Искусственные общества. 2013-2023

ISSN 2077-5180

URL - <http://artsoc.jes.su>

Все права защищены

Выпуск 1-2 Том 13. 2018

О пользе коннекционизма для мультиагентных суперкомпьютерных исследований

Хасанов Рустам Юрьевич

МГУ имени М. В. Ломоносова

Российская Федерация, Москва,

Алексеев Андрей Юрьевич

МГУ им. М.В. Ломоносова

Российская Федерация, Москва,

Аннотация

В настоящей статье изучаются перспективы применения парадигмы коннекционизма в мультиагентных суперкомпьютерных исследованиях (МАСКИ). Приводится ряд аргументов о том, что он бесполезен в решении вопроса приписывания когнитивных феноменов результатам функционирования инструментария искусственных обществ. Однако весьма полезны частные и чистые методы коннекционизма.

Ключевые слова: коннекционизм, формальные нейронные сети, мультиагентные системы, когнитом, коннектом, машина Корсакова, воплощенное социальное сознание

Дата публикации: 14.05.2018

Ссылка для цитирования:

Алексеев А. Ю. , Хасанов Р. Ю. О пользе коннекционизма для мультиагентных суперкомпьютерных исследований // Искусственные общества. – 2018. – Т. 13. – Выпуск 1-2. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000121-2-1/>. DOI: 10.18254/S0000121-2-1

² В моделировании искусственных обществ прослеживается три периода: нейросетевой [Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бахтизина Н.А., 2005], мультиагентный [Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., 2013], мультиагентный суперкомпьютерный (см., например, в [Алексеев А.Ю., Кузнецов В.Г., Шестакова М.А. и др., 2018]). Во всех этих случаях используются идеи коннекционизма о связи элементов искусственного общества в виде гетерархически организованной сети. Третий период в эти представления добавил суперкомпьютерный, т.е. параллельный формат взаимодействия элементов и кластеров сети. Тем самым третий этап максимально приблизил искусственное общество к коннекционистской парадигме представления «знаний» в интеллектуальных системах.

³ В данной работе конкретизируются некоторые соображения о приложении базовых идей коннекционизма к мультиагентным суперкомпьютерным исследованиям.

⁴ **О пользе псевдоконнекционизма (символьного «коннекционизма»)**

⁵ В искусственном интеллекте до последнего времени доминировал символьный подход, согласно которому информация в мозге – это закодированная последовательность сигналов, поступающих из внешней среды. Эти сигналы поэтапно обрабатываются и интерпретируются высшими центрами регуляции активности согласно врожденным структурам, позволяющим усваивать информацию и формировать различного рода правила поведения биологических систем. Человеческое познание аналогично символьному вычислению на цифровых компьютерах, то есть познание напоминает цифровую последовательную обработку инструкций (символьной) программы.

⁶ Противоположным подходом является коннекционизм. Он утверждает, что информация хранится не в виде символов, а в виде весов коннекций, определяющих силы связи между элементами нейронной сети. Обработка информации представляется как динамическая эволюция активности нейронной сети. Эволюция имеет градуированный характер, визуализируемый в виде дискретных паттернов и, в более общем случае, градуальный, т.е. непрерывный характер, когда паттерны представимы как бы в анимационном формате. Коннекционистский подход принципиально отличается от символьного. Представления как когнитивные репрезентации – это не символы, хранящиеся в отдельных местах фиксированной памяти. Представления распределены внутри сети нейронов и остаются относительно хорошо сохраненными, даже когда части представления разрушаются или перегружаются. Отношения между представлениями кодируются в сходствах и различиях шаблонов различных форматов.

