

Демидов А.А., 2006

dem@dxdy.ru

Использование коллективов автоматов в построении активных интеллектуальных систем (Теория интеллектуальных систем)

Аннотация

В работе дается определение интеллекта и интеллектуальной системы, доказывается его непротиворечивость. Исследуются механизмы возникновения активности и интеллектуальности в поведении системы. Рассматриваются перспективы применения моделей коллективного поведения автоматов для изучения интеллектуальных систем в сравнении с моделями нейронных сетей на формальных нейронах. Предлагается иное определение алгоритма, доказывается его несводимость к машине Тьюринга. В новом формализме анализируется проблема алгоритмической неразрешимости и дается иной взгляд на теорему Геделя о неполноте и на теорию множеств в целом; рассматривается гипотеза о топологической сути парадоксов квантовой физики.

Целью данной работы изначально являлась потребность дать интеллектуальной системе определение. Вернее – показать, что такое определение можно дать в принципе, и на его основе строить логически обоснованные выводы. Все, что планировалось – это каким-то образом определить интеллектуальную систему и показать, что применение нейронных сетей для ее имитации неоправданно, ибо существует огромная масса биологических данных, не укладывающихся в нейросетевые модели.

Соответственно, первая часть работы как раз и является логическим продолжением первоначальной идеи и носит, в основном, описательный характер. В ней показывается, что понятие активности системы относительно, и определяется исключительно той позицией, с которой мы рассматриваем эту систему. Также в этой части дается описание взаимодействия систем и показывается, что деление на системы в общем-то условно, что система возникает лишь в нашем сознании для группировки объектов реального мира. Затем в работе показывается, как возникает интеллектуальная система – это логически выводится из самого ее определения. Далее доказывается, что основные нейросетевые модели неспособны описать интеллектуальную систему, и что другая модель – коллективного поведения автоматов – может с этим прекрасно справиться.

Вторая часть работы, начинающаяся разделом «Алгоритм как конфигурация», значительно более сложна и спорна (однако, и значительно более интересна). В ней дается математическое обоснование модели, и устанавливаются параллели с некоторыми физическими теориями. Там же дается обобщение теоремы Геделя о неполноте – на определенном этапе своих рассуждений о вычислительном пространстве я вдруг обнаружил, что они противоречат этой теореме. Соответственно, некоторые выводы в области физики явились следствием тех же рассуждений.

В данной работе никак не затрагиваются высокоуровневые системы ИИ, основанные на явных правилах обработки структурированной информации, поскольку такой подход хотя и результативен, но системы абсолютно не гибки в обучении. Использование моделей высокоуровневого ИИ мало что может дать в понимании биологических систем, так же как и в построении сложных самообучающихся систем ИИ. А первостепенной задачей любой модели является именно изучение с ее помощью реальных явлений, а уж только потом – их имитация.

Данная работа в моем представлении – лишь начало, повод к диалогу со специалистами в различных областях математики, биологии, физики и искусственного интеллекта.

Приводимые доказательства хотя и выглядят верными, но часто недостаточно строги и нуждаются в дальнейшей проработке. Однако, я надеюсь на то, что данная работа будет интересной в той степени, чтобы получить дальнейшее развитие.

Основное содержание исследования

Работа на данном этапе состоит из следующих основных разделов:

Определения (закончено):

Предложено определение интеллектуальной системы как самомодифицирующегося алгоритма, удовлетворяющее критериям теста Тьюринга. Доказана замкнутость множества интеллектуальных систем в данном определении относительно их порождения.

Модель активной системы (закончено):

Введена модель активной системы. Показано, что понятие активности в поведении системы относительно, и определяется исключительно той позицией, с которой мы рассматриваем эту систему, что нельзя выделять систему только потому, что в ней имеется элементарный генератор сигнала.

Взаимодействие систем (закончено):

Дано описание взаимодействия систем и показано, что деление на системы в общем-то условно, что система возникает лишь в нашем сознании для группировки объектов реального мира. Рассмотрены два различных вида взаимодействия систем.

Возникновение интеллекта (закончено):

Показано, как из неинтеллектуальных систем возникает система интеллектуальная – это логически выведено из самого определения интеллектуальной системы. Определены три необходимых условия возникновения интеллектуальной системы.

Ограничения моделей нейронных сетей (закончено):

Рассмотрены основные нейросетевые модели: без учителя и обратных связей, с учителем с обратными связями, с учителем без обратных связей, с учителем и обратными связями – и на основании определения интеллектуальной системы доказано, что все, кроме последней, не применимы для описания и моделирования интеллектуальных систем.

