочены и равноправны, мы их поместили не цифрами, как обычно, а специальными знаками, стоящими сле-

ва. Формулы можно менять местами, удалять, добавлять новые. Вот теперь мы приближаемся к самому главному как же в этой путанице, в этом беспорядочном нагромождении формул отыскать верный путь к цели? Рассмотрев пристально наши формулы, мы замечаем, что переменные в большинстве своем «работают по совместительству», одновременно фигурируя в нескольких формулах. Это наблюдение позволяет выделить в хаосе некоторую структуру. Обозначим переменные точками, а для обозначения формул будем использовать введенные ранее символы.

Тогда формулу  $\bigcirc$  можно представить так:



а формулу  $\bigcirc$  — так:



и т.д. Отрезочки в этих графических представлениях показывают связь переменных с соответствующими формулами. «Склеив» все одноименные точки, мы получим сеть (рис. 1). Это еще не алгоритм, но уже и не первозданный хаос, не путаница и не сумятица.

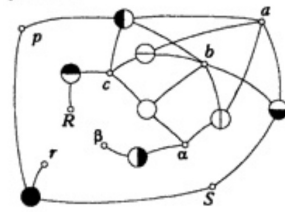


Рис. 1

Построенная нами сеть описывает некоторые свойства прямоугольного треугольника, и пока не ясно, как с ее помощью решить поставленную задачу (и можно ли вообще это сделать). Формулы мы вспоминали, как говорится, наобум, и поэтому нет гарантии, что среди них окажутся как раз те, из которых удастся построить нужный нам алгоритм. И все же попробуем. Наша сеть очень напоминает марсианские каналы. Пусть это будет система пустых (незаполненных водой) каналов, точки будут пустыми колодцами, а кружочки распределительными станциями, которые открывают шлюзы для пуска воды в пустой канал только в том случае, ес-

ли во всех остальных каналах, подведенных к данной станции, вода уже есть. Вода в данном случае будет олицетворять наполнение переменных арифметическим содержанием числовым значением. Итак, что дано в задаче? и  $b$ . Пусть в пунктах  $a$  и  $b$  «забили чистые ключи». По разным каналам вода поступит к распределительным станциям  $\bigcirc, \bigcirc, \bigcirc, \bigcirc, \bigcirc$ , но только три -  $\bigcirc, \bigcirc$  и  $\bullet$  смогут открыть шлюзы для наполнения колодцев  $c, ,$ . В дальнейшем вода из этих колодцев поступит в другие каналы, и шлюзы на втором этапе смогут открыть распределительные станции  $\bigcirc, \bullet$  и  $\bigcirc$ , наполнив колодцы  $, R, \beta$ . Наконец, на третьем шаге шлюзы откроет распределительная станция  $\bullet$  наполнив колодец  $r$ . Итак, вывод первый: наша совокупность формул достаточно для того, чтобы решить поставленную задачу: отправляясь от известных значений  $a$  и  $b$ , мы в конце концов сможем найти значение  $r$ . Заметим, что этот вывод мы сделали, не производя вычислений, а только анализируя структуру сети. Представим процесс движения воды в виде схемы (рис. 2). Эта схема показывает, что и как можно вычислить, пользуясь нашей совокупностью формул и отправляясь от известных значений  $a$  и  $b$ . Здесь бросаются в глаза некоторые лишние «рукава», которые не имеют никакого отношения к задаче. Отправляясь из пункта двигаясь строго вверх, обрежем все участки, которые не используются для вычисления ответа, пока не дойдем до исходных данных задачи. В итоге получим новую схему (рис. 3), которая и представляет искомый

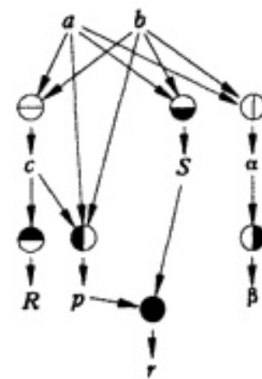


Рис. 2

била повторять: если почти все, кто носит цилиндр, ходят с тросточкой, и вместе с тем почти все, кто ходит с тросточкой, пьют только абсент, то наверняка можно сказать только одно - из тех, кто носит цилиндр, многие пьют только абсент. Многие - да, согласен. А сказать «почти все - это неверно». Нечеткие категории - Далеко не единственная особенность человеческих рассуждений. Наитие, догадки, внезапное озарение, «божья искра» столь же привлекательная, сколь и непостижимая тайна за семью печатями. - Пока еще не удастся понять и смоделировать механизмы ассоциативного мышления, лежащего в основе большинства творческих процессов. В научном творчестве ассоциация проявляется в поиске аналогий, в установлении связей между прототипом и некоторым его образом

будет представление о характеризующем ими понятии. Числовые коэффициенты в ореолах информантов могут выбираться из промежутка (0,1). Если, например, снег «слегка влажный», то можно принять

$$\text{снег} = 0,3 * \text{влажный}.$$

Как же по эталонным ореолам, сообщаемым различными информантами, построить обобщенный ореол: понятие =  $x_1 * \text{понятие}_1 + x_2 * \text{понятие}_2 + \dots + x_n * \text{понятие}_n$  ? (1)

Здесь понятие, понятие, понятие, - совокупность понятий, называемых ниже базисными, которые встречаются в ореолах информантов;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - коэффициенты, подлежащие определению. Естественно потребовать, чтобы базисное понятие, которое наиболее часто встречается в сообщаемых информантами

#### Представители собачьих

Эталон	Ореол
Белый клык	серый
Собака Баскервией	черная, поджарая, глубоко сидящие глаза
Дружок	одно ухо черное
Каштанка	рыжая
Мурзик	белый, мохнатый, одно ухо черное
Белый бим Черное ухо	белый, с рыжими подпалинами одно ухо и одна нога черные