

УДК 004.82

**МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОБУЧАЮЩЕГО АГЕНТА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАССУЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЗДРАВОВОГО
СМЫСЛА. ПРИМЕНЕНИЕ В ТРЕНАЖЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ****В.И. Хабаров, К.В. Спешилов***Новосибирский государственный технический университет*

В работе рассматривается концепция обучающего агента как системы искусственного интеллекта, ориентированной на поддержку процесса обучения профессиональным навыкам в совокупности с техническими средствами типа тренажерных комплексов. Концептуализация понятия «обучающий агент» позволяет сформировать класс интеллектуальных систем, ориентированных на специфику профессионального обучения и позволяющих моделировать деятельность опытного наставника. Наиболее подходящей моделью поведения такого типа интеллектуальных агентов является модель, известная как модель *рассуждений на основе здравого смысла* (commonsense reasoning). Предлагается реализация такого агента, основанного на *исчислении событий* как расширении языка логики предикатов первого порядка. В качестве приложения рассматривается архитектура интеллектуального тренажерного комплекса (на примере тренажерного комплекса оперативного персонала сортировочной горки для железнодорожной станции), включающая обучающего агента.

Ключевые слова: интеллектуальный обучающий агент, рассуждения на основе здравого смысла, исчисление событий, тренажерный комплекс.

DOI: 10.17212/1727-2769-2018-4-110-119

Введение

Целью данной работы является создание концепции *интеллектуального обучающего агента* (ИОА). ИОА представляет собой рационального агента, среду которого можно разделить на две составляющие: среду обучаемого (СО) и среду мира (СМ), в котором тренируется обучаемый. При использовании тренажерных комплексов миром будет являться ограниченная псевдофизическая модель реальных объектов.

ИОА не имеет доступа к знаниям обучаемого в каждый момент времени и может лишь делать предположения о них, исходя из действий обучаемого на тренировке или во время экзамена. Процесс обучения направлен на изменение знаний обучаемого, но не гарантирует этого. Для повышения эффективности обучения ИОА необходимо учитывать траекторию обучения для каждого обучаемого, новые задания должны формироваться с учетом вероятности возникновения допускаемых ошибок. В каждый момент времени знания обучаемого можно описать некоторым набором правил.

Таким образом, среда обучаемого является частично наблюдаемой, стохастической, последовательной, динамической и дискретной; может быть как одно-агентной, так и мультиагентной, в зависимости от количества обучающих агентов, воздействующих на обучаемого. Среда мира зависит от тренажерного комплекса и может быть как полностью, так и частично наблюдаемой, как детерминированной, так и стохастической и т. д. С каждой из сред ИОА взаимодействует по отдельности, используя различные датчики и исполнительные механизмы, которые также зависят от реализации тренажерного комплекса. Показателем производительности ИОА можно считать максимизацию оценок обучаемых на экзамене.

Отличительные особенности данного типа агентов заключаются в том, что:

- агент может исследовать среду, т. е. самого обучаемого. Благодаря этому он способен выбрать для каждого обучаемого оптимальную траекторию обучения;
- агент способен рассматривать и оценивать действия обучаемого, а также выявлять ошибки, допущенные обучаемым в процессе обучения;
- агент способен продемонстрировать правильное решение в любой момент тренировки с указанием причины каждого принимаемого им решения;
- агент способен выявить «точку невозврата» – момент времени тренировки, после которого уже невозможно получить правильное решение – откатить решение до этого момента времени и продемонстрировать правильное решение с данной точки траектории обучения.

В общем случае ИОА является обучающим агентом, основанном на модели и цели [1].

1. Концепция интеллектуального обучающего агента

Процесс обучения на тренажерном комплексе с использованием обучающего агента может быть представлен с помощью модификации сетей Петри, представленной в [2, 3] следующим образом (рис. 1).

