

Использование технологий информационного общества**ФОРМИРОВАНИЕ ГРАММАТИЧЕСКОЙ НОРМЫ НА ОСНОВЕ
НЕЙРОКОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета Е. Н. Ивахненко 14.02.2025.

Макоева Дана Гисовна

*Кандидат филологических наук
Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Федерального Научного
Центра «Кабардино-Балкарский Научный Центр Российской Академии Наук», заведующая
лабораторией «Компьютерная лингвистика»
Нальчик, Российская Федерация
makoevadana@mail.ru*

Макоев Астемир Русланбекович

*Научно-образовательный центр Кабардино-Балкарского научного центра Российской Академии Наук,
кафедра «Мультиагентные интеллектуальные робототехнические системы», аспирант
Нальчик, Российская Федерация
makoeva@mail.ru*

Тлупов Ислам Резуанович

*Научно-образовательный центр Кабардино-Балкарского научного центра Российской Академии Наук,
кафедра «Мультиагентные интеллектуальные робототехнические системы», аспирант
Нальчик, Российская Федерация
tlup94@mail.ru*

Шогенов Асланбек Олегович

*Научно-образовательный центр Кабардино-Балкарского научного центра Российской Академии Наук,
кафедра «Мультиагентные интеллектуальные робототехнические системы», аспирант
Нальчик, Российская Федерация
qw20erty@mail.ru*

Аннотация

Процесс усвоения естественного языка представляет собой сложное и многогранное явление. Тем не менее, несмотря эти сложности, естественный язык является самым удобным средством передачи информации не только между людьми, но и в синергии человеко-машинных взаимодействий, а также для управления разнообразной интеллектуальной техникой. В работе рассмотрены несколько ведущих теорий, описывающих процесс усвоения родного языка детьми, предложен метод мультиагентной обработки элементов естественного языка, который служит надежным инструментом, позволяющим моделировать процесс усвоения грамматических норм интеллектуальной системой. Этот метод открывает новые горизонты в понимании и обучении естественному языку интеллектуальных систем.

Ключевые слова

*мультиагентная система; нейрокогнитивная архитектура; обработка естественного языка;
интеллектуальный агент; нейрокогнитон; актор*

Введение

Вопрос о том, как мы усваиваем родной язык, всегда был важным в лингвистике и психологии. В этой статье приводятся анализ основных теорий усвоения языка. За годы исследований в

© Макоева Д. Г., Макоев А. Р., Тлупов И. Р., Шогенов А. О. 2025

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «С указанием авторства - С сохранением условий версии 4.0 Международная» (Creative Commons Attribution – ShareAlike 4.0 International; CC BY-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.ru>
https://doi.org/10.52605/16059921_2025_06_129

лингвистике сформировалось несколько теорий, объясняющих механизм овладения родным языком детьми. На данный момент выделяют четыре основных подхода: 1) поведенческий (бихевиоризм), 2) врожденный, 3) когнитивный, 4) интерактивный (социальный).

Рассмотрим каждый из них в отдельности. Необходимо отметить, что мы не рассматриваем их как противостоящие друг другу теории, каждая из них имеет право на существование, а во многом они дополняют друг друга таким образом, что мы можем вывести четкую картину того, как на самом деле усваивается родной язык детьми.

1 Теория бихевиоризма

Прежде всего, теория бихевиоризма утверждает, что язык формируется благодаря воздействию извне и положительному подкреплению. В начале двадцатого века бихевиоризм доминировал во многих областях гуманитарного знания, особенно в психологии. Бихевиористы рассматривали разум как нечто, что невозможно познать. Психологи-бихевиористы пытались детально исследовать процесс усвоения языка, утверждая, что поведение является полностью продуктом внешних факторов.

Основатель теории бихевиоризма в аспекте усвоения родного языка, Б. Ф. Скиннер, в 1975 в книге «Речевое поведение» (Verbal Behaviour) [1] пишет, что дети подражают языку своих родителей или других значимых взрослых. Удачные попытки использования языка награждаются, т. е. взрослые, распознавшие произнесенное слово либо хвалят ребенка и/или дают ему то, о чем он попросил. Со временем удачные речевые попытки, за которыми последовало вознаграждение, запоминаются, а не удачные – забываются.

