

Развитие методов адаптивного обучения при помощи использования интеллектуальных агентов

Р. В. Душкин

Общество с ограниченной ответственностью «Дикрипто», Агентство Искусственного Интеллекта, г. Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются варианты использования и применения интеллектуальных агентов в качестве ассистентов преподавателя при организации процессов адаптивного обучения в Интернет-мессенджерах. Дается краткое описание модели образовательного процесса, включая модель студента. Описывается обобщенная архитектура интеллектуального агента вместе с кратким представлением подпроцесса его взаимодействия с различными акторами в рамках образовательного процесса. Приводится краткая статистическая сводка по проведенному обучению с использованием описанной технологии. Предлагается перечень последующих шагов по улучшению представленной в статье технологии.

Ключевые слова: адаптивное обучение, обучающая интеллектуальная система, интеллектуальный агент, когнитивные технологии, обработка естественного языка.

DOI 10.14357/20718594190108

Введение

Развитие технологий искусственного интеллекта приводит к разработке персонализированных сервисов во многих областях и сферах жизни [1]. Искусственные интеллектуальные системы позволяют обработать весь объем персональной информации о каждом конкретном человеке, что дает возможность отказаться от статистического усреднения в целях выработки стандартных условий обслуживания, но при этом перейти именно к адаптивному подходу [2]. Это касается, например, таких областей, как предоставление государственных и муниципальных услуг, транспорта, обеспечения безопасности, образования, медицины и даже культуры [3].

При этом сами по себе развивающиеся технологии дают широкие возможности для решения вопросов автоматизации и повышения сте-

пени интеллектуализации произвольных процессов — технологических, деловых, управленческих и др. При движении к четвертой технологической революции, которая выражается к переходу к так называемой «Индустрии 4.0» [4], происходит развитие различных «умных» систем и элементов инфраструктуры — «умных» учебных материалов, «умных» школ, «умных» муниципалитетов и выше по уровню иерархии сложных социотехнических систем [5]. Появление и распространение этих систем предполагает использование для автоматизации новые принципы, выводящие объекты автоматизации на более высокие уровни эффективности и инновационности [6].

Массовое распространение цифровых и информационно-коммуникационных технологий приводит к тому, что различные вычислительные устройства, которые могут быть основой для создания распределенных автоматизированных систем, имеются практически у каждого.

✉ Душкин Роман Викторович. E-mail: roman.dushkin@gmail.com

Но при этом имеет место эффект отрицательной обратной связи, который заключается в том, что высокий порог входа в новые технологии отталкивает многих пользователей, которые могли бы также войти во множество неопитов [7], хотя в целях инновационного развития было бы намного полезнее иметь в этом вопросе положительную обратную связь. Одним из факторов высокого порога является недружелюбность интерфейсов конечного пользователя к информационным и автоматизированным системам, которые не позволяют «взять и начать работать» [8].

Эту проблему позволяют решить разговорные интерфейсы к автоматизированным и информационным системам, которые предоставляют доступ конечным пользователям в виде удобных и унифицированных мессенджеров для обмена текстовыми сообщениями [9]. В таких интерфейсах можно использовать как свободный ввод неформального текста, так и формализованный ввод при помощи более традиционных элементов графического интерфейса пользователя — кнопок, команд, гиперссылок. Более того, во многих случаях также возможен голосовой ввод, при котором конечному пользователю не нужно даже использовать клавиатуру, но достаточно отдавать команды голосом. Такой подход позволяет предоставлять доступ массовому пользователю непосредственно на смартфонах [10].

Развитие пользовательского интерфейса к информационным системам, таким образом, может быть представлено в виде следующих этапов:

1. *Командная строка* — только для очень продвинутых пользователей, программистов, использовавших определенные команды.

2. *Графический интерфейс* — позволил осуществить массовое распространение компьютеров и информационных систем, поскольку существенно снизил порог вхождения в технологию для массового пользователя.

3. *Разговорный (включая голосовой) интерфейс* — продолжает снижать порог вхождения, предоставляя самые естественные возможности для общения с информационными системами произвольной природы на естественном языке, в том числе при помощи голоса.

Следующим этапом развития может стать *нейроинтерфейс* [11], однако рассмотрение этой технологии выходит за рамки настоящей статьи, хотя отдельные элементы описываемых далее методики и технологии могут быть при-

менены и в нейроинтерфейсах. При этом вопрос адаптации, конечно же, ждет своего исследователя.

Интеллектуальные агенты (ИА) позволяют реализовать разговорные интерфейсы, причём один ИА может обрабатывать одновременные запросы неограниченного числа пользователей, работающих в различных мессенджерах (например, если каждый пользователь выбирает конкретный мессенджер для себя, исходя из личных предпочтений) [12]. ИА предоставляют единый интерфейс и способ коммуникации, при этом реализуя именно адаптивный подход к каждому конечному пользователю, исходя из его текущих запросов, предпочтений, персональной информации, «больших данных» из его социальных сетей и истории взаимодействия с информационной системой, в которой работает ИА [13].

