

АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ХАРАКТЕРА И ТЕМПЕРАМЕНТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОКОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ СОЗНАТЕЛЬНОГО И БЕССОЗНАТЕЛЬНОГО ПО ДАННЫМ О ПОВЕДЕНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ*

З.В. НАГОЕВ¹, И.А. ПШЕНОКОВА², О.В. НАГОЕВА²

¹ Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360002, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2

² Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

Аннотация. Цель данного исследования – разработка системы обучения имитационных моделей пользователей свойствам характера и темперамента по данным об их поведении в сети Интернет. Для моделирования поведения пользователя используется метафора проектирования интеллектуального программного агента, управление агентом осуществляется на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры, которая хорошо подходит для обучения специализированным паттернам поведения конкретных пользователей, информация о которых может быть собрана в сети Интернет.

В результате исследования разработаны основные принципы имитационного моделирования функциональных систем бессознательных и осознаваемых когнитивных процессов на основе инварианта рекурсивной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры. Обоснованы алгоритмы имитационного моделирования функциональных систем характера и темперамента на основе инварианта рекурсивной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

Полученные результаты могут быть применены для разработки основных принципов, моделей, методов и алгоритмов обучения инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры по данным о поведении пользователя и упоминаниях о нем в интернет-пространстве.

Ключевые слова: искусственный интеллект, моделирование поведения, когнитивные архитектуры, мультиагентные системы, системы обволакивающего интеллекта, предикативная аналитика

Статья поступила в редакцию 10.12.2021

Принята к публикации 15.12.2021

Для цитирования. Нагоев З.В., Пшенокова И.А., Нагоева О.В. Автоматическая реконструкция характера и темперамента пользователей на основе мультиагентного обучения нейрокогнитивных моделей сознательно-го и бессознательного по данным о поведении пользователя в сети Интернет // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 6 (104). С. 66–77. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-66-77

ВВЕДЕНИЕ

Задача автоматической реконструкции характера и темперамента пользователей по данным об их поведении в сети Интернет возникает в связи с разработкой имитационных моделей поведения пользователей, опирающихся на реальные данные и обладающих прогностической силой [1]. Такие имитации могут применяться, например, для идентификации мультиагентных экономических микро- и мезомоделей, анализа и прогнозирования

социально-политических трендов, формирования и тестирования внутренних корпоративных программ, маркетинговых исследований и т.д.

Вопросы имитационного моделирования интеллектуального поведения, психофизического типа относятся к разряду междисциплинарных научных проблем, для решения которых в настоящее время пока не создан общепринятый теоретический фундамент. Эта область открыта для конструктивного синтеза методов и подходов философии, психологии, нейрофизиологии, психофизиологии, нейропсихологии, искусственного интеллекта, математического моделирования и других научных областей.

Одной из ключевых проблем рассматриваемого направления является моделирование феноменологического комплекса личности. Вообще, вопрос о принципиальной возможности имитационного моделирования личности, о самой возможности наличия личности, свойств характера и темперамента, наличия сознания у программного агента, конечно, в первую очередь носит этико-философский характер. Мы решаем его в духе функционализма, ссылаясь, в частности, на то обстоятельство, что возможность наличия у машины интеллекта вызывает совершенно аналогичные вопросы, однако, похоже, сегодня уже мало кто сомневается в принципиальном существовании такой возможности.

1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ К ИМИТАЦИОННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ И СОЗНАНИЯ

В настоящее время значительно возрос интерес к возможности проектирования сознательных роботов, а значит, и искусственного сознания. Этот интерес частично основан на признании того, что сознание играет важную роль в принятии решения людей, и понимании того, что реализация модели сознания в интеллектуальных системах может помочь сделать роботов и искусственных агентов умнее. Рассмотрим некоторые подходы к определению сознания.

В работе [2] сознание определено как представление субъекта о мире и о своем месте в нем, связанное со способностью дать отчет о своем внутреннем психическом опыте и необходимое для разумной организации совместной деятельности. В [3] сознание определяется как форма психической активности и элемент высшей нервной деятельности, основа которой – головной мозг. Обычно различают сознательную сущность, то есть сущность, которая является разумной, бодрствующей, имеет самосознание, субъективные качественные переживания и сознательные психические состояния, то есть психические состояния, в которых сущность осознает [4].

