

УДК: 004.8

Семантические алгоритмы как основа создания доверенных систем искусственного интеллекта

A.A. Ryazanova, A.Yu. Shcherbakov, V.V. Kuzmenko,
A.V. Gleym, A.A. Santev

Semantic Algorithms as the Basis for Creating Trusted Artificial Intelligence Systems

Abstract. This article is the most important part of the research devoted to the methodological understanding of artificial intelligence based on the work of semantic tools. Semantic artificial intelligence is considered as the only effective means of solving such problems inherent in modern information systems as the complexity of compiling search queries and dialogue with the system in natural language, the inability to take into account the experience and preferences of the user, and the lack of a clarifying dialogue between the system and the user. The role of semantic AI systems in making transparent and explainable decisions in manufacturing enterprises, in the field of transport and other critical areas of the economy is especially emphasized.

Keywords: artificial intelligence, integration, semantic algorithm, set-theoretic comparison, sets model.

А.А. Рязанова¹

А.Ю. Щербаков²

В.В. Кузьменко³

А.В. Глейм⁴

А.А. Сантьев⁵

¹Вице-президент Ассоциации РКЦФА по международной деятельности.

E-mail: a.ryazanova@c3da.org

²Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РАН (ИТМиВТ им. С.А.Лебедева), президент Ассоциации РКЦФА.

E-mail: x509@ras.ru

³Вице-президент Ассоциации РКЦФА по направлению Финтех.

v.kuzmenko@c3da.org

⁴Кандидат технических наук, начальник Департамента квантовых коммуникаций ОАО «РЖД».

GleymAV@center.rzd.ru

⁵Сотрудник лидирующего исследовательского центра «Национальный центр квантового интернета», Национальный исследовательский университет ИТМО.

E-mail: aasantev@itmo.ru

Аннотация. Данная статья является важнейшей частью исследования, посвященного методологическому осмыслению искусственного интеллекта, основанного на работе семантических инструментов. Семантический искусственный интеллект рассматривается как единственное эффективное средство решения таких свойственных современным информационным системам проблем, как сложность составления поисковых запросов и диалога с системой на естественном языке, невозможность учета опыта и предпочтений пользователя, отсутствие уточняющего диалога системы с пользователем. Особо подчеркивается роль систем семантического ИИ в принятии прозрачных и объяснимых решений на производственных предприятиях, в сфере транспорта и других важнейших областях экономики.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интеграция, семантический алгоритм, теоретико-множественное сравнение, модель множеств.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время достаточно обширный научный и публичный дискурс посвящен системам и различного рода «решениям» искусственного интеллекта (ИИ). При этом в одну и ту же область смешиваются решения классической робототехники, связанные с управлением техническими системами, нейросетевые алгоритмы обучения и принятия решений, методы моделирования сознания, имеющие имитационный характер, и многое другое [1, 2, 3].

Методологическое осмысление проблемы

ИИ даже в области постановки задач, формулирования терминов и определений испытывает достаточно много трудностей. Часть из них априорно «встроена» в проблему. Например, проблема «обучения» нейросети практически имитирует процесс человеческого мышления и принятия решений, поскольку для обучения необходимо сделать выборки «правильных» или типовых решений, что связано с их потенциальной субъективностью и ошибочностью.

Далее, кроме неразрешимых юридических проблем принятия решений системами ИИ на производстве и транспорте, встает задача не-прозрачности и необъяснимости этих реше-

ний.

Системы семантического ИИ, созданные первоначально для конструктивного решения части задач, недоступных для нейросетевого ИИ, несут в себе более конструктивные философские и мировоззренческие основы.

В первую очередь весьма важно, что в них заложен механизм надмирной интеграции, связанный с восприятием языка и слов, как универсального описания объектов и явлений, заданных с момента существования воспринимаемой нами реальности.

Далее, механизм обработки слов и текстов подразумевает первичную и имманентно заданную интегративность процессов коммуникации и формулирования результатов деятельности, то есть, язык является инструментом универсальной коммуникации между по-разному функционирующими системами, которыми в первую очередь являются люди. Процессы логического и интуитивного мышления устроены по-разному у каждого человека, тем не менее, словами мы можем выразить достаточно широкий спектр понятий, необходимых для совместной деятельности. Не зря апокрифическим примером является строительство вавилонской башни, которое прекратилось после невозможности коммуникации людей, как «строительных систем», между собой.

Таким образом, семантический обмен информацией и ее преобразование, может быть основой для внутренней логики и общения с внешними искусственными системами, которые, по процессам обработки и преобразования информации, могут и не быть имитацией человеческого сознания.