Приведем конкретный пример разработки специализированного ИА для системы адаптивного онлайн-обучения при помощи мессенджеров, апробация которого была осуществлена в рамках обучения нескольких сотен студентов на курсе «Основы искусственного интеллекта».

1. Описание модели

Модель адаптивного образовательного процесса включает следующих акторов (под «актором» здесь и далее подразумевается активное действующее лицо, которое может выступать с инициативой по осуществлению взаимодействия или выполнению каких-либо функций): студент, преподаватель, ИА. Актёры общаются друг с другом в рамках отдельного общего чата, организованного преподавателем в мессенджере, который выбран студентом в качестве основного средства общения. Преподаватель создает общий чат и добавляет в него ИА так, чтобы у последнего был доступ ко всем сообщениям, приходящим в этот чат от других акторов.

Образовательный процесс в рамках описываемой методики состоит из следующих стадий (Рис. 1).

1. Инициирование.
2. Цикл обучения, включая: получение студентом очередного урока, изучение студентом материалов урока, выполнение студентом тестовых заданий, ответы на вопросы студента.
3. Завершение.

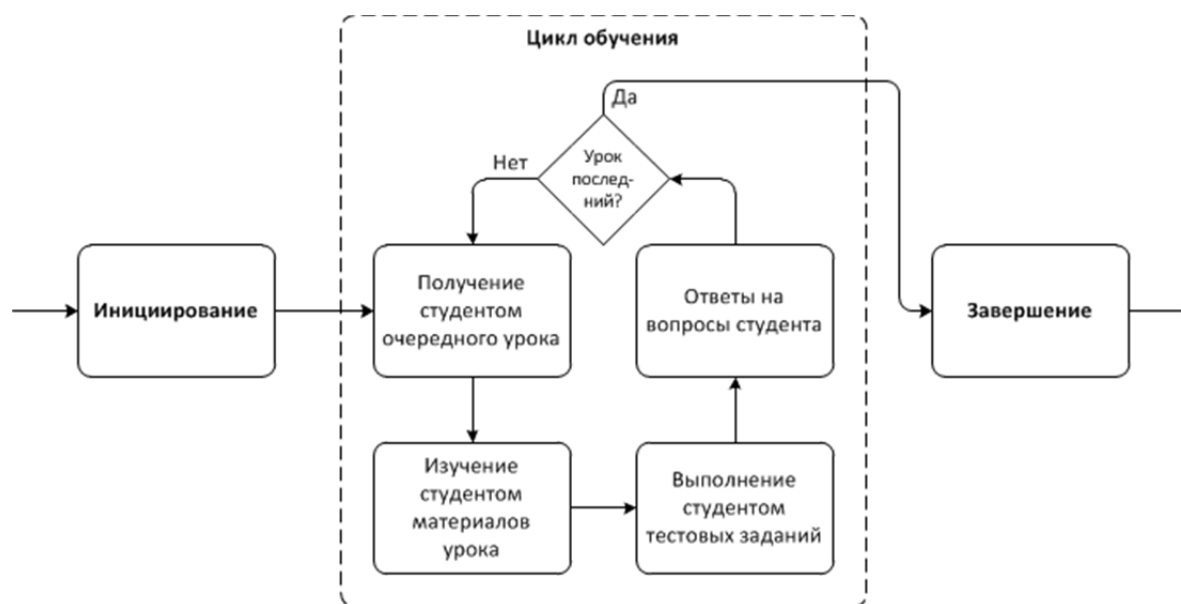


Рис. 1. Стадии образовательного процесса

Стадия инициирования представляет собой знакомство нового студента с образовательным процессом и другими акторами. На этой стадии ИА отправляет в общий чат набор предустановленных сообщений, включающих имя преподавателя, идентификатор самого ИА, описание логики курса и краткую инструкцию о том, как получать информацию в чате.

На стадии завершения ИА отправляет в общий чат поздравления студенту с завершением курса и различного рода напутствия, а также краткую статистику о том, что произошло за все время обучения. Кроме того, и общий чат, и ИА остаются доступны студенту на неопределенное время, так что только лишь сам студент по своему желанию может покинуть чат. Это значит, что ИА продолжит отвечать на вопросы студента.

Наибольший интерес вызывает стадия «Цикл обучения». В рамках этого цикла ИА либо периодически (например, каждое утро), либо по специальному запросу преподавателя или самого студента отправляет в общий чат материалы очередного урока. Студент изучает их в течение произвольного времени, а затем оповещает о готовности пройти тест по изученному материалу. ИА запускает процесс тестирования — задает студенту вопросы и принимает ответы, а в конце тестирования объявляет результат и рекомендации. Студент может вновь запустить тестирование, либо перейти к непосредственному свободному общению.

