

PHILOSOPHY

Sultanova L.B.

MATHEMATICAL INTELLIGENCE: THE POSSIBILITY OF MODELING (PHILOSOPHICAL AND METHODOLOGICAL EVALUATION)

**Sultanova L.B., Russian Federation, Bashkir State
University, professor**

Abstract

The article deals with theoretical and methodological issues of computer science in an interdisciplinary context. Based on the current understanding of artificial intelligence, the author raises and solves the problem of identifying insurmountable border between mathematical intelligence and artificial intelligence. This problem is solved by the author based on the identification of elements of the structure of the mathematical intellect characteristic of the modern knowledge of the subject. The use of tacit knowledge as a methodological tool allows us to treat the development of mathematical knowledge as an evolutionary process, "vector" which is determined by the need of explication of implicit elements, resulting in a mathematical knowledge becomes more stringent. Irrational character of the mechanism of such epistemological explication does not allow him to realize the simulation within artificial intelligence. This can significantly limit the ability of artificial intelligence in the future.

Keywords: tacit knowledge, practical and mathematical intelligence, evolution, heuristic, algorithm, intuition

1. Введение

Проблема реализации идеи artificial intelligence является одной из самых актуальных тем современных междисциплинарных исследований. Под artificial intelligence долгое время рассматривался высокосоввершенный компьютер, способный полностью заменить человека в какой-либо рутинной деятельности, и конкурирующий с ним на равных в решении сложных проблем и математических задач. Суть современного понимания идеологии computer science заключается в том, что artificial intelligence должен не конкурировать с естественным интеллектом, а расширять возможности естественного интеллекта, дополнять и модифицировать его функции. В этом, в основном, и состоит эволюция представлений науки за последние десятилетия об artificial intelligence, и эта эволюция не вызывает сомнений. Artificial intelligence при этом определяется не как некий аналог естественного интеллекта, а как некая «кибервиртуальная реальность», определяемая как «образно-мысленное достраивание мира» в соответствии со значением термином «виртуальный» [1].

Можно предположить, однако, что при качественно более высоком уровне развития компьютерных технологий, когда на повестку дня будет поставлен вопрос о возможности замены человека компьютером (а это время непременно настанет), существенная разница между понятиями естественного интеллекта и artificial intelligence станет принципиальной. Думается, что точку или, по крайней мере, авторитетную запятую в исследовании проблемы реализации artificial intelligence именно как «искусственного разума» может поставить только философия.

С общеполитической точки зрения, в структуре естественного интеллекта усматриваются прежде всего мощные структуры интеллекта практического, тесно связанного с фундаментальными элементами интеллекта математического. Развитие математического интеллекта связано с исторической эволюцией математики и эволюцией её гносеологического статуса. Вопрос о том, где же «пролегает» непреодолимая когнитивная граница между естественным интеллектом и computer science, фактически сводится к вопросу о возможности моделирования computer science на основе математического интеллекта и о границах этого моделирования. Существенное значение при ответе на этот вопрос имеют выводы истории математики. Также необходимо учесть, что вопросы здесь

обсуждаются в рамках постнеклассической научной парадигмы, куда «вписываются» понятия искусственного интеллекта и неявного знания.

2. Практический и математический интеллект

Вообще интеллект (естественный интеллект) можно определить как общие способности субъекта к познанию, пониманию и разрешению проблем. Практический интеллект ориентирован в основном на выработку «команд», т.е. непосредственных рекомендаций к действию. Современная наука в лице представителей эволюционной эпистемологии считает, что эволюция естественного интеллекта реально имела место в истории цивилизации [2]. Результатом такой эволюции можно считать выделение в рамках естественного интеллекта структур математического интеллекта. Под математическим интеллектом корректно понимать способность естественного интеллекта к абстрактному мышлению, посредством функциональной деятельности которого осуществляется математическое познание[3]. Структура математического интеллекта в целом представляет собой комплекс взаимосвязанных элементов.

Выясним, какие же конкретные элементы включает в себя математический интеллект. Понятно, что базовый элемент математического интеллекта – это его основания, которые в современном понимании непременно должны включать в себя базовые, то есть исходные, основания математики. Традиционно к ним причисляют основные понятия и аксиомы геометрии, а также числовую ось. Примем, что основания математики имеют априорный характер. В теоретической форме они применяются в математических дискуссиях и учебниках по математическим дисциплинам. Крайне сложно представить себе математический интеллект и без учёта принципов «правильного мышления», выработанных в своё время Р.Декартом[4]. Это такие, широко известные уже многим поколениям исследователей, правила, как:

- а) начинать с простого и очевидного;
- б) путём дедукции получать более сложные высказывания;
- в) действовать при этом так, чтобы не упустить ни одного звена, *т. е.* сохранять непрерывность цепи умозаключений.

