

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.8
ББК 32

*Симонова Лариса Анатольевна, д-р техн. наук, профессор,
Набережночелнинский институт (филиал),
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
г. Казань
e-mail: lasimonova@mail.ru*

*Хабибуллин Аяз Юнусович, аспирант,
Набережночелнинский институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
г. Казань
e-mail: ayaz.khabibullin@mail.ru*

**ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ БАЗЫ ПРАВИЛ
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

***Аннотация:** В данной статье рассматриваются наиболее распространенные методы и подходы к формированию базы правил в интеллектуальных системах. Приведены основные этапы создания базы правил. Сделаны выводы по применимости данных методов и подходов при разработки интеллектуальных надстроек различных автоматизированных систем.*

***Ключевые слова:** база правил, интеллектуальные системы, экспертные системы, машинное обучение, формализация знаний, верификация, валидация.*

***Simonova Larisa Anatolievna, Doctor of Technical Sciences, Professor
Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University
e-mail: lasimonova@mail.ru***

***Khabibullin Ayaz Yunusovich, post-graduate student
Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University
e-mail: ayaz.khabibullin@mail.ru***

**HYBRID APPROACH TO THE FORMATION OF A RULE BASE
IN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS**

***Abstract:** This paper considers the most common methods and approaches to the formation of a rule base in intelligent systems. The main stages of rule base creation are given. Conclusions are drawn on the applicability of these methods and approaches in the development of intellectual superstructures of various automated systems.*

Keywords: *rule base, intelligent systems, expert systems, machine learning, knowledge formalization, verification, validation.*

Введение

Формирование базы правил (БП) является ключевым этапом разработки интеллектуальных систем (ИС), включая экспертные системы, системы поддержки принятия решений и другие приложения, основанные на знаниях. База правил представляет собой структурированное множество логических утверждений, которые определяют поведение системы в различных условиях. В данной статье рассматриваются основные подходы, методы и проблемы, связанные с формированием БП, а также их роль в обеспечении эффективности и надежности ИС.

Понятие и структура базы правил.

База правил – это совокупность продукционных правил, представленных в форме "ЕСЛИ-ТО", которые описывают логику принятия решений в системе. Каждое правило состоит из антецедента (условия) и консеквента (действия). Антецедент определяет условия, при которых правило активируется, а консеквент – действия, которые должны быть выполнены [1].

Структура БП может варьироваться в зависимости от типа ИС и решаемых задач. В простейшем случае правила представляют собой линейные конструкции, однако в сложных системах они могут быть организованы в иерархические сети, включающие вложенные условия и циклы [2].

Методы формирования базы правил.

Формирование БП может осуществляться различными методами, которые условно можно разделить на три категории: ручное, автоматизированное и гибридное. Ручное формирование БП предполагает участие экспертов в предметной области, которые на основе своего опыта и знаний формулируют правила. Этот метод требует значительных временных и интеллектуальных затрат, но позволяет создавать высокоточные и адаптированные под конкретные задачи правила [3]. Автоматизированные методы формирования БП основаны на использовании алгоритмов машинного обучения и анализа данных. К ним относятся:

- Извлечение правил из данных: использование методов классификации, кластеризации и ассоциативных правил для автоматического выявления закономерностей в данных [4].
- Генетические алгоритмы: эволюционные методы, которые позволяют оптимизировать набор правил, минимизируя ошибки и повышая точность системы [5].
- Нейронные сети: обучение нейронных сетей с последующей интерпретацией их весов и активаций в виде правил [6].

Гибридные методы стоят особняком от прочих методов формирования БП. Они сочетают преимущества ручного и автоматизированного подходов. Например, эксперты могут корректировать правила, сгенерированные автома-

тически, или использовать автоматизированные инструменты для проверки и оптимизации ручных правил [7].

Сложности формирования базы правил.

Однако, формирование БП сопряжено и с рядом сложностей, которые отрицательно влияют на эффективность ИС. Так, например, экспертные знания часто носят неявный и контекстно-зависимый характер, что затрудняет их перевод в формальные правила, и практически всегда требует внушительных интеллектуальных ресурсов [8]. Также имеет место быть проблема полноты и непротиворечивости. Добиться того, чтобы БП включала в себя максимальное количество всевозможных сценариев, но при этом не содержала противоречий действительно трудно [9]. Отсюда вытекает и проблема масштабируемости: с увеличением объема правил управление БП становится более сложной, что может приводить к снижению производительности системы [10].

Обеспечение качества базы правил.

Основными методами обеспечения качества БП верификация и валидация. Верификацией называется проверка корректности правил с точки зрения их формальной структуры и логики [11], а валидацией – оценка адекватности правил реальным условиям и требованиям задачи [12]. То есть, в процессе верификации проверяется формальное соответствие заданным критериям результатов работы правил, в то время как, а в процессе валидации проверяется корректность самой БП и применимость ее правил для применения в конкретной задаче.

Заключение

Формирование базы правил остается важным этапом разработки интеллектуальных систем, требующим учета множества факторов, включая специфику предметной области, доступные данные и требования к системе. Современные методы позволяют повысить эффективность этого процесса, однако проблемы при формировании базы правил остаются актуальными. В большинстве случаев, для решения этих проблем, привлекаются специалисты-эксперты данных областей. Несмотря на то, что их знания часто вводят нечеткость в архитектуру интеллектуальной системы, без их опыта система будет слишком далека от реальности. Поэтому, такой тандем из алгоритмического обеспечения интеллектуальной системы и эмпирического опыта специалиста эксперта является наиболее эффективным в решении той или иной задачи. Другими словами, гибридное формирование видится самым актуальным способом формирования базы правил на сегодняшний день.

Литература

1. Иванов, А.В. Методы и алгоритмы формирования баз знаний интеллектуальных систем / А.В. Иванов. – М.: Наука, 2020. – 256 с.
2. Петров, С.Н. Интеллектуальные системы: теория и практика / С.Н. Петров. – СПб.: Лань, 2019. – 320 с.

3. Сидоров, К.А. Экспертные системы: принципы построения и применения / К.А. Сидоров. – М.: Изд-во МГТУ, 2018. – 198 с.
4. Кузнецов, В.И. Машинное обучение для анализа данных / В.И. Кузнецов. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 412 с.
5. Громов, П.А. Генетические алгоритмы в задачах оптимизации / П.А. Громов. – М.: Физматлит, 2017. – 304 с.
6. Лебедев, Д.С. Нейронные сети и их применение / Д.С. Лебедев. – М.: Бином, 2020. – 368 с.
7. Васильев, И.В. Гибридные методы формирования баз правил / И.В. Васильев // Информационные технологии. – 2019. – № 5. – С. 45-52.
8. Козлов, А.Н. Проблемы формализации знаний в интеллектуальных системах / А.Н. Козлов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2020. – № 3. – С. 12-20.
9. Михайлов, Е.В. Обеспечение непротиворечивости баз правил / Е.В. Михайлов // Автоматика и телемеханика. – 2018. – № 7. – С. 34-41.
10. Смирнов, Р.А. Масштабируемость интеллектуальных систем / Р.А. Смирнов // Программная инженерия. – 2021. – № 4. – С. 22-30.
11. Федоров, Л.Г. Верификация баз правил в экспертных системах / Л.Г. Федоров // Информационные системы и технологии. – 2019. – № 2. – С. 56-63.
12. Николаев, В.П. Валидация баз знаний: методы и подходы / В.П. Николаев // Искусственный интеллект. – 2020. – № 6. – С. 78-85.