

**А.А.Хромов**

## **МЕТОД РЕШЕНИЯ ПЛОХО ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ**

Принятие любого рационального решения предполагает использование не которой информационной базы. Ее структурная полнота и характеристики каждого элемента нередко оказываются решающими факторами, определяющими правильность решения или его аргументированность. Формирование тематики при планировании научных направлений - это синтез двух потоков информации: информации об общественных целях и потребностях, определяемых социально-экономического развития, и информации о возможностях современной науки и ближайших тенденциях ее развития, т.е. информации о средствах достижения целей. Недостаток сведений о возможностях, которые предоставляет для решения поставленных задач современная наука, оборачивается выбором не самых лучших средств, а неформальное распределение материальных ресурсов не всегда может исправить упущенное.

Развитие средств вычислительной техники в значительной мере сократило количество задач, не подлежащих автоматизации. Однако следует отметить, что успех решения той или иной задачи при помощи средств автоматизации зависит от того, насколько точно удастся ее сформулировать, используя фундаментальные соотношения естественных наук.

Вместе с тем существуют ситуации, при которых традиционный подход к решению задач с применением средств вычислительной техники неприемлем.

Поэтому помимо вопросов разработки традиционного технического и математического обеспечения вычислительных комплексов становятся актуальными вопросы методологического характера, связанные по существу с формализацией интеллектуальной деятельности исследователей и специалистов.

Основные направления работ здесь сводятся к разработке средств, позволяющих использовать ЭВМ для автоматизации эвристических приемов, применяемых экспертами при решении прикладных задач. Такой подход позволит:

во-первых, сохранить опыт и знания ведущих специалистов для последующего использования;

во-вторых, реализовать на практике использование методов одного из направлений в информатике - искусственного интеллекта;

в-третьих, автоматизировать процесс решения прикладных задач, которые в силу тех или иных причин не могут быть формализованы традиционными методами.

Проведенный анализ показывает, что в большинстве случаев основные интеллектуальные усилия специалистов, исследующих ту или иную важную проблему, направлены на то, чтобы из бесконечного разнообразия фактов выбрать конечное число основных, которые послужат основой решения проблемы. Отсутствие точных правил выбора не мешает в этом случае опытным специали-

стам. Однако решения, которые они принимают, основаны на неформальных, неточных, интуитивных рассуждениях.

Таким образом, методика работы исследователей и специалистов носит в основном эвристический характер. Это означает, что попытки построить математическую модель поведения исследователей и специалистов традиционными методами невозможны, а значит невозможна и автоматизация решения подавляющего числа задач с помощью традиционной методологии использования ЭВМ. В связи с этим возникает важная задача разработки нетрадиционной технологии решения прикладных задач.

В последнее время проведен целый ряд исследований, позволивших использовать ЭВМ в качестве носителя человеческих знаний, что делает возможным автоматизацию решения многих важных практических задач. В основе таких работ лежит использование одного из научных направлений информатики - искусственного интеллекта. Задачи же, решаемые методами искусственного интеллекта, в отличие от задач, формулируемых и решаемых с помощью фундаментальных понятий естественных наук, получили название плохо определенных.

Применение методов искусственного интеллекта позволяет решить ряд задач при следующих обстоятельствах.

Во-первых, в ряде случаев не находится подходящего формального аппарата, позволяющего сформулировать задачу таким образом, чтобы для нее можно было бы использовать традиционные методы решения (математическое программирование, дифференциальные уравнения и т. д.).

во-вторых, ряд задач может быть решен при помощи традиционного подхода, однако предположения и допущения, при которых удастся сформулировать математическую постановку задачи, таковы, что результат решения обладает значительными погрешностями;

в-третьих, возможен вариант, при котором с существованием формальных методов решения задач существуют эвристические, позволяющие значительно сократить ресурсы, необходимые для того, чтобы получить требуемое решение.

Таким образом, важной и актуальной становится задача разработки средств решения плохо определенных прикладных задач, с использованием методов искусственного интеллекта. Такие средства должны удовлетворять требованиям "внутреннего единства", а следовательно, в целом представлять технологию автоматизированного решения задач на ЭВМ.

Задача решалась по следующим направлениям:

1. Разработка средств описания предметных областей, позволяющих построить модели, адекватно отображающие способы представления информации экспертом;
2. Разработка методов, алгоритмов и программных систем для обработки описаний предметных областей с целью получения требуемых решений.
3. Разработка технологии решения плохо определенных прикладных задач.