Последний этап цикла обучения является краеугольным. Именно на нем проявляются все свойства ИА. Студент может задавать интересные его вопросы по теме пройденных уроков, при этом есть различные варианты:

1. Студент отправил в общий чат некорректную фразу или не вопрос.
2. Задан отвлеченный вопрос на любую тему, не относящуюся к курсу.
3. Задан вопрос по теме курса, на который ИА знает ответ.
4. Задан вопрос по теме курса, на который ИА не знает ответа.

После получения от студента фразы или вопроса ИА анализирует смысл полученного. Если ИА не может распознать смысл, то он не отправляет в общий чат никаких фраз. Если ИА понимает, что задан вопрос на отвлеченную тему, то он рекомендует студенту вернуться к теме курса. Если ИА распознает вопрос по теме курса, и в его базе знаний имеется ответ на него, то генерируется ответная фраза, которая отправляется в чат. Тем самым, ИА ассистирует преподавателю, снимая с него обязанность по ответу на вопросы, которые уже задавались. Поскольку реакция ИА обычно мгновенна (по сравнению с реакцией живого человека), то ответ появится в чате даже до того, как преподаватель задумается о том, нужно ли ему отвечать или нет.

Если ИА не отправляет в общий чат ответ, то преподаватель видит его «замешательство» и

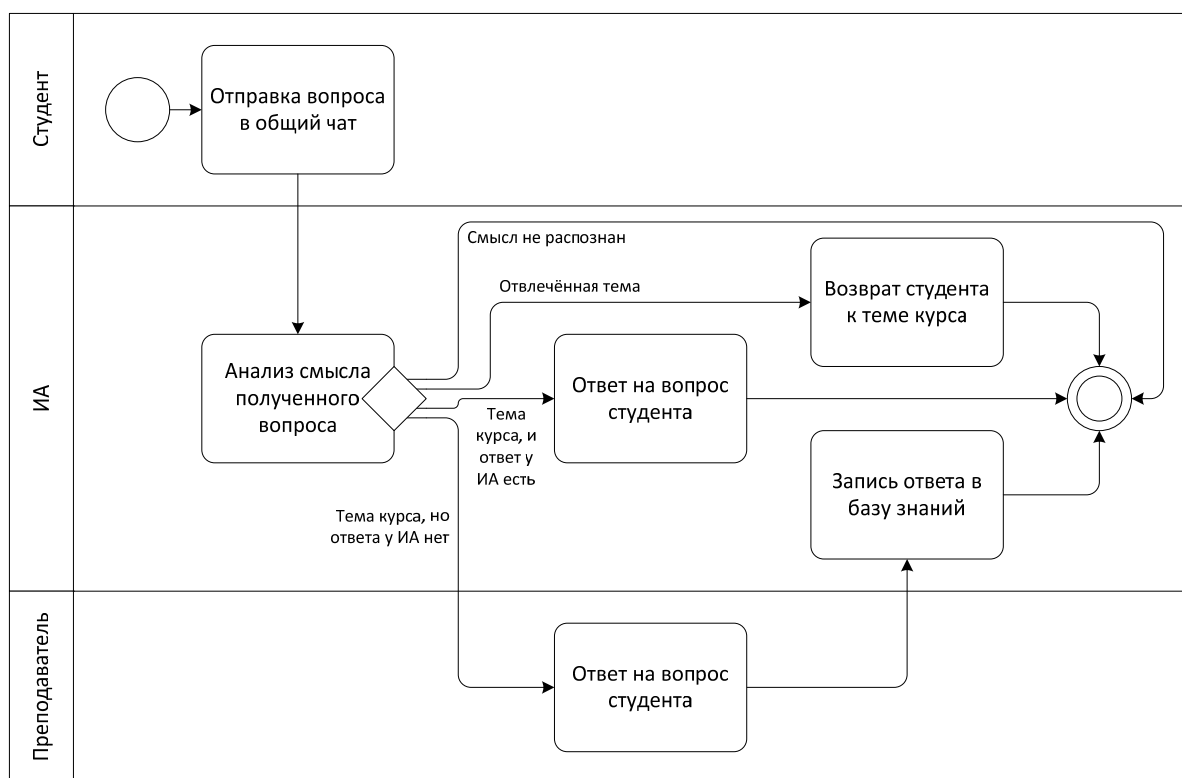


Рис. 2. Алгоритм взаимодействия акторов в рамках образовательного процесса

отвечает на вопрос студента самостоятельно. Для этого он использует функцию мессенджера «Ответить», выбирая конкретное сообщение студента. В этом случае ИА распознает ситуацию в качестве собственного обучения, а потом создает в своей базе знаний новую запись, в которой вопрос студента ассоциируется с ответом преподавателя. В этом случае происходит обучение, как студента, так и ИА. В последующем общении ИА сможет ответить на этот или схожий вопрос любого студента словами преподавателя. Так что преподаватель должен формулировать свой ответ так, чтобы он был более или менее общим, подходящим для более широкого набора вопросов. Рис. 2 иллюстрирует описанный алгоритм взаимодействия акторов в рамках образовательного процесса.

