

Интеллект и символьное моделирование

В.Д. Ильин

Автор определяет понятия *интеллект* и *интуиция*, рассматривает связь способностей изобретать и использовать символьные модели с интеллектуальным развитием. В заключительной части обсуждаются подходы к построению интеллектуальных роботов-партнёров.

Intellect and symbol modeling

Vladimir D. Ilyin

The author defines the concepts of *intellect* and *intuition*, discusses the significance of the ability to invent symbol models for an intellectual productivity. In the final part the approaches to building intelligent robots partners are discussed.

Статья представляет точку зрения автора на роль символьного моделирования познаваемых объектов в развитии интеллектуальных способностей. Конкретизации этой точки зрения (применительно к различным объектам моделирования) представлены в книгах и статьях по информатике и экономике, часть которых включена в список литературы этой статьи.

Начнём с определений понятий *интеллект* и *интуиция*, предложенных в системе понятий *s-моделирования* [Ильин А. В., Ильин В. Д. 2009, 2010, 2011; 2013, 1]. Это необходимо сделать до того, как станем рассуждать о *символьных моделях, задачах s-моделирования и s-машинных средствах поддержки интеллектуальной деятельности*.

Интеллект

Интеллект (англ. Intellect) – комплекс способностей, обладатели которого могут:

- выбирать цели;
- познавать себя и окружение;
- формировать системы правил и изменять их;
- решать задачи (включая задачи распознавания образов, изобретения языков, символьных моделей систем понятий и др.);

- изобретать искусственные усилители природных способностей (энергетические и др. машины; s-среду и др.);
- действовать интуитивно (по обстановке, в условиях неполной информированности).

Указанный список способностей не является исчерпывающим.

Человек входит в систему *человечество*, связан с нею многими естественными и искусственными средствами взаимодействия.

Его интеллектуальные способности (в том числе и интуитивные) опираются на арсенал способностей, накопленный человечеством.

Человек наделён сенсорным комплексом (зрение, слух, осязание, обоняние, вкус), который человечество расширило многими искусственными сенсорами, рассчитанными на восприятие *визуальных, аудио, тактильных, запаховых и вкусовых символов* [Ильин А. В., Ильин В. Д. 2009, 2011; 2013, 1].

Человек с интеллектуальными способностями не только пользуется известными методами символического моделирования сущностей, но и участвует в изобретении расширений арсенала *символического моделирования* [Ильин А. В., Ильин В. Д. 2009, 2011; 2013, 1].

В этой деятельности сформировался и продолжает совершенствоваться механизм абстрактного мышления.

Интуиция: основание интеллекта

Интуиция – механизм построения и сортировки гипотетических методов решения некоторой задачи, действующий без контроля сознания.

Интуитивно решаемая задача может принадлежать произвольной предметной области (диагностика, предсказание или др.).

Задача может иметь любые степени сложности и определённости.

По степени определённости интуитивно решаемая задача может быть:

- *хорошо определённой* {есть постановка задачи [определены *вход* (что дано), *выход* (что требуется найти) и условия, связывающие компоненты входа и выхода], требуется найти метод решения};
- *плохо определенной* (нет завершённой постановки задачи: определен выход, но не полностью определен вход и условия, связывающие вход и выход; в этом случае требуется завершить постановку задачи, а затем найти метод ее решения);
- *неопределённой* (нет постановки задачи; в этом случае ищется постановка задачи, а затем метод решения).

Подсознание и сознание: реализационная платформа интеллекта

Подсознание, которому принадлежит основная часть работы при получении и сортировке интуитивных решений, играет главную роль и в производстве решений под контролем *сознания*.

Сознание – часть комплекса (названного *интеллектом*), где ведущая роль принадлежит *подсознанию*, продуктивность которого существенно зависит от *символьного представления задач*.

В подсознании хранятся системы правил, определяющие поведение человека (в том числе и при решении задач), *модели систем понятий, механизмы интерпретации сообщений на моделях* и другие стратегические ресурсы.

