

Рябов Геннадий Георгиевич,
Суворов Владимир Викторович,
Романов Владимир Юрьевич

«СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ПРИНЦИП» В ПОСТРОЕНИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ¹

Аннотация

На примере решения логической задачи излагается метод построения компьютерных инструментов, имеющих значение универсальных интеллектуальных орудий для решения широкого круга задач или выполнения определенных этапов решения. Алгоритм решения не зависит в данном случае от специфики содержания задачи, но обеспечивает «самопреобразование» исходных данных в системную форму, содержащую искомый результат в явном виде, посредством последовательной актуализации свойств каждого объекта в среде других объектов.

Главная направленность работы – продемонстрировать на конкретном примере возможность и эффективность приведения во взаимосвязь концептуального и вычислительного, математического и программного аспектов при построении компьютерных инструментов.

Ключевые слова: компьютерные инструменты, самопреобразование данных, системообразующий принцип, логические задачи.

МЫШЛЕНИЕ И ИНТЕЛЛЕКТ – АТРИБУТЫ НОМО SAPIENS И ОРУДИЯ СПЕЦИАЛИСТА

Концептуальную основу излагаемого решения составляет определение *интеллекта как системообразующего принципа* [1]. Обоснование такого определения и соответствие его современным знаниям об интеллекте изложено в публикациях авторов в изданиях по психологии, нейробиологии, информационным технологиям и искусственному интеллекту [1–5]. Ближайшим продуктивным следствием определения являются *возможность идентификации интеллекта в содержании любой природы, также непсихическом, неживом и искусственном*, включая устройства искусственного интеллекта и компьютерные технологии, по критерию наличия потенциала содержания к преобразованию его в системную форму. Дальнейшим результатом становится *методология построения типовых алгоритмов*

© В.Ю. Романов, Г.Г. Рябов, В.В. Суворов, 2010

решения задач в форме процесса «самопреобразования» содержания задачи (условий) в форму системы, представляющей в явном виде искомый результат решения.

Мышление, помимо собственно интеллекта, включает в себя:

а) энергетическое начало, происходящее из жизнедеятельности субъекта и организма и придающее мышлению значение деятельности;

б) эмоциональные импульсы и оценки, не только влияющие на ход решения, но вмешивающиеся в логику решения и способные изменить постановку задачи;

в) волю, действующую в качестве инстанции принятия решения и «силового» органа управления, но, кроме того, влияющего, так же как и эмоции, содержательно на другие компоненты решения.

Мышление, в отличие от интеллекта, – атрибут живого организма, обладающего со-

¹ Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 09-07-12135-офи_м.

знанием. Интеллект, в свою очередь, согласно устанавливаемому определению его как *системообразующего принципа*, с одной стороны, может идентифицироваться в любом, также неживом содержании (например, научный метод, интеллектуальные технологии), а с другой – есть лишь один из компонентов (аспектов) этого содержания, также компонент мышления.

Предметом данной статьи является разработка и применение компьютерных инструментов универсального назначения – интеллектуальных орудий, которые способны составить инструментарий специалиста, независимо от предметной области знания. Концептуально такие инструменты имеют значение орудий, встраиваемых между интеллектом человека и содержанием задач, подобно механическим орудиям между рукой и предметом труда. Потребность в такого рода инструментах несомненна для образовательного процесса и имеет далеко идущие перспективы для автоматизации сложных видов работ, включая автоматизацию программирования. Проблемность создания таких инструментов имеет две главные причины. Первая – для построения интеллектуальных орудий требуется сформулировать критерии, по которым они должны быть *интеллектуальными*, то есть в конечном счете иметь продуктивное определение интеллекта. Эта задача считается до настоящего времени нерешенной, но по ней авторами получено решение, которое стало концептуальным и конструктивным основанием для результата, представляемого в данной статье.