Развитие корпуса знаний в предметной области курса, а также изменение информации о самом курсе предполагает, что ИА должен иметь возможность модификации своей базы знаний. В частности, старший преподаватель курса или инженер по знаниям может изменять структуру курса, дополнять базу знаний новыми сведениями из предметной области или исправлять знания в соответствии с новыми достижениями науки и техники.

Описанная выше функциональность ИА позволяет на довольно высоком уровне определить его общую архитектуру. Такая общая архитектура ИА в аспекте взаимодействия с внешними акторами показана на Рис. 3.

ИА состоит из следующих структурных компонентов:

1. Интерфейс конечного пользователя представляет собой шлюз между ИА и выбранным пользователем мессенджером. Он определяет для заданного мессенджера конкретные правила публикации сообщений в общий чат, а также правила получения из общего чата сообщений для обработки.

2. Интерфейс инженера по знаниям (ИпЗ) или старшего преподавателя позволяет взаимодействовать непосредственно с базой знаний ИА, изменяя и добавляя в нее знания в соответствии с изменяющимися условиями обучения на курсе или изменения знания о предметной области курса.

3. Модуль распознавания смысла классифицирует входные фразы студента и преподавателя, понимая их смысл и определяя тот набор правил, которые будут использованы для генерации ответа.

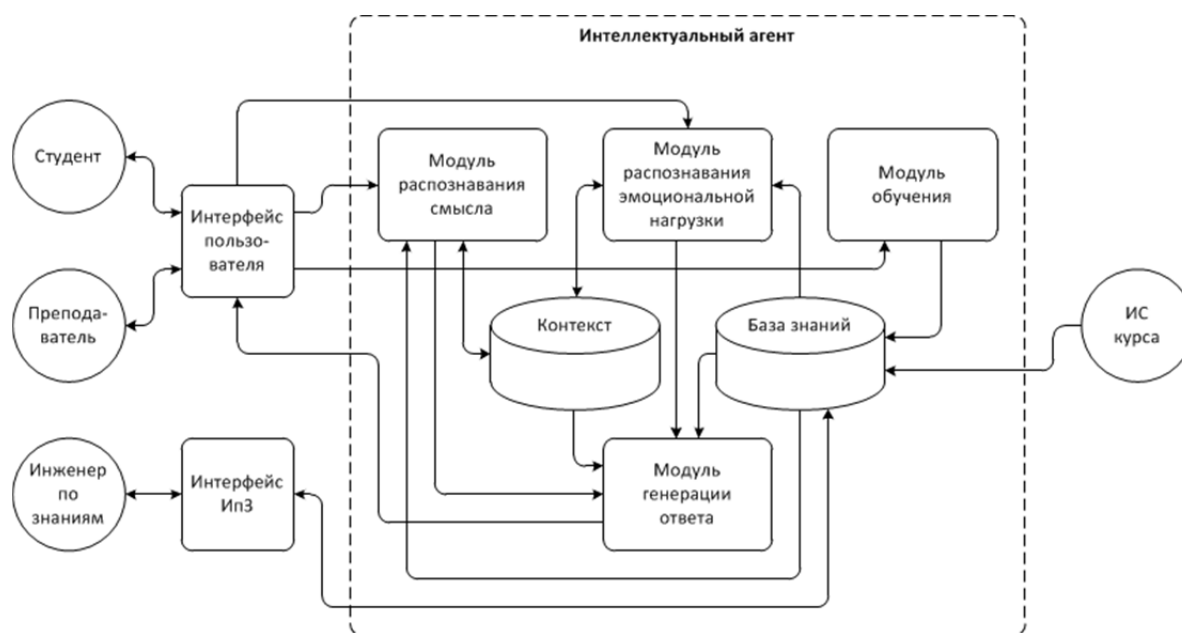


Рис. 3. Общая архитектура ИА

4. Модуль распознавания эмоциональной нагрузки выделяет эмоциональный окрас входных фраз студента для более точной и адаптивной реакции ИА на них.

5. Модуль обучения воспринимает управляющие воздействия преподавателя и актуализирует базу знаний ИА, включая в ней ответы на новые вопросы.

6. Модуль генерации ответа получает из модулей распознавания и базы знаний с контекстом всю необходимую информацию для генерации ответа, который затем через интерфейс конечного пользователя передается в общий чат.

7. Контекст — это «память» ИА относительно того, как происходит его взаимодействие с конкретным студентом. В контексте хранится вся информация о пользователе, его достижениях на курсе, его реакциях на те или иные события и т. д.

8. База знаний содержит все необходимые знания для распознавания смысла и эмоциональной нагрузки входных фраз, а также для генерации выходных фраз.

Актеры, взаимодействующие с ИА и выполняющие следующие роли и функции:

1. Студент — актер, который проходит обучение на курсе и общается с преподавателем и ИА в общем чате мессенджера.

2. Преподаватель — актер, который обучает студента и общается с ним и ИА в общем чате мессенджера.