⁷ Таким образом, «знания» – суть информация об отслеженных изменениях либо в ходе обучения (в системах машинного обучения) либо в акте действия (в «живых» нейронных сетях) [Clark, 1993]. «Знания» выражаются распределением активности единиц сети. Хотя этот способ представления «знаний» состоит из деятельности отдельных элементов сети и даже внутренних подсистем этих элементов, важно то, что ни один из этих элементов не кодирует «знания» как

символы, но выражает *различия* поступающих входных данных. К сожалению, это не дает способа находить отдельные элементы кодируемого и проводить анализ, выделяя атомарные компоненты кода и кодообразовательные правила внутри сети. То есть коннекционистская схема изначально препятствует декодированию, затрудняет криптологический анализ способа формирования «знаний». Поэтому требуется нетрадиционный подход к кодированию/декодированию информации, не основанный на выявлении алфавита и способа словообразования на базе этого алфавита. Задача декодирования, т.н. задача «реобучения» нейронной сети (relearning) путем формирования обратной траектории обучения сети, в последние годы стала актуальной во многих сферах, в частности, в банковском деле при анализе транзакций средствами машинного обучения. Однако теоретического решения, особенно для сетей глубокого обучения, не найдено.

⁸ Коннекционизм как парадигма телесно инспирированного представления «знаний» насчитывает тысячелетнюю историю. Так, в трактате «О душе» Аристотель, исследуя известные к тому моменту учения об устройстве души, представленные в работах Эмпедокла (душа есть гармония), пифагорейцев (душа есть число), Платона (душа есть эйдос) и других, разработал собственную онтологию, дающую возможность изучать понятие души как формы тела. Категориальное определение природы психики (души) у Аристотеля, несомненно, дает возможность считать его основателем и символизма и коннекционизма.

⁹ Основы механистического естествознания, заложенные Галилеем, а так же абстрагирование мыслительных процессов от телесного субстрата и их несоизмеримость в субстанциональном дуализме Декарта, по мнению А. Н. Уайтхеда, хотя и дали огромный толчок в развитии естественных наук в свое время, но надолго отдалили развитие научного подхода в исследовании психики. Лишь в первой половине 19-го века В. Вундт и его ученики, систематично организуя лабораторные методы изучения психических расстройств, закладывают основы для развития экспериментальной психологии. Системное теоретическое исследование материальной структуры мозга как органа, производящего мысли, в середине 19 века в большей степени занималось изучением низших проявлений нервной системы. Классические работы в области электрофизиологии, проводимые Э. Г. Дюбуа-Реймоном в области теории биопотенциалов, положили основу нейрофизиологии как отдельной дисциплины. Сам автор этой теории считал «загадку» природы сознания неразрешимой и выносил её за границы естествознания [Finkelstein, Gabriel Ward, 2013]

¹⁰ Дальнейший путь развития нейрофизиологии и нейроанатомии, привел к значительному пересмотру природы психической деятельности. Уже в 1861 году П. Брока в работе, основанной на наблюдении пациента, потерявшего способность речи, показал тесную связь между локальной деструкцией области больших полушарий мозга и возникновением афазии при отсутствии других негативных эффектов. Представление речи как специфической функции речевого центра, в виде симультанной нейронной активности на поверхности полушарий головного мозга, однако, не разрешает проблему выведения «знания» как содержания постоянно меняющихся форм мышления, основываясь на фактах физической организации неокортекса. На рубеже 19-го и 20-го веков общепризнанным в мировой науке становится факт того, что большие полушария головного мозга

человека и животных, взятые вместе с верхними отделами мозга, обуславливают специфическую рефлекторную деятельность, произвольные действия субъекта и его осознанность. В России это признание произошло бы немного раньше, в 1863 году, если бы не гонения со стороны РПЦ на учение И.М. Сеченова [150 лет – «Рефлексам головного мозга»]: ничего в психике мистического нет, душа суть производное от сокращения мышц мозга.

¹¹ Сложившая традиция не проясняет функциональные границы различных отделов мозга, интеграцию различных форм сигналов, производящую качества субъективной реальности и, в целом, причинные зависимости между духом и телом. Это спровоцировало в начале 20 века в научной среде спиритизм, спиритуализм и месмеризм, которые до сих пор живы в мистификациях т.н. «трудной проблемы сознания».

