

3. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – М.: Высшая школа, 1988 – 224с.

Дедуктивная логика в решении проблемы компьютерной репрезентации знания

к.ф.н. доц. Иноземцев В.А.
Университет машиностроения
inozem_63@mail.ru

Аннотация. В статье осуществляется разработка концепции компьютерной репрезентологии, в рамках которой проводится философско-методологический анализ дедуктивных моделей репрезентации знания, представляющих собой одну из разновидностей логических моделей репрезентации знания. Эти последние вместе с логическими языками репрезентации знания образуют важнейшую концепцию компьютерной репрезентации знания – логическую. Под концепциями компьютерной репрезентации знания понимаются совокупности компьютерных моделей репрезентации знания о предметных областях действительности и соответствующие этим моделям языковые средства, которые разрабатываются в ИИ. Эти концепции представляют собой различные способы решения проблемы компьютерной репрезентации знания.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), компьютерная репрезентология, компьютерные знания, проблема компьютерной репрезентации знания, концепции компьютерной репрезентации знания, логическая концепция компьютерной репрезентации знания, модели компьютерной репрезентации знания.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований («Логический инструментарий и философские основания современной науки»), проект № 14-23-01005.

Сущность проблемы компьютерной репрезентации знания заключается в фиксации, кодификации, формализации и запечатлении в характерных для ИИ знаковых системах разнообразных компьютерных знаний с целью их хранения, трансляции, трансформации и последующего применения. В качестве таких знаковых систем в ИИ применяются модели, языки и компьютерные программы, в совокупности составляющие концепции компьютерной репрезентации знания (логическую, сетевую, фреймовую), являющиеся различными способами решения проблемы компьютерной репрезентации знания. Под термином «компьютерные знания» в ИИ понимают вводимую с помощью специальных процедур в базы и банки знаний систем ИИ информацию о закономерностях структуры и функционирования определённым образом выделенных и описанных фрагментов действительности, называемых предметными областями. Формирование проблемы компьютерной репрезентации знания относится к началу последней трети XX века и является следствием стремительного развития и совершенствования интеллектуальных информационных технологий.

Логические модели компьютерной репрезентации знания включают следующие разновидности: 1) дедуктивные модели репрезентации знания; 2) индуктивные модели; 3) продукционные модели репрезентации знания. В данной статье будет рассмотрен только первый класс логических моделей. В качестве специфики логических моделей отмечают «единственность теоретического обоснования и возможность реализации системы формально точных определений и выводов» [Представление и использование знаний, с. 17].

Логические модели компьютерной репрезентации знания состоят из высказываний, выраженных с помощью правильно построенных формул соответствующих исчислений (исчисления высказываний, исчисления предикатов первого и более высоких порядков, многозначных, индуктивных логик и т.д.). Для формулировки компьютерных знаний в этих моде-

лях используются: 1) реальные и абстрактные объекты предметных областей, называемые, как правило, сущностями; 2) отношения между объектами. Логические модели компьютерной репрезентации знания являются развитием неформальной модели данных, используемой в информатике, которая имеет в своих рамках неформальное обозначение как модель «объектов и отношений» [Искусственный интеллект, Поспелов]. При репрезентации объектов и отношений в такой символической системе, как логика, им, как известно, даются имена. Именованное представляет собой предварительный этап создания символических логических моделей. Основная задача при разработке логических моделей состоит в конструировании высказываний, выражающих различные логические свойства именованных отношений.

В основе логической концепции и логических моделей компьютерной репрезентации знания лежит представление о дискретной структуре мира и знания, которое оформляется в концепцию логического атомизма. Сущность этой концепции заключается в том, что знания выступают комбинациями определённым образом соединённых фактов, которые соответствуют ситуациям или положению дел в мире. Считается, что «знания, которые могут быть представлены с помощью логики, являются фактами, представленными логическими формулами» [Представление и использование знаний, с. 137].