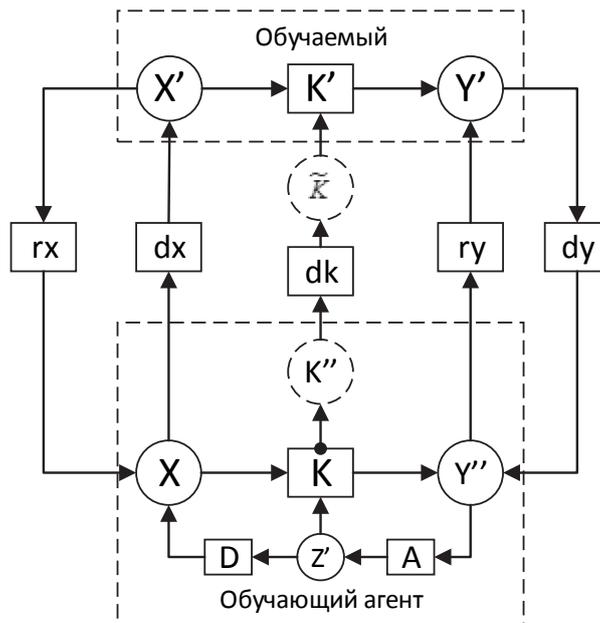


Рис. 1 – Процесс обучения с обучающим агентом

Fig. 1 – Learning with a tutoring agent

Обозначения на рис. 1: X – база данных, содержащая задания, доступные обучающему агенту; K – база знаний обучающего агента об окружающем мире; Y'' – предполагаемое обучающим агентом на основе своих знаний решение задания; X' – задание, выданное обучаемому; K' – знания обучаемого; Y' – ответ на задание, данный обучаемым на основании своих знаний; dx , dy – сенсоры взаимодействия обучаемого и обучающего агента; rx , ry – исполнительные механизмы

взаимодействия обучаемого и обучающего агента; A – оператор анализа ответа обучаемого; Z' – выявленные ошибки, D – планировщик следующего задания; K'' – метаданные, содержащие знания об окружающем мире, которых не хватает обучаемому для правильного решения задания; dk – интерпретатор языка метаданных обучающего агента в язык метаданных обучаемого; \tilde{K} – новые знания, получаемые обучаемым.

Процесс обучения начинается с того, что обучающий агент выбирает из базы данных заданий X некоторое задание x . Выбор задания основывается на знаниях обучающего агента о знаниях обучаемого. Затем, используя доступный инструмент взаимодействия dx , обучающий агент сообщает задание обучаемому. В качестве инструмента взаимодействия могут выступать устный вопрос, билет, электронный тест, начальные условия тренировки при использовании тренажерного комплекса. Получив задание, обучаемый с помощью блока обратной связи rx может уточнить его у обучающего агента. Таким образом, цепочка $X \rightarrow dx \rightarrow X' \rightarrow rx \rightarrow X \rightarrow dx \rightarrow X'$ служит для постановки задания. Получив на вход задание, понятное обучаемому агенту, он преобразует его в задание, понятное обучаемому, при этом полностью соответствующее тому, что первоначально предполагал обучающий агент.

После того как обучаемый получает понятное для него задание, он формирует свое решение y' , используя свои знания о предметной области задания K' . Параллельно с решением обучаемого обучающий агент строит решение y'' , используя свои знания K о предметной области. Используя датчик dy , обучающий агент может узнать решение обучаемого. При помощи механизма исполнения ry обучающий агент может уточнить у обучаемого, правильно ли тот понял решение обучаемого. Таким образом, цепочка $Y' \rightarrow dy \rightarrow Y \rightarrow ry \rightarrow Y' \rightarrow dy \rightarrow Y$ позволяет обучаемому агенту получить понятный для него ответ обучаемого.

Процесс обучения останавливается, если результат, полученный через цепочку $X \rightarrow dx \rightarrow X' \rightarrow K' \rightarrow Y' \rightarrow dy \rightarrow Y$, совпадает с результатом, полученным через цепочку $X \rightarrow K \rightarrow Y''$ для всех возможных заданий из X , т. е. если результат, полученный обучаемым, совпадает с результатом, полученным обучающим агентом.