В теории функциональных систем П. К. Анохина [5] сознание понимается как последний этап преобразования всей информации, поступающей из окружающего мира. К функциональным моделям сознания можно отнести модель глобального рабочего пространства (Global Workspace Theory (GWT) Баарса [6] и ее реализации [7, 8]. Основная идея нейробиологической модели сознания, предложенной Ф. Криком и К. Кохом [9], заключается в том, что психические состояния становятся сознательными, когда большое количество нейронов срабатывает синхронно друг с другом (колебания в диапазоне 35–75 герц или 35–75 циклов в секунду).

Другой подход – модель сознания, сформулированная Стивеном Гроссбергом [10] и основанная на адаптивных резонансах в мозге. А.Р. Лурия определил сознание как способность оценивать сенсорную информацию, реагировать на нее критическими размышлениями и действиями и сохранять следы событий в памяти, чтобы прошлые отпечатки или действия могли быть использованы в будущем [11].

Таким образом, не существует общепринятого определения сознания. Однако следует указать, что основные определения можно разделить на два понятия: сознания как опыта и сознания как функции. С точки зрения опыта субъект осознает, когда чувствует зрительные переживания, телесные ощущения, мысленные образы, эмоции [12]. С точки зрения

функции, сознательный субъект способен обрабатывать доступную информацию [13], интегрировать ее [14] и интроспективно осознавать себя [15], генерировать внутреннюю речь [16], внутреннюю модель себя и внешней среды [17], а также предвидеть перцептивную и поведенческую деятельность [18] и взаимодействовать через афферентные сенсомоторные связи с внешним миром [19].

Без понимания основополагающих аспектов биологического сознания невозможно моделирование искусственного сознания. Рассмотрим некоторые подходы к моделированию искусственного сознания.

В работе [20] предлагается теория, основанная на схеме внимания, в качестве отправной точки для создания сознательного робота – attention schema theory (AST). Авторы делают вывод, что функционально моделирование себя совпадает с моделированием других на основе опыта, проведенного в [21], согласно которому в правой височно-теменной доле мозга происходит осознание себя, своего «Я» и в этой же доле происходит социальное сознание, т.е. функция приписывания осознания другим людям.

Методологическая стратегия изучения сознания робота введена в [22] посредством концепции вычислительного коррелята сознания, соответствующего концепции нейронного коррелята сознания в мозге [8].

В [23] авторы смещают фокус изучения сознания робота с внутренних процессов и структур на анализ онтогенетических и эпигенетических отношений, которые организм развивает и поддерживает с внешним миром в течение своей жизни.

В работах [24, 25] подробно приводится структура активного вывода (active inference framework (AIF)). В [26, 27] предлагаются когнитивные системы, предназначенные для социальных и эмоциональных роботов. Такие системы были спроектированы на основе теории и модели, описанной в [28, 29]. В [30] предлагают когнитивную нейронную архитектуру для сознательного робота, где основная роль сознания заключается в адаптации на системном уровне. Для ее реализации используется рекуррентная нейронная сеть на основе Brain-State-in-a-Box (BSB), предложенной Андерсоном [31] и Голденом [32].

В работе [33] в основе когнитивной и вычислительной архитектуры функционального сознания лежит теория глобального рабочего пространства [5] при условии, что она не противоречит ключевым понятиям о природе представлений в мозге. В [34] авторы вводят модель памяти, основанную на нейрофизиологических данных, которая учитывает многие аспекты, такие как постоянство объекта и эпизодическая память. В работах [35, 36] вводится и обосновывается концепция самосознания робота.

Выше представлены только некоторые подходы к моделированию искусственного сознания. О превосходстве одних методов над другими говорить еще рано. Эта область ИИ активно развивается, и еще нет единой теории основополагающих принципов и методов создания интеллектуальных систем, обладающих сознанием, способных к пониманию своих действий и целей, а также самосознанию. Поэтому тема исследования является актуальной.

2. ЗАДАЧА АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЛИЧНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА

В [1] было показано, что метафора проектирования интеллектуального программного агента является хорошей основой для моделирования поведения пользователя, а мультиагентная нейрокогнитивная архитектура, под управлением которой находится такой агент, хорошо подходит для обучения специализированным паттернам поведения конкретных пользователей, информацию о которых предоставляет их цифровой след.