Мир даётся в логических моделях репрезентации знания через факты как особые когнитивные атомы. Знания разной степени сложности представляют собой системы, объединяющие на основе логических структур элементарные когнитивные атомы, выступающие в форме высказываний. «Для представления какой-либо области в виде логических формул ... необходимо выбрать константы, функциональные и предикатные символы, которые определяют соответственно функциональную зависимость и отношения между объектами. Символы других типов являются общими и не зависят от конкретного мира. Определив константы, функциональные и предикатные символы, можно построить логические формулы, описывающие данную область» [Представление и использование знаний, с. 137]. Первые попытки репрезентировать знания в ИИ в 1960-е годы в форме, доступной компьютерам, предпринимаются исходя именно из логической концепции. В этот период предполагается, что достаточно богатые базы данных, содержащие в качестве элементарных информационных единиц сведения о предметных областях, в совокупности с соответствующими логиками, позволят сконструировать все необходимые знания об этих областях.

На первом этапе работ по компьютерной репрезентации знания в конце 1950-х – начале 1960-х годов в качестве основы для конструирования логических моделей используются классические формальные системы с двумя значениями истинности – исчисление высказываний и исчисление предикатов первого порядка. Формальные системы задают некоторые полностью определенные замкнутые миры, в которых присутствуют только тождественно истинные в этих мирах выражения. Эти миры являются неизменными и представляют собой самовоспроизводящиеся конструкции, недоступные никаким внешним воздействиям. Все тождественно истинные выражения с помощью правил вывода могут быть в них получены из аксиом.

Логический вывод (вывод относится к такому разделу ИИ, который называется манипулированием знаниями) в формальных системах носит достоверный характер. Достоверный вывод в логических моделях репрезентации декларативного знания представляет собой способ получения некоторых истинных знаний о предметных областях, определяемых формальными системами, или доказательство того, что в этих предметных областях таких выражений не существует. «Вывод является предложением из некоторой группы ... предложений, которое обычно становится истиной при каких бы то ни было допустимых интерпретациях» [Обработка знаний, с. 84].

Достоверный вывод обладает двумя фундаментальными свойствами: 1) наличие конъюнкции следствий; 2) монотонность. С первым свойством всё достаточно просто. Второе свойство вывода – монотонность – имеет место в том случае, если при выводе из некоторого набора посылок выводятся некоторые выражения, тогда добавление к исходному для вывода

набору любого количества новых выражений не влияет на выводимость выведенных первоначально выражений. Как бы ни расширялось множество посылок, заключение все равно при этом будет выводиться. Монотонность вывода является прямым следствием замкнутости миров, задаваемых формальными системами. В этих мирах всё жестко детерминировано и ничто не меняется. Если в случае достоверного вывода получаются некоторые выражения, то новые факты не изменяют истинности этих первоначальных выражений.

Однако вся история развития научного знания противоречит идее монотонности. Человеческие знания всегда принципиально неполны, неточны, приближительны. Любые выводы, даже когда они делаются с учетом всей имеющейся в данный момент суммы знаний, носят правдоподобный характер. Появление новых фактов в формальных системах может разрушить всё казавшееся ранее стройным и непротиворечивым множество принятых выражений. В этих условиях вряд ли можно рассчитывать на то, что достаточно богатые предметные области можно репрезентировать с помощью формальных систем и осуществлять манипулирование знаниями об этих областях в виде достоверного вывода в формальных системах. При использовании исчисления высказываний в качестве основы для моделей компьютерной репрезентации знания и достоверного вывода в качестве средства манипулирования знаниями к началу 1960-х годов выясняется, что это исчисление неприемлемо для решения задач репрезентации знания в силу семантической бедности.

Следующим шагом в разработке моделей декларативного типа репрезентации знания становится создание в начале-середине 1960-х годов предикатных моделей компьютерной репрезентации знания. В них решаемые проблемы записываются в виде выражений исчисления предикатов первого или более высоких порядков. Цели проблем записываются также в виде выражений, справедливость которых следует установить или опровергнуть на основе аксиом (в случае аксиоматического построения логики предикатов) и правил вывода соответствующих исчислений.

В соответствии с правилами, установленными в исчислениях, каждому из выражений (следствиям или теоремам), которые получаются в логических системах из аксиом и посылок, приписывается значение «истина», если каждой из посылок и аксиом также приписывается значение «истина». При комбинировании правил вывода со стратегией их применения получаются алгоритмы, называемые процедурами доказательств, которые можно закодировать в виде компьютерных программ. Процесс выполнения таких программ с целью порождения логических выводов из исходных выражений, выступающих в качестве входных данных, называют автоматическим доказательством теорем. Последний раздел является одним из наиболее ранних и значительных разделов ИИ-исследований.

