

6. Ion P.D.F., Watt S.M. The Global Digital Mathematics Library and the International Mathematical Knowledge. In: Geuvers H., England M., Hasan O., Rabe F., Teschke O. (Eds.). Intelligent Computer Mathematics. CICM 2017. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham, 2017, vol. 10383. P. 56-69. Doi 10.1007/978-3-319-62075-6_5.

DOI 10.18699/sblai2023-02

***Логические и вычислительные аспекты искусственного интеллекта
в семантическом моделировании***

Гончаров С.С.

Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

s.s.goncharov@math.nsc.ru

Вопросы развития исследований в области искусственного интеллекта (ИИ) с момента создания вычислительных машин всегда занимали внимание ученых и разработчиков вычислительной техники с целью ее применения в различных сферах человеческой деятельности и развитии современного общества. Начало исследованиям было положено в работах Я.М. Барздиня, Э. Блюм по извлечению предельных функций по последовательностям начальных данных, ими были построены первые контрпримеры, а также были развиты другие ослабленные требования поиска, которые вылились в машинное обучение. В последнее время на пути успехов в задачах распознавания образов и построения систем обработки естественного языка, систем перевода, систем обработки символьной информации вновь возникли идеи расширения возможностей применения машин в проблемах науки, инженерии и других ранее присущих лишь человеку видах деятельности.

Логические исследования лежат в основе современных ИТ-технологий и развития методов доверительного ИИ. Высокая оценка и признание выдающейся роли логики в развитии научного подхода к исследованию окружающего нас мира и в развитии новых технологий послужили основанием объявления ЮНЕСКО 14 января Днем логики. Генеральным директором ЮНЕСКО Одрэ Азуле было в 2018 году отмечено, что «В XXI веке логика как дисциплина оказалась, как никогда прежде, современной и актуальной для наших обществ и наших экономик. Так, вычислительная техника и цифровая среда представляют собой технологии, изначально основанные на принципах логического и алгоритмического мышления». На заседании Президиума РАН по вопросу ИИ была поставлена проблема доверительного ИИ в разработке научных основ и технологий ИИ, которая требует комплексных исследований, начиная с методологии и заканчивая проблемами безопасности использования сложных программных и машинных комплексов.

В ИМ СО РАН под руководством академиков Ю.Л. Ершова и С.С. Гончарова были инициированы исследования [1] по построению не императивного, а дескриптивного языка программирования на основе логически обоснованного задачного подхода и построения вычислимости на абстрактных моделях. Построен логический язык программирования и его полиномиальная версия [2] на основе развития теории неподвижных точек монотонных логических операторов Барвайса [3], что позволило успешно реализовать программные системы, получить успешно реализованные программы для современных задач в телекоммуникациях, управлении системами платежей, анализе генетической информации и других, которые имеют ясную логическую основу и позволяют делать корректные их модификаций для новых условий и задач.

Сама постановка задачи начинается с построения онтологии предметной области и ее трех этапов формализации в рамках и средствами логического языка, предложенных алгоритмов и их программных реализаций, а также анализа взаимоотношений этих трех уровней формализаций. В основу построения математической теории семантического подхода были положены идеи языка программирования Пролог, теория допустимых множеств, классическая теория вычислимости, включая относительную вычислимость с

оракулами и логическими теориями их обоснования. На концептуально единой математической теории разработан подход в практической реализации этих идей в различных предметных областях: в генетике, медицине, финансовых системах (Е.Е. Витяев), системах документного управления крупными предприятиями (А. Манцивода), телекоммуникациях, системах поддержки принятия решений, платежных системах и задачах автоматизации управления такими системами (Д.И. Свириденко, В. Гумиров, Д.Е. Пальчунов, П. Деменков).

Литература

1. Ershov Y.L., Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Semantic programming. Information processing. Proc. IFIP 10th World Comput. Congress, Dublin. Vol. 10, 1986, 1113-1120.
2. Goncharov S.S., Nechesov A.V. Semantic programming for AI and Robotics. IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, 2022, pp.810-815. Doi 10.1109/SIBIRCON56155.2022.10017077.
3. Goncharov S.S., Nechesov A.V. Polynomial analogue of Gandy's fixed point theorem. Mathematics. 2021;9(17):2102. Doi 10.3390/math9172102.