В частности, было предложено использовать методы формализации семантики естественно-языковых высказываний на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур для извлечения информации из текстового контента с целью последующей достройки функциональных узлов системы принятия решений и управления интеллектуального агента. Достройка осуществляется автоматически по мере ознакомления интеллектуального агента с контентом путем порождения новых элементов нейрокогнитивной архитектуры – агентов-нейронов, выполняющих функциональную репрезентацию понятий объектов, признаков и отношений, а также путем формирования новых и разрушения существующих связей между этими и другими агентами-нейронами в составе различных функциональных узлов мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

Накопление состава (библиотеки) интеллектуальных агентов, представляющих собой имитационные модели различных пользователей, в перспективе дает возможность отнести их к различным подразделениям существующих классификаций психофизиологических типов и типов поведения, что позволит использовать накопленные в психологии данные о возможных прогнозируемых вариантах актуализации пользователем – прототипом конкретной имитационной модели, конкретного интеллектуального агента, определенных паттернов поведения.

В целом функционалистская трактовка феноменологии психического открывает возможности ставить вопрос о наличии свойств характера и темперамента программного агента – системы общего искусственного интеллекта (General Artificial Intelligence) как неотъемлемых, присущих личности такого агента.

В [37] показано, что метафора проектирования интеллектуального агента, погруженного в реальную среду, позволяет стереть различия в методологии формального описания интеллектуальных систем вне зависимости от природы их происхождения – естественного или искусственного. Рассматривая и человека, и программного агента как интеллектуальные системы, выполняющие решение задачи синтеза поведения, субоптимального по значению многокритериальной целевой функции, мы констатируем, что такие этапы этого процесса, как постановка цели (выбор вершины графа проблемной ситуации, в которую необходимо переместиться в будущем), синтез пути из текущей вершины в целевую и другие, как правило, могут быть выполнены несколькими различными способами. Основная гипотеза данного исследования состоит в том, что набор алгоритмов и способов, с помощью которых данный конкретный интеллектуальный агент решает центральную задачу интеллектуального синтеза поведения в реальной среде, как раз и определяет отношение этого интеллектуального агента к психофизиологическим классификациям, например, определяет темперамент и характер этого агента.

Принципиальное значение в вопросе идентификации характера и темперамента интеллектуального агента, помимо непосредственной процедуры построения графа проблемной ситуации, определяющего текущую, целевую и промежуточную вершины на основе идентификации состояний системы «интеллектуальный агент – среда», а дуги между этими вершинами – на основе идентификации действий, совершаемых средой и самим этим агентом, имеет также процедура выбора приоритета проблемных ситуаций, для которых необходимо решать задачу построения графа в первую очередь. Дело в том, что интеллектуальный агент, погруженный в реальную среду, по определению должен быть многозадачной системой, которая вынуждена синхронно решать несколько проблем, разделяя ресурсы интеллектуального управления между ними. Принципиальное значение имеет то, что задачи решаются именно синхронно, так как пренебречь решением какой-либо из них может иногда быть эквивалентно тому, чтобы понести непоправимый ущерб (например,

перейти в т. н. терминальную ситуацию, в которой агент прекращает свое существование). В этом смысле необходимо управлять многозадачностью таким образом, чтобы наиболее приоритетные задачи получали большее количество ресурсов, но задачи с меньшей приоритетностью, тем не менее, продолжали бы решаться без остановки, пусть и с применением меньшего количества ресурсов.

По нашей гипотезе, именно для обеспечения этого функционала естественные интеллектуальные агенты в качестве эволюционных приспособительных механизмов получили сознание и внимание. В соответствии с этой гипотезой основная функция внимания состоит в том, чтобы переключать фокус сознания между текущими решаемыми задачами (между строящимися параллельно графами проблемных ситуаций) в соответствии с их приоритетностью.

Функция же сознания состоит в том, чтобы управлять процессом решения задачи, консолидируя ресурсы в соответствии с приоритетом решения задач. При этом нейрокогнитивный контур сознания также нацелен на достройку графа проблемной ситуации, связанного с решением данной задачи. Однако для этого сознание использует другой механизм, существенно отличающийся от алгоритмов, которые используются для этого в основном контуре мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

Объектом исследования является гипотеза о структурно-функциональной организации личности интеллектуального агента, погруженного в реальную среду.

Предмет исследования – возможность имитационного моделирования такой структурно-функциональной организации с помощью самоорганизации мультиагентных нейрокогнитивных архитектур.

Цель исследования – разработка системы обучения имитационных моделей пользователей свойствам характера и темперамента по данным об их поведении в сети Интернет.

Задача исследования – разработка основных принципов имитационного моделирования свойств личности интеллектуальных агентов на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур.