¹² В середине 20 века прорыв в проблематике «сознание/мозг» произвела когнитивная наука, выступив против нейрофизиологического бихевиоризма. Объединив лингвистов, антропологов, нейрофизиологов, философов, кибернетиков и специалистов в области искусственного интеллекта, когнитивистика дала возможность изучения фундаментальных связей между процессами мозга и сознания.

¹³ Однако в современной когнитивистике движение в направлении понимания устройства работы мозга исходит, как это ни парадоксально, из понимания устройства сознания (часто звучащий тезис К. В. Анохина). И дело здесь не в том, что теоретическое знание дает возможность проникнуть глубже эмпирического опыта. Проблема имеет нейрофеноменологический статус: радикальный коннекционист должен показать, как формируется его теория коннекционизма исходя из анализа им же его личного коннектома, т.е. собственной мозговой, более того, генетически и социально предопределенной мозговой активности. Но таких способов визуализации и расшифровки нейродинамических коррелятов психических явлений нет. Более того, развитие нейроинтерфейсов и технологий «чтения мозга» показывает эффективность методов нейрорегуляции техническими устройствами, которые вообще элиминируют когнитивные феномены из контура управления. Аналогичная картина наблюдалась ранее, когда бихевиоризм изгонял психические понятия из нейрофизиологических исследований. Так как сегодня нет средств параллельного анализа качеств субъективной реальности и паттернов активности собственного мозга, то коннекционист вынужден обращаться к своему разуму в деле рассуждения о мозгах.

¹⁴ Своеобразный отголосок этой «трудной проблемы коннекционизма» прослеживается в компьютерных моделях формальных нейронных сетей. Про эту проблему никто не упоминает. Замечают ее, пожалуй, лишь биологи-нейрочеловеки в дискуссиях с программистами, когда пытаются понять, почему «нейрон» формальной нейронной сети называется нейроном. Такая лингвистическая несоизмеримость ключевых терминов очень остро проявилась на самом первом отечественном семинаре «Нейрофилософия» [Актуальные вопросы нейрофилософии, 2015, с. 11-13]. Проблема в том, что формальная нейронная сеть, которая, кстати, используется сегодня для подтверждения правоты

коннекционизма и, благодаря которой искусственный интеллект в последние два года проник в бытовое сознание как состоявшийся факт научно-технического прогресса, это всего лишь символьное автоматное описание одной из многих нейрофизиологических теорий. Получается, что мы в качестве компьютерной модели используем не настоящий коннекционизм, а *псевдоконнекционизм*. В связи с этим и все компьютерные приложения коннекционистской парадигмы не более чем метафоры. Метафоры полезны для поэтического творчества, однако в научной сфере мультиагентных суперкомпьютерных исследований (МАСКИ) они вряд ли полезны. Нейронная сеть представима в символьной модели настолько, насколько, скажем, с помощью белого что-то красится черным.

¹⁵ **О пользе коннекционизма в приписывании социальных когнитивных феноменов мультиагентным системам**

