



## МЕТАПРОДУКЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ МНОГОЭКСПЕРТНОГО ВЫВОДА

МАРЬИН С.А., КРИВИЧ Н.В.

Проведен анализ проблемы вывода, основанного на знаниях группы экспертов, рассмотрены его некоторые особенности. Решение проблемы вывода базировалось на том, что существует несколько альтернативных путей вывода, но при решении каждой конкретной задачи можно использовать только один из них. Для обеспечения проведения не только оценочной, но и ситуативной экспертизы была предложена модификация данного подхода; исследована возможность его реализации средствами метапродукционной модели.

Узкая специализация современных экспертов, а также междисциплинарная природа многих предметных областей, где необходимо применение интеллектуальных систем, однозначно указали на недостаточность знаний одного эксперта для построения процесса принятия решения практической сложности [1]. Это не значит, что все системы принятия решений должны манипулировать многоэкспертными знаниями. Существуют хорошо структурированные области, где вполне достаточно обычных методов, ориентированных на один источник знаний. Однако общая тенденция развития интеллектуальных систем связана со все большим расширением и усложнением предметных областей и, следовательно, с нарастанием потребности в моделях принятия решений, основанных на многоэкспертных знаниях. Кроме основного преимущества (способность работать в широких областях со сложными проблемами), применение подобных моделей должно привести к повышению точности процессов вывода, обеспечению полноты и непротиворечивости базы знаний, а также более простой идентификации некорректных результатов вывода.

Потенциальные преимущества использования знаний многих экспертов, с одной стороны, и сложности их реализации в единой системе, с другой, ставят перед разработчиками вопрос целесообразности применения многоэкспертного подхода к построению интеллектуальных систем. Существуют три стратегии его разрешения [1]: 1) использовать знания только одного эксперта и не использовать многоэкспертный подход; 2) хранить знания нескольких экспертов, однако в каждом отдельном случае ориентироваться на знания только одного эксперта; 3) строить экспертизу путем слияния мнений нескольких экспертов.

Очевидно, центральной проблемой построения заключений на основе нескольких источников знаний при любом подходе являются противоречия, возникающие при попытке включить эти знания в единый процесс формирования экспертного заключения. Это естественно, поскольку исходные носители этих знаний – эксперты также серьезно различаются. Их багаж знаний формировался в уникальных для каждого отдельного субъекта условиях. Способ обучения (восприятия новых знаний), методология их применения для решения конкретных задач, уровень образования, опыт – все эти феномены несомненно несут отпечаток личности самого эксперта. В философии и психологии не прекращаются споры о принципиальной возможности объективизации знания, т.е. элиминации личностных качеств человека из объема его знаний [2, 3].

Рассмотрим схему процесса принятия решения на основе многоэкспертных знаний, которая представлена на рис. 1. Поиск решения задачи в слож-

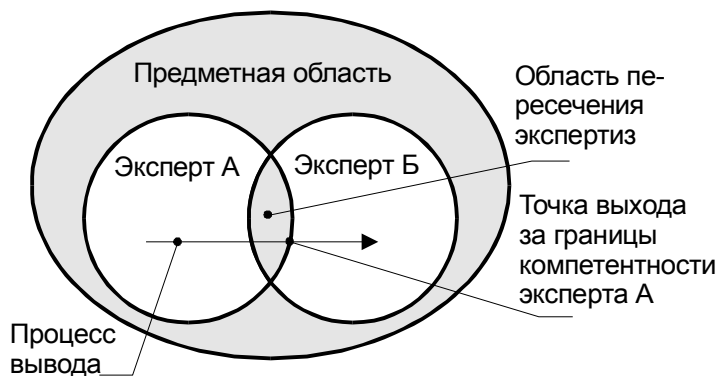


Рис. 1. Схема процесса принятия решений

ной предметной области обычно разбивается на несколько этапов [4, 5]. На каждом этапе определяется своя подзадача, решение которой приближает решение основной задачи. Наличие определенного количества различных подобластей в общей предметной области вполне допускает ситуацию, когда две последовательных подзадачи будут находиться в различных подобластях.

При этом возникает необходимость использовать знания различных экспертов. Очевидно, что основное отличие процесса принятия решения на основе многоэкспертных знаний от обычного заключается в необходимости своевременного переключения между блоками экспертных знаний.