В случае, если ответ обучаемого не совпадает с решением обучающего агента, то обучающий агент анализирует решение обучаемого, находит в нем ошибки (Z') и, используя свои знания об окружающем мире, формирует на некотором метаязыке знания K' , которых не хватает обучаемому для правильного решения текущего задания. Обучаемый с помощью интерпретатора dk преобразует их в понятную для себя форму \tilde{K} и изменяет свою базу знаний K' . Таким образом, при использовании обучения с обучающим агентом нельзя гарантировать того, что базы знаний K и K' равны. После изменения базы знаний обучаемого обучающий агент формирует новое задание и процесс повторяется снова.

Процесс проверки знаний обучаемого может быть представлен следующим образом (рис. 2).

Обозначения на рис. 2: X – база данных, содержащая задания, доступные обучаемому агенту; O – база знаний обучающего агента об обучаемом, другими словами – представление обучающего агента об обучаемом; Y'' – предполагаемый обучающим агентом на основе своих знаний об обучаемом ответ обучаемого; X' – задание, выданное обучаемому; K' – знания обучаемого; Y' – ответ на

задание, данный обучаемым на основании своих знаний; dx, dy – сенсоры взаимодействия обучаемого и обучающего агента; rx, ry – исполнительные механизмы взаимодействия обучаемого и обучающего агента; A – оператор анализа ответа обучаемого; Z – изменение представления обучающего агента об обучаемом; D – планировщик следующего задания.

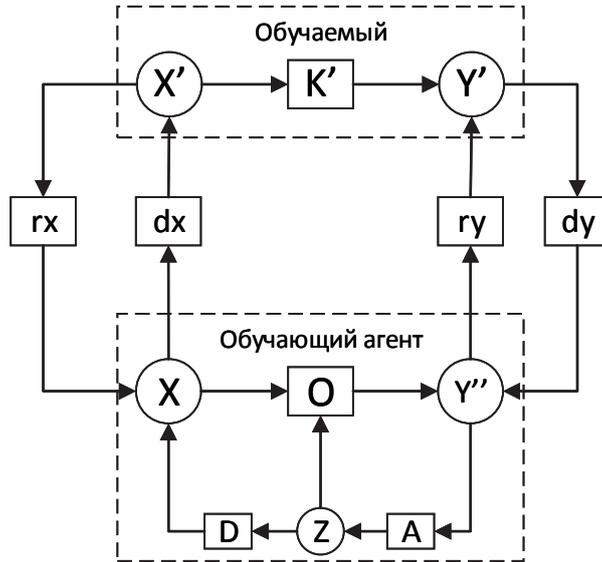


Рис. 2 – Процесс проверки знаний обучаемого
 Fig. 2 – Testing of a trainee

Цепочки формирования задания $X \rightarrow dx \rightarrow X' \rightarrow rx \rightarrow X \rightarrow dx \rightarrow X'$ и ознакомления с ответом $Y' \rightarrow dy \rightarrow Y'' \rightarrow ry \rightarrow Y' \rightarrow dy \rightarrow Y''$ аналогичны соответствующим цепочкам, описанным для процесса тестирования обучаемого. Однако обучающий агент уже не строит свое решение задания, а ожидает от обучаемого некоторого решения, основываясь на своих представлениях O о данном обучаемом.

Процесс проверки знаний будет закончен тогда и только тогда, когда результат, полученный с использованием цепи $X \rightarrow dx \rightarrow X' \rightarrow K' \rightarrow Y' \rightarrow dy \rightarrow Y''$, будет совпадать с результатом, полученным с использованием цепи $X \rightarrow K \rightarrow Y''$ для всех заданий из X . Если полученные результаты отличаются, то это означает, что обучающий агент неправильно оценивает знания обучаемого и должен улучшить свое представление об обучаемом. Блок A позволяет выявить ошибки, допущенные обучающим агентом в оценке знаний обучаемого. Представление обучающего агента об обучаемом необходимо скорректировать на основании выявленных ошибок Z . После корректировки своих знаний обучающий агент планирует и выдает новое задание, используя блок D .