Вторая причина – любое орудие служит компромиссным средством разрешения конфликта между способностью и подготовленностью человека, с одной стороны, и сложностью решаемой задачи, с другой. Проблеме при создании компьютерных инструментов для обучения составляет, в частности, обеспечение приемлемости соответствующих технологий для людей, не имеющих специальной подготовки. Традиционный подход заключается в ограничении и упрощении набора используемых методов и средств, что приводит к созданию прими-

тивных продуктов, в которых не реализуется большинство возможностей информационных технологий и педагогических приемов. Авторы представляют по данному вопросу позицию, сформулированную в заключительном разделе статьи. Её предваряет конкретный пример – решение логической «задачи Эйнштейна» [6, 7].

ЛОГИЧЕСКАЯ «ЗАДАЧА ЭЙНШТЕЙНА»

Логическая «задача Эйнштейна» имеет следующую формулировку [6]:

По улице в ряд стоят пять домов, каждый – своего цвета. В каждом доме живёт человек национальности, отличной от национальностей жителей остальных домов. Каждый жилец предпочитает отличные от других: марку сигарет, напиток и домашнее животное.

Кроме того: 1) норвежец живет в первом доме; 2) англичанин живет в красном доме; 3) зеленый дом находится слева от белого; 4) датчанин пьет чай; 5) тот, кто курит Marlboro, живет рядом с тем, кто выращивает кошек; 6) тот, кто живет в желтом доме, курит Dunhill; 7) немец курит Rothmans; 8) тот, кто живет в центре, пьет молоко; 9) сосед того, кто курит Marlboro, пьет воду; 10) тот, кто курит Pall Mall, выращивает птиц; 11) швед выращивает собак; 12) норвежец живет рядом с синим домом, 13) тот, кто выращивает лошадей, живет в синем доме; 14) тот, кто курит Winfield, пьет пиво; 15) в зеленом доме пьют кофе.

Вопрос: кто разводит рыбок?

Постановка задачи Эйнштейна хорошо воспринимается естественным мышлением, при том что она – представитель большого класса практически важных задач. Исходя из корректности постановки задачи, означающей, что решение существует и притом единственное, следует что решение (ответ на вопрос) содержится в неявном виде в условиях. Процесс решения заключается, таким образом, в преобразовании условий к форме, представляющей искомый результат в явном виде.

Среди значительного количества публикаций на тему задачи Эйнштейна можно выделить несколько типичных подходов к ее решению, ни один из которых не содержит явным образом метода решения. Предлагается решать задачу:

а) «в уме» (без комментариев относительно способов);

б) следуя предлагаемой точно определенной последовательности действий, найденной не называемым способом, подобранным специально для условий данной задачи;

в) с использованием «карандаша и бумаги» и составлением таблиц и

г) применяя язык программирования Пролог, технологии «программирования с ограничениями» и другие программные средства.

Этим решениям можно дать следующие оценки: вариант «а» – декларация возможности, без указания метода или конкретного лица, сделавшего это; связь с именем Эйнштейна – неподтвержденное предположение; «б» – единичная иллюстрация; «в» – приемлем лишь в принципе, ввиду недоопределенности действий и нетривиальности «ручной работы»; «г» – языки программирования являются интерфейсом между компьютерными информационно-вычислительными средствами и многообразием методов решений задач, относящихся к сфере человеческого знания. «Интеллектуальные языки программирования» характеризуются реализацией определенных формально-математических подходов и методов – логическое, функциональное программирование и др. Однако «метод решения задачи» есть нечто иное, чем метод в форме парадигмы или атрибута системы программирования (Лисп, Пролог, Java и др.). Также текст программы решения задачи может служить реализацией математического метода решения, но не представляет собой собственно метода.