Для воплощения в реальность этих принципов, по Декарту, необходимы интуиция, с помощью которой

5th International Conference on the political, technological, economic and social processes 2015

усматриваются первые начала, и дедукция, позволяющая получать следствия из них[5].

Может показаться, что основания математического интеллекта полностью совпадают с основаниями математики, но это не так. Дело в том, что теоретизация интуитивных представлений субъекта исторически осуществлялась в результате эволюции математического познания в рамках общей эволюции мышления субъекта. И здесь важно учесть связи математического интеллекта с практическим интеллектом, а также их взаимодействие в процессе развития познавательной деятельности человека.

Например, для формирования априорного математического понятия «числа», мышлению необходимы такие элементы практического интеллекта, как интуиция «сравнения» и интуиция «количества». Думается, что априорный комплекс оснований математики в целом входит в состав практического интеллекта в виде особой структуры. Важнейшей спецификой математического интеллекта является то, что он отнюдь не исчерпывается процедурами вычислительного характера, то есть не подлежит полной алгоритмизации. Этот вывод делается некоторыми современными исследователями на основе осмысления результатов программ обоснования математики (формализм, интуитивизм и логицизм) в математике и эпистемологии [6].

Таким образом, можно заключить, что основания математического интеллекта необходимым образом включают в себя не только базовые теоретические основания математики, но и априорный математический комплекс, составляющий с ними единое гносеологическое целое. В целом математический интеллект именно как таковой и функционирует в процессе научного познания, являясь, вместе с тем, ведущей структурой естественного интеллекта. Понятно, что вопрос о происхождении этого априорного комплекса неоднозначен. Если этот априорный комплекс актуален, то можно предположить, что он, в его современном виде, есть результат эволюции мышления в рамках истории всей цивилизации. С этим утверждением согласны представители эволюционной эпистемологии[7]. Если же такой априорный комплекс потенциален, то он должен актуализироваться в рамках мышления конкретного субъекта познания. Первый вариант близок к подходу Им.Канта.

3. Основной вектор эволюции математического знания

5th International Conference on the political, technological, economic and social processes 2015

Эволюционный подход в исследовании этапов развития математического интеллекта позволяет представить исторический процесс формирования математической науки как процесс исторической эволюции математического знания от неявной эвристики к строгому алгоритму.

Для подробного разъяснения сущности эволюционного подхода, в данной ситуации необходимо прибегнуть к концепции неявного знания [8]. Согласно такому подходу, субъект познания, обладающий математическим интеллектом, кроме огромного массива знания, успешно моделирующегося на электронно-вычислительных и компьютерных устройствах, обладает так называемым «неявным знанием». Под «неявным знанием» в математике здесь следует понимать «неявные леммы» и математическую эвристику, обусловленную умением находить решение нестандартных математических задач, и ориентироваться в актуальных проблемах математики. Согласно концепции «неявного знания», в научном познании субъект опирается не только на явное знание, то есть на знание, которое является доказанным и обоснованным, и имеет вид научных теорий, но и на элементы личностного неявного знания, включающего в себя очевидности интуитивного типа и неявные леммы. Такое знание применяется субъектом интуитивно, будучи зачастую не только не доказанным, но даже и не сформулированным в теоретическом виде [9].

Отметим, что, на основе концепции неявного знания, в отечественной философии уже разработана концепция развития и роста математического знания, представляющая собой, по сути, концепцию исторической эволюции математического знания от неявной эвристики к строгой теории. Согласно этой концепции математическое знание в своём эволюционном развитии проходит следующие этапы:

- этап неявной эвристики,
- этап выявленной эвристики,
- этап алгоритмизации эвристики, заканчивающийся её теоретическим осознанием как строгого математического метода;
- этап формализации строгого математического метода.

