

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

© 2018 В. Б. Ломакин, В. С. Ижокина, Г. А. Тамбовцев, А. В. Шапаев

Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)

В данной работе рассматриваются основные подходы, которые могут быть использованы при моделировании информационно-измерительных систем: логический метод, структурный способ, имитационное моделирование, эволюционные алгоритмы.

Ключевые слова: информационно-измерительные системы, моделирование, метод, информация.

В существующих условиях при формировании систем искусственного интеллекта (ИИ) и выборе способов представления знаний применяются разные методы или их комбинации. В работе дается краткое рассмотрение основных из них.¹

Логический подход можно считать наиболее распространенным. Появление такого подхода определяется способностями людей к развитому логическому мышлению, которое отличает его принципиальным образом от животного мира. Основы логического подхода имеют развитие от Аристотелевской логики, исчисления высказываний и Булевой алгебры. В последующем было введение современных понятий формальных аксиоматических систем и на основе этого базиса произошло развитие классического исчисления предикатов. Булеву алгебра существенным образом расширили за счет того, что были введены предметные символы, отношения среди них, также кванторы существования и всеобщности. Представление исходных данных стало осуществляться в базах данных и базах знаний на основе фактов, аксиом и правил, относящихся к логическому выводу отношений среди них.

Фактически все принципы ИС, сформированные на базе логического, реализуются в машинах доказательства теорем. В каждой такой машине существует блок генерации цели и система вывода, которая пытается доказать эту цель в виде теоремы. Если цель можно доказать, то применяя трассировку

используемых правил есть возможности для получения необходимой цепочки действий при реализации сгенерированной цели. «Интеллектуальная мощность» такой системы определяется тем, каковы возможности генератора целей, машины доказательства теорем и какова эффективность конкретных используемых способов и алгоритмов.

Известно при этом, что применение исчислений предикатов (ИП) дает возможности добиться более полноценного проведения решения задач ИИ, чем использование лишь исчислений высказываний (ИВ). Но и в рамках ИВ есть возможности добиваться большей выразительности в логическом подходе, если применять нечеткую логику (НЛ). В качестве основного отличия НЛ можно указать то, что правдивость в высказываниях может принимать в ней не только значения категорических высказываний типа «да», «нет» (1/0), но и совокупность промежуточных значений. В качестве примера значения вида: «мало вероятно» – (0.25), «не знаю» – (0.5), «более вероятно» – (0.75) и др. Применяя такой подход, можно более точным образом представлять реальные ситуации и мышление людей для условий неполной информации.

При этом в вычислительном плане характеристика классического логического подхода для многих реальных задач связана с большим значением трудоемкости вследствие того, что возможен полный перебор вариантов в течение поиска доказательств. Классический вариант в данном подходе вследствие того, что есть «комбинаторный взрыв», обеспечивает процесс решения задач лишь при относительно небольшом размере базы данных, при этом необходима эффективная реализация в вычислительном процессе.

Ломакин Владислав Борисович – ВИВТ-АНОО ВО, студент, Shapaevv3456@yandex.ru.

Ижокина Вера Сергеевна – ВИВТ-АНОО ВО, студент, Shapaevv3456@yandex.ru.

Тамбовцев Георгий Анатольевич – ВИВТ-АНОО ВО, студент, Shapaevv3456@yandex.ru.

Шапаев Александр Викторович – ВИВТ-АНОО ВО, студент, аспирант, Shapaevv3456@yandex.ru.

Название структурного подхода определяется тем, что есть попытки формирования ИИ на основе моделирования на ЭВМ структур человеческого мозга, которая включает модели нейронов в мозге и нейронных сетей. В качестве одной из первых подобных реализаций структурных подходов можно указать простейший перцептрон Фрэнка Розенблатта, который был им предложен и исследован в 1957-1959 гг. для того, чтобы распознавать зрительные образы. Далее такое направление было развито в теорию распознавания образов и «искусственные нейронные сети» (ИНС).

