

УДК 004.891.2

Модель искусственного интеллекта на реляционных множествах

*Гусев А.П., студент
кафедра «Компьютерные системы и сети»,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Руденко Ю.М., к.т.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
v.suzev@bmstu.ru*

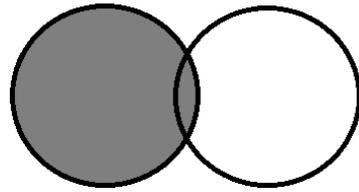
Развитие технологий во всем мире приходит к созданию по большей части интеллектуальных устройств. Однако за развитием понятия «интеллекта» стоят сложные и зачастую эвристические алгоритмы. Они часто ошибаются и зачастую требуют значительных вычислительных ресурсов.

Для построения логических цепочек любого вида, современные системы используют логику, основанную на нескольких базовых операциях:

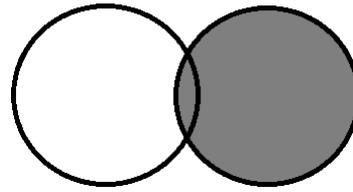
- Отрицание («не») (\neg)
- Конъюнкция («и») (\wedge или $\&$)
- Дизъюнкция («или») (\vee)
- Импликация («следует») (\rightarrow)
- Эквивалентность («равны») ($=$)
- Неэквивалентность («не равны») (\neq)

Их достаточно для отображения любой логики принятия решения для конечного алгоритма, и возможность их выполнения берется за показатель состоятельности системы ИИ (Искусственного Интеллекта). Однако на вычисления громоздких логических выражений уходит огромное количество времени, тогда как их можно выполнить побочно с более существенными преобразованиями над данными.

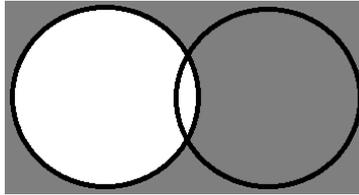
Углубимся в понятие логических операций, согласно определению, это операция над высказываниями, позволяющая составлять новые высказывания путем соединения более простых[2]. Чтобы избежать неточностей в представлении логических операций, проиллюстрируем их на примере множеств (Рисунок 1).



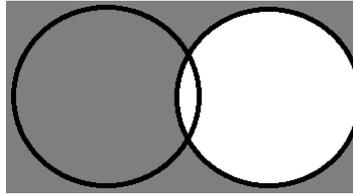
а) Множество А



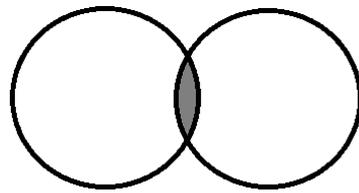
б) Множество В



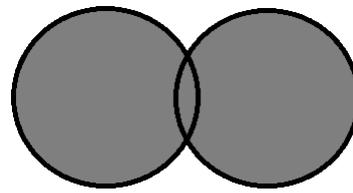
в) Множество «не» А



г) Множество «не» В

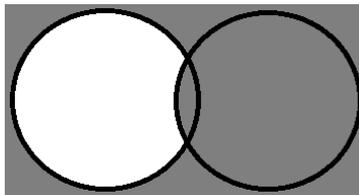


д) Множество А «и» В

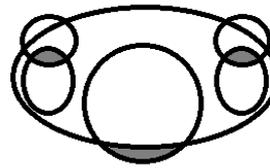


е) Множество А «или»

В



ж) Множество из А
«следует» В



з) Множество А и В
или С и D или Е и !F

Рис 1. Наглядное изображение логических операций

Из этого простейшего примера достаточно хорошо заметно, что определенная совокупность таких операций может выделить для нас любую фигуру из образованных этими множествами. В данном случае остается лишь обеспечить, чтобы круги множеств образовали необходимую нам картину.

Чтобы максимально приблизить разрабатываемую систему к функционированию памяти человека, рассмотрим операции, выполняемые нашей памятью с точки зрения психологии.

Сравнение выделенных объектов. Чтобы отразить с помощью мышления какие-либо связи и отношения между предметами или явлениями объективного мира, необходимо, прежде всего, в восприятии или представлении выделить эти явления.[3]

Например, чтобы понять причину неудачного выполнения спортсменом данного физического упражнения, необходимо сосредоточить свою мысль на этом упражнении и на тех условиях, при которых оно выполнялось. Это выделение всегда связано с осознанием задачи, оно предполагает предварительную постановку вопроса, который и определяет собой выделение интересующих нас объектов. Сравнивая явления друг с другом, мы отмечаем как сходство, так и различие их в определенных отношениях, их тождество или противоположность. Например, низкий или высокий старты сходны между собой по своему назначению, являясь начальным моментом упражнения, но различаются по положению тела спортсмена.[4] Сравнивая выделенные в процессе мышления явления, мы точнее познаем их и глубже проникаем в их своеобразие.