Скиннер (1957) внес в это свой вклад, проследив аналогию между процессом усвоения первого языка и бихевиористским экспериментом, который состоял в обучении животных и птиц. Исследователь заключил, что птицы и крысы могут быть обучены выполнять некоторые действия за счет создания устойчивой привычки. Ученый поощрял желаемое поведение позитивным подкреплением. Нежелательное поведение игнорировалось, либо за ним следовало наказание, негативное подкрепление [1].

Скиннер утверждал, что языки усваиваются через процесс стимул-реакция-вознаграждение. Более того, он считал, что процесс усвоения языка можно рассматривать как вопрос подражания родителям, путем «создания ассоциаций между словами и объектами реального мира». Именно стимул действует как объект, а постоянное повторение делает эту ассоциацию привычкой. Наконец, ребенок не только будет вознагражден, получив то, что он хотел, но и получит одобрение своих значимых взрослых [1].

В целом, эта теория утверждает, что мы рождаемся *tabula rasa*, и что именно окружающая среда играет важную роль в процессе усвоения языка. Другими словами, именно воспитание и окружение, а не природа, несёт ответственность за обучение. К этой теории можно присоединить теорию коннекционизма, которая утверждает, что язык — это система шаблонов, которая была приобретена с помощью механизмов обучения. Младенец будет развивать некоторые шаблоны в своей голове, и, следовательно, эти шаблоны вызовут возникновение грамматического строя языка.

2 Теория врожденности

В 1957 году Наом Хомский опубликовал работу [2], в которой раскритиковал теорию бихевиоризма. В дополнение к вышеперечисленным ограничениям он также указал на скудность языковых структур, которые взрослые используют в речи с детьми. Взрослые редко говорят грамматически полными предложениями и, как следствие, дети слышат довольно ограниченный набор языковых примеров.

Хомский пришел к выводу, что дети должны иметь врожденную способность к усвоению языка. Согласно этой теории усвоения языка – это биологически детерминированный процесс, т. е. человеческий мозг эволюционировал таким образом, что при рождении в нем уже содержится нейронный контур для усвоения лингвистической информации. Пусковым механизмом естественной способности ребенка к усвоению языка является восприятие речи на слух. Речь, воспринимаемая ребенком, интерпретируется им в соответствии с теми принципами и структурами, которые лежат в основе его нейронных связей. Эта врожденная способность стала известной как механизм освоения языка (Language Acquisition Device (LAD)). Стоит отметить, что данный механизм освоения языка не является специфичным, т. е. любой ребенок способен выучить

любой язык, на котором с ним разговаривают взрослые, независимо от национальной принадлежности. Это обусловлено тем, что все языки обладают общими принципами, например, во всех языках есть слова для обозначения предметов и действий – существительные и глаголы [2].

Следуя этой теории, врожденный языковой механизм уже имеет представление о видовременных формах глаголов. Ребенок, слыша слова: упал, ушел, встал и т. д., делает предположение о том, что прошедшая форма образуется добавлением суффикса -л(а) к основе слова. Это в будущем станет причиной *virtuous errors*, упомянутых выше. Бесспорно, что все эти процессы проходят неосознанно, дети не прикладывают к этому никаких усилий, это механизм, формировавшийся нашим мозгом сотнями тысяч лет.

Данная теория остается центральной в вопросе изучения процесса освоения родного языка. Однако, даже она подвергалась изменениям как самим Хомским, так и другими исследователями.

3 Когнитивная теория

Швейцарский психолог и философ [3], Жан Пиаже, связывал усвоение языка с когнитивным развитием ребенка. Он утверждал, что для того, чтобы овладеть неким языковым материалом, ребёнку необходимо понять тот концепт, который за ним стоит.

В качестве примера он приводил упорядочивание. В развитии ребенка наступает момент, когда он приобретает способность сравнивать объекты по размеру, т. е. в определенном возрасте дети смогут расположить, к примеру, карандаши «по росту». Пиаже утверждал, что дети, которые еще не способны это сделать, не способны понять и использовать прилагательные в сравнительной степени, «больше-меньше».