Таким образом, обычный процесс обучения с обучающим агентом с последующим тестированием можно представить в следующем виде (рис. 3).

Свои знания о предметной области обучающий агент может сформировать двумя способами: обучаясь у другого обучающего агента (обучение с обучающим агентом) или выполняя эксперимент на объектах реального мира или их модели (обучение, контролируемое самим обучаемым) (рис. 4).

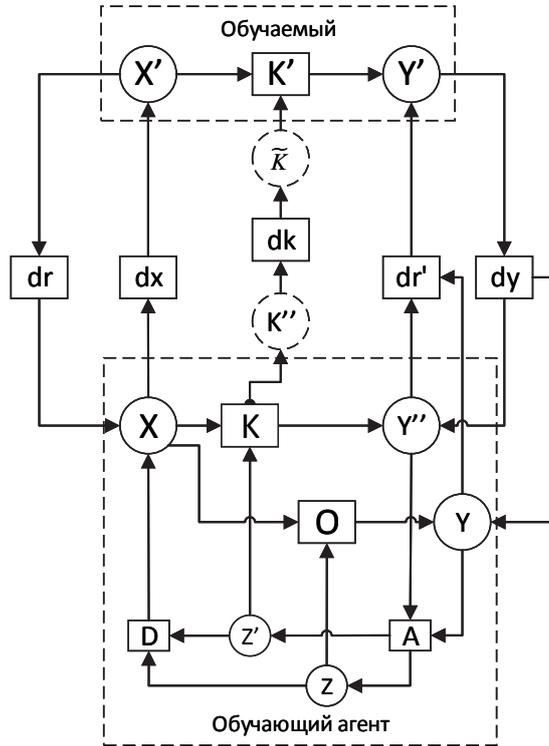


Рис. 3 – Процесс обучения с обучающим агентом с последующим тестированием обучаемого

Fig. 3 – Learning with a tutoring agent with the following testing of a trainee

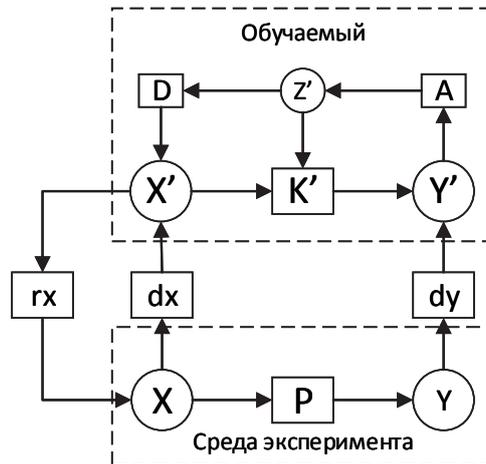


Рис. 4 – Процесс обучения, контролируемый самим обучаемым

Fig. 4. The learning process controlled by the trainee himself

В этом случае обучаемый сам формирует свои знания, устанавливая некоторые исходные значения для эксперимента X и наблюдая за откликом среды Y , получаемому из X с помощью оператора P , инкапсулирующего в себе законы среды. Обучение завершается тогда и только тогда, когда для всех, интересующих обучаемого состояний x' результат, получаемый через цепочку $X' \rightarrow rx \rightarrow X \rightarrow P \rightarrow Y \rightarrow dy \rightarrow Y'$, равен результату, получаемому через цепочку $X' \rightarrow rx \rightarrow X \rightarrow dx \rightarrow X' \rightarrow K' \rightarrow Y'$.

Исходя из того, что в большинстве тренажеров в роли инструктора выступает опытный специалист, получивший часть своих навыков с помощью обучения с обучающим агентом, а часть – из опыта своей работы (обучение, контролируемое самим обучаемым), знания, получаемые обучаемыми, могут быть неполными и содержать ошибочное представление о процессах, происходящих на реальных объектах.