Абстракция. Чтобы осуществился процесс мышления, необходимо не только различать отдельные свойства предметов, но и мыслить эти свойства отвлеченно от самих предметов.[3] Такая мыслительная операция называется абстракцией (от лат. абстракций — отвлечение). Процесс абстрагирования есть мысленное (временное) отвлечение одного свойства вещи от других ее свойств, одного предмета от других предметов, с которыми он в действительности связан. Так, исследуя закономерности процесса реакции спортсмена на старте, психолог-эксперименталист выделяет только один элемент этого процесса — латентный период, отвлекаясь (пока, на время) от таких побочных явлений, как влияние на спортсмена зрителей, его личное отношение к данному соревнованию и т. д.[4] Абстракция позволяет проникнуть «вглубь» предмета, выявить его сущность, образовав соответствующее понятие об этом предмете.

Обобщение. Абстракция всегда соединяется с обобщением; абстрагированные свойства предметов мы сейчас же начинаем мыслить в их обобщенном виде. [3] Например, разбираясь в характерных особенностях удара боксера при нокауте, мы выделяем такое его свойство, как резкость; при этом мы мыслим это свойство в его обобщенной форме, пользуясь понятием резкости, сложившимся у нас на основании знакомства с этим явлением во многих других случаях (не только в боксе, но и в фехтовании; не только при ударе, но и при отбивании мяча и т. д.), т. е. как соединение силы с кратковременным прикосновением к поражаемому объекту. [4] Уже одна эта умственная операция позволяет нам отразить в своем сознании сущность явления: поражающая сила удара при нокауте заключается именно в его резкости.

Конкретизация. Абстракция всегда предполагает противоположную ей мыслительную операцию — конкретизацию, т. е. переход от абстракции и обобщения обратно к конкретной действительности. В учебном процессе конкретизация часто выступает как приведение примера для установленного общего положения. В

соединении с абстракцией конкретизация является важным условием правильного понимания действительности, так как она не позволяет мышлению отрываться от живого созерцания явлений. Благодаря конкретизации наше мышление становится жизненным, за ним всегда чувствуется непосредственно воспринимаемая действительность. Отсутствие конкретизации приводит к тому, что знания становятся голыми абстракциями, оторванными от жизни, а потому и бесполезными.[3]

Анализ. Анализом называется мысленное разложение какого-либо сложного предмета или явления на составляющие его части. В практической деятельности анализ приобретает форму фактического расчленения предмета на составляющие его части. Возможность практически выполнить такое расчленение лежит в основе мысленного расчленения предмета на его элементы.[3] Например, думая о сложной структуре прыжка, мы мысленно выделяем в нем следующие основные части: разбег, толчок, фаза полета, приземление. Этот мысленный анализ облегчается тем, что и в действительности мы можем выделить эти моменты и совершенствовать в процессе тренировки скорость разбега, силу толчка, правильность группировки в полете и т. д.[4]

Синтез. Синтезом называется обратный анализу процесс мысленного воссоединения сложного предмета или явления из тех его элементов, которые были познаны в процессе его анализа. Благодаря синтезу мы получаем целостное понятие о данном предмете или явлении, как состоящем из закономерно связанных частей. Как и при анализе, в основе синтеза лежит возможность практически выполнить такое воссоединение предмета из его элементов. При анализе выделяются не всякие части, а лишь те, которые имеют для данного предмета существенное значение. В таком физическом упражнении, как прыжок, можно отметить много разных элементов: движение рук, движение головы, мимику лица и т. д. Все эти элементы в той или иной степени связаны с данным упражнением, и мы их выделяем. Однако в процессе научного анализа мы опираемся не на эти, а на существенные части целого, без которого это целое не может существовать. [3] Существенными для прыжка являются не мимика лица или движения головы и рук, а разбег и толчок.[4]

Выделение существенных элементов при анализе сложного явления происходит не механически, а в результате понимания значения отдельных частей для целого. Прежде чем мысленно выделить существенные признаки или части, мы должны иметь хотя бы смутное общее синтетическое понятие обо всем объекте в целом, в совокупности всех его частей. Такое понятие возникает в результате предварительного, образующегося еще до детального анализа общего представления о предмете на основе практического знакомства с ним. [5]

$$\forall a \exists b \forall c (c \in b \leftrightarrow \forall d (d \in c \rightarrow d \in a))$$

