

УДК 519.71

DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_69

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

ГУСЕЙНЗАДЕ ШАХЛА СУРХАЙ ГЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, доцент

shahla.huseynzade@gmail.com

Ключевые слова: динамические системы, нечеткие состояния, искусственный интеллект, универсумы нечетких параметров, лингвистические параметры, продукционные правила.

Предложен подход к математической формализации представления динамических интеллектуальных систем, учитывающих современное состояние внедрения искусственного интеллекта в динамические системы, с целью устранения имеющего существенного различия между реальными и математически представленными лабораторными объектами.

Введение. Законы функционирования ДС описываются в основном качественными, совместно с ними и количественными параметрами, которые из-за сложности ограничивают и очень часто не разрешают применение традиционных аналитических методов представления, но позволяют задаваться посредством продукционных или эмпирических правил с применением лингвистических параметров. В связи с этим со временем классические строгие математические методы теряют актуальность, так как становятся неадекватными и неэффективными способами моделирования ДС. Одним из препятствующих применению современных приложений интеллектуального моделирования сложных ДС в проблемных областях, являются проблемы формального математического представления среды функционирования и различных его состояний и действий, происшедших между ними при разработке системы.

В начальное время своего существования интеллектуальные системы были, в основном динамическими и относились к автоматическому проектированию функционирования технических систем. Эти работы положили начало исследованиям по ДИС и ставили некоторые фундаментальные выводы: создание технических систем, умеющих принять полезные решения и выполнять при этом соответствующие действия возможно только с развитыми системами автоматического интеллектуального управления. Имеются следующие основные типы ДИС [1]: – динамические экспертные системы; – многоагентные системы; – распределенные интеллектуальные системы; – ИСУ; – системы поддержкой принятия решений. Каждый из типов ДИС имеют свои области применения и отличительные признаки. Процессами особо нуждающимся в интеллектуальном управлении являются выполнения – перемещения предметов, распределение ресурсов, транспортировки грузов, боевые операции, перевозки пассажиров, полетов в дальние расстояния, обнаружения нежелательных вторжений и др. Современные высокие технологии создают основы для теоретических исследований по вопросам управления технологическими процессами на новых принципах [2] ИСУ необходимы при выполнении работ опасных для человека, как в глубине скважин и многих других действий в неопределенных средах [3]. В настоящее время практически нет систем управления, где верхний уровень управления представляется сложной ДИС. Такая система более надежна, но сложна для моделирования, т.к. содержит интеллектуальные алгоритмы управления [4].

Для управления динамическими процессами требуется технология, способная справиться с их возрастающей сложностью. Машинное обучение, обработка естественного языка и робототехника – все это потенциальные инструменты трансформации ДС [5]. Прогнозирующее и гибкое моделирование при пректировании является вкладом для успешных разработок в промышленных областях. Необходимы стабильные, интеллектуализированные и высокоавтоматизированные рабочие процессы, подходящие для работы со сложными системами [6]. При исследовании функционирования сложных ДС (технических, экономических, организационных, технологических, социальных, химических, экологических и др.) и разработке систем управления таких систем, необходимо применение подходов и методов теории ИИ.

С целью оценивания потенциальных преимуществ внедрения ИИ в ДС, определен небольшой объем научных трудов, посвященных этому направлению и анализа проведенных работ определил: что исследователи сделали на данный момент в отношении представления и моделирования ДИС и что требует дальнейшего изучения. Рассмотрены опубликованные в последние годы исследовательские работы и представлена классификация научных материалов по трем критическим структурным параметрам: уровень аналитики, алгоритмы и методы искусственного интеллекта, сектор и отрасль применения.

Основным заключением проведенных исследований в области ДИС является то, что сложное поведение ДС еще далеки от построенных прототипов, используемых в компьютерных лабораториях. Существенное различие имеется между действием и восприятием, между рассуждениями и математическими операциями, между заметно присутствующими действительными и лабораторными поведением. ДС с подкреплением ИИ проходит через восприятие, рассуждение и действия и, таким образом, ДИС завтрашнего дня будет готова информировать о поведении ОУ не только на основе анализа генерированных данных и моделирования, но и на основе экспериментального дизайна мышления. Интеллектуальная теоретическая основа подчеркивает активное восприятие, динамическое планирование и использование структурных закономерностей как ключевых операций для разумного поведения в неопределенных, изменяющихся во времени средах. Такой план задач позволяет изучать гибкие и обобщаемые, но контролируемые модели поведения и, в свою очередь, они позволяют использовать столпы интеллекта – гибкость, предсказание и обобщение свойств [7].

ДИС – удовлетворяют принимаемому определению ДС, одновременно, их динамика описывается продукционными правилами ИС, а состояния описываются временными параметрами, зависящими от переменных количественного (относительно времени) и качественного (относительно логических соотношений) характера.