Представление о постоянстве предметов и их свойств – это еще один феномен, который часто упоминается в рамках когнитивной теории. В течение первого года жизни дети не осознают существование предметов, которые они не способны видеть. Объект, который выходит из поля зрения, больше не существует для них. К полутора годам дети начинают осознавать, что предметы существуют независимо от их зрительного восприятия. Когнитивная теория указывает на резкое расширение словарного запаса у детей в этом возрасте, связана с его представлением о постоянстве предметов и их свойств, с освоением категоризации.

4 Теория социального взаимодействия

В отличие от теории Хомского, более поздние теоретики подчеркивают важность языкового окружения, создаваемого значимыми для ребенка взрослыми. Язык существует в первую очередь для общения и может быть изучен только в контексте взаимодействия с людьми. Такие ученые как Джером Брунер [4], предполагают, что языковое поведение взрослых при разговоре с детьми специально адаптировано для поддержки процесса усвоения. Брунер также ввел термин Система поддержки усвоения языка или LASS в ответ на LAD Хомского. Колвин Тревартен [10] изучал взаимодействие между родителями и младенцами, которые были слишком малы, чтобы говорить. Он пришел к выводу, что понимание структуры диалога, смены говорящих у ребенка развивается посредством игр и невербального общения задолго до того, как им будут произнесены первые слова.

5 Мультиагентная нейрокогнитивная архитектура

Мультиагентные системы (МС) являются одним из ключевых направлений современных исследований в области искусственного интеллекта и обработки естественного языка. МС – это вычислительная структура, в которой несколько автономных или полуавтономных агентов для достижения общих целей взаимодействуют в среде, которая может быть динамичной, непредсказуемой и открытой.

МС могут использоваться для решения задач в различных областях, включая робототехнику, распределенное управление, телекоммуникации, экономику и т. д. Заранее запрограммированное поведение агентов не всегда справляется с решением сложных задач, возникающих в этих областях. Вместо этого агенты должны найти решение самостоятельно, используя обучение [5].

Знания людей увеличиваются посредством коммуникации. Подобно человеческим социальным группам, агенты в мультиагентных системах, вероятно, выиграют от взаимодействия друг с другом с целью обмена знаниями и обучения навыкам [6].

МС – это организованное общество агентов, которые взаимодействуют друг с другом, для достижения коллективных или личных целей. К основным характеристикам МС относятся:

- иерархия, с помощью которой группы агентов организованы внутри системы в зависимости от роли, характеристик и задач;
- взаимодействие между агентами, которое основывается на обмене промежуточными результатами для поиска решения индивидуальных задач и способствует достижению общих целей системы;
- координация, которая позволяет агентам координировать действия и поведение, что позволяет системам избегать конфликтных ситуаций между агентами и быть последовательными;
- контроль – основной механизм реализации координации в мультиагентных системах. Параметры управления бывают двух типов: глобальные и локальные;
- коммуникация между агентами, оператором, обществом или системой, позволяющая достичь цели. Этот подход воспроизводит сложную социальную организацию современного общества в искусственных системах [6].

Применяемый нами подход основывается на вычислительной абстракции мультиагентных нейрокогнитивных систем, которые моделируют архитектурные соответствия нейронных связей в человеческом мозге [7], что позволяет разработать модель, способную самостоятельно обучаться, распознавать и понимать потоки данных, используя имеющиеся знания, контекст и опыт. Основы этого подхода представлены в [8]. Представленная работа посвящена программной реализации системы моделирования процесса освоения грамматической нормы естественного языка на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур (рис. 1) [9-11]. Мультиагентная нейрокогнитивная архитектура определяется как рекурсивная когнитивная архитектура (допускающая вложенность агентов и функциональных систем друг в друга), функциональные узлы которой состоят из программных агентов-нейронов (агнейронов) разной степени сложности и объединены в составе т. н. инварианта организационной структуры принятия решений на основе нейрокогнитивной архитектуры. Агенты в архитектуре порождаются «по требованию», специальными агнейронами-фабриками. Так как система рекурсивная, то каждый агнейрон содержит такие же функциональные узлы, состоящие из агентов – акторов. Преимуществом такой когнитивной архитектуры является ее архитектурное соответствие головному мозгу человека.