РЕШЕНИЕ МЕТОДОМ «САМОПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ»

Решение методом «самопреобразования данных» означает, что ход решения управляется данными (условиями задачи) соглас-

но понимаемой содержательно логике, в то время как внешние к задаче математические и программные средства имеют общий характер среды вычислений и не составляют собственно метода решения. Для пояснения общего смысла решения приведем образную аналогию. Пусть имеется ограниченный объем пространства и в нем расположены объекты нескольких сортов, причем с каждым объектом связывается некоторое свойство, которое в отношении каждого другого объекта с другим свойством проявляется как притяжение или отталкивание. Пусть известно, что объекты, относящиеся к одному и тому же сорту, отталкиваются друг от друга, а притяжение проявляется селективно в отношении пар объектов. Путем внешнего воздействия создается динамика, вызывающая перемещение объектов в пространстве случайным образом. По истечении некоторого времени притягивающиеся объекты группируются в кластеры, а кластеры, взаимно отталкиваясь, расположатся в удалении друг от друга. Результатом процесса станет полная структуризация данных, из которой следует, в частности, ответ на любой вопрос о принадлежности каждой пары объектов к одному или разным кластерам.

Применительно к логической задаче Эйнштейна объектами являются значения атрибутов, сортами объектов – типы атрибутов (национальность, цвет, животное и т. д.). Свойства «средства» (аналоги притяжения/отталкивания) объектов представлены в условиях 1–15. Явным образом в условиях указаны только некоторые связи объектов, но поскольку задача предполагает точное решение, то неявно в ее условиях заключены связи (притяжение/отталкивание) для всех пар объектов. Среда вычислений – механизмы приведения свойств объектов (значений атрибутов) в акты соотнесения и фиксации результатов соотнесения обеспечивает компьютерная программа, являющаяся при этом также источником динамики. В ходе вычислительного процесса производится перемещение объектов-значений в вычислительном пространстве с фиксацией явным образом связей, являющихся первоначально неопределенными.

Структура данных. Согласно постановке задачи имеется множество значений атрибутов из 30 элементов (6 атрибутов по 5 значений) с двумя видами разбиения всех элементов на непересекающиеся подмножества по признаку:

- а) принадлежности значения определённому атрибуту и
- б) отнесения к одному из комплексов (домов). Разбиения производятся так, что в каждое подмножество-комплекс включается по одному элементу из каждого подмножества-атрибута.

Ограничения на связи значений. Принадлежность каждого элемента множества одному из атрибутов задана в условиях. Принадлежность значения подмножеству-комплексу заключена неявно в условиях задачи (1–15) и является искомым результатом, из которого следует ответ на вопрос, поставленный в задаче.

Экспликация соотношений между значениями. Ввиду непересекающегося разбиения на подмножества в каждый комплекс входит по одному значению атрибута и, соответственно, значения одного атрибута входят в разные комплексы – каждое значение a находится в отношении каждого другого значения b в отношении эквивалентности « \sim » либо антиэквивалентности (исключающей дизъюнкции) « \oplus »:

a	b	$a \sim b$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

a	b	$a \oplus b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

При этом:

- а) эквивалентность характеризуется тем, что для любых значений $\{a, b, c\} \in C$ (C – множество) выполняются условия: рефлексивности $a \sim a$, симметричности – из $a \sim b$ следует $b \sim a$ и транзитивности – из $a \sim b$ и $b \sim c$ следует $a \sim c$;
- б) отношение антиэквивалентности в сочетании с эквивалентностью имеет следствием: $(a \sim b) \& (a \oplus c) \Rightarrow (b \oplus c)$ и $(a \oplus b) \& (a \sim c) \& (b \sim d) \Rightarrow (c \oplus d)$;
- в) на множестве значений может быть определено более чем одно отношение эк-

вивалентности (в программировании – полиморфизм методов); применительно к рассматриваемой задаче имеется два типа отношения эквивалентности (антиэквивалентности) по признаку принадлежности двух значений: одному атрибуту $a \sim_A b$ ($a \oplus_A b$) или одному комплексу $c \sim_C d$ ($c \oplus_C d$);

г) из условий задачи следует, что для любых двух элементов a и b из их эквивалентности по одному признаку следует антиэквивалентность по второму: $(a \sim_A b) \Rightarrow (b \oplus_C c)$;