3. МОДЕЛИ СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ ДВУХ КОНТУРОВ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ НЕЙРОКОГНИТИВНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Для понимания различий между сознательным и бессознательным построим элементы конструктивной интерпретации их дифференциации. Следует оговориться, что предлагаемая интерпретация содержательной основы, функций и механизмов работы этих областей психики, конечно, носит гипотетический характер и ориентирована прежде всего на функционалистское обоснование возможности имитационного моделирования феноменологии сознательного и бессознательного с помощью метафоры проектирования интеллектуального агента, погруженного в реальную среду.

В работах [37–42] было показано, что формирование графа проблемной ситуации выполняется с помощью мультиагентного алгоритма, обеспечивающего взаимодействие между функциональными узлами нейрокогнитивной архитектуры. Последовательность таких узлов образует т.н. инвариант организационной структуры принятия решений на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры. Такая последовательность включает в себя функциональные узлы распознавания состояний по входным данным с сенсоров, оценки состояний, синтеза целей, синтеза действий, контроля выполнения действий, эффе́кторы для непосредственного воздействия на внешнюю среду (рис. 1).



Рис. 1. Инвариант мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры для обеспечения бессознательных процессов

Принципиальное отличие синтеза графа проблемной ситуации с помощью инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры состоит в том, что части этого графа достраиваются на основе множества мультиагентных алгоритмов, локально выполняемых агентами-нейронами различной специализации, расположенными в различных функциональных узлах нейрокогнитивной архитектуры. Это означает, в частности, что достройка графа проблемной ситуации выполняется децентрализованно и параллельно. Следовательно, формирование графа проблемной ситуации (построение графа решения задачи) не требует централизованного управления процессом, агенты-нейроны выполняют его самостоятельно. Первая часть нашей гипотезы состоит в том, что именно эти децентрализованные процессы мультиагентного решения задач, возникающих перед интеллектуальным агентом, погруженным в реальную среду с помощью сенсоров и эффекторов, и составляют сущностную основу бессознательного. Принципиальное значение здесь имеет именно область проблематизации, связанная с оценкой состояний системы «интеллектуальный агент – среда погружения» на наличие негативных и позитивных состояний и с обоснованием целесообразности и возможности изменения этих негативных состояний на позитивные.

При этом решения могут строиться достаточно долго, так как для построения графа решений необходимо обеспечить формирование связных путей от начального состояния к желаемому, а добавление в этот граф вершин и дуг зависит от децентрализованной работы значительного количества агентов-нейронов, локально взаимодействующих с агентами-нейронами в соседних функциональных узлах. Таким образом, конечное решение о том, чтобы дать согласие на участие в формировании графа проблемной ситуации (графа решений), каждый из агентов-нейронов принимает самостоятельно с учетом степени заинтересованности в вознаграждении, ожидаемом в результате своего участия.

Вторая часть гипотезы состоит в том, чтобы постулировать наличие системы интеллектуального управления верхнего уровня, средой погружения является уже не система «интеллектуальный агент – внешняя среда», а процессы, происходящие в мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре, бессознательные процессы. Эта часть гипотезы введена в

[37]. В этой книге вводится понятие рекурсивной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры, допускающей вложенность инвариантов организационной структуры принятия решений друг в друга. Для обозначения уровней рекурсии вводится понятие рангов. Если нейрокогнитивный контур обеспечения бессознательных процессов считать контуром нижнего ранга, то мультиагентную нейрокогнитивную архитектуру, сенсоры и эффекторы которой обеспечивают интеграцию («погружение») с процессами, протекающими в контуре нижнего ранга, будем считать контуром верхнего ранга, или мультиагентной нейрокогнитивной архитектурой, обеспечивающей выполнение функций сознания (рис. 2).