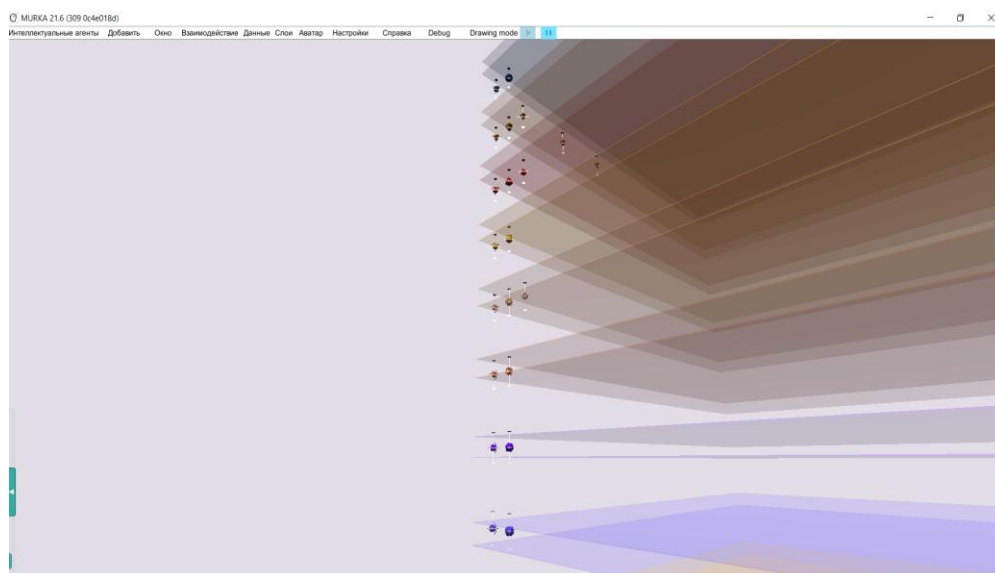


Рис. 1. Мультиагентная нейрокогнитивная архитектура

Каждый интеллектуальный агент представляет собой несколько нейрокогнитонов (групп агнейронов) (рис. 2), каждый из которых отличается своим поведением и функциональным назначением. При этом все нейрокогнитоны обязательно включают в себя агнейрон-фабрику и

массив агнейронов. Агнейрон-фабрика по структуре не отличается от других агнейронов, но только она имеет возможность создавать новые агнейроны в рамках своего нейроконитона, для чего в ней выделен отдельный актор - нейрофабрика. Стоит отметить, что при создании нейрона используется его шаблон, хранящийся в отдельной структуре – геноме мультиагентной архитектуры. Агнейроны в свою очередь также состоят из нескольких акторкогнитонов (слоев акторов). Каждый акторкогнитон, также, состоит из фабрики и набора акторов определенного типа



Рис. 2. Схема построения интеллектуального агента

Актор является базовой единицей мультиагентной модели и состоит из базы знаний и списка контрактов. Кроме того, актор может хранить набор входящих сообщений и некоторую дополнительную информацию. База знаний представляет собой набор правил поведения конкретного актора, представленный в виде набора условных и результирующих клауз. Условные клаузы описывают текущее состояние, при котором выполняется правило и представляют собой список ожидаемых сообщений (в виде пары отправитель – сообщение). Результирующая клауза также представляет собой пару получатель – сообщение и при срабатывании правила генерирует исходящие сообщения от текущего агента. Кроме обмена сообщениями агенты имеют возможность обмениваться энергией и заключать между собой контракты. При этом основной целью для каждого агента является максимизация его внутренней энергии. Кроме правил агент хранит в себе информации обо всех своих контрактах, представленных в виде дендросов. Каждый дендрос – это набор дендритов, отдельных связей с конкретными агентами. Дендрит состоит из имени контрагента, его сообщения и роли, а также коэффициента корреляции для данного дендрита. То есть при заключении контракта запоминается не только имя агента, но и то сообщение, которое стало причиной создания связи. При этом проверяются не отдельные связи, а их группы, что позволит строить сложные онтологии и структурировать связи между агентами [9-11].