Последний этап концепции исторической эволюции математики стал возможным только после того, как немецкий математик Д.Гильберт разработал научный метод формализации. Поэтому основное содержание эволюции математического знания (от неявной эвристики к формальной теории) составляет именно уточнение его неявно-интуитивных

элементов. Новое математическое знание изначально при этом интерпретируется как неявная эвристика, нуждающаяся в дальнейшем уточнении [10]. Направление эволюции математического знания при этом определяется следующими соображениями: математическое знание рождается в виде интуитивных «эвристик», т.е. методов, которые изначально не являются алгоритмами. Интуитивные «эвристики» становятся такими алгоритмами, т.е. эффективными математическими методами, только в результате их дальнейшего успешного применения в математике. Понятно, что для этого такие интуитивные «эвристики» должны обладать серьёзным потенциалом, когда открывается возможность решения не одной-двух, а целого класса таких нестандартных задач. С этой точки зрения можно принять, что всё математическое знание, с которым имеет дело субъект, целесообразно представлять не только в виде строгих теорий и дефиниций, но и в виде многомерной матрицы, элементами которой являются не только строгие формализованные утверждения, но и скрытые леммы, неявные предпосылки, а также неявные эвристики.

4. Моделирование математического интеллекта и computer science

История развития математики свидетельствует, что «неявные леммы» со временем могут быть эксплицированы, доказаны и включены в математические теории. Эта экспликация осуществляется в рамках математического интеллекта. Таким образом, в математическом познании постоянно имеет место специфический эволюционный процесс, заключающийся в экспликации её неявных элементов. «Вектор» эволюции при этом направлен в сторону общей формализации всего математического знания, возможности которой, однако, существенно ограничены теоремами Гёделя [11]. Понятно, что это в перспективе уже само по себе ограничивает возможности моделирования математического интеллекта, но это ещё не всё. Дело в том, что это «неявное знание» по своей специфике атрибутивно принадлежит мышлению субъекта познания, и не может быть «отделено» от этого мышления на основе каких-либо рациональных процедур. Неявное знание» может быть вербализовано, а в дальнейшем включено в доказательство и обосновано только под воздействием контрпримеров, позволивших обнаружить такие «неявные леммы» или в результате ретроспективного уточнения существующих математических доказательств. Если такое неявное знание эксплицируется, то в дальнейшем, в виде теоретических

утверждений, включается в текст доказательств. Этот вопрос достаточно хорошо разработан в отечественной философско-научной литературе [12].

Что касается эволюции математического интеллекта, то в результате можно заключить, что в общем современное понимание математического интеллекта должен быть включён новый принцип, связанный с элиминацией «неявных лемм». В соответствии с этим принципом, в математическом познании необходимы «усмотрение», вербализация и последующая экспликация неявных лемм на основе деятельности гносеологического механизма математической интуиции. Этот гносеологический принцип входит в общую структуру математического интеллекта и является результатом эволюции математического познания за последние десятилетия. С учётом этого принципа, в процессе обоснования математического знания предполагается общее итоговое уменьшение интуитивного элемента до минимума. Это позволяет утверждать, что историческая эволюция математического интеллекта, в принципе, завершена.

Следует учесть, что вследствие «герметичности» математических доказательств и априорной истинности этих «неявных лемм», наличное обоснованное математическое знание не может быть опровергнуто, и результаты математического познания не подлежат пересмотру. Однако сложившаяся таким образом в математике когнитивная ситуация не позволяет полностью элиминировать неявные элементы из всей математики в целом, включая основания математики[13].

Понятно, что такая когнитивная ситуация, связанная с организацией и функционированием математического интеллекта, в перспективе действительно существенно ограничивает возможности моделирования computer science. Это означает, что математический интеллект и computer science несоизмеримы в принципе, то есть между ними невозможно «возведение» никаких «эволюционных мостов». На практике это означает, что развитие computer science в перспективе будет определяться сугубо техническими решениями, а сами эти перспективы могут быть существенно ограничены достигнутым инновационным уровнем технического развития artificial intelligence.

5. Заключение

Все вопросы, связанные с artificial intelligence и компьютерными технологиями, в теоретическом плане

5th International Conference on the political, technological, economic and social processes 2015

методологически эффективно рассматривать в рамках междисциплинарных исследований. Эффективно при этом опираться на понятия неявного знания и результаты философии математики, в частности, связанные с исследованием специфики математического интеллекта. Саму область computer science можно интерпретировать как теорию научного открытия, «вывернутую наизнанку», поскольку эти области интегрированы с исследованием работы мышления.