Степень необходимости в знаниях того или иного эксперта в ходе решения задачи может претерпевать значительные изменения. Человеческая история содержит немало случаев, когда способ решения некоторой проблемы лежал далеко за пределами той области, которой, на первый взгляд, она принадлежала. Создание базы знаний, хранящих знания многих экспертов, также имеет свою специфику. Кроме проблемы сосуществования противоречивых знаний, центральной в многоэкспертных базах знаний, не решена задача подбора подобластей экспертиз [6].

На рис. 2 представлена схема двух типов отношения между двумя различными множествами экспертных знаний. Отношения знаний эксперта А и эксперта В

содержат взаимно противоположные подходы к решению одной и той же проблемы. Отношения знаний

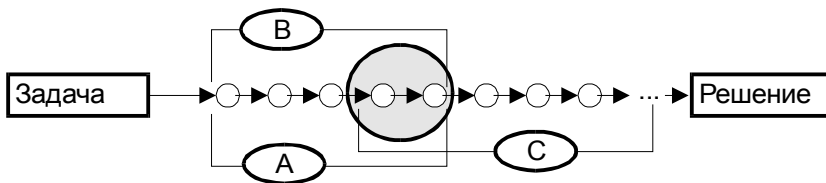


Рис. 2. Схема взаимоотношений знаний

экспертов А и С непротиворечивы и дополняют друг друга. Однако они имеют пересекающиеся области, ухудшающие эффективность работы интеллектуальной системы из-за хранения избыточной информации.

Решение подобных проблем является исключительной прерогативой инженеров по знаниям. Создание средств, автоматизирующих этот процесс на современном этапе развития техники и способов моделирования знаний, вряд ли возможно [6].

Существуют два подхода к управлению процессом вывода на многоэкспертных знаниях. В работе за основу принят факт, что при наполнении базы знаниями различного происхождения согласовать все проявившиеся противоречия обычным способом (совершенствуя одномерную модель) практически невозможно. Для решения этой проблемы необходимы специальные механизмы, которые позволили бы управлять самой моделью, а следовательно и разрешением противоречий.

Рассмотрим особенности построения интеллектуальных систем на основе подходов ориентированных на многоэкспертные знания и сравним их возможности. Первый подход подразумевает, что существует несколько альтернативных путей вывода, но при решении каждой конкретной задачи можно использовать только один из них (рис. 3, б). Перед началом процесса поиска решения выбирается блок экспертных знаний, наиболее соответствующих решаемой проблеме. Затем осуществляется вывод на этих знаниях. Парадигмой второго подхода (рис. 3, а) является получение максимально возможного количества экспертных заключений с дальнейшей их оценкой и выбором единого решения. Отметим,

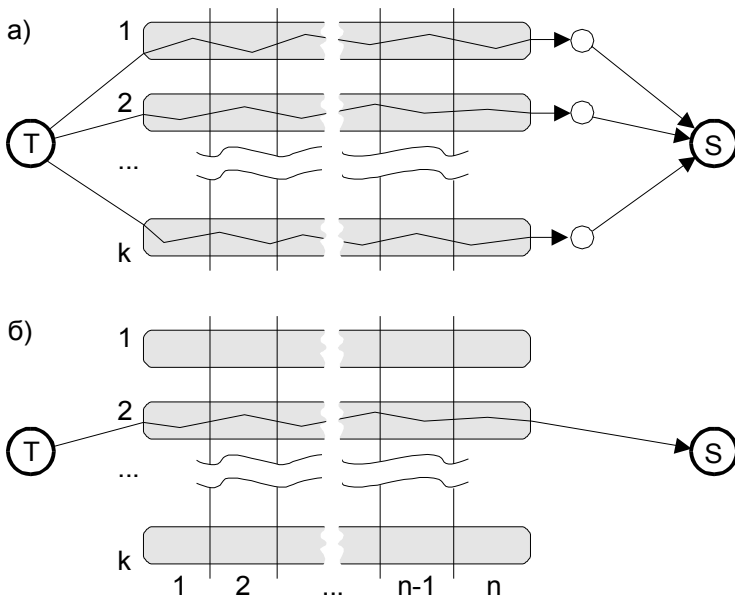


Рис. 3. Схема подходов к решению проблемы многоэкспертного вывода

что оба подхода предполагают существование дополнительных знаний (метазнаний), которые позволяют в первом случае выявить лучшего эксперта для получения

решения, а во втором – найти компромисс на множестве λύбых, возможно противоречивых, частных решений.