Подсознание и сознание можно представить в виде иерархии клиент-серверных архитектур.

При этом масштабы и производительность всего, что относится к подсознанию, гораздо значительнее того, что относится к сознанию.

Концентрация на сути задачи

Способность концентрироваться зависит от силы желания человека-решателя (его целеустремлённости) и *символьного представления решаемой задачи*.

Необходимым (но не достаточным) условием получения интуитивного решения является концентрация на вопросах: «Что требуется найти?», «Что дано?», как они связаны между собой. Особенно важно сосредоточиться на том, «Что требуется найти?».

Чем сильнее сосредоточенность и удачнее символьное представление задачи, тем больше оснований получить решение. От концентрации и символьного представления задачи зависит качество сформированного запроса и точность его адресации при отправке в подсознание. Что, в свою очередь, во многом определяет успех маршрутизации сообщения-запроса, его распознавания и последующей интерпретации на серверах подсознания.

Серверы подсознания возвращают результаты обработки запросов, которые буферизируются в сознании. Буферы сознания имеют весьма ограниченные объёмы. Важно время от времени сканировать их в ожидании искомого решения.

Неспособность концентрироваться может быть связана с природными особенностями решателя задачи или внешними воздействиями.

Среди природных особенностей наиболее вредоносно [стремление к правоте "любыми средствами"](#), [несовместимое со стремлением приблизиться к истине.](#)

Помета важности

От силы желания получить искомое решение во многом зависит результат. Запросы на решение задач целесообразно мысленно пометать удобными для решателя символами, определяя степень важности задач. При необходимости решить очень важную задачу решение всех других задач целесообразно отложить.

Качество механизма интуиции

Соотношение числа правильных и неправильных решений (на некотором представительном множестве попыток) характеризует качество механизма интуиции. Чем ближе к единице значение этого отношения, тем выше оценка.

Среди разумных существ нет полностью лишённых механизма интуиции, но есть те, у кого качество его функционирования характеризуется значениями, близкими к нулю.

Интуитивное решение может быть получено мгновенно, для его получения может потребоваться заметное время, оно может быть результатом многократных попыток решить задачу в течение длительного времени (измеряемого днями, месяцами или годами).

Конечным продуктом интуиции является *метод решения* (то есть ответ на вопрос: Как решить задачу?). Для краткости, говорим *решение*, понимая под этим *метод решения*.

Иногда интуиция выдаёт не сам метод, а лишь его идею, определяющую некоторое множество методов, среди которых, возможно, находится искомый. Выбор из этого множества реализуется в различных режимах: и без участия, и с участием сознания. Найдя метод, интуиция отправляет его на "программную реализацию" соответствующим серверам подсознания.

Страсти и интеллектуальная продуктивность

Страсть – доминирующее состояние, влияющее на функционирование подсознания и сознания и, в итоге - на интеллектуальную продуктивность.

Длительность такого состояния и его устойчивость зависят от характеристик индивида и воздействий окружения.

Степень управляемости страстным состоянием — функция многих переменных, значения которой изменяются от нуля до единицы [нуль - отсутствие управляемости (переход из страстного состояния в безумное), единица - полная управляемость (отсутствие страсти)].

Мобилизующие страстные состояния (уверенность, желание достичь цели, неотступность в процессе её достижения) повышают интеллектуальную продуктивность, а *демобилизующие* (неуверенность и т.п.) - снижают.

Об искусственном интеллекте

Рассуждать об изобретении *искусственного интеллекта*, не учитывая вышесказанное, – опрометчивое занятие.

Продолжающееся связывание систем искусственного интеллекта с интерфейсом на естественном языке (имеется в виду неформализованный язык взаимодействия человека и *s-машины*) основано на ошибке, т.к. неформализованные языки не могут быть реализованы в *s-среде*.