Надо отметить, что нейросети, рассматриваемые как технологическая основа систем ИИ, лишены этого универсализма – моделируя успешно процессы установления устойчивых нейронных связей в мозгу человека и приматов, они замыкают процесс мышления, формирования выводов и умозаключений некоторой усредненной человеческой логикой.

МОДЕЛЬ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

В литературе в качестве первичной модели

семантической обработки утвердилось следующая – первично рассматриваются некоторые тексты, понимаемые как последовательность слов [4].

В самом простом случае рассмотрим два текста: T и R. Задача ставится следующим образом: необходимо конструктивно и вычислительно нетрудоёмко сравнить тем или иным образом эти тексты. Например, теоретико-множественное сравнение выполняется по «облаку» слов, входящих в эти тексты.

Используя диаграммы Эйлера для условно пересекающихся множеств, рассмотрим три множества: 1 – множество слов, входящих только в текст T, 2 – множество слов, входящих только в текст R и 3 – пересечение текстов T и R. Заметим, что множество 3 может быть и пустым. Объединение множеств 1, 2 и 3 совпадают с объединением текстов T и R, понимаемых как множества слов (упорядоченные или неупорядоченные).

Принимая априорно, что чем больше мощность множества 3, тем более возможно говорить о том, что тексты «сходны» между собой, конструктивно для оценки сходства текстов ввести следующие меры [5].

Обозначим $m(i)$ – мощность множества i .

«Нулевая» мера (исторически введенная первой)

$$M_0 = 2m(3) / ((m(1) + m(2)))$$

«Верхняя» мера

$$M = 0.5(m(3) / m(1) + m(3) / m(2))$$

«Нижняя» мера

$$M = m(3) / (m(1) + m(2) + m(3))$$

Несмотря на простоту, эта конструкция достаточно универсально работает для различных семантических задач.

Задавая в качестве R некоторые эталонные тексты и оценивая значения введенных мер на множествах 1-3, мы можем решать задачи принадлежности текста к некоторой тематике, делать выводы об авторстве текста, а также оценивать по множеству 1 (возможно, даже по его мощности в первом приближении) об оригинальности текста и его новизне, а также решать широкий круг задач работы с текстами.

ПРИМЕР ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В современных реалиях информационных систем можно отметить следующее:

- сложность составления поисковых запросов и диалога пользователя с информационной системой на естественном языке,
- невозможность учета опыта предметной области, а также опыта и предпочтений пользователя
- отсутствие уточняющего запрос диалога системы с пользователем.

Рассмотрим практический пример технологии семантического поиска на основе неформального запроса машиниста электровоза при появлении на пульте индикаций неисправности: «сработало реле перегрузки в цепи отопления поезда КА1».

Вполне очевидно, что простой поиск в инструкции по эксплуатации электровоза результатов не даст вообще.

По текстовому руководству большого объема [6] осуществим сравнение текстов и вычисление описанных выше метрик.

Рассмотрим два фрагмента инструкции.

Первый фрагмент, файл e1.txt

Пробой изоляции первичной обмотки тягового трансформатора или сетевых реакторов (обозначение на электрической принципиальной схеме L1.1, L1.3, L1.5) всегда неизбежно вызывают короткое замыкание сетевых цепей электровоза. На переменном токе это приводит к автоматическому срабатыванию главного выключателя с выдачей диагностического сообщения FLG1-234. На постоянном токе скорость нарастания тока короткого замыкания может быть различной в зависимости от того, в каком месте обмотки произошел пробой изоляции на землю и какая индуктивность оказалась в контуре этого короткого замыкания.

Если ток короткого замыкания нарастает очень интенсивно, быстродействующий выключатель сработает автоматически по своей уставке с выдачей диагностического сообщения FLG1-207. Если ток короткого замыкания нарастает относительно медленно,

то этот процесс первым «увидит» дифференциальное реле TA5. При его срабатывании по уставке 50 А произойдет отключение быстросрабатывающего выключателя с выдачей диагностического сообщения FLG1-260.

Устранить такие повреждения на линии или «обойти» их какой-либо аварийной схемой невозможно. При таких повреждениях вызов вспомогательного локомотива неизбежен.

Второй фрагмент, файл e2.txt

Пробой межвитковой изоляции обмоток тягового трансформатора и блока реакторов, как правило, не могут быть выявлены по каким-либо электрическим параметрам. Они проявятся естественным образом, когда из-за местного перегрева обмоток и разрушения изоляции приведут к короткому замыканию на землю. Другой эффективный способ обнаружения таких отказов — газовое реле Бухгольца. Местный перегрев обмоток, как правило, сопровождается выделением газов в масле. Этот газ скапливается в полости реле Бухгольца и вызывает его срабатывание.