Исследования в области автоматического доказательства теорем, проводившиеся с рождения ИИ, отражают давнее стремление к систематизации математических доказательств. Задачей доказательства теорем, как известно, является выяснение логического следования некоторых формул из заданного множества формул. Многие математики, такие как, например, Г.В. Лейбниц, Дж. Пеано, Д. Гильберт и другие на протяжении столетий стремятся найти общую процедуру доказательства теорем. Этот процесс продолжается до тех пор, пока А. Тьюринг и А. Чёрч независимо друг от друга в 1936 году не доказывают, что не существует никакой общей разрешающей процедуры, никакого алгоритма, проверяющего общезначимость формул в исчислении предикатов первого порядка. Однако существуют алгоритмы поиска доказательств, которые могут подтвердить, что формулы общезначимы, если они в действительности общезначимы. Для необщезначимых формул эти алгоритмы не заканчивают свою работу. Автоматическое доказательство теорем восходит к работе Д. Эрбрана [Herbrand], где разрабатывается алгоритм нахождения интерпретаций, которые опровергают исходные формулы. В том случае, если формулы на самом деле общезначимы, никаких интерпретаций не существует и алгоритм заканчивает работу за конечное число шагов. Вплоть до появления компьютеров этот метод невозможно было реализовать вследствие его трудоёмкости при ручном счёте.

Положение коренным образом меняется только в начале 1960-х годов. В 1960 году процедура Эрбрана реализуется на компьютере П. Гилмором [Gilmore], а несколько позднее метод Гилмора улучшают М. Дэвис и Х. Патнем [Davis, Putnam]. Однако подлинный переворот в автоматическом доказательстве теорем происходит после разработки в 1965 году Дж. Робинсоном метода резолюций [Робинсон], а также создания различных модификаций этого метода, каждая из которых имеет свои преимущества. Важнейшими модификациями метода резолюций являются семантическая резолюция, лок-резолюция и линейная резолюция. Семантическая резолюция предлагается Дж. Слэйглом [Slagle]. Она объединяет гиперрезолюцию Робинсона [Robinson, 1963; Robinson, 1965; Robinson, 1967], резолюцию с переименованием по Б. Мельцеру [Meltzer] и стратегию поддержки Л. Уоса, Г. Робинсона и Д. Карсона [Wos, Robinson G.A., Carson]. Лок-резолюция разрабатывается Р. Бойером [Boyer]. Линейную резолюцию независимо друг от друга вводят Д. Лавленд [Loveland, 1970] и Д. Лакхем [Lucknam]. Позднее линейная резолюция усиливается Р. Андерсоном и У. Бледсоу [Anderson, Bledsoe], Д. Лавлендом [Loveland, 1972], а также Р. Ковальским и Д. Кюннером [Kowalski, Kuehner]. Семантическая резолюция, лок-резолюция и линейная резолюция являются полными. К методу резолюции близки обратный метод С.Ю. Маслова [Маслов, 1964; Маслов 1986] и процедура Д. Правица [Prawitz]. Отметим в связи с этим, что для решения практических задач в логических моделях компьютерной репрезентации знания эффективными и востребованными являются выводы именно резолюционного типа, а не гильбертовского или генценовского типа, как в математической логике.

В дедуктивных моделях компьютерной репрезентации знания, носящих декларативный характер, имеет место разделение процедур поиска решений, приводящих к полному перебору (называемых механизмами генерации), и процедур оптимизации этого поиска с целью сокращения перебора (называемых механизмами управления). Процедуры поиска не зависят от выбранных предметных областей и носят универсальный характер. Однако эффективность поиска снижается, т.к. приходится иметь дело с полными описаниями состояний систем и их операторов, которые носят синтаксический характер. С другой стороны, процедуры оптимизации этого поиска отражают эвристическую эффективность. Эти процедуры определяются знаниями о конкретных предметных областях и определяют семантику соответствующих декларативных моделей репрезентации знания. Ввод семантических знаний в структурные знания сужает общность декларативной репрезентации, но увеличивает ее эффективность.