Одни склонны оценивать интеллектуальный уровень по способности решать хорошо определённые задачи, другие — плохо определённые, третьи — ...

В любом случае, при оценке интеллектуальных способностей необходимо определить классы и уровни сложности тестовых задач.

Интеллект и его имитация

Вслед за А. Тьюрингом многие продолжают задаваться вопросом: можно ли создать думающую машину, поведение которой невозможно отличить от поведения разумного человека?

Зададим встречные вопросы:

- какого человека (по интеллектуальному потенциалу, зависящему от способностей познавать, изобретать, обучаться, использовать информационные ресурсы и т.д.)?
- к каким предметным областям будут относиться тестовые вопросы?

У разных людей весьма различны способности:

- выбирать цели;
- разворачивать их в комплексы задач, решение которых позволяет достичь поставленной цели;
- формировать адаптивные системы правил и следовать им;
- маскировать истинные намерения и распознавать подобный маскарад, применяемый другими;

- и т.д.

Полагаем, что для создания s-машинного* комплекса, имитирующего поведение человека с определёнными интеллектуальными способностями, необходимо изобрести, реализовать и объединить следующие s-машинные системы [Ильин А. В., Ильин В. Д., 2009, 2011; 2013, 1]:

1. восприятия внешних сообщений [по каналам аналогичным человеческим: зрение, слух, осязание, обоняние, вкус и другим (которые, возможно, будут ещё открыты)];
2. порождения и передачи внутренних сообщений (связанных с инстинктами самосохранения и др.);
3. интерпретации внутренних и внешних сообщений;
4. реагирования на результаты интерпретации сообщений;
5. порождения целей [внутренних (направленных на самоизменение) и внешних] и развёртки их в комплексы задач.

И это не исчерпывающий список того, что требуется для построения некоторой функциональной аналогии человеческого интеллекта.

О тесте А. Тьюринга

В известном [тесте А. Тьюринга](#) избыток энтузиазма сочетается с нечёткостью постановки задачи.

В формулировке подобного теста необходимо указать, что при каждом тестовом сравнении способностей человека и "думающей машины" должны использоваться тестовые задачи определённых классов.

Естественно, что люди, участвующие в тесте, должны быть подготовлены к решению задач этих классов.

Приведём пару поясняющих примеров.

1. Шахматные программы всё чаще выигрывают даже у чемпионов мира. Проводятся [чемпионаты мира среди шахматных программ](#). Любая из таких программ с успехом пройдёт тест А. Тьюринга, если речь идёт об обладателях способностей, необходимых для игры в шахматы.
2. Компания IBM создала суперкомпьютер Watson, который умеет отвечать на вопросы типа тех, что задают в известной tv-игре "Своя игра". [Недавно Watson победил лучших "знатоков" США \(в США эта игра называется Jeopardy\)](#).

Вот русскоязычный вариант сообщения об этом же событии:

["В США завершился необычный игровой телевизионный проект, после которого многие приверженцы верховенства разума человека над машинным интеллектом, вероятно, серьезно усомнились в правоте своей точки зрения. В Штатах завершилась серия из трех телевизионных игр под названием Jeopardy. Правила этой игры, думается, известны всем, кто хотя бы раз смотрел ее русскоязычный аналог, известный как "Своя игра". Думается, что повторять правила игры не имеет смысла, они всем известны \(если нет, то - \[http://ru.wikipedia.org/wiki/Своя_игра\]\(http://ru.wikipedia.org/wiki/Своя_игра\)\)."](#)

Легко пройдёт тест А. Тьюринга и суперкомпьютер Watson, если тестировать обладателей способностей отвечать на вопросы типа задаваемых в упомянутой игре.

О человеко-машинной среде интеллектуальной деятельности

Развитие человеко-машинной среды ([s-среды](#)), ядром которой является Интернет, и реализуемых в ней приложений (САПРов, экспертных систем и др.) — наиболее целесообразное направление совершенствования комплекса искусственных средств поддержки интеллектуальной деятельности.