Эволюционный подход применяется еще достаточно активно при формировании систем ИИ. В таком подходе большое внимание уделяют созданию первичной модели и правилам, на основе которых ее могут изменять (делать эволюцию). При этом модель можно составить на базе применения самых разных методов, сюда включают нейронные сети, совокупность логических правил и разные другие модели. Помимо правил в программе идет определение также критериев по оценке качества каждого из вариантов.

После того, как запущена программа при начальном варианте модели стартует итеративное построение и проводится оценка по вариантам. Исходя из того, что идет проверка и оценка качества моделей, которые получены по каждой из итераций, идет отбор наиболее удачных среди них. На базе удачных вариантов и правил идет генерация новых моделей, из них опять делают выбор самых удачных и т. д.

Некоторые ученые полагают, что есть не эволюционные модели, а эволюционные алгоритмы обучения. Но при этом, модели, которые получены в эволюционных подходах, выделяют в отдельные классы, как те, которые имеют определенные характерные особенности. В качестве основной особенности можно указать замену построения модели на разработку алгоритмов ее модификации относительно формальных критериев. Как правило, отмечают еще, что полученные модели фактически не ведут к добавлению новых знаний в системах ИИ.

В существующих условиях такое направление имеет развитие под названием «генетические алгоритмы». В литературе есть определение «...генетический алгоритм – это алгоритм, который оперирует с популяцией индивидов $P(t) = \{x_{it}, \dots, x_{nt}\}$, здесь $t = 1, 2, \dots$ является номером итерации. Каждым индивидом представляется определен-

ное возможное решение среди множества допустимых решений S , а каждое решение x_{it} оценивают на основе заданной меры его «пригодности». При определенной итерации $t+1$ идет формирование новой популяции на основе того, что есть отбор более пригодных индивидов – исполняют шаг селекции, а после него идет шаг изменений.

Для шага изменений отдельные члены новой популяции подвержены преобразованиям на основе «генетических» операторов, и идет образование новых решений. При этом применяют два вида преобразований: унарные (одноместные) преобразования, связанные с мутациями $mk: S \rightarrow S$, которые приводят к тому, что появляются новые индивиды на основе малых изменений одного из индивидов; преобразования, относящиеся к перекрестному типу $C_j: S_n \rightarrow S$, которые порождают новые индивиды на основе комбинирования «составных частей» определенного числа индивидов. Когда нет после генерации определенного количества поколений, могут появляться рациональные решения, которые приближаются в асимптотике к оптимальным...».

Сейчас создано большое число разных модификаций «генетических алгоритмов», которые образуют целый класс методов. К такому классу мы можем отнести и так называемый метод группового учета аргументов (МГУА), его активным образом пропагандировал в России академик А. Г. Ивахненко еще в 80-х гг. 20 века. Одной из известных первых попыток, связанных с применением генетических алгоритмов для компьютеров, была не очень удачная попытка, связанная с организацией на основе мутаций обучения маленькой программы, которая была написана на языке ФОРТРАН. Алгоритм, реализующий случайный выбор операторов, определял для большего числа мутаций программ к неисполняемым кодам.

На основе современных усовершенствованных рабочих вариантов генетических алгоритмов можно в некоторых случаях получать достаточно эффективные результаты для разумного ограничения множества допустимых наборов в варьируемых операторах. Приведем пример.

Предположим, что требуется сформировать граф, который удовлетворяет некоторым требованиям (проведение синтеза структуры систем управления, оптимального маршрута по обходу роботом препятствий, оптимальную топологию размещения торговых сетей и др.). Каждый индивид является

графом. В качестве начальных данных эволюционной программы будут задаваться: начальная популяция графов $P(1)$, которая порождается случайным образом или эвристическим; оценочная функция, которая учитывает требования задач, связанных с оценкой пригодности каждого из графов, она формализует отношения предпочтения (хуже, лучше) для множества индивидов; множество мутационных операторов, которые преобразуют граф.