При ассимиляции частных решений необходим несколько больший объем метазнаний, чем при выборе линии вывода. Это связано с необходимостью иметь представление не только о "стоимости" каждого блока знаний, но и о способах слияния (либо выбора) полученных решений. Хотя второй способ и имеет некоторое превосходство перед первым, однако его программная реализация сильно зат-

руднена сложностью приобретения и формализации метазнаний столь высокого уровня. Построенные с использованием этого подхода автоматизированные системы обычно используют уже готовые гипотезы, возлагая на "электронных" экспертов лишь функцию оценки. Таким образом, этот подход охватывает только оценочную экспертизу. Все множество типов экспертизы делят на два больших класса: *оценочная экспертиза* и *ситуационная*. Цель первой – получить оценочное значение параметра или критерия, измеренного по определенной шкале. К настоящему моменту известно достаточно большое количество технологий, направленных на получение оценки путем слияния оценок группы экспертов [7, 8]. Краткая их характеристика приведена в табл. [1].

Ситуационная экспертиза преследует иные цели. Участвующие в ней эксперты рассматривают некоторые ситуации, т.е. совокупности фактов, утверждений и данных, характеризующих состояние объекта, пытаются выявить причинно-следственные взаимосвязи между ними, дать прогноз развития объекта в различных ситуациях или выработать рекомендации о возможных действиях.

Существуют программные реализации этого подхода, позволяющие проводить групповую ситуационную экспертизу [9]. Кроме того, к настоящему моменту принципы первого подхода (одна цепочка вывода) несколько эволюционировали, что сделало его более точным и устойчивым при манипулировании многоэкспертными знаниями.

В работе будет использоваться один из них, парадигму которого можно представить как: "одна задача – знаниями одного эксперта". Современная модификация этого подхода предполагает разбиение процесса вывода на определенные отрезки (на рис. 3 они пронумерованы от 1 до n; от 1 до k пронумерованы отдельные блоки знаний). Для каждого отрезка решается проблема выбора наиболее подходящего эксперта, который будет развивать дальше цепочку вывода. Эта функция выбора возлагается на метазнания, которые осуществляют смену наборов знаний (выраженных в виде продукций) на входе машины вывода. Очевидно, что реализация данного подхода вынуждает решать непростую проблему формального представления метазнаний. Причиной для смены "ведущего" эксперта является смена контекста вывода (перемещение подзадачи из одной подобласти в другую). Решение, получаемое на выходе процедуры вывода, представляет собой результат коллективной работы "электронных" экспертов над проблемой (рис. 4).

Рассмотрим роль семантических продукций/метапродукций, а также продукций-мониторов при моделировании мультиэкспертных знаний. Семантические продукции формализуют экспертные знания непосредственно о предметной области. Логическая переменная, управляющая состоянием

Таблица

Технология	Описание
Метод Делфи	Проводится многократное голосование, применяются числовые шкалы; при небольшой модификации возможна автоматизация этого метода
Аналитический метод	Полезен при обработке числовых параметров (весов, вероятностей, коэффициентов)
Метод распределенного искусственного интеллекта	Использует технологии, подобные "доске объявлений", для хранения и представления мнений различных экспертов; позволяет хранить конкурирующие мнения в одной базе знаний
Техника именованных групп	Организация экспертов в группы, работающие независимо

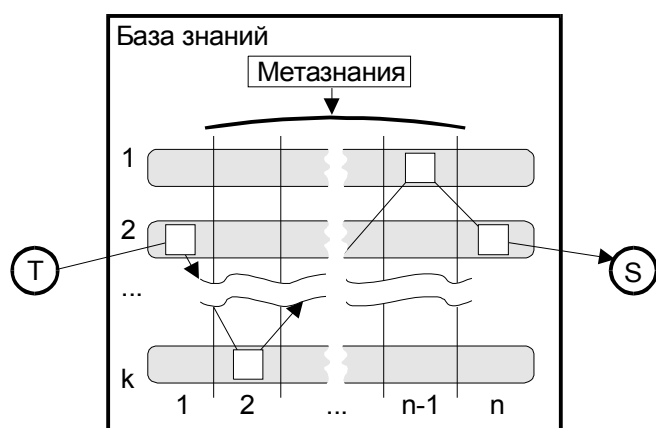


Рис. 4. Схема вывода на экспертных знаниях

каждой отдельной продукции (активна/неактивна), позволяет легко избежать одновременного присутствия в текущем наборе конфликтующих продукций. Таким образом, даже при наличии отдельных противоречивых продукций сохраняется непротиворечивость базы знаний в целом.