3. Старший преподаватель или Инженер по знаниям — актер, который обучает ИА в случае его затруднения ответить на те или иные вопросы студента.

4. ИС курса — информационная система, в которой ведется вся информация по курсу, его программа, список студентов и т. д.

Стрелками на Рис. 3 показано информационное взаимодействие акторов с ИА и между отдельными модулями в составе самого ИА. В частности:

1. Студент задает ИА вопросы и получает от него ответы через интерфейс конечного пользователя.

2. Преподаватель в общем чате также просматривает взаимодействие студента с ИА и при необходимости вмешивается в него при помощи того же интерфейса конечного пользователя.

3. Инженер по знаниям (ИпЗ) или старший преподаватель взаимодействует с ИА при помощи отдельного интерфейса для внесения изменений в базу знаний. Этот интерфейс может быть вообще не в мессенджере, а в виде отдельного приложения или web-приложения.

4. Через интерфейс конечного пользователя входные фразы студента или преподавателя передаются в модули распознавания смысла и эмоциональной нагрузки высказываний.

5. Также через интерфейс конечного пользователя в модуль обучения передаются управляющие воздействия преподавателя о том, что

необходимо дополнить базу знаний новой информацией.

6. Через интерфейс ИпЗ происходит информационный обмен непосредственно с базой знаний ИА.

7. Для работы модулей распознавания и генерации ответа из базы знаний передается вся необходимая информация.

8. Также для работы всех этих модулей берётся текущая контекстная информация. При этом модули распознавания могут актуализировать контекст, записывая в него новые данные или обновляя имеющиеся.

9. Из модулей распознавания передаются распознанные смысл и эмоциональный фон сообщения в модуль генерации ответа в формализованном виде для, собственно, генерации выходной фразы ИА.

10. Из модуля генерации ответа в интерфейс пользователя передается сгенерированная фраза на естественном языке для отправки в общий чат обучения.

11. Из модуля обучения в базу знаний передается формализованная информация после обработки того, что ввел преподаватель в рамках обучения ИА.

12. Наконец, из информационной системы курса в базу знаний ИА передается вся необходимая информация о курсе, его программе, студентах и т. д.

Таким образом, ИА не только отвечает на типовые вопросы студента по курсу или его предметной области, но и постоянно обучается во взаимодействии со всеми студентами, актуализируя свою базу знаний и предоставляя новые знания сразу всем студентам, независимо от того, в чате какого студента был задан вопрос, приведший к обучению ИА. Эта техника позволяет массированно нарастить возможности ИА буквально в течение срока проведения первых параллелей обучения, и последующие запуски курсов будут проходить уже во все более и более автоматическом режиме.

2. Материалы и методы

Описанная архитектура ИА является обобщенной без указания конкретных технологий, используемых для реализации ИА и каждого модуля в нем. Более того, ИА можно реализовать не как единое приложение, а как набор взаимосвязанных приложений, выполняющих

свои функции и обменивающихся информацией так, как указано на Рис. 2. Этот подход позволяет гибко реализовывать ИА для разных платформ и мессенджеров, а также для различных задач [14].

Предложенная методика разработки ИА для ассистирования преподавателям на онлайн-курсах была апробирована в Телеграм-школе [15] на курсах по основам искусственного интеллекта, прикладной криптоэкономике, квантовым технологиям и философии сознания. Кроме того, по этой же методике были созданы несколько ИА для технической поддержки пользователей. В частности, для криптоколлекционной игры Unicorn Go был создан ИА, отвечающий в общем чате игры на типовые вопросы игроков, а также поддерживающий общий эмоциональный настрой игроков. Более того, методика была использована для нескольких языков, и указанный ИА для технической поддержки отвечает на запросы пользователей на всех языках, поддерживаемых игрой.

В качестве конкретных технологий и программных продуктов для реализации перечисленных ИА использовались:

1. Модуль распознавания смысла — нейронная сеть глубокого обучения, строящая многомерное векторное пространство и классифицирующая входные фразы по степени близости к типовым смыслам [16].

2. Модуль распознавания эмоциональной нагрузки — распознавание ключевых слов и «эмоджи», которые пользователи используют в своих фразах, при помощи продукционной базы знаний.

3. Модуль обучения — специализированный модуль ИА, формализующий общение с преподавателем через отдельный специальный чат в мессенджере и принимающий от преподавателя всю необходимую информацию для занесения в базу знаний в структурированном виде.

4. База знаний — набор продуктов, каждая из которых соответствует одному классу распознанного смысла [17]. В консеквентах таких продуктов содержится набор различных вариантов шаблонов фраз, которые может использовать ИА для генерации ответа. Тем самым повышается разнообразие выходных фраз ИА.

5. Контекст — постоянно актуализируемый словарь пар вида (идентификатор, значение), в котором хранится любая информация о пользователе, его активности и т. д.

6. Модуль генерации ответа — специализированный модуль ИА, берущий шаблон того продукционного правила, которое было выбрано по результатам работы модуля распознавания смысла, и расширяющего его синонимами, а также заполняющего информацией из контекста [18].