Результаты исследований механизма естественного интеллекта необходимы, прежде всего, как часть методологического обеспечения построения этого комплекса.

О естественных и искусственных вещах

Современные рентгеновские аппараты, электронные микроскопы и радиотелескопы, авиалайнеры и космические корабли, радио- и тв-системы — примеры вещей, не имеющих прямых аналогов в среде обитания человека и в нём самом.

Известно, что наиболее удачные энергетические, коммуникационные и другие искусственные средства, удачно дополнившие естественные, изобретены не путём копирования естественных средств.

Системы энергоснабжения, связи и др. системы, отнесённые к жизнеобеспечивающим, не являются имитацией вещей, существующих в среде обитания человека. Конечно же, не являются подобной имитацией и *s-среда*, и реализованные в ней приложения, помогающие людям решать различные задачи.

Изучая мир и себя, люди строят [символьные модели сущностей, представленные системами понятий, отражающими изучаемые объекты и связи между ними](#). Эти модели служат им основанием для изобретения искусственных вещей, расширяющих и совершенствующих естественные возможности.

Развитие [s-среды](#) и реализованных на её основе приложений — магистральное направление в построении комплекса искусственных средств поддержки интеллектуальной деятельности.

Наращивание функционала, удобства и надёжности [сервисов s-среды](#) — постоянно актуальная комплексная проблема.

Её решение во многом зависит от результативности исследований и разработок в области автоматизации программирования (создания языков, инструментальных систем параллельного программирования, связанных с [системами знаний о программируемых задачах](#), и др.).

Об интеллектуальных роботах-партнёрах

Роботы-партнёры — наиболее целесообразное семейство специализированных s-машинных помощников человека. Примерами роботов, предназначенных для решения [хорошо определённых](#) задач, могут служить шахматные машины.

Гораздо сложнее изобрести и реализовать роботы, умеющие решать не только хорошо определённые задачи.

О естественном комплексе, обеспечивающем интеллектуальные способности человека

Естественный комплекс, обеспечивающий способности, отнесённые к интеллектуальным, конечно же, включает не только мозг.

Изучение этого комплекса — давняя задача неубывающей актуальности.

Однако, нет оснований полагать, что, только имитируя естественный комплекс, можно получить нечто эквивалентное ему (по функциональности и др. характеристикам).

Роль символьных моделей

Есть основания полагать, что шаги по пути формирования и совершенствования механизма абстрактного мышления (инструмента научного познания) выражены в способности изобретать методы и средства символьного моделирования изучаемых объектов и связей между ними.

Видимо, до какого-то времени разнообразие моделируемых объектов ограничивалось тем, что принято называть объектами окружающей среды.

Развитие *звуковых, жестовых* и других средств *символьного моделирования смыслов* [Ильин А. В., Ильин В. Д., 2009, 2011; 2013, 1], вызванное потребностями сообщать об опасности, размещении объектов охоты и других объектах наблюдения, способствовало совершенствованию механизмов познания, взаимопонимания и обучения.

Стали формироваться *языки сообщений* [Ильин А. В., Ильин В. Д., 2009, 2011; 2013, 1], включающие звуковые и жестовые символы.

Стремление моделировать поведение (включая собственное) поставило новые задачи. Можно предположить, что изначально это стремление было связано с обучением рациональному поведению на охоте, в быту, при стихийных бедствиях.

На определенном этапе развития задумались о создании таких средств моделирования, которые позволяли бы создавать модели, допускающие их хранение, копирование и передачу.

К тому времени, вероятно, пришло осознание того, что обучение только путём натурального показа приемов охоты, изготовления тех или иных орудий (включая орудия охоты и труда) весьма ограничено. Не только потому, что не всё можно показать. Моделирование путем показа при известных достоинствах имеет ряд неустранимых недостатков: невозможность копирования без искажений, хранения и передачи таких моделей.