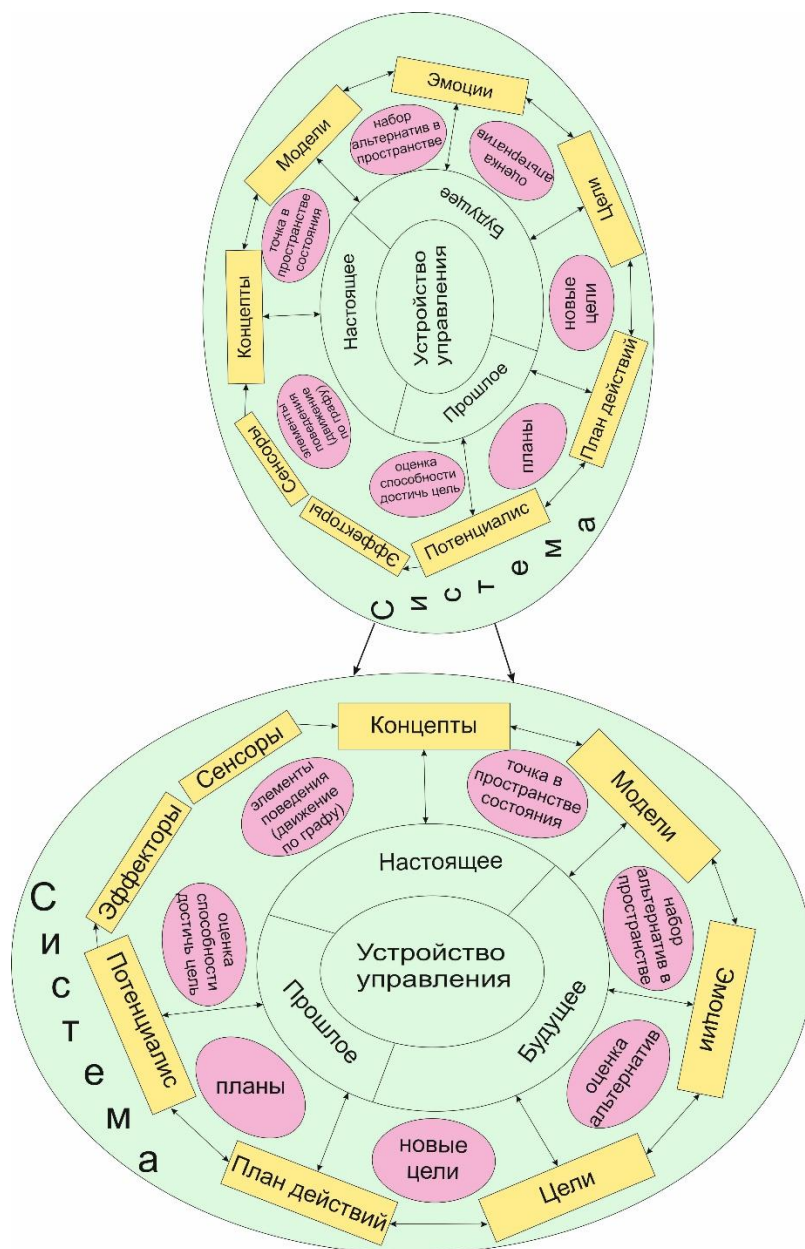


Рис. 2. Структурно-функциональная схема мультиагентных нейрокогнитивных контуров управления сознательными и бессознательными процессами

Таким образом, «полем проблематизации» верхнего контура является система «бессознательное – сознание», что позволяет этому контуру выполнять формирование графов

проблемных ситуаций, направленных на изменение негативных состояний этой системы на позитивные. К негативным состояниям можно в данном случае отнести состояния, когда ресурсов, выделенных контуром нижнего уровня, недостаточно для своевременного решения задачи, или когда мультиагентный синтез графа решения нижним контуром не дает возможности построить связный путь от текущей ситуации к конечной, либо когда возникла необходимость изменить приоритетность некоторых текущих задач и т. п.

Так как верхний контур гипотетически также реализует инвариант организационной структуры принятия решений на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры, как следует из рисунка 2, все этапы и функциональные особенности формирования графа решений аналогичны контуру нижнего уровня – меняется лишь содержательная интерпретация.

Сознание, используя механизм внимания, перехватывает управление выполнением задач в многозадачном режиме и при необходимости организует дополнительную активность агентов-нейронов нижнего контура путем их дополнительного стимулирования с помощью изменения уровня вознаграждения за решение локальных задач по формированию недостроенных участков графов решений. В этом смысле сознательное усилие интеллектуального агента «задуматься на тему» на нейроморфологическом уровне как раз и может означать дополнительную «накачку» вознаграждения, выраженного в терминах значений специфических локальных целевых функций агентов-нейронов конкретного типа – целевых, синтеза действий и т. п.

Используя методику обучения мультиагентных нейрокогнитивных архитектур по данным цифрового следа пользователя, предложенную в [1], таким образом можно изменять базы знаний агентов-нейронов, входящих как в верхний, так и в нижний контур. Это означает, что открываются возможности корректировки как бессознательного, так и осознанного поведения (содержание и способы формирования графов решений проблемных ситуаций) интеллектуальных агентов. С учетом наличия возможностей управления знаниями в базах знаний специализированных агентов-нейронов в любых функциональных узлах инварианта организационной структуры принятия решений на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры можно, формализовав с помощью базы знаний и применив известные в психологии методики классификации психофизиологических типов личности, использовать данные о реакциях пользователей сети Интернет на предложенные явные и неявные тестовые ситуации, выполнить инициализацию соответствующих агентов-нейронов в различных когнитивных узлах интеллектуального агента.