например, два значения цвета эквивалентны по принадлежности атрибуту цветности, но обязательно принадлежат разным комплексам, также два значения одного комплекса обязательно относятся к разным атрибутам;

д) в списке условий 1–15 имеются отношения эквивалентности (принадлежности к одному комплексу) и отношения смежности (принадлежности к комплексам, расположенным рядом); отношения эквивалентности эксплицируются в процессе решения соответственно пп. а)–в);

е) условия смежности (соседства) являются информацией, подлежащей испытаниям на «встраиваемость» и формированию по ее результатам новых условий эквивалентности, дописываемых в конец списка;

ж) значения атрибута «номер дома» составляют вполне упорядоченное множество (отрезок натурального ряда) с наименьшим «1» и наибольшим «5» элементами и отношением следования « $>$ »;

з) зависимости между значениями атрибутов на полном множестве значений являются реализацией взаимно-однозначного отображения в многомерном пространстве – в результате группирования по комплексам каждому значению по каждому измерению (атрибуту) соответствует единственное значение по другому измерению (атрибуту).

Данные в вычислительной среде. Объекты вычислительной среды, по аналогии с вышеприведенным примером группирования объектов в кластеры и также подобно объектам реальной физической среды, должны заключать в самих себе все свои свойства (информацию о свойствах в отно-

шении внешних им объектов). Применительно к решаемой задаче представителями объектов являются структуры, идентифицируемые по именам значений атрибутов. Имя объекта имеет ссылку на список имен атрибутов. В свою очередь, имя каждого атрибута имеет ссылку на множество значений данного атрибута. Среду вычислений образует множество объектов, идентифицируемых по именам всех значений всех атрибутов: для каждого имени – один объект. На рис. 1 приведена структура объекта AV_{ij}

Действия в вычислительной среде заключаются в последовательной актуализации («прописывании») для каждого очередного объекта AV_{ij} свойств этого объекта путем конкретизации значений его атрибутов. Тем самым происходит «координация» комплексов (домов) по аналогии со средой физических объектов. Отдельное действие включает в себя:

- а) считывание строки данных о свойствах объекта из списка фактов *ListOfFacts*, начинающегося с условий задачи (пп.1–15) и расширяемого новыми фактами связи значений атрибутов по ходу решения;
- б) актуализацию всех следствий из соотношений эквивалентности-антиэквивалентности свойств обрабатываемого объекта;
- в) фиксацию новых фактов-условий, возникающих в результате последовательной конкретизации свойств объектов действиями актуализации;
- г) дописывание новых фактов в конец списка;

д) вывод результатов в файл или на дисплей по исчерпанию списка.

В процессе решения объекты в соответствии с порядком их встречаемости в списке фактов пошагово все более точно фиксируют свои и других объектов «координаты» (значения атрибутов). Процесс решения имеет содержательную семантику в отношении:

- а) производимых действий – фиксации следствий эквивалентности-антиэквивалентности значений атрибутов;
- б) направленности процесса – конкретизации данных и в) результата решения – сгруппированных значений атрибутов, относимых к комплексам (домам).

Описание алгоритма вычисления. Принципиально важным является то, что компьютерный инструмент в методе «самопреобразования данных» не предполагает учета специфики задачи иначе, как в форме приспособленности к считыванию структуры объектов и наличия функций, реализующих типы отношений объектов, то есть без определения собственно алгоритма – подчиненного некоторому порядку действий по решению задачи. Применительно к данной задаче это действия по актуализации («прописыванию») в вычислительной среде эквивалентности-антиэквивалентности объектов, заключенных в условиях задачи. Для этого, однако, необходимо, с одной стороны, представить соответствующим образом условия задачи и содержательно и в некотором формате описать действия по «самопреобразо-