Перекрестные операторы обеспечивают комбинацию структур по двум или более графам. Например, в тех случаях, когда требуемый граф должен создаваться как связный и ациклический (т. е. дерево), тогда определенный мутационный алгоритм, который зависит от того, какая специфика задачи, может проводить удаление каких-то ребер и для связывания двух появляющихся подграфов делать добавление всякий раз некоторого нового ребра. Мутации могут иметь и более общий характер, т. е. они нарушают свойства графов «быть деревьями», но в этих случаях такое свойство необходимо учитывать в оценочной функции для того, чтобы отбрасывать на шагах селекции графов «не деревья». Как результат работы этого генетического алгоритма мы можем получать рациональные варианты искомым графов.

Имитационный подход применяют при формировании разных систем ИИ. Подход базируется на введенном У. Р. Эшби классическом основном понятии в кибернетике «черного ящика». Модель подобного объекта исследования формируется на базе его поведения, реакций относительно воздействий, которые поступают извне на его входы, характеризует связи среди реакций и вызвавших их воздействиями и внешним образом имитирует способности человека к копированию поведения других, не понимая, каким образом и в связи с чем это происходит. В качестве основного недостатка имитационного подхода (как и эволюционного) можно назвать низкую информационную способность большинства созданных моделей (в смысле понимания структуры и параметров модели «внутреннего» содержания черного ящика). Следует понимать, что при создании систем искусственного интеллекта с тем, чтобы управлять в технических системах классическую модель черного ящика используют не очень часто. Относительно реальных технических объектов и систем, как правило, все же имеют некоторую апри-

орную и текущую информацию. В этой связи в приложениях ИИ к техническим системам более часто проводят рассмотрение так называемых «серых», или даже «белых» ящиков.

«Серый ящик» – является объектом исследований, о его внутреннем устройстве или известно частичным образом, или есть определенные гипотезы. В отличие от черного ящика модели, описывающие серый ящик, могут учесть кроме связей среди реакций и внешних воздействий и все те частичные сведения, которые известны о его строении. Соответственно, «белый ящик» является объектом исследований, по внутреннему устройству которого есть формальные знания или данные, например, в виде дифференциальных уравнений. В результате, фактически речь идет об объектах, которые имеют различный уровень неопределенности наших знаний об их структурах и параметрах.

Существование определенных знаний и данных по самому объекту еще не даст нам гарантии возможностей хорошего управления объектами. Во-первых, любое знание и любая модель всегда лишь приближенно отражают реальный объект. Во-вторых, требуются знания по возможным действующим на объекты возмущениям и, наконец, требуется иметь или уметь формировать цели интеллектуальной системы для различных уровней управления.

Исходя из вышесказанного, при создании сложных интеллектуальных систем во многих случаях применяют смешанные (комбинированные) подходы для построения систем ИИ. В подобных системах часть работ идет на базе одного подхода, а часть – другого, и, в результате, очень четкой границы между различными подходами на границы между различными подходами на практике нет. Особенно наглядным образом это можно увидеть при создании систем ИИ, которые включают разные уровни управления.

Для верхних уровней управления при принятии решений чаще применяют логические подходы. Задачи в системах, относящихся к нижним уровням управления, связаны с обеспечением взаимодействия ИС с внешней средой – процессы получения и первичной обработки информации и формирования реакций ИС в зависимости от того, какие решения, приняты на верхних уровнях. В этой связи, для систем нижнего уровня, где осуществляется обработка первичной

информации, более часто применяют структурный, эволюционный и имитационный подходы и сопутствующие решения, которые «подсмотрел» человек в живой природе.

Это дает возможности для условий требований реального времени проводить организацию более эффективного распознавания по зрительным, звуковым, тактильным и другим первичным информационным образам, проводить решение задач идентификации, моделировать развитие ситуаций для реального и ускоренного времени, проводить организацию программных решений отдельных проблем др.