Отметим важнейшие достоинства и недостатки предикатных моделей репрезентации знания. Некоторые из них уже были отмечены в предыдущих работах автора данной статьи [Иноземцев, 1999; Иноземцев, 2001]. Логике предикатов при использовании её в качестве формализма репрезентации знания присущи достоинства, обусловленные дедуктивными возможностями исчисления предикатов. Преимущества логических моделей, использующих исчисление предикатов, оказываются связанными с дедуктивными возможностями этого исчисления, а также теоретической обоснованностью выводов, осуществляемых в системах ИИ [Orlowska; Orlowska, Pawlak]. Знания, получаемые на основе таких систем, поддаются довольно чёткой и прозрачной дедуктивной переработке. Благодаря применению в этих моделях формальных правил получения вывода обеспечивается гарантия правильности заключений, в случае если они выводятся; и предоставляется механизм для выявления причин неудачи, когда заключения невозможно вывести. Данное свойство используется при решении задачи поддержания непротиворечивости фактов в базах данных и базах знаний. В качестве достоинства предикатных моделей репрезентации знания авторы фундаментальной работы по ИИ отмечают, что «с помощью логики предикатов можно ... выяснить, имеются ли отсутствуют противоречия между новыми уже существующими знаниями» [Обработка знаний, с. 65].

Однако предикатные модели репрезентации знания обладают рядом существенных недостатков. Во-первых, они не содержат в себе правил для формирования самих исходных данных и не содержат критериев для определения уровня элементарности. Обобщения, по-

лучаемые в рамках предикатных моделей репрезентации знания, жёстко однозначны и не допускают вариабельности. Во-вторых, крупным недостатком исчисления предикатов при использовании его для репрезентации знания является монотонность исчисления предикатов, т.к. в нём не требуется производить заново вывод заключений при появлении дополнительных фактов. Данный недостаток обуславливается различной природой процесса рассуждений в исчислении предикатов и ходом рассуждений, используемых в обыденных ситуациях. В исчислении предикатов взаимосвязи между условиями и заключениями при появлении новых фактов не изменяются, т.е. не требуется отказываться от заключений, если становятся известными новые факты. С другой стороны, в реальной жизни людям часто приходится изменять заключения или отказываться от них при появлении новых фактов.

Монотонность вывода вызывает третий принципиальный недостаток классического исчисления предикатов – вневременной и внеситуационный его характер. В-четвёртых, исчисление предикатов неудобно для репрезентации компьютерных знаний в случаях, когда необходимо использование пространственных, временных, причинных и других отношений. Наконец, в-пятых, предикатные модели достаточно часто оказываются слишком громоздкими и недостаточно наглядными в качестве моделей компьютерной репрезентации знания. Как существенные недостатки предикатных моделей репрезентации знания рассматривают следующие: «логике предикатов ... присущи такие недостатки, как чрезмерный уровень формализации знаний, ... не слишком хорошая производительность обработки» [Обработка знаний, с. 65].

Литература

1. Иноземцев В.А. Логика и дедуктивный вывод на знаниях в логических моделях представления знаний: метод резолюций и стратегии резолюции. Мн.: Издательство БГУИР. 2001. 36 с.
2. Иноземцев В.А. Приложение математической логики в информатике и искусственном интеллекте. Мн.: Издательство БГУИР. 1999. 52 с.
3. Искусственный интеллект. Справочное издание в 3-х кн. М.: Радио и связь. 1990.
4. Маслов С.Ю. Обратный метод установления выводимости в классическом исчислении предикатов // Доклады АН СССР. М., 1964. Т. 159. № 1. С. 17-20.
5. Маслов С.Ю. Теория дедуктивных систем и её применения. М.: Радио и связь. 1986. 133с.
6. Обработка знаний / Под ред. С. Осуги. М., Мир. 1989. 293с.
7. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в управлении. М.: Энергоатомиздат. 1981. 231с.
8. Представление и использование знаний / Под ред. Х. Уэно, М. Исудзука. М.: Мир. 1989. 220 с.
9. Робинсон Дж. Машинно-ориентированная логика, основанная на принципе резолюции // Кибернетический сборник. Новая серия. М.: Мир. 1970. Вып.7. С. 194-208.
10. Anderson R., Bledsoe W.W. A linear format for resolution with merging and a new technique for establishing completeness // J. ACM. 1970. V.17. P. 525 - 534.
11. Bobrow D. (Editor). Special issue on non-monotonic logic // AI. 1980. V.13. 216p.
12. Boyer R.S. Locking: a restriction of resolution // University of Texas at Austin (Texas). 1971.
13. Davis M., Putnam H. A computing procedure for quantification theory // J. ACM. 1960. V. 7. №3. P. 201-215.
14. Gilmore P.C. A proof method for quantification theory: its justification and realization // IBMJ. Res. Develop. 1960. P. 28-35.
15. Herbrand J. Recherches sur la theorie de la demonstration // Travaux de la Soc. des Sc. et des letters varsovie. 1930. V.3. № 3. P. 33-160.
16. Kowalski R., Kuehner D. Linear resolution with selection function // AI. 1971. V.2. P. 227-260.
17. Loveland D.W. A linear format for resolution // Proc. IRIA. 1970. P. 147-162.
18. Loveland D.W. A unifying view of some linear Herbrand procedures // J. ACM. 1972. V.19. №5. P. 366-384.