¹⁶ По всей видимости, в изучении коннекционистского подхода в мультиагентных суперкомпьютерных исследованиях следует отказаться от приписывания когнитивных феноменов мультиагентным системам исходя из анализа внутренней динамики агентов и их сетей. Т.н. «роевое сознание», «распределенное сознание», «социальное сознание», «глобальный интеллект» при таком использовании нейросетевого подхода представляются как теоретически несостоятельные метафизические конструкторы. Например, в когнитоме К. В. Анохина [Анохин, 2017] как сети сетей нейронов никаких когнитивных феноменов нет и приписывать их не к чему. Это всего лишь раскрашенные шарики на ниточках. Концепция когнитома, возможно, важна для нейронауки, однако она бесполезна для МАСКИ. Отношение между когнитомом и коннектомом прекрасно иллюстрируется «Мельницей Лейбница». Теория «когнитом/коннектом», по мнению её создателя, предназначена для построения Единой аксиоматической теории сознания. Однако на заседании семинара «Философско-методологические исследования искусственного интеллекта», проходившем в Институте философии РАН 31 января 2017 г., специально посвященного обсуждению концепции когнитома, К. В. Анохин затруднился ответить, способна ли его теория объяснить предельные вопросы приложений «единой» теорий сознания: «сознание» животных и «глобальное сознание». Так же непонятно, как раскрашенные «снопы» нейронных сетей способны объяснить мое приватное сознание. То, что когнитом (т.е. мои личные психические переживания, боли, мысли, желания и многое другое) – это т.н. гиперфункциональная система коннектома, ничего нового не прибавляет к изучению связи когнитивного феномена с коннекционистским устройством мозга.

¹⁷ Для МАСКИ, ориентированной на более широкий и менее понятный класс социальных когнитивных феноменов, такой редуктивный функционализм вообще представляется абсурдным. В этой связи вспомним мысленный эксперимент Н.Блока «Китайская нация» [Block, N., 1978] (достаточно подробно он воспроизведен в [Алексеев, 2013, с.25-30]. Нэд Блок предлагает изучать, можно ли интерпретировать когнитивный феномен, инспирированный коннекционистским строением мозга, как социальный когнитивный феномен, инспирированный коннекционистским строением общества. Каждый китаец, количество которых сопоставимо с количеством нейронов в мозгу человека, снабжается мобильным телефоном, с которого приходят сигналы активизации китаецца, например, сигнал

«кричать». Сигналы поступают с космического спутника. Они непосредственно воспроизводят нейросетевую динамику мозга китайца, которого пытаются, избивают и который точно испытывает боль. Нейросетевая динамика – это динамическая активизация нейронов сети. Т.е. между анимированными паттернами мозга и анимированными паттернами общества нет никакой разницы. Н.Блок задает вопрос: будет ли китайская нация испытывать боль, если китаец испытывает боль? Ответ очевиден и достаточно четко артикулирует значения выражений: «боль нации», «потребность общества», «знания организации» и пр.: эти словосочетания не более, чем метафоры.

¹⁸ Такие же аксиологические перспективы, как и у коннектома, мы видим в т.н. «неофренологии» М. В. Фаликман, которая пытается приписать социокультурные различия различиям в устройстве мозга представителей различных культур, например, мозгов западного и восточного человека. Из этой предпосылки она претендует даже на построение новой науки – «культурной нейронауки» [Фаликман М.В., 2018]. Подкрепляя пафосные заявления о новом направлении в когнитивистике, М. В. Фаликман, как правило, ссылается на некий огромный корпус научных исследований, которые стали проводиться в последнее время. Однако, из ее выступлений невозможно понять, кто проводит эти исследования, каковы их результаты, как проводится их верификация или фальсификация. Такое впечатление, что это какие-то потомки Аненербе (своего рода, «кибер-Ананербе») проводят такие исследования.

¹⁹ *Для МАСКИ анохинский когнитом/коннектом бесполезен. Так же бесполезна и фаликмановская когнифренология.*

²⁰ В каком же смысле тогда применим коннекционизм, если ведущие нейрокогнитивистские направления мы отвергли? На наш взгляд, коннекционизм для МАСКИ перспективен не в плане организации когнитивного анализа искусственных обществ и приписывания их кластерам некоторых псевдопсихических атрибутов: целей, желаний, потребностей и пр., но лишь в плане использования богатого эвристического материала, которым снабжают нас гипотезы об устройстве и работе мозга.

²¹ Однако и здесь пользы от коннекционизма ждать особо не приходится. Напротив, коннекционистские наработки ищут помощи от технических наук, информатики, теории связи, передачи данных и пр. Рассмотрим, например, пользу для МАСКИ от т.н. прогностического кодирования.