2. Реализация интеллектуального обучающего агента

Одной из основных проблем при создании ИОА является выбор модели представления знаний агентом. Эта модель должна отвечать трем основным требованиям:

- 1) агент должен быть способен сформировать свое решение задания (цепочка $X \rightarrow K \rightarrow Y''$ (рис. 3));
- 2) агент должен уметь передавать свои знания обучаемому (цепочка $K \rightarrow K'' \rightarrow dk \rightarrow \tilde{K} \rightarrow K'$ (рис. 3));
- 3) агент должен быть способен изменять свои знания при самостоятельно контролируемом обучении (цепь $A \rightarrow Z' \rightarrow K'$ (рис. 4)).

Необходимая для тренажерных комплексов модель объекта на основе ограниченной физической модели обычно представлена на математическом языке. Однако применение этого языка для описания модели поведения обучающего агента усложняет процесс обучения, так как возникает необходимость перевода обоснования принимаемых ИОА решений в термины, используемые обучаемым для принятия решений. В качестве формализации таких механизмов можно рассматривать рассуждения на основе здравого смысла (commonsense reasoning) – процесс принятия решений, свойственный человеку, основанный на использовании качественных отношений вместо количественных [4]. Примерами формализации таких рассуждений являются ситуационное исчисление (Situation calculus) [5, 6], исчисление флюентов (Fluent calculus) [7], исчисление событий (Event calculus) [4, 8], логические продукционные системы (Logic production systems) [9]. Рассмотрим более подробно язык исчисления событий как подходящий формализм для создания обучающих агентов.

Исчисление событий является расширением многосортной логики предикатов первого порядка, вводит в нее понятия события, флюента, момента времени и систему аксиом для работы с ними; позволяет определять знания об одновременных и спровоцированных событиях, не прямых эффектах, событиях, имеющих продолжительность, и т. д.

Механизмы представления знаний в контексте тренажерных комплексов представлены в таблице.

Рассмотрим правила поведения обучающего агента в среде тренажерного комплекса на примере управления стрелочным переводом для Тренажерного комплекса оперативного персонала сортировочной горки (ТК ОПСГ) [10]. На языке исчисления событий их можно представить в следующем виде.

Представление знаний на разных уровнях тренажера с искусственным интеллектуальным агентом в роли инструктора

Knowledge representation on different levels of a simulator with an artificial intellectual agent-instructor

Ультраоператор	Описание	Представление знаний
P	Модель поведения объектов реального мира, реализованная в тренажере с некоторой точностью (псевдофизический мир)	Жестко запрограммированные алгоритмы поведения
K	Модель поведения объектов реального мира в видении интеллектуального агента-инструктора	Аксиомы исчисления событий
K'	Модель поведения объектов реального мира в видении обучаемого	Правила типа «если – то» на естественном языке

Стрелочный перевод характеризуется направлением, таким образом определен флюент

$\text{НаправлениеСтрелки}(\text{стрелка}, \text{направление})$.

Оператор может изменить направление стрелки. Прямым эффектом этого действия будет изменение направление перевода на противоположное:

$\text{HoldsAt}(\text{НаправлениеСтрелки}(\text{стрелка}, \text{направление}), t) \wedge$

$\text{ПротивоположноеНаправление}(\text{направление}, \text{противоположное}) \Rightarrow$

$\text{Initiates} \left(\begin{array}{l} \text{СменитьНаправление}(\text{стрелка}), \\ \text{НаправлениеСтрелки}(\text{стрелка}, \text{противоположное}), t \end{array} \right)$

$\text{Terminates} \left(\begin{array}{l} \text{СменитьНаправление}(\text{стрелка}), \\ \text{НаправлениеСтрелки}(\text{стрелка}, \text{направление}), t \end{array} \right)$

Для принятия решения о переводе стрелки оператор должен оценить необходимость перевода, основываясь на знаниях о целевом пути приближающегося вагона и достижимых путях от данного стрелочного перевода:

$\text{ПутьНазначения}(\text{вагон}, \text{путь}) \wedge$

$\neg \text{СтрелкаВедетК}(\text{стрелка}, \text{направление}, \text{путь}) \wedge$