Так, например, существует копирование в структурах современных систем, которые связаны с техническим зрением, большей частью оптических зрительных систем глаза животных и людей. При помощи матрицы светочувствительных элементов (являющейся аналогом светочувствительных клеток в глазе – палочек и колбочек) идет восприятие отдельных элементов в изображениях. Используя соответствующие графические фильтры, есть возможность на базе искусственной нейронной сети проводить реализацию предварительной обработки видеосигналов, потом выделять отдельные элементы в изображениях – горизонтальные, вертикальные, диагональные линии, контуры, разные области, имеющие светлые, темные или цветные элементы, за счет моделирования в технических системах работы отдельных функций человеческого мозга.

Таким образом, по аналогии, если сравнивать с иерархическими принципами управления для живых организмов, в системах ИИ есть возможность также формировать и применять разбиение решения общих задач систем на отдельные подзадачи, которые реализуются в соответствующих подсистемах.

В целом можно сказать, что применяемые в настоящее время разные подходы и реализующие их методы, алгоритмы и устройства дают возможности для достаточно успешного моделирования работы нижних уровней человеческого интеллекта. Формирование систем с полноценным верхним уровнем управления требует пока еще приложения достаточно больших усилий в развитии и применении логических подходов для того, чтобы создавать перспективные системы ИИ, основанные на «знаниях».

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеева А. Ф. Крупномасштабные агент-ориентированные модели и их техническая реализация на суперкомпьютерах / А. Ф. Агеева // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 3 (18). – С. 3.
2. Головинов С. О. Проблемы управления системами мобильной связи / С. О. Головинов, А. А. Хромых // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 13-14.
3. Ерасов С. В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах / С. В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 20-26.
4. Ермолова В. В. Система распознавания образов в клинической практике поддержки принятия решений / В. В. Ермолова, Н. С. Преображенская, Ю. П. Преображенский // Information Technology Applications. – 2013. – № 4. – С. 55-64.
5. Зяблов Е. Л. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования / Е. Л. Зяблов, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 024-026.
6. Зяблов Е. Л. Построение объектно-семантической модели системы управления / Е. Л. Зяблов, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 029-030.
7. Ипполитов С. В. Модель управления динамическими объектами / С. В. Ипполитов, О. Н. Чопоров, Д. В. Лопаткин, А. В. Сизов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 13.
8. Казаков Е. Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети WI-FI / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.
9. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.
10. Львович И. Я. Основы информатики / И. Я. Львович, Ю. П. Преображенский, В. В. Ермолова / Учебное пособие, Воронеж, Издательство: Воронежский институт высоких технологий, 2014. – 239 с.

11. Львович Я. Е. Адаптивное управление марковскими процессами в конфликтной ситуации / Я. Е. Львович, Ю. П. Преображенский, Р. Ю. Паневин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4. – № 11. – С. 170-171.
12. Мурашкин Н. Г. Проблемы использования искусственных нейронных сетей для решения задач бинарной классификации / Н. Г. Мурашкин, В. Н. Кострова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 5.
13. Недосекин Д. А. Модульная структура системы принятия решений и ее реализация на основе моделей многоальтернативной оптимизации развивающихся сетей / Д. А. Недосекин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 3 (18). – С. 7.
14. Паневин Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064.
15. Пеньков П. В. Экспертные методы улучшения систем управления / П. В. Пеньков // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 108-110.
16. Преображенский Ю. П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений / Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 116-119.
17. Преображенский Ю. П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области / Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 075-077.
18. Преображенский Ю. П. Разработка оптимизационной имитационной модели для поддержки процессов организации туристических систем / Ю. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 3 (18). – С. 9.

THE SIMULATION OF INFORMATION-MEASURING SYSTEMS FEATURES

© 2018 V. B. Lomakin, V. S. Izhokina, G. A. Tambovtsev, A. V. Shapaev

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

This paper discusses the main approaches that can be used in the modeling of information-measuring systems: a logical method, a structural method, simulation, evolutionary algorithms.

Key words: information-measuring system, simulation method information.