AV_{ij} (идентификатор объекта)		Списки наименований значений
Тип атрибута	Множество значений	{«1», «2», «3», «4», «5»}
Атрибут 1: номер дома	{ $av_{11}, av_{12}, av_{13}, av_{14}, av_{15}$ }	{«жёлтый», «синий», «красный», «зелёный», «белый»}
Атрибут 2: цвет дома	{ $av_{21}, av_{22}, av_{23}, av_{24}, av_{25}$ }	{«норвежец», «датчанин», «англичанин», «немец», «швед»}
Атрибут 3: национальность	{ $av_{31}, av_{32}, av_{33}, av_{34}, av_{35}$ }	{«вода», «чай», «молоко», «кофе», «пиво»}
Атрибут 4: напиток	{ $av_{41}, av_{42}, av_{43}, av_{44}, av_{45}$ }	{Marlboro, Dunhill, Rothmans, Pall Mall, Winfield}
Атрибут 5: сигареты	{ $av_{51}, av_{52}, av_{53}, av_{54}, av_{55}$ }	{«кошка», «лошадь», «птицы», «рыбки», «собака»}
Атрибут 6: животное	{ $av_{61}, av_{62}, av_{63}, av_{64}, av_{65}$ }	

Рис. 1

ванию». С другой стороны, необходимо создать вычислительную среду, которая адекватно воспринимает данные в предлагаемом формате и реализует в вычислительной среде действия, предписываемые методом. Конкретизация метода и построение инструмента осуществляются посредством математической формализации постановки и решения задачи. Полномасштабная реализация метода означает создание развитой функциональной среды, не ограниченной описанными действиями. В рамках решаемой задачи алгоритм вычислений формулируется в терминах программы вычислений на алгоритмическом языке Java [8, 9].

Алгоритм решения задачи включает в себя выполнение следующих действий.

1. Инициализация среды объектов.

1.1. Формируется список фактов *ListOfFacts*, имеющий первыми 15 элементами условия задачи. Элементы списка *ListOfFacts[t]* (t – порядковый номер элемента в списке) имеют формат $(Arg_1(A_1, V_1), Arg_2(A_2, V_2), K)$, где A (attribute) – тип атрибута; V (value) – значение атрибута; индексы 1 и 2 означают принадлежность типа и значения атрибута первому и второму аргументам Arg_1 и Arg_2 ; K (kind) – тип факта: 1 – эквивалентность (принадлежность значений аргументов одному комплексу), 2 – смежность (принадлежность значений аргументов соседним комплексам), 3 – порядок (расположение значений аргументов в соседних комплексах в определенном порядке следования).

1.2. Формируется пространство решений в форме массива программных объектов – $AV_{ij}(A_k, V_m)$ в соответствии с рис. 1, где AV_{ij} – имя объекта, соответствующего типу атрибута A_i и значению V_j ; A_k – k -й атрибут объекта AV_{ij} и V_m – значение атрибута A_k . Элементы массива AV_{ij} при инициализации заполняются множествами из 5 потенциально возможных значений для каждого атрибута. Последующая конкретизация значений заключается в исключении всех, кроме одного, значений из каждого атрибута каждого объекта.

2. Последовательное считывание фактов из списка *ListOfFacts* до его исчерпания. Для очередного факта $(Arg_1(A_{10}, V_{10}), Arg_2(A_{20}, V_{20}), K)$ выполняются следующие действия.

2.1. Первый аргумент считанного факта $Arg_1(A_{10}, V_{10})$ интерпретируется в качестве адреса (имени) объекта AV_{ij} , второй $Arg_2(A_{20}, V_{20})$ – в качестве свойства этого объекта. Идентифицируется тип факта: K – эквивалентность («живет в», «предпочитает» и т. п.), смежность («рядом», «сосед») или «порядок следования» («слева»).