$\text{ПротивоположноеНаправление}(\text{направление}, \text{противоположное}) \wedge$

$\text{СтрелкаВедетК}(\text{стрелка}, \text{противоположное}, \text{путь}) \wedge$

$\text{HoldsAt}(\text{НаправлениеСтрелки}(\text{стрелка}, \text{направление}), t) \Rightarrow$

$\text{HoldsAt}(\text{НужноПеревестиСтрелку}(\text{стрелка}), t)$

Если есть необходимость в переводе стрелки и нет опасности создания аварийной ситуации (например, столкновения с уже стоящими на целевом пути вагонами), то оператор совершает действие перевода стрелки:

$\text{HoldsAt}(\text{НужноПеревестиСтрелку}(\text{стрелка}), t) \wedge$

$\neg \text{HoldsAt}(\text{СтрелкаЗанята}(\text{стрелка}), t) \wedge$

$\neg \text{СоздаетсяАварийнаяСитуация}(\text{вагон}, t) \Rightarrow$

$\text{Harrens}(\text{СменитьНаправление}(\text{стрелка}), t)$

Смена направления в качестве непрямого эффекта влечет изменение значения флюента $\text{НужноПеревестиСтрелку}(\text{стрелка})$:

$\text{Terminates} \left(\begin{array}{l} \text{СменитьНаправление}(\text{стрелка}), \\ \text{НужноПеревестиСтрелку}(\text{стрелка}), t \end{array} \right)$

Занятость стрелки определяет флюент $\text{СтрелкаЗанята}(\text{стрелка})$, события

$\text{ВагонПокинулСтрелку}(\text{вагон}, \text{стрелка}),$

$\text{ВагонЗанялСтрелку}(\text{вагон}, \text{стрелка})$:

$\text{Initiates} \left(\begin{array}{l} \text{ВагонЗанялСтрелку}(\text{вагон}, \text{стрелка}), \\ \text{СтрелкаЗанята}(\text{стрелка}), t \end{array} \right)$

$\text{Terminates} \left(\begin{array}{l} \text{ВагонПокинулСтрелку}(\text{вагон}, \text{стрелка}), \\ \text{СтрелкаЗанята}(\text{стрелка}), t \end{array} \right)$

Важным условием работы оператора является избежание аварийных ситуаций, даже если его действия ведут к появлению нештатной, но неаварийной ситуации. Так, допустить столкновение вагонов (аварийная ситуация) хуже, чем отправить вагон не на тот путь (нештатная, но не аварийная ситуация). Возникновение аварийных ситуаций можно описать следующим образом:

$\text{HoldsAt}(\text{ВозможноСтолкновение}(\text{вагон1}, \text{вагон2}), t) \Rightarrow$

$\text{СоздаетсяАварийнаяСитуация}(\text{вагон1}, t)$

$\text{HoldsAt}(\text{ВозможноСтолкновение}(\text{вагон1}, \text{вагон2}), t) \Rightarrow$

$\text{HoldsAt}(\text{ВозможноСтолкновение}(\text{вагон2}, \text{вагон1}), t).$

$\text{HoldsAt}(\text{Скорость}(\text{нагонящийВагон}, v_n), t) \wedge$

$\text{HoldsAt}(\text{Скорость}(\text{вагон}, v), t) \wedge$

$\text{нагонящийВагон} \neq \text{вагон} \wedge$

$\text{HoldsAt}(\text{Расстояние}(\text{нагонящийВагон}, \text{вагон}, s), t) \wedge$

$\text{ОпасноеПревышение}(v_n, v, s) \Rightarrow$

$\text{HoldsAt}(\text{ВозможноСтолкновение}(\text{нагонящийВагон}, \text{вагон}), t)$

Пример другого агента, имитирующего работу оператора ТК ОПСГ, приведен в [11].

Заключение

В работе предложена концептуализация нового типа интеллектуальных агентов: интеллектуального обучающего агента. Такой агент может применяться для автоматизации процесса обучения как с использованием, так и без использования тренажерных технологий во многих сферах деятельности. ИОА может также быть использован для формирования баз знаний других интеллектуальных агентов.