Logical and computational aspects of artificial intelligence in semantic modeling

Goncharov S.S.

Sobolev Institute of Mathematics of SB RAS, Novosibirsk, Russia

s.s.goncharov@math.nsc.ru

Issues of development of research in the field of artificial intelligence (AI) since the creation of computing machines have always attracted the attention of scientists and developers of computer technology with the aim of its application in various spheres of human activity and the development of modern society. The research began with the work of J.M. Barzdin, E. Blum extracting the limit functions from the sequences of the initial data and they built the first counterexamples, as well as developed other relaxed search requirements that resulted in machine learning. In recent times, in the path of success in the tasks of pattern recognition and construction of natural language processing systems, translation systems, symbolic information processing systems, ideas of expanding the capabilities of machines have arisen again in the problems of science, in the Engineering and other previously human activities.

Logical research is at the heart of modern IT technologies and the development of trusted AI methods. Appreciation and recognition of the outstanding role of logic in the development of a scientific approach to the study of the world around us and in the development of new technologies served as the basis for declaring January 14 as the Day of Logic by UNESCO. UNESCO Director-General Audrey Azoulay noted in 2018 that “In the twenty-first century – indeed, now more than ever – the discipline of logic is a particularly timely one, utterly vital to our societies and economies. Computer science and information and communications technology, for example, are rooted in logical and algorithmic reasoning”. At the meeting of the Presidium of the Russian Academy of Sciences on the issue of AI, the problem of trusting AI in the development of the scientific foundations and technologies of AI was raised, which requires comprehensive research, from methodology to security problems in the use of complex software and machine systems.

At the Sobolev Institute of Mathematics, academicians Y.L. Ershov and S.S. Goncharov initiated research [1] on the construction of not an imperative, but a descriptive programming language based on a logically justified task approach and the construction of computability on abstract models. A logical programming language and its polynomial version [2] were built based on the development of the theory of fixed points of monotonic logical operators Barwise [3], which made it possible to successfully implement software systems to obtain successfully implemented programs for modern tasks in telecommunications, payment systems management, analysis of genetic information and others, which have a clear logical basis and allow you to make their correct modifications for new conditions and tasks.

The statement of the problem begins with the construction of the ontology of the subject area and its three stages of formalization within the framework of the logical language, the proposed algorithms and their software implementations, as well as the analysis of the relationship between these three levels of formalizations. The mathematical theory of the semantic approach was based on the ideas of the programming language Prolog, the theory of admissible sets, the classical theory of computability, including relative computability with oracles and logical theories of their justification. On the basis of a conceptually unified mathematical theory, an approach has been developed for the practical implementation of these ideas in various subject areas: in genetics, medicine, financial systems (E.E. Vityaev), document management systems for large enterprises (A. Mancivoda), telecommunications, decision support systems, payment systems and tasks of automating the management of such systems (D.I. Sviridenko, V. Gumirov, D.E. Palchunov, P. Demenkov).

References

1. Ershov Y.L., Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Semantic programming. Information processing. Proc. IFIP 10th World Comput. Congress, Dublin. Vol. 10, 1986, 1113-1120.
2. Goncharov S.S., Nechesov A.V. Semantic programming for AI and Robotics. IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, 2022, pp.810-815. Doi 10.1109/SIBIRCON56155.2022.10017077.
3. Goncharov S.S., Nechesov A.V. Polynomial analogue of Gandy's fixed point theorem. Mathematics. 2021;9(17):2102. Doi 10.3390/math9172102.

人工智能的邏輯和計算方面 在語義建模中

Goncharov S.S.