Предложенная модель взаимодействия предполагает возможность каждого актора выполнять свою базу правил с целью максимизации своей энергии. При этом каждый агент имеет возможность использовать прямую передачу сообщения другому агенту или массовую рассылку для всех агентов акторкогнитона. Кроме обмена сообщениями агенты могут обмениваться энергией и заключать контракты между собой. В отличие от остальных агентов фабрика имеет возможность создать нового агента в данном акторкогнитоне [9-11].

Мультиагентная когнитивная архитектура – это система, образованная множеством интеллектуальных агентов-нейронов, взаимодействующих друг с другом посредством контрактов. Контракты нужны для достижения общесистемной цели и взаимодействия с внешней средой и для получения дополнительной энергии. Энергия в этом случае рассматривается как целевая функция агента в задаче максимизации продолжительности собственной жизни при ограничениях внешней среды. Под контрактом понимается зависимость, возникающая и развивающаяся, когда агенты заключают обязательства друг с другом на условиях взаимовыгодного обмена энергией на знания.

Агенты-нейроны \mathcal{N}_i^j , где i – имя агента, j – тип агента, для достижения внутренней цели,

$$Z = E(s_{it_c}^j) \xrightarrow{a_{it_c}^j} \max, \quad (1)$$

направленной на увеличение собственной энергии E , поддерживают взаимодействие друг с другом посредством отправки естественно-языковых сообщений. В (1) $s_{it_c}^j$ – это некая ситуация, в которой агент оказался в момент времени t_c , $a_{it_c}^j$ – это действия, которые нужно совершить, чтобы из текущей ситуации перейти к ситуации, которая приведет к увеличению энергии [10, 12, 13].

Коммуникация между агентами происходит в соответствии с договорными обязательствами - «мультиагентный контракт [10, 12, 13]. Контракт – это алгоритм, согласно которому агент-нейрон \aleph_i^j типа j делает рассылку сообщений всем агентам-нейронам \aleph_i^l типа l , в соответствии со списком рассылки m_{iq}^l . Агент \aleph_i^j получает вознаграждение в виде энергии e_n^j за заключенный контракт с агентом \aleph_i^l . Энергия – безразмерная величина. При этом возникает мультиагентное экзистенциальное отображение или ν -отображение (айн-отображение) [14], согласно которому агенты на запрос контрагентов сообщают требуемую информацию в обмен на энергию. Такое отображение записывается в виде

$$\aleph_i^j = \nu(\aleph_i^l) \quad (2)$$

Каждый агент-нейрон обладает собственной базой знаний, согласно которой он работает. Знания агента представляют собой продукции, условная часть которых определяет начальную и конечную ситуацию, а ядро – действие, которое переводит агента из начальной ситуации в конечную и могут быть записаны как

$$k_i^{jh} = (s_{t_i\tau_a}^{j\tau_b} \wedge s_{t_i\tau_c}^{h\tau_f}; a_{t_i\tau_d}^{jh\tau_f}), \quad \tau_a \leq \tau_b \leq \tau_c \leq \tau_d \leq \tau_f, \quad (3)$$

где $s_{t_i\tau_a}^{j\tau_b}$ – начальная ситуация, $s_{t_i\tau_c}^{h\tau_f}$ – конечная (желаемая) ситуация, $a_{t_i\tau_d}^{jh\tau_f}$ – действие, которое должен выполнить агент, чтобы из начальной перейти в желаемую ситуацию.