2.1.1. При значении K – эквивалентность (по критерию принадлежности одному комплексу) аргументы факта находятся в отношении $Arg_1 \sim_C Arg_2$ и выполняются действия:

а) актуализуется эквивалентность в непосредственном значении – в объекте AV_{ij} , расположенном по адресу $Arg_1(A_{10}, V_{10})$, из атрибута-свойства A_{20} исключаются все значения V_2^* , кроме одного, – V_{20} ;

б) актуализируются следствия из «а»:
– транзитивность эквивалентности: для объекта AV_{ij} по адресу $Arg_1(A_{10}, V_{10})$ в цикле по A_2^* проверяется единственность соответствующего значения V_2^{*0} . При обнаружении – фиксируется и дописывается в *ListOfFacts* новый факт

$(Arg_1(A_{10}, V_{10}), Arg_2(A_2^*, V_2^{*0}), I)$;

– дистрибутивность антиэквивалентности значений одноименных атрибутов разных комплексов по критерию « E_C »: в цикле по значениям V_1^* атрибута A_{10} по соответствующим адресам объектов AV_{ij} в атрибутах A_{20} из множества значений исключается значение V_{20} ;

в) актуализируется свойство взаимнооднозначности отображения значений из распределения по атрибутам в распределение по комплексам: для каждого исключенного значения V_{20} проверяется единственность оставшегося объекта, у которого сохранилось данное значение. При обнаружении – фиксируется и дописывается в *ListOfFacts* новый факт

$(Arg_1(A_1^*, V_1^*), Arg_2(A_{20}, V_{20}), I)$.

2.1.2. В считанном факте инвертируются аргументы $(Arg_2(A_2, V_2), Arg_1(A_1, V_1), I)$

и для сформированного таким образом факта выполняются действия согласно п. 2.2.1.

2.1.3. При идентификации по параметру K отношения типа «смежность» или «следование» проверяется выполнимость этого отношения для комплексов для типа атрибута «номер». При установлении единственного варианта «встраиваемости» условия формируются два новых факта: ((тип атрибута – «номер», «первый установленный номер»), $(A_{10}, V_{10}), 1$) и ((тип атрибута – «номер», «второй установленный номер»), $(A_{20}, V_{20}), 1$).

3. Вывод результатов.

ПРОЦЕСС И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ

Процесс решения заключается в перманентном пошаговом уточнении значений атрибутов для комплексов (домов) и фиксации в списке новых фактов (условий) для возникающих определенностей с последующей обработкой всех фактов до полного исчерпания. Каждый шаг решения заключается в обработке очередного факта с интерпретацией его в качестве информации об объекте (свойстве), упоминаемом в этом факте в качестве первого и второго аргументов. По мере решения для каждого атрибута исключаются все значения, кроме одного. Окончательное решение представляет точное разбиение значений по комплексам. На рис. 2 приведены результаты счета. Кроме окончательного результата (80 шагов) показаны значения в некоторых промежуточных точках.

Необходимо подчеркнуть, что пространство решений содержит структуру $AV_{ij}(A_k, V_m)$ размером 30×30 элементов. Но на рис. 2 для каждого этапа счета приведены состояния только тех ячеек, в которых значения атрибутов связаны с номерами домов.

В частности, обработка первого условия выражается в исключении всех значений, кроме одного, из одного атрибута и исключение этого значения из однотипных атрибутов остальных комплексов. Учет, например, того что «в центральном доме пьют молоко» приводит к исключению в комплексах (домах) с определившимися номерами, не равными 3, значения «молоко».

Заметим, что условие п. 9 в постановке задачи Эйнштейна является несущественным. Его удаление из условий приведет к тому, что вид напитка «вода» останется не поименованным, но не помешает получить тот же самый (правильный) окончательный результат.

Общее число шагов зависит от порядка расположения условий несущественно. В рассмотренном случае оно равно 80. Число элементарных действий по сравнениям и исключениям отдельных значений примерно на порядок больше ($\sim 10^3$). Это несравненно меньше числа комбинаций для комбинаторного перебора $(5!)^5 \approx 10^{10}$, но тем не менее достаточно велико. Ввиду близости решения к оптимальному, вызывает сомнение возможность решения такой задачи «в уме», хотя этот вопрос относится к области психологии.