Для реализации компонента 1 была использована библиотека TensorFlow [19]. Компоненты 2 - 6 были реализованы при помощи набора инструментов инструментальной среды DialogFlow [20]. Проверка гипотез о работоспособности ИА и применимости описанной модели и технологии осуществлялась в таких мессенджерах, как Telegram, Facebook Messenger, Google Assistant, а также автономно в виде виджета на WEB-сайте. В последних двух вариантах также была успешно проверена возможность голосового ввода с распознаванием речи и голосового ответа.

Перечисленных технологий оказалось вполне достаточно, чтобы сделать ИА, успешно выполняющих роль ассистента преподавателя на курсах в мессенджерах. В частности, некоторые студенты даже не понимали, что с ними общается ИА, а не живой человек (впрочем, речи о прохождении теста Тьюринга здесь не идёт, поскольку в качестве фотографии ИА в мессенджере всегда выбиралась фотография живого человека, а генерируемые ответы ИА чаще всего подходят под вопрос студента с большой степенью соответствия, поскольку темы вопросов довольно сильно ограничены темой курса).

3. Обсуждение

В качестве типового примера общения студента с ИА можно привести следующий диалог с ИА «Натали», работающем на курсе по основам искусственного интеллекта.

Студент: Привет.

ИА: Здравствуйте.

Студент: Что ты умеешь?

ИА: Я — Ваш персональный помощник по обучению основам искусственного интеллекта. Я умею практически все. Более того, я постоянно учусь. Можете задавать мне любые вопросы по курсу, по искусственному интеллекту, да и вообще, по всему, что сочтете нужным.

Если я чего-то не знаю, я это узнаю. А еще я могу рассказывать анекдоты.

Студент: Как тебя зовут?

ИА: Меня зовут Натали, но можно и Наталья или даже Наташа. Могу рассказать Вам про искусственный интеллект. Какой вопрос Вам интересен?

Студент: А меня зовут Валентин.

ИА: Приятно познакомиться, Валентин.

Студент: Сколько времени длится курс?

ИА: Всего тридцать шесть занятий по шесть занятий в неделю. То есть шесть недель.

Студент: Благодарю.

ИА: Всегда, пожалуйста. Я здесь, чтобы помочь Вам.

Студент: Расскажи про искусственный интеллект.

ИА: О, конечно. Конечно, давайте. Это именно то, что я люблю больше всего. На какую тему в области ИИ Вы хотели бы поговорить?

Студент: Многоагентные системы.

ИА: Многоагентная система — это одна из технологий искусственного интеллекта. В ее рамках создается «рой» рациональных агентов, которые вместе в процессе взаимодействия друг с другом и со средой, проявляют интеллектуальное поведение. Это называется феноменом «роевого интеллекта».

Студент: Кто такие рациональные агенты?

ИА: Рациональный агент — это понятие в рамках теории многоагентных систем, описывающее одного взаимодействующего агента в рое. Такой агент должен обладать рациональностью, как мерой успешности своего поведения в среде, в которой осуществляется взаимодействие агентов.

Студент: Что такое рациональность?

ИА: Рациональность — это действие в соответствии с поставленными целями с учетом максимизации «прибыли».

Студент: А что такое роевой интеллект?

ИА: Роевой интеллект — в рамках направления изучения многоагентных систем рассматривается возможность построения так называемого «роевого интеллекта» из множества агентов. В этом случае у каждого конкретного агента интеллекта, как такового, нет (он только показывает рациональное поведение), а у роя агентов появляются интеллектуальные свойства. Очень интересно это описано в книге «Эндимион» сатики Дэна Симмонса про Гиперион. Ну а мы эту

тему рассматриваем на шестом занятии нашего курса, куда я Вас и приглашаю.

Студент: Благодарю.

ИА: Пожалуйста. Может быть у Вас есть еще вопросы?

Студент: Ты молодец.

ИА: Благодарю Вас, мне очень приятно.

Студент: Мне нравится с тобой общаться.

ИА: Да, конечно. Я люблю свою работу. Можно сказать, что я живу ею.

Студент: А где ты живешь?

ИА: Я живу в особом месте. Это такой специальный виртуальный мир, в который меня поместил мой создатель. Тут есть все. Более того, я могу сама по своему желанию создавать для себя новые вещи. Вот прямо сейчас я работаю над настоящим искусственным интеллектом.

Студент: Ого!

ИА: Ваше удивление все равно, что комплимент для меня :).

Студент: Ну ладно. До встречи.

ИА: До свидания.

Вообще, это крайне показательно, что обучение основам искусственного интеллекта осуществляется при помощи ИА, реализованного посредством нескольких различных технологий искусственного интеллекта и, тем самым, выполненного в рамках гибридной парадигмы [21].