- аксиому объединения (для любого семейства a множеств существует множество $b = \cup a$, называемое объединением множества a , состоящее из тех и только тех элементов, которые содержатся в элементах множества a);

$$\forall a \exists b \forall c (c \in b \leftrightarrow \exists d (d \in a \wedge c \in d))$$

- аксиому выбора (для каждого семейства непустых непересекающихся множеств существует (по меньшей мере одно) множество d , которое имеет только один общий элемент c с каждым из множеств b данного семейства);

$$\forall a (a \neq \emptyset \wedge \forall b (b \in a \rightarrow b \neq \emptyset) \wedge \forall b_1 \forall b_2 (b_1 \neq b_2 \wedge \{b_1, b_2\} \subseteq a \rightarrow b_1 \cap b_2 = \emptyset) \rightarrow \exists d \forall b (b \in a \rightarrow \exists! c (b \cap d = \{c\})))$$

Ставя им в соответствие операции, выполняемые человеческой памятью (Рисунок 3):

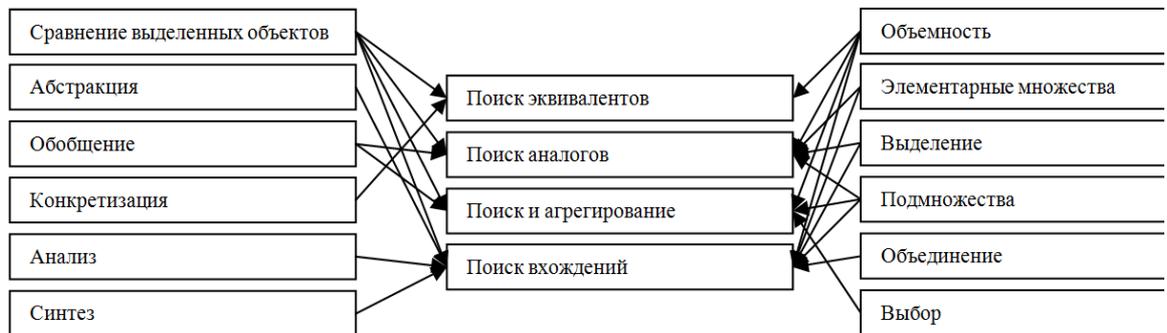


Рис. 3. Соответствие мысленных операций и аксиом программным операциям

Довольно сложным вопросом является классификация и представления данных в нашем с вами сознании, можно считать, что разработка правильной модели является одним из главных параметров при построении моделей искусственного интеллекта.

Как известно в поставленной нами задаче, необходимо хранить огромные объемы данных, учитывая и сохраняя их взаимосвязи, предоставлять быстрый и удобный доступ. В современных базах данных часто используют реляционную модель данных, мы же усовершенствуем ее под нашу конкретную задачу и добавим свойства связей между таблицами данных, а в качестве элементов этих таблиц будем использовать множества двух типов:

- Вариантное (устанавливает отношение аналогии между членами)
- Объединяющее (устанавливает отношение совокупности между членами)

Над множествами, как элементами базы данных нашего ИИ, определены следующие операции оптимизирующие структуру связей между ними по следующим правилам:

- Поиск вхождений (правило,

$$\forall A \forall B, \exists A \subset B: (\forall a_{i+k} = b_i/a_{i+k} \in A, b_i \in B, k \in D, i = \overline{0, |B|})$$

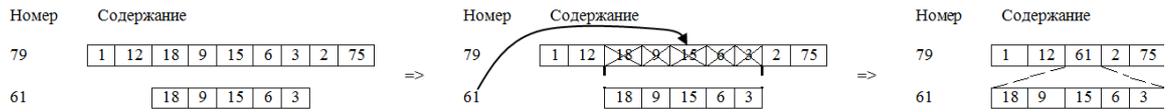


Рис 4. Представление поиска вхождений

- Поиск эквивалентов (правило,

$$\forall A \forall B, \exists A = B: (\forall a_i = b_i/a_i \in A, b_i \in B, i = \overline{0, |B|})$$



Рис 5. Представление поиска эквивалентов

- Поиск аналогов (правило,

$$\forall A \forall B, \exists A \cap B: (\forall a_i = b_i/a_i \in A, b_i \in B, i = \overline{n, m}: n < m, n > 0, m < |B|)$$