Конечно, показ с участием людей в качестве средств моделирования вряд ли когда-то утратит своё значение. Обучение относительно сложным приёмам (от образовательных и трудовых до спортивных) с применением показа обычно довольно эффективно. Известно также, что во все времена значительная часть людей весьма отзывчива на показ эмоционально окрашенных моделей поведения, разыгрываемых людьми. Этот вид моделирования дожил до наших дней, например, в виде театрального искусства.

Графическая модель речи и письменность

Этапным событием в развитии символьного моделирования стали двумерные графические модели (в виде рисунков) при уже освоенном изготовлении трехмерных (в виде лепных и резных фигурок).

Особая роль принадлежит графическим моделям, обозначающим некоторые ситуации, свойства предметов и другие вещи, не имеющие видимых прообразов в окружающей среде.

Переход от примитивных рисунков с окружающей природы к изображениям того, что выдает сознание, приблизил изобретение графических схем.

Арсенал физических моделей стал дополняться символическими. Это повлияло на развитие *жесто-звуковых средств построения сообщений* и способствовало возникновению речи, длительное время остававшейся основным средством создания и передачи сообщений.

Стремление повысить эффективность пояснений, сопровождающих показ, приводило к совершенствованию понятийного аппарата и средств его речевого воплощения.

Развитие символьных моделей в виде графических схем и одновременное совершенствование речи привели к графической модели речи.

Появилась письменность. Она стала не только ключевым этапом в становлении s-моделирования, но и мощным инструментом развития интеллектуальной деятельности.

Письменность стала огромным успехом в расширении арсенала средств символьного моделирования. К изваяниям, рисункам и схемам добавился *текст*. Теперь описания объектов и связей между ними могли быть представлены композициями рисунков, схем и текстов. Впервые появилась возможность зафиксировать свои наблюдения, рассуждения и планы в виде символьных моделей, которые можно было хранить и передавать.

С этого времени актуальными стали задачи, связанные с необходимостью изобретения носителей, инструментов для рисования и письма, красящих средств и др. Возможно, это были первые задачи древней инфотехники, связанные с формирующейся средой символьного моделирования.

Человек приступил к изготовлению твердых копий символьных моделей в виде текстов, рисунков и схем. Началось их накопление во внешней среде. Процессы изучения мира и передачи знаний получили гораздо более мощное основание.

Величины и формы

Потребность в количественных оценках (одним из стимулов мог стать обмен (охотничьей добычей, плодами земледелия, орудиями охоты и труда, изделиями ремесленников и т.д.) привела к изобретению счёта и соответствующих систем жестовых, а затем и графических символов.

Сначала количественные оценки, вероятно, выражались с помощью жестовых символов (показом пальцев рук и др.)

Когда жестовых символов стало не хватать, начали изобретать графические.

Какое-то время обходились правилом: каждому элементу множества *Количество* – свой символ. По мере увеличения числа применяемых элементов этого множества актуализировалась задача их эффективного символьного представления.

Трудно было запоминать много пар <символ – соответствующий ему элемент множества *Количество*>.

Формирование понятия *числа* и идея экономии символов при моделировании чисел привела к изобретению *систем счисления* [одной из которых (двоичной) суждено было сыграть ключевую роль в изобретении цифровой программируемой машины и кодировании числовых s-моделей].

Особого упоминания заслуживает идея *позиционных систем счисления*.

Изменение значения символа с изменением его позиции в группе символов – весьма продуктивная идея.

Важный этап в графическом моделировании связан с *моделями схематических изображений* (прародителей чертежей) – основы проектирования.

Представление проектируемого трехмерного объекта в трёх двумерных проекциях, на которых показаны размеры, сыграло решающую роль в становлении проектирования.

Развитие интеллекта

Изобретение символов и построенных из них символьных моделей сообщений, представление и накопление таких моделей во внешней среде стали важными (а, возможно, и ключевыми) средствами формирования и развития разумного человека.