Инициализированная таким образом имитационная модель в дальнейшем может использоваться для проведения вычислительных экспериментов по моделированию индивидуального поведения интеллектуального агента в произвольно заданных условиях, а также для моделирования коллективного поведения мультиагентной системы, состоящей из нескольких таких интеллектуальных агентов. Возможность управлять составом и содержанием знаний в базах знаний агентов-нейронов в функциональных узлах обоих контуров мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры теоретически позволяет также формировать и обучать имитационные модели ценностных установок, самоконтроля, самонаблюдения, этики и прочих структурных компонентов личности, которые можно охватить термином «супер Эго».

Однако, как и сама данная работа, эти утверждения пока носят теоретический характер и должны быть подвержены тщательному экспериментальному исследованию. Преимущество описанного подхода состоит в том, что он предоставляет все возможности для организации необходимых вычислительных экспериментов с помощью программных моделей интеллектуальных агентов на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур, обучаемых по данным о поведении пользователей в сети Интернет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны основные принципы имитационного моделирования функциональных систем бессознательных и осознаваемых когнитивных процессов на основе инварианта рекурсивной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

Обоснованы алгоритмы имитационного моделирования функциональных систем характера и темперамента на основе инварианта рекурсивной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

Полученные результаты могут быть применены для разработки основных принципов, моделей, методов и алгоритмов обучения инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры по данным цифрового следа пользователя и упоминаниях о нем в интернет-пространстве.

Информация об авторах

Нагоев Залимхан Вячеславович, канд. техн. наук, генеральный директор Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

zaliman@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9549-1823>

Пшенокова Инна Ауесовна, канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией «Интеллектуальные среды обитания», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

pshenokova_inna@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7682>

Нагоева Ольга Владимировна, н.с. отдела «Мультиагентные системы», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

nagoeva_o@mail.ru

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Nagoev Z.V., Bzhikhatlov K.Ch., Nagoeva O.V., Sundukov Z.A., Kankulov S.A. Autonomous formation of a user model based on digital footprint data in the Internet space based on training multi-agent neurocognitive architectures. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 6 (98). Pp. 52–67. (In Russian)

2. Petukhov V.V. *Lektsii po obshchey psikhologii* [Lectures on general psychology]. Moscow: MGU. 1997. 597 p. (In Russian)

3. Shulgovsky V.V. *Vysshaya nervnaya deyatel'nost'* [Higher nervous activity]. Great Russian encyclopedia: 2005-2019. URL: <https://bigenc.ru/biology/text/2337707>. (In Russian)

4. Van Gulick R. Consciousness. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, ed E.N. Zalta. 2018. URL: <https://plato.stanford.edu/entries/consciousness/>

5. Anokhin P.K. *Uzlovyye voprosy teorii funktsional'nykh sistem* [Key questions of the theory of functional systems]. Moscow: Nauka, 1980. 203 p. (In Russian)

6. Baars B.J. In the Theater of Consciousness. The Workspace of the Mind. Oxford: Oxford University Press. 1997. 88 p.

7. Shanahan M.P. A cognitive architecture that combines internal simulation with a global workspace. *Consciousness and Cognition*. 2006, 15, 433–449. DOI: 10.1016/j.concog.2005.11.005.

8. Franklin S., Madl T., D'Mello S., Snider J. LIDA: a systems-level architecture for cognition, emotion, and learning. *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development*. 2014. 6, 19–41. DOI: 10.1109/TAMD.2013.2277589.