* * *

Изложенный метод предназначен для реализации его в виде компьютерного инструмента для решения задач по принципу системообразования посредством «самопреобразования» исходных данных. Возможны его расширительные применения в двух направлениях в сравнении с типом задач, подобных рассмотренной.

Во-первых, процесс решения может производиться независимо от «качества» данных, инструмент применим к решению некорректно поставленных задач – неоднозначно определенных и содержащих противоречия. В случае неоднозначности будет получен спектр решений. Например, при исключении условий 5 и 13 результатом будет решение, представленное на рис.3. Можно выбрать иные, отличные от 5 и 13, дополнительные условия для получения решения без вариантов.

При наличии противоречий в условиях с помощью предложенного инструмента можно производить решение до обнаружения факта противоречия и предъявлять его в качестве диагностики для отработки исходных данных или для корректирования условий в интерактивном режиме,

Номер дома	Цвет					Национальность					Напиток					Сигареты					Животное					Число шагов
	красный	зеленый	белый	желтый	синий	норвежец	англичанин	дагчанин	немец	швед	чай	молоко	вода	пиво	кофе	Marlboro	Dunhill	Rothmans	Pall Mall	Winfield	кошка	птицы	собака	лошадь	рыбки	
1	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
2	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	
2	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	
3	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	
4	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
5	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
1	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	
2	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
3	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	
4	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	
5	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	
1	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
3	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	
4	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	
5	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	

Рис. 2

либо также давать варианты решений в предположении истинности каждой альтернативы.

Во-вторых, метод применим для решения не только задач, в которых фигуриру-

ют логические связи – эквивалентности, но и для сигнатур, содержащих различные предикаты и функции, характеризующие свойства объектов предметной среды содержания задачи.

Номер дома	Цвет					Национальность					Напиток					Сигареты					Животное				
	красный	зеленый	белый	желтый	синий	норвежец	англичанин	дагчанин	немец	швед	чай	молоко	вода	пиво	кофе	Marlboro	Dunhill	Rothmans	Pall Mall	Winfield	кошка	птицы	собака	лошадь	рыбки
1	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+
2	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
3	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
4	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+
5	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+

Рис. 3

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ – ПОКАЗАТЕЛЬ ВОСТРЕБОВАННОГО УРОВНЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ РАЗРАБОТЧИКА И ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ

Ресурсы современных компьютерных средств содержат практически неисчерпаемый потенциал для построения и совершенствования интеллектуальных инструментов различного уровня и назначения. Однако:

а) отчасти ввиду ограниченных ресурсов многочисленной, но вполне конечной армии специалистов, занимающихся их созданием,

б) не в меньшей мере по причине инертной приверженности «китов» компьютерной индустрии определенным направлениям развития, гарантированно приносящим экономическую прибыль,

в) но главным образом, по причине застоя в области исследований интеллекта и, в связи с этим, отсутствия конструктивных критериев идентификации и продуктивных методов целенаправленного синтеза «интеллекта» (интеллектуального качества) создаваемых научно-технических систем, имеет место парадоксальное явление. Вместо того чтобы компьютерным средствам и, опережающим образом, создателям и потребителям этих средств двигаться в направлении повышения математического и интеллектуального уровня, происходит обратное – математики и ученые разных областей при проведении исследований все в большей мере ориентируются на вычислительные методы и явным образом высказывают предпочтение «силовым» методам перед интеллектуальными (перед применением теоретических подходов) при проведении не только прикладных, но и фундаментальных научных исследований. Эта тенденция проявляется также в формировании перспектив построения архитектур и технологий использования ресурсов высокопроизводительных вычислительных систем.

Существующая ситуация не только объяснима, но и оправдана с точки зрения финансовых затрат и временных издержек. Но при этом о проблеме сложности в про-

граммировании и неподъемности для программистов уже сегодняшних сложных постановок задач говорится в авторитетных профессиональных изданиях по компьютерным технологиям.