Пробой на землю изоляции обмотки тягового трансформатора для отопления поезда обычно может быть выявлен по срабатыванию реле перегрузки в цепи отопления поезда КА1, так как вывод 2VC обмотки всегда заземлен через цепь этого реле. Исключение могут составлять пробой в частях обмотки отопления поезда с низким напряжением относительно земли. В этом случае ток короткого замыкания может быть ниже уставки реле КА1. Но такой процесс, так же как и в случаях пробоев межвитковой изоляции обмотки отопления, может быть выявлен по срабатыванию реле Бухгольца.

Вычисление описанных выше метрик на языке С выглядит следующим образом:

Вычисление мощностей множеств:

```
n01=CSVitem("onlyone.csv");
n02=CSVitem("onlytwo.csv");
n03=CSVitem("common.csv");
```

Вычисление метрик

```
r1=0.5*( (float)n03/(float)n1+(float)n03/(float)n2);
printf("1-st Equal metric = %f [%d\%]\n", r1 ,(int)(r1*100) );
r0= 2.0*(float)n03/( (float)n1+(float)n2 );
```

```
printf("Null-Equal metric = %f [%d%%]\n", r0, (int)(r0*100) );
r2=((float)n03)/((float)(n01+n02+n03));
printf("2-d Equal metric = %f [%d%%]\n", r2, (int)(r2*100) );
printf("Medium = %f [%d%%]", 0.333*(r0+r1+r2), (int)(33.33*(r0+r1+r2)) );
```

Сравнение запроса с первым фрагментом

Files:

[e1.txt]=125 words [zapr.txt]=7 words All=132
[onlyone]=123 [onlytwo]=5 [common]=2

All=132

Files metrics is correct

1-st Equal metric = 0.150857 [15%]->Hihg
Null-Equal metric = 0.030303 [3%]->Medium
2-d Equal metric = 0.015385 [1%]->Down
Medium = 0.065449 [6%]

Сравнение запроса со вторым фрагментом

Files:

[e2.txt]=107 words [zapr.txt]=7 words All=114
[onlyone]=102 [onlytwo]=2 [common]=5

All=114

Files metrics is correct

1-st Equal metric = 0.380507 [38%]->Hihg
Null-Equal metric = 0.087719 [8%]->Medium
2-d Equal metric = 0.045872 [4%]->Down
Medium = 0.171195 [17%]

Как легко видеть, метрики сравнения запроса с текстом для второго фрагмента существенно выше, поэтому машинист может сделать обоснованный вывод о том, что причина неисправности:

«Пробой межвитковой изоляции обмоток тягового трансформатора и блока реакторов, как правило, не могут быть выявлены по каким-либо электрическим параметрам. Они проявятся естественным образом, когда из-за местного перегрева обмоток и разрушения изоляции приведут к короткому замыканию на землю»

Найдено такое универсальное представление текстов, связанное вычислением хеш-функций, которое позволяет обеспечить их эффективное сравнение и другие операции, а именно:

- составление словаря слов, встречающихся в тексте,
- выявление устойчивых словесных конструкций,
- частотный анализ текста на уровне слов,

- вспомогательные операции с текстами (компактное хранение, автоматический подстрочный перевод, сортировка по тематике и области знаний, озвучивание).

Как мы уже отмечали выше, путь нечеткой логики нейросетей для технических и медицинских обучающихся систем с высоким уровнем ответственности за принятие решение и высокой ценой ошибок является неперспективным.

Нужны методы, которые позволяют принимать детерминированные (определенные, повторяемые и объясняемые) решения.

Механизм индексирования и сравнения текстов дает нам такой способ.

В перспективе мы стремимся к созданию искусственного интеллект-помощника (ИИП) [7]. ИИП представляет собой приложение, являющееся обучаемой псевдоразумной системой, связанной в интернет-пространстве с другими интеллект-помощниками. ИИП имеет наращиваемую модульную архитектуру, которая включает ядро и дополнительные модули, которые подключаются к ИИП по стандартным интерфейсам.

Развернутая семантическая модель

Более конструктивной для прототипов искусственного интеллекта имитационного или самостоятельного типа является модель трех множеств.

Рассмотрим теперь три текста: T, R и X.

Тогда образуется совокупность следующих объектов (представлены в виде множеств на рис. 1):

- 1 – слова, входящие только в T,
- 2 – слова, входящие только в R,
- 3 – слова, входящие только в X,
- 4 – пересечение текстов T и R,
- 5 – пересечение текстов R и X,
- 6 – пересечение текстов T и X,
- 7 – пересечение текстов T, R и X.