Вместо традиционной схемы процесса формализации прикладных задач «предметная область - модель – программа» предлагается схема «предметная

**область - субъективное представление эксперта о предметной области - модель субъективного представления эксперта о предметной области - модель знаний».**

В связи с этим требуется разработать методы описания субъективного представления экспертов о предметной области.

Такие методы используются на первом этапе решения задач с помощью "мягкой" технологии, собственно и представляющей собою нетрадиционный подход к решению прикладных задач

Метод описания предметных областей с использованием отношения неразличимости. Позволяет построить дедуктивное описание предметной области на основе частных оценок, характеризующих связи между объектами предметной области. Суть метода заключается в построении формальной теории, аксиомы которой содержат оператор неразличимости. Такой подход позволяет на основании известных процедур алгебры логики осуществить формальную проверку корректности описания. Более того, он же позволяет использовать методы вывода алгебры логики (например, натуральный вывод) для получения следствий из некоторой совокупности исходных высказываний и таким образом решает задачу построения формального аппарата для описания прикладных задач.

Метод описания предметных областей при помощи пространства признаков. Метод сводится к использованию перцептронов для обобщения обучающей информации поступающей на вход системы.

Задача обучения может быть представлена как задача поиска экстремума для целевой функции. В том случае, когда для решения такой задачи применяется градиентный метод, процесс обучения сводится к простому принципу подкрепления - наказания.

Метод для описания предметных областей с использованием аппарата нечеткой условной меры может быть использован для накопления информации о предметной области в условиях неопределенности.

Основной отличительной особенностью предлагаемого метода является замена соотношения Байеса для условной вероятностной меры на соотношение для условной нечеткой меры, что позволяет значительно улучшить качество обучения, например, в том случае, когда на вход системы поступает одна и та же информация.

Следующим этапом «мягкой» технологии решения прикладных задач является этап решения задач на ЭВМ при помощи информационных средств.

Информационные средства должны решать целый ряд задач, основными из которых являются:

- обеспечение связи программных систем с пользователем на языке профессиональной лексики пользователя;
- обеспечение возможности обработки информационного фонда, характеризующего предметную область и описанного на языке, по крайней мере, близком к профессиональной лексике;
- обеспечение средств обработки описаний предметной области с целью решения прикладных задач;

- обеспечение технологии средствами обработки экспертных оценок.

Для общения экспертов и пользователей с компьютером на языке профессиональной лексики разработаны принципы организации интеллектуального интерфейса на ограниченном естественном языке.

Система включает в себя морфологический процессор, позволяющий проверить правильность словоформ ограниченного естественного языка, семантический процессор, позволяющий определить смысл предложения, поступающего на вход системы, прагматический процессор, позволяющий определить, какому из фрагментов описания предметной области соответствует входное предложение и какие заключения возможны для данной предметной области после обработки сообщения.

Для разбора фраз ограниченного естественного языка используется аппарат контекстно-свободных грамматик, для процедуры семантического разбора грамматики Вудса, реализация же прагматического процессора построена с использованием семантической сети, как средства описания предметной области.

Среди плохоформализуемых задач важное место занимают информационно-справочные задачи, решаемые в интересах профессионального отбора.

Решение таких задач требует наличия в программной системе базы данных (экстенциональной базы знаний) большого объема интенциональной надстройки (интенциональной базы знаний), хранящей сведения о базе данных.

Разработка базы данных является существенным шагом в построении информационно-справочных экспертных систем для решения плохо формализуемых задач. Этот шаг является существенным, поскольку возможности и эффективность экспертной системы напрямую связаны с правильностью приобретенных данных, фактов и правил. Здесь под термином "правильность" понимается тот факт, что модель адекватно представляет реальность и удовлетворяет информационные потребности пользователя. Поскольку большинство человеческих рассуждений проводятся с неопределенностью, нечеткостью, в условиях неполной или недостоверной информации, экспертные системы для решения информационно-справочных задач должны содержать средства для формальной обработки неопределенностей.

В интересах создания такого аппарата предлагается использовать нечеткую реляционную базу данных. База данных, построенная в соответствии с моделью, реализующей нечеткую реляционную алгебру, должна обеспечивать пользователей информацией, соответствующей запросам на языке профессиональной лексики.

Под нечетким реляционным информационным фондом будем понимать совокупность нечетких динамических отношений, которые могут быть охарактеризованы таблицами или функциями и которые могут быть изменены алгоритмами распознавания или правилами трансляции. Организационно нечеткую реляционную базу данных можно разделить:

- на базу данных значений;
- на базу данных объяснений;
- на правила перевода.