9. Crick F., Koch C. The problem of consciousness. *Scientific American*. Special edition. 2002. Vol. 12. No. 1. Pp. 11–17.
10. Grossberg S. Towards solving the hard problem of consciousness: The varieties of brain resonances and the conscious experiences that they support. *Neural Networks*. Vol. 87. 2017. Pp. 38–95. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2016.11.003>
11. Luria A.R. *Yazyk i soznaniye* [Language and Consciousness]. Edited by E.D. Chomskaya. Moscow: MGU. 1979. 320 p. (In Russian)
12. Chalmers D. Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*. 1995. No. 2(3). Pp. 200–219.
13. Dehaene S., Lau H., Kouider S. What is consciousness, and could machines have it? *Science*. 2017. Vol. 358. Pp. 486–492. DOI: 10.1126/science.aan8871.
14. Tononi G. Consciousness as integrated information: a provisional manifesto. *Biol. Bull.* 2008. 215. Pp. 216–242. DOI: 10.2307/25470707.
15. Floridi L. Consciousness, agents and the knowledge game. *Mind Mach.* 2005. No. 15. Pp. 415–444. DOI: 10.1007/s11023-005-9005-z.
16. Morin A. Possible links between self-awareness and inner speech. *J. Conscious. Stud.* 2005. No. 12. Pp. 115–134.
17. Holland O. Robots with internal models – a route to machine consciousness? *J. Conscious. Stud.* 2003. No. 10. Pp. 77–109.
18. Hesslow G. (2002). Conscious thought as simulation of behaviour and perception. *Trends Cogn. Sci.* 2002. No. 6. Pp. 242–247. DOI: 10.1016/S1364-6613(02)01913-7.
19. O'Regan J. K., Noë A. A sensorimotor account of vision visual consciousness. *Behav. Brain Sci.* 2001. No. 24. Pp. 939–973. DOI: 10.1017/S0140525X01000115.
20. Graziano M.S.A. The Attention Schema Theory: A Foundation for Engineering Artificial Consciousness image. *Front. Robot. AI*, 2017. 4:60. <https://doi.org/10.3389/frobt.2017.00060>
21. Igelström K., Webb T.W., Graziano M.S.A. Functional connectivity between the temporoparietal cortex and cerebellum in autism spectrum disorder. *Cereb. Cortex*. 2016. Vol. 27. No. 4. Pp. 2617–2627. DOI:10.1093/cercor/bhw079.
22. Reggia J.A., Katz G.E. and Davis G.P. Humanoid Cognitive Robots That Learn by Imitating: Implications for Consciousness Studies. *Consciousness in Humanoid Robots*. 2018. 5:1. DOI: 10.3389/frobt.2018.00001.
23. Manzotti R., Chella A. Good old-fashioned artificial consciousness and the intermediate level fallacy. *Frontiers Robotics AI*, 2018. 5:39. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00039>
24. Linson A., Clark A., Ramamoorthy S., Friston K. The Active Inference Approach to Ecological Perception: General Information Dynamics for Natural and Artificial Embodied Cognition. *Consciousness in Humanoid Robots*. 2018. 5:21. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00021>
25. Biehl M., Guckelsberger C., Salge C., Smith S.C., Polani D. Expanding the Active Inference Landscape: More Intrinsic Motivations in the Perception-Action Loop. *Front. Neurobot.* 2018. 12:45. DOI: 10.3389/fnbot.2018.00045.
26. Winfield A. Why Did You Just Do That? Explainability and Artificial Theory of Mind for Social Robots. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications Ebook*. Vol. 335: Culturally Sustainable Social Robotics. 2020. Pp. 8–10. DOI: 10.3233/FAIA200892.
27. Cominelli L., Mazzei D., De Rossi D.E. SEAI: Social Emotional Artificial Intelligence Based on Damasio's Theory of Mind. *Front. Robot. AI*, 2018. 5:6. DOI: 10.3389/frobt.2018.00006.