²² **О пользе прогностического кодирования в коннекционизме**

²³ Коннекционизм описывает простой способ формирования «знаний» в рамках как биологической, так и искусственной сети формальных нейронов. В отличие от символизма (байесизм, формальная логика), семантические преобразования в коннекционизме совершаются не на основе встроенных алгоритмов работы мозга, а приобретаются в результате научения. По сути, это то, что Давид Юм назвал «привычкой» в трактате «О человеческом разумении». Символизм не объясняет, каким образом из сигналов среды формируются понятия и правила поведения, каким образом происходит образование единого вектора, суммирующего опыт и предсказывающего будущее. Коннекционизм же подводит к

объяснению этого. В частности, выявление способов организации и хранения «знаний» изучается в работах по прогностическому кодированию.

²⁴ Прогностическое кодирование - это хорошо зарекомендовавший себя инструмент обработки информации с широким спектром приложений. Полезен, например, при сжатии аудио и видеoinформации. Скажем, передается изображение пейзажа с голубым небом. Так как большинство пикселей в верхней половине изображения примерно одинаковы, очень неэффективно записывать значение цвета вновь и вновь. И так как значение одного пикселя сильно предсказывает значение его соседа, эффективным способом является запись вместо атрибутов каждого пикселя, разности между прогнозируемым и фактическим значениями для этого пикселя. Так, для представления затененного синего неба нужно только один раз записать синее значение, а затем множество нулей. Таким образом, основные ресурсы кодирования необходимы только для отслеживания точек «неожиданного» изменения, таких как ребра или линии формы объекта.

²⁵ Нейронауки подтверждают пользу такого разностного, предсказательного, прогностического кодирования: ранняя визуальная обработка в мозге предполагает использование различий между соседними значениями, например, для идентификации визуальных границ. Естественно тогда исследовать, как мозг может использовать предсказательное кодирование в восприятии, в выводе или даже в действии [Clark, 2013]. Существует большое разнообразие моделей, представленных в парадигме предсказательного кодирования, и они, как правило, оказываются на теоретически более высоком уровне общности, чем стандартные коннекционистские модели. Модели предсказательного коннекционизма фиксируют существенные детали визуальной функции в мозге млекопитающих [Rao and Ballard, 1999]. Например, при обучении на прототипах визуального ввода, эти модели самопроизвольно развивают функциональные области для обнаружения границ, ориентации и движения, которые, как известно, существуют в зрительной коре. Эти работы также позволяют предположить, что визуальная архитектура коры головного мозга может развиваться в ответ на статистическое преобладание различных образов, так что организмы в разных средах имеют визуальные системы, специально настроенные на их нужды. Это неоднократно подтверждено и в исследованиях зрительной коры у животных. Например, образование ориентационных колонок в зрительной коре у кошек, как ответ на предъявленные стимулы из внешней среды [Шевелев, 1981].

²⁶ Для исследований искусственных обществ такой подход эффективен. Пусть имеется формальная нейронная сеть с входными, скрытыми и выходными уровнями, которые были обучены конкретной задаче, например, распознаванию кластера агентов среди паттернов динамической МАСК-системы. Эта сеть имеет информацию об агентах, хранящейся в весах, соединяющих узлы скрытого уровня. Если применить метод прогнозирующего кодирования, то получим следующее. Во-первых, модель будет иметь нисходящие соединения от более высоких уровней, которые могут предсказать следующий ввод стимулов для этой задачи: предсказание может представлять собой формирование паттерна, общего для кластеров. Во-вторых, данные, отправленные на более высокие уровни для данного входа, - это не значение, записанное на входных узлах, а разница между

предсказанными значениями и фактическими значениями. Поэтому для данного примера предоставленные данные отслеживают различия между кластером, подлежащим распознаванию, паттерном, в котором обнаруживается кластер, и набором паттернов из их анимационной структуры. Таким образом, данные, принимаемые сетью, уже предварительно обрабатываются. Кодирование становится оптимизируемым. В-третьих, модель обучается путем корректировки весов таким образом, что ошибка минимизируется на входах. Другими словами, обученная сеть уменьшает количество «сюрпризов», зарегистрированных в разнице между исходным входом и его прогнозом. При этом имеется возможность предсказать кластер, который должен быть распознан, для устранения ошибки.