База данных значений используется для хранения фактических величин данных, тогда как база данных объяснений состоит из совокупности отношений или функций (подобия, близость, обычные нечеткие отношения, описания нечетких множеств), которые «объясняют», как вычислить степень согласия данных с пользовательским запросом. Эта часть определения базы данных может быть использована для отображения субъективного знания пользователя, индивидуализируя, таким образом, исходную нечеткую реляционную базу данных без фактического изменения базы данных значений. Необходимо отметить, что как база значений, так и база объяснений имеют одну и ту же концептуальную структуру данных, так как функции, которые должны использоваться в базе объяснений, могут быть представлены в табличной форме.

Предлагается использовать в нечеткой реляционной базе данных домены следующих типов:

1. Дискретные скалярные множества;
2. Числовые множества (целые, действительные, двойной точности);
3. Единичный интервал  $[0,1]$ .

Величины атрибутов могут быть:

1. Одиночные, скалярные или числовые;
2. Последовательность (список) скаляров или чисел;
3. Распределение возможностей скалярной или числовой величин доменов;
4. Действительное число из интервала  $[0,1]$ ;
5. Нулевое значение, обозначающее отсутствие данных в доменах.

Для обработки запросов с нечеткими отношениями общего вида вводится матрица связи, на основании которой вывод строится таким образом, чтобы для величин данного запроса происходило транзитивное улучшение меры возможности.

Используя нечеткую реляционную базу данных для построения экспертных систем, необходимо заметить, что по существу она позволяет использовать нечеткую логику вместо обычной, позволяя тем самым для построения интенциональной базы знаний использовать правила вида

ЕСЛИ  $X$  ЕСТЬ  $A$  ТО  $Y$  ЕСТЬ  $B$   $\{t = a\}$ ,

где « $X$  ЕСТЬ  $A$ » и « $Y$  ЕСТЬ  $B$ » - нечеткие утверждения;

$\{t = a\}$  - необязательный порог принятия допустимости импликации;

$a \in [0,1]$ .

Правило *modus ponens* в блоке вывода экспертной системы заменено более общим правилом.

Важным фактором проверки работоспособности любого нового подхода является решение с его помощью практически важных задач.

Для решения задач используется предлагаемая технология, которая в данном случае включает в себя: формализацию знаний экспертов, применение методов обработки описаний предметных областей, программную реализацию с использованием предлагаемых в работе инструментальных средств.

Суть метода решения задачи о распределении финансирования заключена в сведении ее к задаче нечеткого нелинейного программирования и применении для ее решения аппарата нечетких интегралов.

Для задачи выбора приоритетного ряда исследований предложен метод решения, сводящийся к обработке экспертных оценок методами теории нечеткой меры.

В основе же метода решения задачи об определении победителя конкурса лежит процедура нечеткой идентификации, сводящаяся в конечном итоге к решению задачи линейного программирования.

УДК 681.3

Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова,  
О. Ломовцева, М. Вавич

### СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТОВ MATHCAD, MATHEMATICA И MS EXCEL В ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ

На современном этапе развития компьютерной техники при решении инженерных задач пользователю приходится работать с различными прикладными программами. Для математической обработки данных современный инженер и научный работник часто пользуется возможностями пакетов MathCAD и Mathematica. Все эти три пакета разработаны разными производителями ПО, у них разный формат хранения данных и передача данных из одного пакета в другой представляет определённую проблему. Методам решения этой проблемы и посвящена данная статья. Одним из недостатков пакета MathCAD является недостаточно удобное хранение больших массивов информации (исходных данных). Большие массивы информации удобно хранить в рабочих листах MS Excel. Механизм передачи данных мы будем рассматривать на примере двух массивов  $P_0$  и  $U_1$  и матрицы  $\Lambda$ , хранящихся в файле `matr.xls` (обязательно в первом листе). Массив  $P_0$  хранится на первом листе, в ячейках `A1:A30`, массив  $U_1$  – в ячейках `C3:K3`, матрица  $\Lambda$  хранится в ячейках `C5:K29`. MathCAD может считать эти данные следующим способом. Внедрить в MathCAD компонент MS Excel. Для этого выбрать в меню команду **Вставка\Компонент** и в открывшемся диалоговом окне выбрать Excel, затем щёлкнуть по кнопке **Next**, и в открывшемся диалоговом окне найти имя открываемого файла. В следующем диалоговом окне в ячейке **Outputs** указать количество данных, передаваемых из Excel в MathCAD (в нашем случае 3), а в ячейке **Inputs** – количество данных, передаваемых из MathCAD в Excel, и указать диапазоны MS Excel, где хранятся (или будут храниться) данные. В нашем случае окно примет вид рис.1.