Причем условная часть может содержать две и более ситуации связанные условным «и» в виде

$$L_i^j = s_{t_i\tau_a}^{j\tau_b} \wedge s_{t_i\tau_c}^{h\tau_d} \wedge \dots \wedge s_{t_i\tau_d'}^{h\tau_f} \quad (4)$$

а ядро состоять из нескольких действий и записано в виде

$$H_i^j = a_{t_i\tau_a}^{jh\tau_b} \wedge a_{t_i\tau_c}^{jh\tau_d} \wedge \dots \wedge a_{t_i\tau_d}^{jh\tau_f}. \quad (5)$$

Тогда, учитывая (4) и (5), знание (3) можно переписать в виде

$$k_i^{jh} = L_i^j \Rightarrow H_i^j. \quad (6)$$

Способность агента вступать в контрактные отношения с агентами-нейронами определенного типа называется валентностью [14].

5.1 Нейрокогнитивное формирование грамматической нормы

Принципиальным отличием усвоения и дальнейшего построения грамматической нормы посредством нейрокогнитивного моделирования является возможность ее формирования в социальном контексте, т. к. в данном подходе интеллектуальный агент может рассматриваться как член некоего гетерогенного сообщества агентов, дающего возможность использования каналов передачи информации от этого сообщества с помощью естественного языка.

Для решения задачи нейрокогнитивного формирования грамматической нормы будет использоваться механизм формирования причинно-следственных зависимостей между событиями, что найдет свое отражение в составе и функциональной репрезентации мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

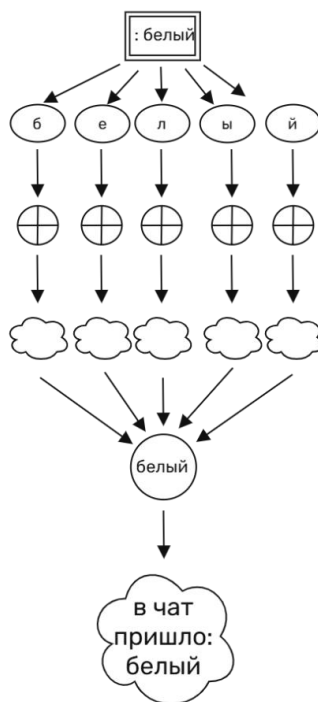


Рис. 3 Упрощенный мультиагентный алгоритм нейрокогнитивного формирования грамматической нормы слова «белый»

На рисунке 3 представлен упрощенный мультиагентный алгоритм нейрокогнитивного формирования грамматической нормы слова: белый. Этот алгоритм может быть описан следующим образом: после введения в систему слова белый, оно разбивается на символы, и под каждый символ создается свой агнейрон (рис. 4), что в дальнейшем инициирует создание событийных агентов, описывающих событие появления новых агентов (рис. 5). Между данными событийными агнейронами возникают множественные отношения следования (на основе системного таймера) и причинно-следственных отношений, выполняющих в мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре интеллектуального агента функциональную репрезентацию фактов взаимного следования символов [9-11, 15].

Таким образом, следуя этому алгоритму, мы можем получить мультиагентную репрезентацию слова «белый».

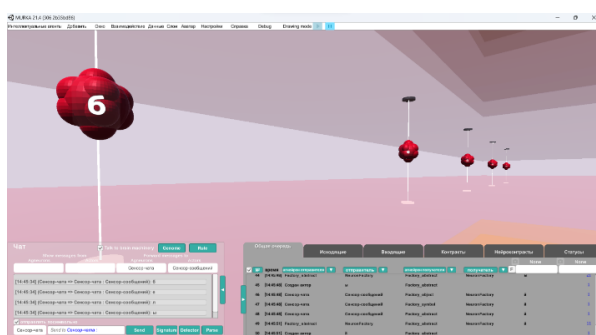


Рис.4. Символьная репрезентация слова «белый»

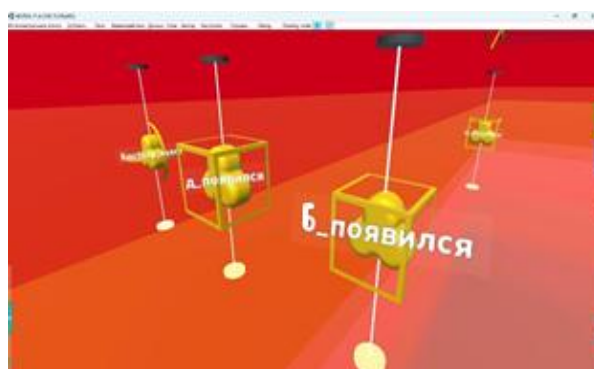


Рис.5. Событийные агенты (б-появился, е-появился, л-появился и т.д.)