Преимущества моделей коллективов автоматов (не закончено):

Рассматриваются модели коллективного поведения автоматов на основе работ М.Л.Цетлина, В.И.Варшавского и Д.А.Поспелова, и делается вывод об их очевидных преимуществах в сравнении с моделями рекуррентных нейронных сетей. Также выявляются недостатки, препятствовавшие развитию моделей коллективного поведения – в предлагавшемся варианте они обеспечивали только один из двух видов взаимодействия систем, что приводило к недостаточной эффективности действия коллектива.

Алгоритм как конфигурация (закончено):

Введено новое «геометрическое» определение алгоритма, использованное ранее в определении интеллектуальной системы. Доказана несводимость его к стандартной машине Тьюринга. Показана исключительно материальная сущность интеллекта и, соответственно, сделан вывод о принципиальной возможности его моделирования. Доказана возможность моделирования дискретной интеллектуальной системы машиной Тьюринга с кольцевой лентой. Дано формальное определение алгоритма как отображения

в симметрической полугруппе, определенной на множестве всех алгоритмов. Доказана применимость этого определения для формального описания взаимодействия любых алгоритмов.

Алгоритмически неразрешимые проблемы (не закончено):

Доказывается, что 1-я теорема Геделя о неполноте имеет ограниченную область действия – ее положения справедливы только в евклидовом или ином топологическом пространстве с порядком связности, большем минимального. Доказывается существование автоморфного топологического пространства алгоритмов, в котором данная теорема Геделя неверна. Доказывается, что такое пространство дискретно, а любое бесконечное множество в нем – счетно. Там же доказывается, что введенное определение алгоритма эквивалентно формализму матричной квантовой механики.

Геометрия автоморфного пространства (не начато):

Предполагается более подробно изучить свойства автоморфного пространства и применить выводы к объяснению квантовых парадоксов, таких как некоммутативность величин, квантовая неопределенность. Предварительно получен вывод, ставящий под сомнение осуществимость проекта создания квантового компьютера, с другой стороны – позволяющий моделировать квантовые системы на обычных компьютерах.

Интеллект в реальном мире (не начато):

Предполагается исследовать известные явления физического мира на предмет выявления пусть и элементарных, но уже интеллектуальных в смысле данного определения небологических систем. Пока не ясно, можно ли будет выделить хоть какие-нибудь.

Математика интеллекта (не закончено):

Предпринимается попытка перевести теоретические выводы в практическую плоскость, ищется класс функций, необходимых к использованию при создании искусственных интеллектуальных систем.

Масштабность заявленной научной проблемы

Данная работа является междисциплинарной на стыке математики, физики и биологии. Обширная по охвату, она направлена прежде всего на получение фундаментальных, наиболее общих и важных выводов в сфере моделирования целенаправленных систем искусственного интеллекта.

Позволяя по-новому взглянуть на ряд фундаментальных научных проблем, данная работа призвана в первую очередь стимулировать дальнейшие исследования в области искусственного интеллекта. Сложившаяся в последнее время ситуация, когда интеллекту приписываются некоторые мифические или квантовые свойства, не позволяющие его воссоздание, убедительно опровергается.

Напротив, делается заключение о принципиальной простоте квантовых явлений и их принципиальной моделируемости средствами классических ЭВМ. Эту идею, однако, в рамках данной работы не планируется доводить до практически реализуемых результатов, поскольку она требует дальнейшей проработки, так же как и остальные результаты пока еще далеки от практической реализации.

Однако, решение вопросов, поставленных в данной работе, позволит вплотную приблизиться к созданию обучаемых, целенаправленно действующих автоматов.

Степень новизны заявленной научной проблемы

Проект в основном содержании является пионерской работой, по крайней мере никакие систематические исследования в данном ключе мне не известны. В практической плоскости работа опирается на исследования коллективов автоматов, проведенным в 1950-1960 гг. М.Л.Цетлиным и продолженным позднее В.И.Варшавским и Д.А.Поспеловым.

Практическая часть составляет незначительную часть всего проекта, теоретические же вопросы, решаемые в данной работе, не имеют аналогов. В случае справедливости выводов, данная работа способна дать значительный толчок в решении проблем исследования и имитации интеллектуальных систем.