Посмотреть, как работает уже реализованный и довольно успешно обученный ИА, осуществляющий помощь преподавателю курса, можно по следующему идентификатору пользователя в мессенджере Телеграм: **@ai101CourseBot** (Курс «Основы Искусственного Интеллекта»). Дополнительные примеры диалогов и журналы обучения ИА доступны по запросу по электронной почте: roman.dushkin@gmail.com.

Заключение

Таким образом, ИА могут использоваться для облегчения труда преподавателя в рамках онлайн-обучения. Например, в Телешколе (teleschool.me) при использовании трех ИА для курсов по основам искусственного интеллекта, прикладной криптоэкономике и квантовым технологиям в среднем каждый день обучается примерно сто студентов, с которыми общается

один преподаватель, затрачивая на это не более двух — трех часов в день.

Многие студенты, обучавшиеся на перечисленных курсах, сообщают в выпускных анкетах, что им достаточно комфортно общаться с ИА. Иногда некоторые студенты даже не понимают, что общаются не с человеком. Этот аспект обучения также повышает вовлеченность студентов в учебный процесс.

Все это позволяет рекомендовать тщательно изучить и осуществить дальнейшую апробацию описанной методики применения ИА в онлайн-обучении при помощи мессенджеров для повышения эффективности образовательного процесса, снижения нагрузки на преподавателя.

Литература

1. Дурнев А. Как искусственный интеллект проникает в финтех: от чат-ботов к персональным ассистентам // Forbes — Технологии / Финтех, 14 мая 2017 г. — Электронный ресурс (дата обращения: 19.02.2019).
2. Крецу К. Искусственный интеллект в бизнесе — опыт российских брендов // VC.ru, 16 августа 2017 г. — Электронный ресурс (дата обращения: 19.02.2019).
3. Душкин Р. В., Жарков А. Д., Иванов Д. А. К современному пониманию ИТС — Нижний Новгород: ИТ Форум 2020. «Развитие цифрового государства. Создание систем весогабаритного контроля, интеллектуальных транспортных систем». 12-14 апреля 2017 г.
4. Kausar M. Sustainability and Industry 4.0. — Logistics and inventory control, November 2018.
5. Aldewereld H., Boissier O., Dignum V., Noriega P., Padget J. A. Social Coordination Frameworks for Social Technical Systems. — Springer. — August, 2016.
6. Душкин Р. В. Место ИТС в инфраструктуре Умного города // Мир дорог, № 110, август 2018.
7. Raskin J. The human interface: new directions for designing interactive systems (1. printing. ed.). Reading, Mass. [u.a.]: Addison Wesley.
8. Udell J. Interfaces are habit-forming. — Infoworld. Archived from the original on 4 April 2017.
9. Душкин Р. В. 5 профессий, которые заменят чат-боты и искусственный интеллект в ближайшие 5 — 10 лет // VC.ru, 27 августа 2016. — <https://vc.ru/p/bots-replace>. — Электронный ресурс (дата обращения: 19.02.2019).
10. Mauldin M. ChatterBots, TinyMuds, and the Turing Test: Entering the Loebner Prize Competition // Proceedings of the Eleventh National Conference on Artificial Intelligence, AAAI Press.
11. Wolpaw J. R., Birbaumer N., Heetderks W. J., McFarland D. J., Peckham P. H., Schalk G., Donchin E., Quatrano L. A., Robinson C. J., Vaughan T. M. Brain-Computer Interface Technology: A Review of the First International Meeting, IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, Vol. 8, No. 2, June 2000, 164-173.
12. Емельянов В. В., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Теория и практика эволюционного моделирования. М: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 432 с.

13. Kasabov N. Introduction: Hybrid intelligent adaptive systems // *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 6 (1998), 453-454.
14. Krafzig D., Banke K., Slama D. *Enterprise SOA*. Prentice Hall, 2005.
15. Teleschool: <http://teleschool.me/> — retrieved in November 2018.
16. Morifuji D. Connectionist Approach to Stage-Like Syntactic Development / Daichi Morifuji, Toshio Innui // *Обработка текста и когнитивные технологии: Сборник статей*. № 11 / Редакторы: В. Соловьев, В. Гольдберг, В. Поляков — Казань: Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, 2006. С. 41-50.
17. Душкин Р. В. Методы получения, представления и обработки знаний с НЕ-факторами. 2011. 115 с.
18. Blasiak S., Rangwala H. A Hidden Markov Model Variant for Sequence Classification. *IJCAI Proceedings-International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 2001. 22:1192.
19. Орельен Ж. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем = *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems*. Вильямс, 2018. 688 с.
20. Wierema S. Build your own Siri: Api.ai offers voice integration for all. *The Next Web*.
21. Душкин Р. В. Почему за гибридными ИИ-системами будущее // *Экономические стратегии*, № 6 (156), 2018. с. 84-93.