²⁷ Модель крайне интересна для суперкомпьютерной обработки. Она позволяет минимизировать количество процессоров, моделирующих агентов и запускать процессоры по мере обнаружения дифференциала кластерной организации. Зачем нам запускать параллельные процессоры и моделировать много агентов, если достаточно запустить модель одного из них и отразить в весах отличия одного агента от другого, и, вдобавок ко всему, если эти отличия имеются?

²⁸ **Коннекции в концепции воплощенного социального сознания**

²⁹ Многие, в том числе и мы, считают, что модель предсказательного кодирования применима для восприятия, рассуждения, планирования и управления. С целью минимизации ошибки прогнозирования при взаимодействии с окружающей средой, сеть генерирует весовые профили причинно-следственной структуры среды. Однако такой подход в большей мере относится к коннекционистским моделям «воплощенного сознания», но не к коннекционистским моделям «сознание/мозг».

³⁰ Если принять во внимание то, что различие, в логическом смысле, это — отрицание тождества в рамках подобия, то тогда коннекционистская модель МАСКИ как «воплощенного сознания» прекрасно описывается гомеостатами (механизмами исследования подобия) С. Н. Корсакова (1832 г.) [Алексеев А.Ю. Протонейрокомпьютер Корсакова, 2013]. Благодаря машине Корсакова мы решительно отбрасываем порочную практику представлять коннекционизм и нейронные сети средствами символического компьютеринга. Коннекционизм и символизм становятся принципиально отличными друг от друга подходами к вычислимости. Коннекционизм, наконец, займет собственное и очень достойное место в инструментарии компьютерной имитации социальных явлений. При этом инструментарий искусственного общества становится компонентой «воплощенного общественного сознания», так как имитация, формирующая понимание исследователей, и есть «вотелесенный в тело социума» когнитивный акт. Такое видение у нас сформировалось по аналогии с ролью, которую имеет коннекция гетерархически организованной сети для воплощенного индивидуального сознания [Varela, F., Rosch, E., Thompson, E., 1991]. Изучение форм общественного сознания теперь напрямую задается работой инструментария искусственного общества. Без излишней демагогии армии специалистов в области «нейрокогнисоциальной» науки. «Искусственное общество» становится коннекционистской инфраструктурой социального тела.

³¹ По всей видимости, коннекционизм для МАСКИ полезен именно в контексте исследования путей суперкомпьютерного «воплощения» общественного сознания.

About the benefits of Connectionism for Multiagent Supercomputer research

Rustam Khasanov

Moscow state university

Russian Federation, Moscow,

Andrey Alekseev

Moscow State University

Russian Federation, Moscow,

Abstract

In the present article, the perspectives of the use of Connectionism paradigm in multiagent supercomputer research (MASCR) are studied. A number of arguments are given that connectionism is useless in solving the problem of attributing cognitive phenomena to the results of the functioning of the toolkit of artificial societies. However, private and pure methods of connectionism are very useful.

Keywords: connectionism, formal neural networks, multiagent systems, cognitom, connectom, Korsakov's machine, embodied social consciousness

Date of publication: 14.05.2018

Citation link:

Alekseev A., Khasanov R. About the benefits of Connectionism for Multiagent Supercomputer research // Artificial societies. – 2018. – V. 13. – Issue 1-2.

URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000121-2-1/>. DOI: 10.18254/S0000121-2-1