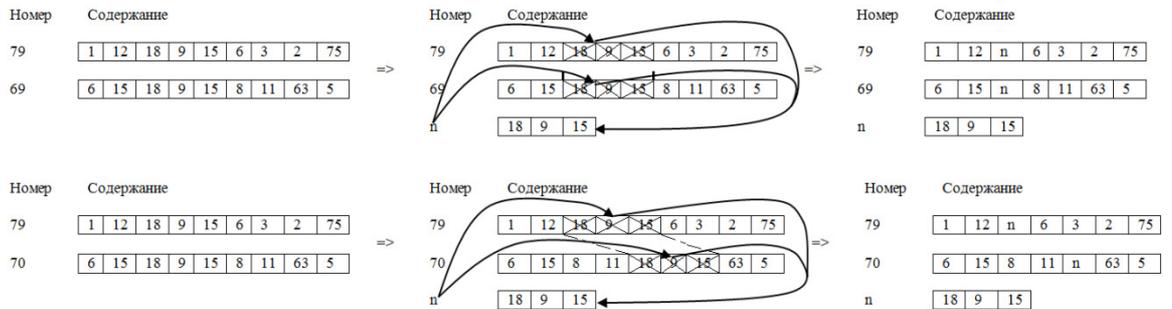
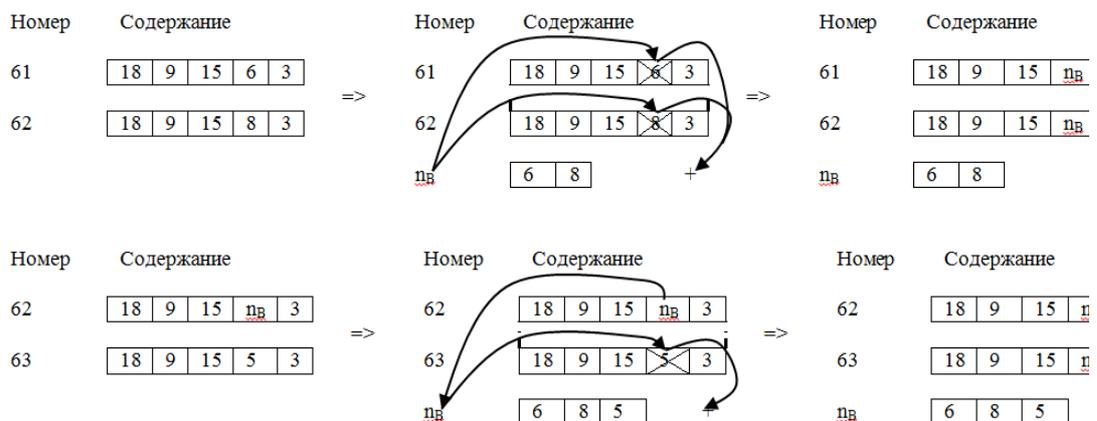


Рис 6. Представление поиска аналогов

- Поиск и агрегирование (правило,

$$\forall A \forall B, \exists A \approx B: (\forall a_i = b_i/a_i \in A, b_i \in B, i = \overline{0, k} \& \overline{k, |B|}: 0 < k < |B|)$$



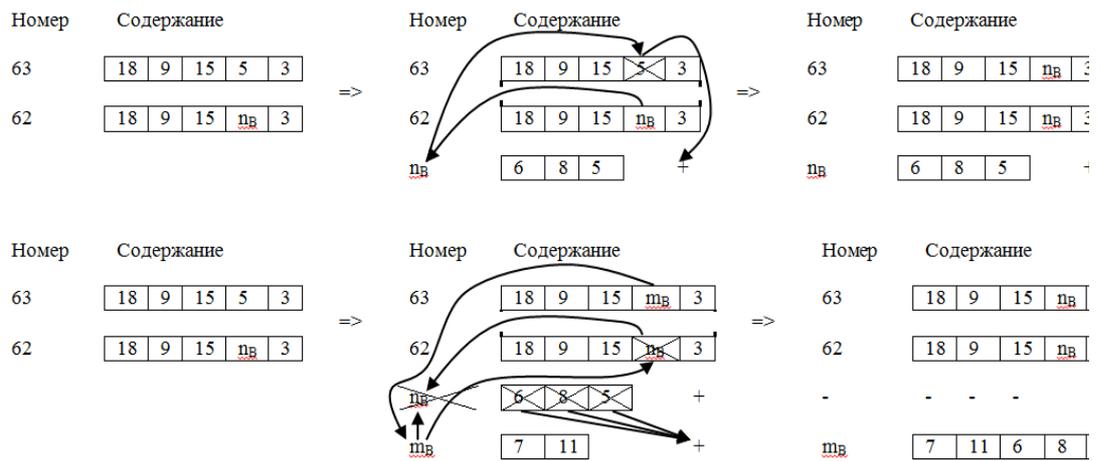


Рис 7. Представление поиска и агрегирования

Процесс генерации решения разбивается на подзадачи, для упрощенного рассмотрения, которые могут выполняться параллельно, т.к. алгоритмически являются независимыми:

- Сначала необходимо найти эквивалент введенной в обработку части данных в списках генерационных листов.
- Следует провести нисходящий генерационный анализ вхождений ячеек вариантов и прибавить их значения текущей темы.
- Выполняется восходящий анализ вариантов и после приемлемого выбора система переходит к генерации следующей ячейки в листе.
- Осуществляется сборка ячейки нисходящей генерацией.

На рисунках 8,9 и 10, предоставлены модели описанных подзадач.

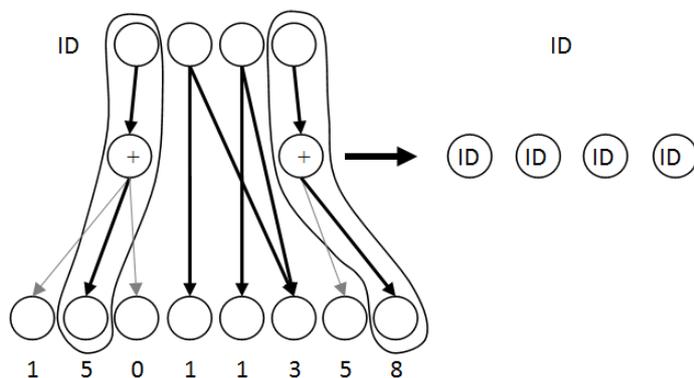


Рис. 8. Нисходящая сборка в глубину по максимальным параметрам темы (аналогично поиску по вхождению)

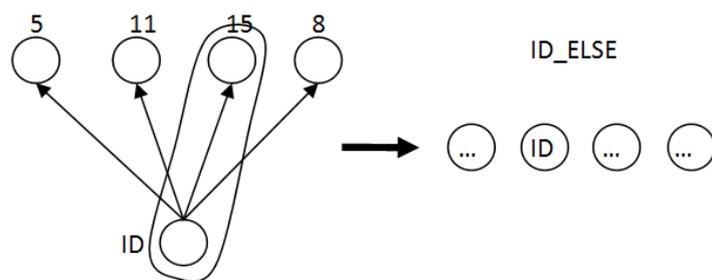


Рис. 9. Восходящий поиск вхождения по максимальным параметрам темы

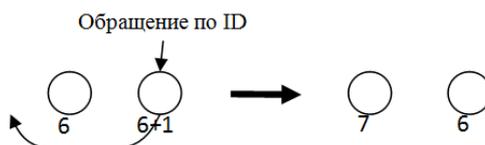


Рис. 10. Продвижение операции по приоритету обращений

Помимо вышеописанных операций, каждое обращение к листу генерации продвигает его в списке листов на одну позицию.

Список литературы

1. К. Куратовский, А. Мостовский Теория множеств / Перевод с английского М. И. Кратко под редакцией А. Д. Тайманова. — М.: Мир, 1970. — 416 с.
2. А. Френкель, И. Бар-Хиллел Основания теории множеств / Перевод с английского Ю. А. Гастева под редакцией А. С. Есенина-Вольпина. — М.: Мир, 1966. — 556 с.
3. Коган А. Б. Нейрофизиологические механизмы мышления человека // Основы физиологии высшей нервной деятельности. — второе, переработанное и дополненное. — Москва: Высшая школа, 1988. — С. 335—350. — 368 с. — 10 000 экз. — ISBN 5-06-001444-4;
4. Маланов, С. В. Психологические механизмы мышления человека: мышление в науке и учебной деятельности / С. В. Маланов — М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2004. — 480 с.
5. Тихомиров О. К. Психология мышления. М.: 1984.
6. Dias F.M., Mota A.M. Comparison between Different Control Strategies using eural Networks // 9th Mediterranean Conference on Control and Automation. – Dubrovnik, Croatia, 2001.

7. Venayagamoorthy G.K., Harley R.G., Wunsch D.C. Implementation of Adaptive Criticbased Neurocontrollers for Turbogenerators in a Multimachine Power System”, IEEE Transactions on Neural Networks. – 2003. – Vol. 14, Issue 5. – P. 1047 – 1064.
8. McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.// Bull. Math. Biophys. – 1943. – v.5. – pp. 115–133.