Метапродукции выступают как средство перестройки набора активных продукций. Информация о предыдущем наборе и о состоянии предметной области дает возможность осуществить переход от знаний одного эксперта к знаниям другого, путем включения и отключения соответствующих продукций. Если эксперт при выводе использует метастратегии, т.е. специфически применяет свои собственные знания, тогда необходима перестройка сразу нескольких продукционных слоев при смене "активного" эксперта. Таким образом, метапродукции выполняют двойную роль. С одной стороны, они представляют собой средство для переключения между блоками экспертных знаний, а с другой - позволяют formalизовать элементы стратегических знаний. Продукции-мониторы ведут непрерывный контроль за процессом вывода. Их назначение - распознавать ситуации, когда текущее состояние решаемой задачи выходит за границы компетентности активного блока экспертных знаний. Если подобная ситуация идентифицирована, тогда инициируется процесс вывода на метапродукциях, которые подстраивают активную часть знаний под специфику подзадачи.

Предложенная модель вывода на группе экспертных знаний обладает рядом несомненных преимуществ. Наиболее важное из них - обеспечение возможности

автоматизации групповой *ситуационной* экспертизы. Большинство моделей этой области ориентировано лишь на проведение совместных экспертных оценок в процессе принятия решения, что существенно ограничивает участие интеллектуальной системы в этом процессе. Данный вариант модели, кроме оценки, позволяет также производить прогноз развития ситуации в предметной области.

Следующей особенностью данной метапродукционной модели является способ решения проблемы регламентации взаимоотношений между блоками знаний на этапе вывода. Он основан на введении в состав модели специфических продукций - мониторов. Это позволяет, во-первых, гибко управлять переходами от одной группы экспертных знаний к другой, во-вторых, при необходимости легко модифицировать законы смены активных блоков знаний.

Рассмотрена проблема вывода на знаниях группы экспертов, проанализированы ее особенности. Возникновение проблемы связано с возрастающим расширением и усложнением предметных областей, что, приводящих к необходимости создания моделей принятия решений, основанных на *многоэкспертных знаниях*. Проведен анализ подходов к построению подобных экспертиз. Дано описание основных положений *оценочной и ситуационной* экспертиз. Большинство моделей, использующих вывод на группе экспертных знаний, ориентировано на проведение совместных экспертных оценок в процессе принятия решения - оценочной экспертизы, в то время, как на тех же знаниях можно провести прогноз развития объекта в различных ситуациях или выработать рекомендации о возможных действиях: провести ситуационную экспертизу. Для обеспечения ее проведения предложена модификация решения проблемы вывода, основанного на одной цепочке вывода, с возможностью реализации предложенного подхода средствами метапродукционной модели.

**Литература:** 1. Medsker L., Tan M., Turban E. Knowledge Acquisition from Multiple Experts: Problems and Issues, Expert System With Application, Vol.9. No1, p. 35-40, 1995. 2. М. Полани. Личностное знание. - Москва: Прогресс, 1985. - 220 с. 3. Х. Дрейфус. Чего не могут вычислительные машины? - Москва: Прогресс. - 1978. - 334 с. 4. Попов Э.В. Экспертные системы: решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. - 1987. - 288 с. 5. Гладун В.П. Планирование решений. Киев: Наук. думка. - 1987. - 168 с. 6. Taylor W.A., Weinmann D.H., Martin P.J., Knowledge Acquisition and Synthesis in a Multiple Source Multiple Domain Process Context, Expert System With Application, Vol.8. - No2. - P. 295-302, 1995. 7. Kaikova H., Terziyan V., Temporal Knowledge Acquisition From Multiple Experts // Proc. Of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Next Generation Information Technologies and Systems. Neve Ilan (Israel). - 1997. - P. 44-55. 8. Huseman R, The role of the nominal group in small group communication, In R.C. Huseman, D.M. Logue, Readings in Interpersonal and Organizational Communication, Boston: Hollbrook, 1973. 9. LeClair, S.R.. A multi-expert knowledge system architecture for manufacturing decision analysis. Unpublished Ph.D. Dissertation. Tempe, AZ: Arizona State University, 1985.

Поступила в редколлегия 13.10.97

**Марьин Сергей Александрович**, аспирант филиала кафедры ИИИС ХТУРЭ. Адрес: Украина, 310726, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-98-90.

**Кривич Наталья Викторовна**, мл. науч. сотр. филиала кафедры ИИИС ХТУРЭ. Адрес: Украина, 310726, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-98-90, 64-67-18.