28. Damasio A. The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness. Spektrum Der Wissenschaft, 2000. 104 p.
29. Bosse T., Jonker C. M., Treur J. Formalisation of Damasio's theory of emotion, feeling and core consciousness. *Consciousness and Cognition*. 2008. Vol. 17, No. 1. Pp. 94–113. DOI:10.1016/j.concog.2007.06.006.
30. Kinouchi Y., Mackin K.J. A Basic Architecture of an Autonomous Adaptive System With Conscious-Like Function for a Humanoid Robot. *Front. Robot. AI*, 2018. 5:30. DOI: 10.3389/frobt.2018.00030.
31. Anderson J. Cognitive and psychological computation with neural models. *IEEE Trans. Syst. Man Cybernet.* 1983, 5. DOI: 10.1109/TSMC.1983.6313074.
32. Golden M. Stability and optimization analyses of the generalized brain state in a box neural network model. *J. Math. Psychol.* 1993. 37. Pp. 282–298. DOI: 10.1006/jmps.1993.1017.
33. Velde F. In Situ Representations and Access Consciousness in Neural Blackboard or Workspace Architectures. *Front. Robot. AI*, 2018. 5:32. DOI: 10.3389/frobt.2018.00032.
34. Balkenius C., Tjøstheim Trond A., Johansson B., Gärdenfors P. From Focused Thought to Reveries: A Memory System for a Conscious Robot. *Front. Robot. AI*, 2018. 5:29. DOI: 10.3389/frobt.2018.00029.
35. Chatila R. and et al. Toward Self-Aware Robots. *Front. Robot. AI*, 2018. 5:88. DOI: 10.3389/frobt.2018.00088.
36. Pei Wang, Patrick Hammer, Hongzheng Wang. An Architecture for Real-Time Reasoning and Learning. *AGI 2020: Artificial General Intelligence*, 2020. Pp 347–356. DOI: 10.1007/978-3-030-52152-3_37.
37. Nagoev Z.V. *Intellektika, ili myshleniye v zhivyykh i iskusstvennykh sistemakh* [Intelligence, or thinking in living and artificial systems]. Nal'chik: Izdatel'stvo KBNTS RAN [KBSC of RAS Publishing House], 2013. 232 p. (In Russian)
38. Nagoev Z., Pshenokova I., Nagoeva O., Sundukov Z. Learning algorithm for an intelligent decision making system based on multi-agent neurocognitive architectures. *Cognitive Systems Research*. Vol. 66. 2021. Pp. 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2020.10.015>.
39. Nagoev Z., Nagoeva O., Gurtueva I. Multi-Agent neurocognitive models of semantics of spatial localization of events. *Cognitive Systems Research*. Vol. 59. Pp. 91–102. DOI: 10.1016/j.cogsys.2019.09.015
40. Nagoev Z.V., Bzhikhatlov K.Ch., Pshenokova I.A. at el. Autonomous synthesis of spatial ontologies in the decision-making system of a mobile robot based on self-organization of multi-agent neurocognitive architecture. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 6 (98). Pp. 68–79. DOI: 10.35330 / 1991-6639-2020-6-98-68-79. (In Russian)
41. Pshenokova I.A., Sundukov Z.A. Development of a simulation model for predicting the behavior of an intelligent agent based on an invariant of a recursive multi-agent neurocognitive architecture. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 6 (98). Pp. 80–90. DOI: 10.35330 / 1991-6639-2020-6-98-80-90. (In Russian)
42. Anchokov M.I. Application of reinforcement learning to solve the problem of structuring the external environment. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 6 (98). Pp. 14–19. DOI: 10.35330 / 1991-6639-2020-6-98-14-19. (In Russian)

AUTOMATIC RECONSTRUCTION OF THE CHARACTER AND TEMPERAMENT OF USERS BASED ON MULTI-AGENT TRAINING OF NEUROCOGNITIVE MODELS OF THE CONSCIOUS AND UNCONSCIOUS ACCORDING TO DATA ON USER BEHAVIOR IN THE INTERNET*

Z.V. NAGOEV¹, I.A. PSHENOKOVA², O.V. NAGOEVA²

¹ Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360002, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street
Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street

Annotation. The purpose of this study is to develop a system for teaching simulation models of users to the properties of character and temperament based on data on their behavior in the Internet. To model user behavior, the metaphor of designing an intelligent software agent is used; the agent is controlled on the basis of a multi-agent neurocognitive architecture, which is well suited for teaching specialized patterns of behavior of specific users, information about which can be collected in the Internet.

As a result of the study, the basic principles of imitation modeling of functional systems of unconscious and conscious cognitive processes were developed based on the invariant of a recursive multi-agent neurocognitive architecture. Algorithms for the simulation of functional systems of character and temperament based on the invariant of a recursive multi-agent neurocognitive architecture have been substantiated.

The results obtained can be used to develop basic principles, models, methods and algorithms for learning the invariant of a multi-agent neurocognitive architecture based on data on user behavior and mentions about it in the Internet space.

Keywords: artificial intelligence, behavior modeling, cognitive architectures, multi-agent systems, enveloping intelligence systems, predictive analytics

The article was submitted 10.12.2021

Accepted for publication 15.12.2021

For citation. Nagoev Z.V., Pshenokova I.A., Nagoeva O.V. Automatic reconstruction of the character and temperament of users based on multi-agent training of neurocognitive models of the conscious and unconscious according to data on user behavior in the Internet. News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2021. No. 6 (104). Pp. 66–77. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-66-77

Information about the authors

Nagoev Zalimkhan Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, General Director of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;
zaliman@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9549-1823>

Pshenokova Inna Auesovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Laboratory for Intelligent Habitats of the Institute of Computer Science and Regional Management Problems – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;
pshenokova_inna@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7682>

Nagoeva Olga Vladimirovna, Researcher of the Department of the Multiagent Systems of the Institute of Computer Science and Regional Management Problems – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;
nagoeva_o@mail.ru

* This work was supported by the RFBR project 19-01-00648 A