19. Lucknam D. Refinement theorems in resolution theory // Proc. IRIA. 1970. P. 163-190.
20. Meltzer B. Theorem - proving for computes: some resolution and renaming // Computer J. 1966. V. 8. P. 341-343.
21. Orłowska E. Logic for reasoning about knowledge. Warsaw. IPI. 1981. 19 p.
22. Orłowska E., Pawlak Z. Logical foundations of knowledge representation. Warsaw. IPI. 1984. 106 p.
23. Prawitz D. An improved proof procedure // Theorie. 1960. V. 26. P. 102-139.
24. Robinson J.A. Theorem proving on the computer // J.ACM.1963.V.10. № 2. P. 163-174.
25. Robinson J.A. Automatic deduction with hyper - resolution // Internat. J. of Comput. Math. 1965. V.1. P. 227-234.
26. Robinson J.A. A review of automatic theorem proving // Proc. Symp. Appl. Math. Amer. Math. Soc. 1967. V.19. P. 1-18.
27. Slagle J. Automatic theorem proving with renamable and semantic resolution // J. ACM. 1967. V. 14. № 4. P. 687-697.
28. Wos L., Robinson G.A., Carson D.F. Efficiency and completeness of the set of support in the theorem proving // J. ACM. 1965. V.12. № 4. P. 536-54

ОСМЫСЛЕНИЕ ОБЩЕСТВА: ФИЛОСОФИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ

Патриотизм как ценностный компонент духовно-нравственного воспитания личности

к.ф.н. Баркова И.Н., Барков К.И.

Университет машиностроения

8-499-267-16-40, e-mail:barkova.in@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется ситуация духовно-нравственного обновления современного российского общества. С духовно-нравственным воспитанием связывается возможность сохранения как самой личности, так и всего общества в целом. Патриотизм и гражданственность рассматриваются как особая направленность самореализации личности и социального поведения гражданина.

Ключевые слова: личность, ценность, гуманизм, духовно-нравственное воспитание, патриотизм, гражданственность.

Высшее благо – это быть русским гражданином.

П.А. Столыпин

Проблема духовно-нравственного обновления Российского общества на форумах различного ранга определяется как проблема государственного значения. При этом признается, что решение данной проблемы возможно лишь в том случае, если она будет разрешаться на всех уровнях общественной жизни. Система образования в этом случае выступает фактором и педагогическим механизмом, способным охватить все слои общества в целенаправленном воспитательном процессе. Целью этого процесса является воспитание и обучение в интересах человека, общества и государства, а также создание благоприятных условий для разностороннего, гармоничного развития личности.

Как выясняется, ни наличие свободного времени, ни удовлетворение материальных потребностей не делают человека абсолютно счастливым. В наше время потребность в духовном не менее важна, чем в предыдущие эпохи. Постоянная борьба идей, выражающаяся как в столкновении малых групп, так и целых социальных образований, – свидетельство того, что потребность в духовном не только не снизилась, а, наоборот, возросла. «... Еще никогда ... не сочеталось в человеке столько готовности на отречение от всего и принятие всего, на всякое новое изведение и новый опыт – и столько душевной усталости, недоверчивости, равнодушия; никогда не был человек, казалось бы, столь расплавлен и текуч – и никогда не был он одновременно столь замкнут и замурован в своей самости, столь сердцем хладен, как ныне