- Представления о содержании самого термина искусственный интеллект (artificial intelligence) в инженерном сообществе исторически изменялись – от понимания этого термина как полного аналога естественного интеллекта на первом этапе исследований, до понимания artificial intelligence как эффективных компьютерных технологий, позволяющих существенно дополнить и усилить возможности естественного интеллекта – уже на современном этапе исследований.

- Эволюция математического интеллекта согласуется с представлением о развитии математического знания, эволюционный вектор которого направлен от «неявных эвристик» к строгим математическим алгоритмам. При этом строгость математического знания достигается в основном за счёт экспликации неявных элементов, содержащихся в мышлении субъекта. Эти неявные элементы применяются субъектом в математическом познании неосознанно, то есть на неявном уровне.

- Представляется, что к настоящему времени эволюционные процессы в развитии математического познания и математического интеллекта, определявшиеся дедуктивной природой математики, в основном завершены, и в области artificial intelligence в основном реализуются практические задачи. Разумеется, теоретико-методологическое осмысление уже имеющихся результатов, и тех результатов, которые будут получены в дальнейшем, будет продолжаться и в перспективе дальнейшего развития математики.

- Важнейшим элементом математического интеллекта современного субъекта познания является гносеологический механизм экспликации «неявных элементов» математического знания («неявных лемм»), сформировавшийся в результате эволюционного характера развития математики. «Вектор» этого развития направлен в сторону увеличения строгости и повышения надёжности математического знания.

- Наличие неявных элементов в математических теориях и нерациональный характер гносеологического

5th International Conference on the political, technological, economic and social processes 2015

механизма экспликации этих неявных элементов, в перспективе существенно ограничивают возможности моделирования математического интеллекта посредством компьютерных технологий. При этом предполагается, что математика имеет гносеологический статус дедуктивной науки, опирается на принципы априоризма и традиционно понимаемые основания.

References

- [1] Karakozov E.I. Philosophical and methodological problems of modeling in artificial intelligence systems //New in artificial intelligence. Methodological and theoretical issues. Ed. D.I.Dubrovski and V.A.Lektorski. M: INTELL. 2005. P. 199-200.
- [2] Kezin A.V., Follmer G. Modern epistemology: the naturalistic turn. Sevastopol: SPC «ECOS-Hydrophysics», 2004. 392 pp.
- [3] Sultanova L.B. Mathematical intelligence in cognitive studies. Vestnik TSU. Philosophy. Sociology. Politics. 2010, № 2 (10). Tomsk: Publishing House of Tomsk State University. P. 64-72.
- [4] Descartes R. Discourse on Method to correctly guide your mind and find the truth in the sciences: Vol. 2 t. T 1. M.: Thought, 1989. - P. 250-273.
- [5] Descartes R. Discourse on Method to correctly guide your mind and find the truth in the sciences: Vol. 2 t. T 1. M.: Thought, 1989. - P. 250-273.
- [6] Penrose R. Shadows of the Mind: in search for the Missing Science of Consciousness. Part I: Understanding of the mind and the new physics. - Moscow-Izhevsk: Institute of Computer Science. 2003, pp 320-321.
- [7] Kezin A.V., Follmer G. Modern epistemology: the naturalistic turn. Sevastopol: SPC «ECOS-Hydrophysics», 2004. 392 pp.
- [8] Polanyi M. Personal knowledge. M.: Progress, 1985.
- [9] Sultanova L.B. Neyavnoe znanie v matematike. Saarbrücken (Germany): Ed. House LAP LAMBERT Academic Publishing, ISBN 978-3-8433, 2011. 212 pp.
- [10] Sultanova L. B. The role of implicit presuppositions in the historical justification of mathematical knowledge // Voprosy Filosofii, 2004, № 4. M.: «Nauka». Pp. 102-115.
- [11] Uspenskii V.A. Gödel's incompleteness theorem. - M.: «Nauka», 1982 - 111 p.

**5th International Conference on the political,
technological, economic and social processes 2015**

- [12] Sultanova L.B. Neyavnoe znanie v matematike. Saarbrücken (Germany): Ed. House LAP LAMBERT Academic Publishing, ISBN 978-3-8433, 2011. 212 pp.
- [13] Sultanova L.B. The role of implicit presuppositions in the historical justification of mathematical knowledge // Voprosy Filosofii, 2004, № 4. M. : «Nauka». Pp. 102-115.