Ожидаемые результаты проекта

Основным, и, на мой взгляд, принципиально важным для развития теории интеллектуальных систем результатом, ожидаемым по завершению проекта, является установление нового направления, в котором может развиваться как данная область знаний, так и математика в целом.

Ожидаемый результат в области физики – гипотеза о топологической сути квантовых явлений, выглядит исключительно интересным и, по всей видимости, в перспективе позволит вернуть детерминированность в описание квантовых явлений.

В области математики интересным видится вывод о возможности построения непротиворечивой теории множеств в неевклидовом пространстве.

Научно-методическая основа проекта

Доказательную базу центральных положений работы составляет общая топология и алгебраическая теория групп. В качестве обоснования выбранной модели привлекаются положения теории алгоритмов, клеточных автоматов, физики колебаний и волн.

Сравнительный анализ моделей коллективов автоматов и нейронных сетей производится на базе результатов, полученных в ряде работ как по теории алгоритмов, так и биологии. Примерный список литературы, напрямую используемой в данном исследовании, приводится ниже.

Математика и алгоритмы:

Цетлин М.Л. «Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем», М.: Наука, 1959

Варшавский В.И., Поспелов Д.А. «Оркестр играет без дирижера», М.: Наука, 1984

Винер Н. «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине», М.: Наука, 1983

Фон Нейман Дж. «Теория самовоспроизводящихся автоматов», М.: Мир, 1971

Тоффоли Т., Марголюс Н. «Машины клеточных автоматов», М.: Мир, 1991

Хаусдорф Ф. «Теория множеств», М.: Едиториал УРСС, 2006

Александров П.С. «Введение в теорию множеств и общую топологию», М.: Едиториал УРСС, 2004

Шапиро И.С., Ольшанецкий М.А. «Лекции по топологии для физиков», Москва-Ижевск: РХД, 2001

Болтянский В.Г., Ефремович В.А. «Наглядная топология», М.: Наука, 1983

Колмогоров А.Н. «О представлении непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиции непрерывных функций одного переменного», Докл. АН СССР, 1957, Т.114, №5

Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Миркес Е.М. и др. «Нейроинформатика», Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998

Ежов А.А., Шумский С.А. «Нейрокомпьютеринг и его применения в экономике и бизнесе», М.: МИФИ, 1998

Биология:

Николс Дж.Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. «От нейрона к мозгу», М.: Едиториал УРСС, 2003

Лурия А.Р. «Лекции по общей психологии», Питер, 2004

Олескин А.В., Ботвинко И.В., Цавкелова Е.А. «Колониальная организация и межклеточная коммуникация у микроорганизмов», Микробиология, 2000, Т.69, №3

Каплан А.Я. «Нестационарность ЭЭГ: методологический и экспериментальный анализ», Успехи физиол. наук, 1998, Т.29, №3

Анохин П.К. «Системный анализ интегративной деятельности нейрона», Успехи физиол. наук, 1974, Т.5, №2

Анохин П.К. «Принципы системной организации функций», М.: Наука, 1975

Физика:

Пескин М.Е., Шредер Д.В. «Введение в квантовую теорию поля», Москва-Ижевск: РХД, 2001

Грин Х. «Матричная квантовая механика», НФМИ, 2000

Пригожин И., Стенгерс И. «Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой», М.: Прогресс, 1986

Заславский Г.М., Сагдеев Р.З. «Введение в нелинейную физику: от маятника до турбулентности и хаоса», М: Наука, 1988

Дойч Д. «Структура реальности», Москва-Ижевск: РХД, 2001

Дальнейшее развитие проекта

Дальнейшая судьба проекта зависит от подтверждения или опровержения его выводов. Хотя сам примененный для доказательств подход выглядит верным, но он нов, поэтому может оказаться ошибочным. Поэтому по завершению данной работы я планирую переслать ее одному или нескольким специалистам в области теории множеств и общей топологии, если мне удастся их заинтересовать данной работой.

Если выводы данной работы все же в какой-то степени подтвердятся, я планирую зарегистрировать ее во ВНИИЦ (Всероссийский научно-технический информационный центр) и представить проект для дальнейшего развития в Технопарк «Дубна», либо найти другую организацию, заинтересованную в развитии данного направления и согласную принять меня в штат.

Интенсивное продолжение работ над данным проектом в одиночку, будучи занятым на основном месте работы, никак не связанным с данной сферой, конечно, невозможно. Если же основные выводы будут признаны неверными, то, видимо, продолжу какую-то деятельность в тени как хобби...