На длинном и трудном пути от наскальных рисунков, через рукописные тексты, книгопечатание, звукозапись, фотографию, кино и телевидение роль символьных моделей сообщений, сохраняемых во внешней среде, постоянно росла.

Доминирующая роль символьных моделей в интеллектуальной деятельности определяется не только компактностью и выразительностью, но и тем, что не существует ограничений на типы носителей, применяемых для сохранения

символьных моделей. Ими могут быть память человека, бумажный лист, матрица цифровой фотокамеры, память цифрового диктофона или ещё что-то. Затраты на построение, копирование, передачу, сохранение и накопление символьных моделей несопоставимо меньше, чем аналогичные затраты, связанные с несимвольными моделями (например, макетами судов, зданий и др.).

Символьное моделирование, являясь средством описания смыслов, представленных системами понятий и знаний, не только сопровождает абстрактное мышление, но и служит инструментом его совершенствования (позволяя на время отвлечься от деталей, чтобы чётче увидеть главное). Достаточно вспомнить, какое ускорение получило развитие математики после введения буквенных символов для записи формул (до того их записывали, используя разговорный язык). Примерами символьных моделей могут служить чертежи машин, записи музыкальных композиций, шахматных партий и т.д. Компактность и выразительность символьных моделей позволяют эффективно сочетать детализацию и обобщения в процессе рассуждений. Символьные модели – испытанный инструментальный механизм ассоциаций, от продуктивности которого зависят судьбы изобретений и научных открытий [Ильин В.Д. 2010].

Методология s-моделирования является теоретическим основанием разработок технологий научной деятельности [Ильин В. Д. 2010] и решения задач в s-среде [Ильин А. В. 2013], [Alexander V. Ilyin, Vladimir D. Ilyin 2013], конструирования программ на основе систем знаний о задачах [Ильин В. Д. 2013], построения s-моделей экономических систем [Vladimir D. Ilyin 2012], [Ильин А. В., Ильин В. Д. 2011] [Ильин В.Д. 2009] и механизма государственного управления [Ильин А. В., Ильин В. Д. 2013, 2], научно-образовательных веб-ресурсов [Ильин А. В., Ильин В. Д. 2013, 1] и других объектов информатизации [Ильин А. В., Ильин В. Д. 2010].

Литература

Ильин А. В. Экспертное планирование ресурсов. М. ИПИ РАН, 2013

Ильин А. В., Ильин В. Д. Научно-образовательные веб-ресурсы. S-моделирование. М.: ИПИ РАН, 2013

Ильин А. В., Ильин В. Д. Информатизация управления статусным соперничеством. М.: ИПИ РАН, 2013

Ильин А. В., Ильин В. Д. Символьное моделирование в информатике. М.: ИПИ РАН, 2011

Ильин А. В., Ильин В. Д. S-экономика: механизм хозяйствования в эпоху Интернета. М.: ИПИ РАН, 2011

Ильин А. В., Ильин В. Д. S-моделирование объектов информатизации. М.: ИПИ РАН, 2010

Ильин А. В., Ильин В. Д. Основы теории s-моделирования. М.: ИПИ РАН, 2009

Ильин В. Д. Система порождения программ. Версия 2013 г. М.: ИПИ РАН, 2013

Ильин В. Д. Технология научной деятельности: подход к повышению продуктивности. Управление большими системами. Вып. 29, 2010

Ильин В. Д. Модель нормализованной экономики (НЭк-модель): основы концепции. Управление большими системами. Вып. 25, 2009

Alexander V. Ilyin, Vladimir D. Ilyin, The technology of interactive resource allocation in accordance with the customizable system of rules, Applied Mathematical Sciences, Vol. 7, 2013, no. 143, 7105-7111

<http://dx.doi.org/10.12988/ams.2013.311649>