Данная модель позволяет внести в процесс функционирования как зависимость от дискретного времени, так и архитектурные особенности, связанные с объектами рассмотрения (окружающий мир, сознание и подсознание), либо категории самого субъективного времени (прошлое, настоящее и будущее).

Пусть в текущий момент дискретного времени T – это информация от окружающего мира,

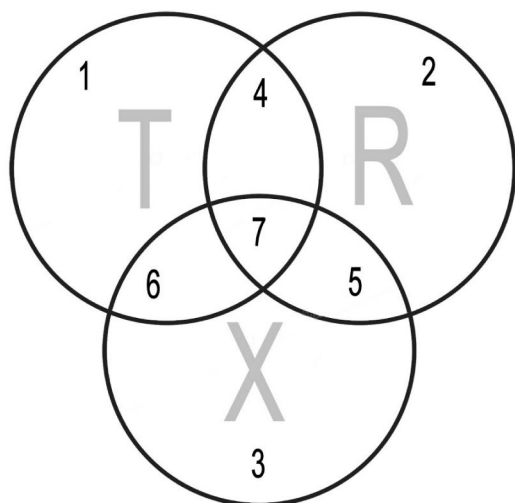


Рис.1 Модель трех множеств для семантического искусственного интеллекта

выраженная в виде слов-понятий, R – сознание мыслящей (когнитивной) системы (КоС) в виде полного на текущий момент дискретного времени набора понятий (слов, объектов), осмысленных (имеющихся в распоряжении КоС), X – подсознание (понимаемое как область интуитивных восприятий), также выраженное в понятиях (словах, выражениях).

Тогда возможны следующие интерпретации множеств:

- 1 – информация окружающего мира, не воспринятая когнитивной системой,
- 2 – набор понятий сознания, не участвующих в процессах восприятия (пассивные знания и навыки),
- 3 – подсознательная область, пассивная на данный момент.
- 4 – область соприкосновения окружающего мира и сознания (например, вся совокупность образов, поданная сознанию или воспринятая сознанием от органов чувств).

5 – область влияния бессознательного в сознании,

6 – область интерпретации окружающего мира подсознанием,

7 – точка текущего восприятия (мысль, точка сборки или фокус сознания) КоС.

Заметим, что такая модель сознания непротиворечива даже с точки зрения модного мнения о том, что мысли (множество 7) зарождаются вне КоС (в первую очередь, человека). В этом случае, множеством X является внешняя коммуникативная система (астрал или ментал).

Естественным образом, множества T, R и X меняются в некоторые (или любые) моменты дискретного времени, меняются также множества 1-7, а процессы их изменений в широком диапазоне описывают процесс функционирования КоС, то есть, процесс мышления в частности, или процесс обработки информации когнитивной системой в общем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлены элементарные и развернутые семантические алгоритмы, применимые не только для создания систем технической и медицинской диагностики, но и «легких» систем искусственного интеллекта без использования нейросетей с компактным и доверенным исходным кодом.

Результатом описанных в статье исследований может стать высоконадежная и высокозащищенная самообучающаяся информационная система, не имеющая аналогов в мире, независимая от Интернета, работающая с использованием мобильных устройств, обеспечивающая реальный прорыв в информационно-справочном обеспечении и обучении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рязанова А.А., Щербаков А.Ю. Искусственный интеллект как феномен имитации // Вестник современных цифровых технологий. 2019. №1. С. 56-61.
2. Танг Динх, Ми Тай. Искусственный интеллект и блокчейн: идеальная пара. URL: <https://www.osp.ru/os/2018/04/13054611>

3. Правиков Д.И., Глейм А.В., Егоров В.И., Рязанова А.А., Щербаков А.Ю. К вопросу о формулировании системного подхода к исследованиям в области цифровых платформ, распределенных реестров и цифровых активов // Вестник современных цифровых технологий. 2021. №9. С. 5-14.
4. Рязанова А.А., Анисимова А.Э. О методике сравнительного квалификационного анализа требований к профессиональным навыкам с целью коррекции национальных образовательных программ // Научно-технический сборник "Научно-техническая информация", сер. 2 Информационный процессы и системы, 2019. № 2. С. 29-35.
5. Рязанова А.А., Щербаков А.Ю. К вопросу о метриках сходства текстов для методов их автоматизированного сравнения // Приоритетные задачи и стратегии развития технических наук. Выпуск II. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции (25 мая 2017 г.), г. Тольятти. С. 66-69.
6. Система управления и диагностики электровоза ЭП10 // Под ред. С. В. Покровского. — М.: Интекст, 2009 — 356 с.
7. Рязанова А.А., Щербаков А.Ю. Архитектура искусственных интеллект-помощников и мега-интернет // Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 172-175.