Sobolev 數學研究所, 電子郵件

s.s.goncharov@math.nsc.ru

自計算機器誕生以來, 人工智能領域的研究發展問題一直受到計算機技術科學家和開發人員的關注, 旨在將其應用於人類活動的各個領域和現代社會的發展。該研究始於 J. M. Barzdin、E. Blum

從初始數據序列中提取極限函數的工作, 他們構建了第一個反例, 並開發了其他導致機器學習的寬鬆搜索要求。

最近, 在模式識別和構建自然語言處理系統、翻譯系統、符號信息處理系統等任務的成功之路上, 擴展機器能力的想法在科學問題、工程問題中再次出現 和其他以前的人類活動。

邏輯研究是現代 IT 技術和可信人工智能方法開發的核心。

對邏輯在研究我們周圍世界的科學方法的發展和新技術發展中的突出作用的欣賞和認可是聯合國教科文組織宣布 1 月 14 日為邏輯日的基礎。 教科文組織總幹事奧黛麗·阿祖萊在 2018 年指出: “在二十一世紀——事實上, 現在比以往任何時候——邏輯學科都特別及時, 對我們的社會和經濟至關重要。

例如, 計算機科學和信息與通信技術植根於邏輯和算法推理。”

在俄羅斯科學院主席團關於人工智能問題的會議上, 提出了在人工智能的科學基礎和技術發展中信任人工智能的問題, 這需要綜合研究, 從方法論到安全問題在使用複雜的軟件和機器系統。

在索博列夫數學研究所, 院士 Y.L. Ershov 和 S.S. Goncharov 發起的研究 [1]

不是命令式的, 而是基於邏輯上合理的任務方法和抽象模型的可計算性構建的描述性編程語言。 基於單調邏輯運算符 Barwise [3]

的不動點理論的發展, 構建了一種邏輯編程語言及其多項式版本

[2], 這使得成功實現軟件系統成為可能, 以獲得成功實現的現代任務程序

電信、支付系統管理、遺傳信息分析等。

, 它們具有清晰的邏輯基礎, 並允許您針對新的條件和任務進行正確的修改。

問題的陳述從主題領域本體的構建及其在邏輯語言框架內形式化的三個階段開始，提出的算法及其軟件實現，以及這三個層次之間關係的分析 形式化。

語義方法的數學理論基於編程語言 Prolog

的思想、可容許集理論、經典的可計算性理論，包括與 oracles

的相對可計算性和證明其合理性的邏輯理論。

在概念上統一的數學理論的基礎上，已經開發出一種方法來在各個學科領域實際實施這些想法：遺傳學、醫學、金融系統 (E. E. Vityaev)、大型企業的文檔管理系統 (A.

Man c ivoda)、電信、決策支持系統、支付系統和自動化管理此類系統的任務 (D. I.

Sviridenko、V. Gumirov、D. E. Palchunov、P. Demenkov)。

文學

1. Ershov Y.L., Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Semantic programming. Information processing. Proc. IFIP 10th World Comput. Congress, Dublin. Vol. 10, 1986, 1113-1120.

2. Goncharov S.S., Nechesov A.V. Semantic programming for AI and Robotics. IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, 2022, pp.810-815. Doi 10.1109/SIBIRCON56155.2022.10017077.

3. Goncharov S.S., Nechesov A.V. Polynomial analogue of Gandy's fixed point theorem. Mathematics. 2021;9(17):2102. Doi 10.3390/math9172102.

DOI 10.18699/sblai2023-03

Объяснимый искусственный интеллект: проблемы, вопросы и приложения

Марченко М.А.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,

Новосибирск, Россия

marchenko@sscc.ru

Объяснимый искусственный интеллект (Explainable AI) – математическая модель, которая способна объяснять механизмы, лежащие в основе алгоритмов искусственного интеллекта (моделей машинного обучения). Множество решений, применяющих алгоритмы ИИ, представляют собой подобие «черного ящика». Поэтому зачастую не только конечные пользователи, но и сами разработчики не могут точно определить, как именно модель машинного обучения пришла к тем или иным выводам в ходе обработки исходных данных. Понимание работы алгоритмов искусственного интеллекта позволит разработчикам точно оценивать влияние входных признаков на выходной результат модели, выявлять необъективности и недостатки, связанные с работой модели, а также проводить тонкую настройку и оптимизацию такого рода методов. Для пользователей объяснимость результата работы методов искусственного интеллекта важна в части понимания причин выводов, сделанных моделью, а для экспертов – для объяснения тех выводов, которые на первый взгляд не имеют под собой оснований, например при поиске скрытых закономерностей в данных.

В докладе делается обзор алгоритмически обоснованных подходов к разработке методов искусственного интеллекта, описываются методы интерпретации результатов их применения для решения конкретных задач.