Учитывая вышесказанные, основные аспекты о внедрении ИИ в ДС, формально ДИС можно представить набором:

$$DIS = \{MT, SS, UI, VII, IV, UO, VOI, OV, \overline{STF}, OD\},$$

где:

- *MT* (moments in time) – множество моментов (интервал определения) времени;
- *SS* (set of states) – множество нечетких состояний;
- *UI* (universes of input parameters) – универсумы входных параметров;
- *VII* (values of input impacts) – множество нечетких значений входных воздействий;
- *IV* (input values) – непустое множество допустимых нечетких входных параметров, которые в отдельные моменты времени генерируют конкретные нечеткие значения входных воздействий: $IV \times MT \rightarrow VII$;
- *UO* (universes of output parameters) – универсумы выходных параметров;
- *VOI* (values of output impacts) – множество нечетких значений выходных величин;

- OV (output values) – множество нечетких выходных параметров, которые в отдельные моменты времени генерируют конкретные нечетких значений выходных величин: $OV \times MT \rightarrow VOI$;
- \overline{STF} (state transition function) – переходная функция состояния, которая с изменением моментов времени отображает нечетких входных параметров зависимо от состояний системы:

$$STF : MT \times MT \times SS \times IV ;$$

- OD (output display) – отображение, которое в конкретные момент времени зависимо от состояния системы определяет нечетких значений выходных величин:
 $OD : MT \times SS \rightarrow VOI$.

Заключение. Разработана математическая формализация представления динамических интеллектуальных систем. Предложенная формализация может быть полезной при моделировании сложных ДС систем, функционирующих в неопределенной среде, особенно при больших размерностях элементов системы, множеств нечетких состояний и входных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем. –М.: Финансы и статистика, ЦИФРА М, –2010. – 432 с.
2. Nəsirova, E. Ə. Q. Çevik istehsalat sisteminin idarəetmə funksiyalarının biliklərin müxtəlif təsvir üsulları ilə modelləşdirilməsi məsələləri / E. Ə. Q. Nəsirova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 3. – P. 63-69. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44220000>
3. Осипов Г.С. Динамические интеллектуальные системы // Искусственный интеллект и принятие решений, – 2008. –№ 1, –С. 47-54.
4. Гусейнзаде, Ш. С. г. Разработка программного обеспечения автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри / Ш. С. г. Гусейнзаде // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Т. 20. – № 3. – С. 55-62. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44219999>
5. Riahi, Y. Artificial intelligence applications in supply chain: A descriptive bibliometric analysis and future research directions / Y. Riahi, T. Saikouk, A. Gunasekaran, [et al.] // Expert Systems with Applications. –2021. – V. 173. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114702>
6. Weiss, H. Multiscale Materials Modeling in an Industrial Environment / Weiss H., Deglmann P., Veld P.J., [et al.] // Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering – 2016. – V. 7, – p. 65-86. DOI:10.1146/annurev-chembioeng-080615-033615
7. Noel, J.P. Supporting generalization in non-human primate behavior by tapping into structural knowledge: Examples from sensorimotor mappings, inference, and decision-making / J.P. Noel, B. Caziot, S. Bruni, [et al.] // Progress in Neurobiology. – 2021. –V. 201.

XÜLASƏ DİNAMİK İNTELLEKTUAL SİSTEMLƏRİN TƏQDİM OLUNMASININ RİYAZİ FORMALLAŞDIRILMASI Hüseynzadə Ş.S.

Açar sözlər: *dinamik sistemlər, qeyri-səlis vəziyyətlər, süni intellekt, qeyri-səlis parametrlərin universumları, linqvistik parametrlər, produksiya qaydaları.*

Süni intellektin dinamik sistemlərə tətbiq edilməsinin müasir vəziyyəti nəzərə alınmaqla, həqiqi obyektlər və riyazi olaraq təqdim olunan laboratoriya obyektləri arasındakı əhəmiyyətli fərqi aradan qaldırmaq məqsədi ilə dinamik intellektual sistemlərin təqdim olunmasının riyazi formallaşdırılması üçün bir

yanasma təklif olunmuşdur. Təqdim olunan formallaşdırma qeyri-müəyyən mühitdə fəaliyyət göstərən mürəkkəb dinamik sistemlərin modelləşdirilməsində faydalı ola bilər.

SUMMARY

MATHEMATICAL FORMALIZATION OF THE REPRESENTATION OF DYNAMIC INTELLIGENT SYSTEMS

Huseynzade Sh.S.

Key words: *dynamic systems, fuzzy states, artificial intelligence, universes of fuzzy parameters, linguistic parameters, production rules.*

An approach to the mathematical formalization of the representation of dynamic intelligent systems is proposed, which takes into account the current state of the introduction of artificial intelligence into dynamic systems, with the aim of eliminating the significant difference between real and mathematically represented laboratory objects. The presented formalization can be useful in modeling complex dynamic systems operating in an uncertain environment.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.07.2021
	Son variant	15.09.2021