Для того, что построить грамматическую парадигмы, нам необходимо ввести падежные формы: белого, белому, белым и т. д. В системе уже есть функциональная репрезентация корня «бел», поэтому при вводе слова «белого», агенты, отвечающие за б е л, себя распознают, а под символы о г о создадутся новые агенты, которые также заключат контракты со всеми предыдущими агентами и создадут свои причинно-следственные связи.

Заключение

Процесс усвоения естественного языка представляется сложным и длительным. Дети достигают уверенного уровня устной речи только к 7 годам. Многие процессы, связанные с обучением родному языку, все еще остаются не раскрытыми несмотря на то, что существует большое количество теории, описывающих их.

Все эти сложности не могут изменить того факта, что естественный язык – это самый простой способ передачи информации не только между людьми, но и в человеко-машинных командах, и для управления различной электронной и интеллектуальной техникой и оборудованием.

Предлагаемый нами мультиагентный подход для обработки элементов естественного языка, является надёжным и наглядным инструментом для моделирования процесса усвоения грамматической нормы естественного языка ввиду структурной схожести с работой нейронов головного мозга.

Литература

1. Skinner B.F. Verbal Behavior. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957. 478 p. <https://doi.org/10.1037/11256-000>
2. Chomsky N. Syntactic Structures The Hague: Mouton, 1957.
3. Пиаже Ж. Психология интеллекта. Питер, 2004
4. Bruner J. S. Actual Minds, Possible Worlds, 1986.
5. Vogt P. Language evolution and robotics: issues on symbol grounding and language acquisition // Artificial cognition systems. – IGI Global, 2007. – С. 176-209.
6. Bennane A. Tutoring and Multi-Agent Systems: Modeling from Experiences // Informatics Educ. – 2010. – № 9. – P. 171-184.
7. Hays D.G. Dependency Theory: A Formalism and some Observations // Language. – 1964. – No. 40. – P. 511-525.
8. Mil Ward D. Dynamic Dependency Grammar. //Linguistics and Philosophy. –1994. No. 17. – P. 561-605.
9. Trevarthen, C. B. Communication and cooperation in early infancy: A description of primary intersubjectivity. In M. Bullowa (ed.), Before Speech. Cambridge: Cambridge University Press. 1979
10. Нагоев З.В. Интеллектика, или мышление в живых и искусственных системах. Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. 2013. С. 213.
11. Нагоев З. В., Нагоева О. В. Обоснование символов и мультиагентные нейрокогнитивные модели семантики естественного языка Обоснование символов и мультиагентные нейрокогнитивные модели семантики естественного языка. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2022. 150 с.
12. Пшенокова И.А., Сундуков З.А. Разработка имитационной модели сценарного прогнозирования поведения интеллектуального агента на основе инварианта рекурсивной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 6 (98). – С. 80-90.
13. Нагоев З. В., Пшенокова И. А., Канкулов С. А. [и др.] Формальная модель мультиагентного поиска оптимального плана поведения интеллектуального агента на основе самоорганизации распределенных нейрокогнитивных архитектур* // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 3(101). – С. 21-31.
14. Анчиков М. И., Бжихатлов К. Ч., Нагоев З. В. Онтоэпизоциофилогенетическое развитие систем общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – № 6(110). – С. 61-75.
15. Makoeva D., Nagoeva O., Gurtueva I. Formal Representation of natural language elements in multi-agent system based of self-organization of distributed neurocognitive architectures // Procedia Computer Science, 2022, volume 213, p. 631-635

GRAMMATICAL NORM BASED ON NEUROCOGNITIVE MODELING

Makoeva, Dana Gisovna

Candidate of philological sciences

Institute of Informatics and Regional Management Problems – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific

Center of the Russian Academy of Sciences, head of the Department of computational linguistics

Nalchik, Russian Federation

makoevadana@mail.ru

Makoev, Astemir Ruslanbekovich

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Scientific and educational center,

Department of multi-agent intellectual robotics systems, post-graduate student

Nalchik, Russian Federation

makoev@mail.ru

Tlupov, Islam Resuanovich

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Scientific and educational center,

Department of multi-agent intellectual robotics systems, post-graduate student

Nalchik, Russian Federation

tlup94@mail.ru

Shogenov, Aslanbek Olegovich

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Scientific and educational center,

Department of multi-agent intellectual robotics systems, post-graduate student

Nalchik, Russian Federation

qw20erty@mail.ru

Abstract

Natural language acquisition is a complex phenomenon, despite these difficulties, it is the most convenient means of transmitting information among people and in human-machine interactions. The paper examines several leading theories of native language acquisition, proposes a method of multi-agent processing of natural language.

Keywords

multi-agent system; neurocognitive architecture; natural language processing; intelligent agent; neurocogniton; actor

References

1. Skinner B.F. Verbal Behavior. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957. 478 p.
<https://doi.org/10.1037/11256-000>
2. Chomsky N. Syntactic Structures The Hague: Mouton, 1957.
3. Piazhe ZH. Psihologiya intellekta. Piter, 2004
4. Bruner J. S. Actual Minds, Possible Worlds, 1986.
5. Vogt P. Language evolution and robotics: issues on symbol grounding and language acquisition // Artificial cognition systems. – IGI Global, 2007. – C. 176-209.
6. Bennane A. Tutoring and Multi-Agent Systems: Modeling from Experiences // Informatics Educ. – 2010. – № 9. – P. 171-184.
7. Hays D.G. Dependency Theory: A Formalism and some Observations // Language. – 1964. – No. 40. – P. 511-525.
8. Mil Ward D. Dynamic Dependency Grammar. //Linguistics and Philosophy. –1994. No. 17. – P. 561-605.
9. Trevarthen, C. B. Communication and cooperation in early infancy: A description of primary intersubjectivity. In M. Bullowa (ed.), Before Speech. Cambridge: Cambridge University Press. 1979
10. Nagoev Z.V. Intellektika, ili myshlenie v zhivyyh i iskusstvennyh sistemah. Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. S. 213.

11. Nagoev Z. V., Nagoeva O. V. Obosnovanie simvolov i mul'tiagentnye nejrokognitivnye modeli semantiki estestvennogo yazyka Obosnovanie simvolov i mul'tiagentnye nejrokognitivnye modeli semantiki estestvennogo yazyka. Nal'chik: Izdatel'stvo KBNC RAN, Nal'chik: Izdatel'stvo KBNC RAN, 2022. 150 s.
12. Pshenokova I.A., Sundukov Z.A. Razrabotka imitacionnoj modeli scenarnogo prognozirovaniya povedeniya intellektual'nogo agenta na osnove invarianta rekursivnoj mul'tiagentnoj nejrokognitivnoj arhitektury // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. – 2020. – № 6 (98). – S. 80–90.
13. Nagoev Z. V., Pshenokova I. A., Kankulov S. A. [i dr.] Formal'naya model' mul'tiagentnogo poiska optimal'nogo plana povedeniya intellektual'nogo agenta na osnove samoorganizacii raspredelennyh nejrokognitivnyh arhitektur* // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. – 2021. – № 3(101). – S. 21-31.
14. Anchekov M. I., Bzhihatlov K. CH., Nagoev Z. V. Ontoepisociofilogeneticheskoe razvitie sistem obshchego iskusstvennogo intellekta na osnove mul'tiagentnyh nejrokognitivnyh arhitektur // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. – 2022. – № 6(110). – S. 61-75.
15. Makoeva D., Nagoeva O., Gurtueva I. Formal Representation of natural language elements in multi-agent system based of self-organization of distributed neurocognitive architectures // Procedia Computer Science, 2022, volume 213, p. 631-635