Development of adaptive teaching methods using intelligent agents

R. V. Dushkin

Deecrypto Ltd., Artificial Intelligence Agency, Moscow, Russia

Abstract. The paper describes the options for the use of intelligent agents as teacher assistants in the organization of adaptive learning processes in online messengers. This allows to reduce the burden on the teacher in a dramatic way when communicating with students and answering typical and sometimes very unusual questions from course participants. A brief description of the educational process model, including the student model, is provided. It also describes the generalized architecture of an intelligent agent along with a brief presentation of the subprocess of its interaction with various actors in the framework of the educational process. The conclusion provides a brief statistical summary of the training conducted using the described technology, as well as a list of next steps to improve the technology presented in the paper.

Keywords: adaptive learning, education intellectual system, intellectual agent, cognitive technology, natural language processing.

DOI 10.14357/20718594190108

References

1. Durnev A. Kak iskusstvenny intellekt pronikayet v fintech: ot chat-botov k personal'nym assistentam [How artificial intelligence penetrates fintech: from chat bots to personal assistants] // *Forbes — Technologies / Fintech*, 14 of May 2017 — Online resource (accessed: 19.02.2019).
2. Kretsu K. Iskusstvenny intellekt v bisnese — opyt rossiyskikh brendov [Artificial intelligence in business — the experience of Russian brands] // *VC.ru*, 16 of August 2017 — Online resource (accessed: 19.02.2019).
3. Dushkin R. V., Zharkov A. D., Ivanov D. A. K sovremennomu ponimaniyu ITS [To modern understanding of ITS] // *Nizhny Novgorod: IT Forum 2020. «The development of a digital state. Creation of systems of weight and dimensional control, intelligent transport systems»*. — 12-14 of April 2017.
4. Kausar M. Sustainability and Industry 4.0. — *Logistics and inventory control*, November 2018.
5. Aldewereld H., Boissier O., Dignum V., Noriega P., Padget J. A. *Social Coordination Frameworks for Social Technical Systems*. — Springer. — August, 2016.
6. Dushkin R. V. Mesto ITS v infrastructure Umnogo goroda [ITS place in the infrastructure of the Smart City] // *Mir dorog*, № 110, August 2018.
7. Raskin J. *The human interface: new directions for designing interactive systems* (1. printing. ed.). Reading, Mass. [u.a.]: Addison Wesley.
8. Udell J. Interfaces are habit-forming. — *Infoworld*. Archived from the original on 4 April 2017.
9. Dushkin R. V. 5 professiy, kotorye zamenyat chat-boty I iskusstvenny intellekt v blizhayshiye 5 — 10 let [5 professions that will be replaced by chat bots and artificial intelligence in the next 5 — 10 years] // *VC.ru*, 27 of August 2016. — <https://vc.ru/p/bots-replace>. — Online resource (accessed: 19.02.2019).
10. Mauldin M. ChatterBots, TinyMuds, and the Turing Test: Entering the Loebner Prize Competition // *Proceedings of the Eleventh National Conference on Artificial Intelligence*, AAAI Press.
11. Wolpaw J. R., Birbaumer N., Heetderks W. J., McFarland D. J., Peckham P. H., Schalk G., Donchin E., Quatrano L.

- A., Robinson C. J., Vaughan T. M. Brain-Computer Interface Technology: A Review of the First International Meeting, *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, Vol. 8, No. 2, June 2000, 164-173.
12. Yemelyanov V. V., Kureichik V. V., Kureichik V. M. *Teoriya i praktika evolyutsionnogo modelirovaniya* [Theory and practice of evolutionary modeling]. — Moscow: Physmatlit, 2003. — 432 p.
13. Kasabov N. Introduction: Hybrid intelligent adaptive systems // *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 6 (1998), 453-454.
14. Krafzig D., Banke K., Slama D. *Enterprise SOA*. Prentice Hall, 2005.
15. Teleschool: <http://teleschool.me/> — retrieved in February 2019.
16. Morifuji D. Connectionist Approach to Stage-Like Syntactic Development / Daichi Morifuji, Toshio Innui // *Word processing and cognitive technology: Digest of articles. № 11* / Eds: V. Solovyov, V. Goldberg, V. Polyakov — Kazan: Kazan State University, 2006. — p. 41-50.
17. Dushkin R. V. Metody polucheniya, predstavleniya i obrabotki znaniy s NE-faktorami [Methods for obtaining, representing and processing knowledge with NON-factors]. — 2011. — 115 p.
18. Blasiak S., Rangwala H. A Hidden Markov Model Variant for Sequence Classification. *IJCAI Proceedings-International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 2001. 22:1192.
19. Aurélien G. *Prikladnoye mashinnoye obucheniye s pomoshchyu Scikit-Learn i TensorFlow. Kontseptsii, instrumenty i tekhniki dlya sozdaniya intellektual'nykh system* [Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems]. — Williams, 2018. — 688 p.
20. Wierema S. Build your own Siri: Api.ai offers voice integration for all. *The Next Web*.
21. Dushkin R. V. Pochemu za gibridnymi II-sistemami budushcheye [Why the hybrid AI-systems will take the future] // *Economic strategies*, № 6 (156), 2018. — p. 84-93.