Приведенный в статье пример решения задачи понятным образом демонстрирует, что, с одной стороны, даже решение задачи «для досуга» – не угадывание, а именно решение – предполагает оперирование такими математическими понятиями, как множества и разбиения на подмножества по различным критериям, функциональные отображения, эквивалентность и антиэквивалентность. Эти базовые математические понятия по причине *повсеместного* распространения компьютерных и информационных технологий включены сегодня в учебные курсы практически всех специализаций, включая гуманитарные. Но решение приведенной очень компактной и понятной по постановке задачи требует степени знания, достаточной не только для получения зачета в учебной ведомости, но и для того чтобы мыслить в данных понятиях применительно к решению реальных задач.

Нельзя требовать от биологов или лингвистов овладения в массовом порядке навыками профессионального программирования. Современная платформа программирования Java – несравненно более развитый и сложный инструмент, чем Фортран и Алгол полувековой давности. Базовые математические методы должны получить реализации в виде компьютерных инструментов в составе общеупотребительных систем класса, например, Microsoft Office, как для решения прикладных задач, так и для построения инструментов, приспособленных для конкретных нужд научных исследований, преподавательской работы, развития навыков учащихся. Создание компьютерных инструментов, реализующих все более сложные действия выражает лишь один аспект проблемы. Интеллектуализация компьютерных инструментов должна включать в себя, кроме того, повышение требований к математической культуре массового специалиста и

созданию соответствующих компьютерных инструментов – орудий, идентифицируемых как интеллектуальные по конкретным формальным и содержательным критериям.

Литература

1. *Рябов Г.Г., Суворов В.В.* Интеллект – системообразующий принцип // Искусственный интеллект, 2005. № 4. С. 36–42.
2. *Суворов В.В.* Моделирование интеллектуальной деятельности: роль теории функциональных систем // Моделирование функциональных систем. М.: Рос. акад. мед. наук, 2000. С. 9–72.
3. *Рябов Г.Г., Суворов В.В.* Комплексные фундаментальные исследования интеллекта – путь к созданию компьютерных технологий новых поколений // Информационные технологии, 2005. № 6. С. 2–7.
4. *Рябов Г.Г., Суворов В.В.* Что такое интеллект? // Тр. XXXII Междунар. конф. «Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе». Приложение к журналу «Открытое образование», 2005. С. 40–43.
5. *Суворов В.В.* Интеллект и креативность в постнеклассической науке. Интеллект неискусственный. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. 374 с.
6. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_Эйнштейна.
7. *Коточигов. А.М.* От Эйнштейна к Шерлоку Холмсу // Компьютерные инструменты в образовании. 2003, № 6. С. 84–88.
8. Компилятор языка Java на сайте фирмы Sun: <http://java.sun.com/>.
9. Бесплатная среда разработки на языке Java: <http://www.eclipse.org/downloads/>.

Abstract

The approach to the construction of computer tools is discussed. The decisions of task or problem are made on the basis of «self-transformation» of the initial data. Solution algorithm does not depend on specific content of the task, but only provides an opportunity for each object, to prescribe its properties in the environment of other objects.

Keywords: data self-transformation, system-creating principle, computer tools.

*Рябов Геннадий Георгиевич,
доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент РАН,
заведующий лабораторией
компьютерной визуализации НИВЦ
МГУ им. М.В. Ломоносова,
ggr@srcc.msu.ru,*

*Суворов Владимир Викторович,
кандидат физико-математических
наук, ученый секретарь НИВЦ МГУ
им. М.В. Ломоносова,
svv@srcc.msu.ru*

*Романов Владимир Юрьевич,
кандидат физико-математических
наук, старший научный сотрудник
лаборатории открытых
информационных технологий
факультета ВМК МГУ
им. М.В. Ломоносова.
vladimir.romanov@gmail.com*



Наши авторы, 2010.
Our authors, 2010.