В статье выделены отличающие особенности данного типа агентов. Предложена реализация ИОА для интеллектуального тренажерного комплекса, основанного на исчислении событий как одном из формализмов рассуждений на основе здравого смысла. В дальнейшем планируется расширение концепции ИОА, включающее в структуру ИОА модуль самообучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Russel S., Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. – 3rd ed. – Upper Saddle River, NJ: Printice Hall, 2009. – 1153 p.
2. Чечкин А.В. Математическая информатика. – М.: Наука, 1991. – 416 с.
3. Хабаров В.И. Интегрированные системы планирования и анализа экспериментов: дис. ... техн. наук. – Новосибирск, 1992. – 315 с.
4. Mueller E.T. Commonsense reasoning: an event calculus approach. – 2nd ed. – Waltham, MA, Morgan Kaufmann, 2015. – 517 p.
5. McCarthy J., Hayes P. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence // Machine Intelligence. – 1969. – Vol. 4. – P. 463–502.
6. Lin F. Situation calculus // Handbook of Knowledge Representation / ed. by F. van Harmelen, V. Lifschitz and B. Porter. – Amsterdam; Boston: Elsevier, 2008. – P. 649–669.
7. Thielscher M. Introduction to the fluent calculus // Linkoping Electronic Articles in Computer and Information Science. – 1998. – Vol. 3, N 14.
8. Shanahan M. A circumscriptive calculus of events // Artificial Intelligence. – 1995. – N 77. – P. 249–284.
9. Kowalski R., Sadri F. Reactive computing as model generation // New Generation Computing. – 2015. – Vol. 33 (1). – P. 33–67.
10. Патент на полезную модель 154990 Российская Федерация. Тренажерный комплекс оперативного персонала сортировочной горки / В.И. Хабаров и др. – № 014143893/11; заявл. 30.10.2014; опубл. 20.09.2015, Бюл. № 26.
11. Speshilov K., Khabarov V. Creating a model of an operator of a simulator complex using commonsense reasoning // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 178. – P. 394–400.

**A MODEL OF AN INTELLECTUAL TUTORING AGENT BASED
ON COMMONSENSE REASONING. ITS APPLICATION
IN SIMULATOR COMPLEXES**

Khabarov V.I., Speshilov K.V.

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

The paper considers the concept of a tutoring agent as an artificial intelligence system oriented at supporting the process of professional skills training in combination with technical equipment such as simulator complex. Conceptualization of the concept of the “tutoring agent” makes it possible to form a class of intellectual systems focused on the specifics of professional training and to model the activities of an experienced mentor. The most appropriate behavior model for this type of intelligent agents is commonsense reasoning. The implementation of such an agent based on the event calculus as an extension of the first-order logic is proposed. The architecture of an intelligent training complex that includes a tutoring agent is considered as an application (on the example of the training complex of operating personnel of the marshalling yard for a railway station).

Keywords: intellectual tutoring agent, commonsense reasoning, event calculus, simulator complex.

DOI: 10.17212/1727-2769-2018-4-110-119

REFERENCES

1. Russel S. Norvig P. Artificial Intelligence: a modern approach. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, Printice Hall Press, 2009. 1153 p.
2. Chechkin A.V. *Matematicheskaya informatika* [Mathematical informatics]. Moscow, Nauka Publ., 1991. 416 p.
3. Khabarov V.I. *Integrirovannyye sistemy planirovaniya i analiza eksperimentov*. Diss. dokt. tekhn. nauk [Integrated systems for planning and analysis of experiments. Dr. eng. sci. diss.]. Novosibirsk, 1992. 315 p.

4. Mueller E.T. Commonsense reasoning: an event calculus approach. 2nd ed. Waltham, Morgan Kaufmann, 2015. 517 p.
5. McCarthy J., Hayes P. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. *Machine Intelligence*, 1969, vol. 4, pp. 463–502.
6. Lin F. Situation calculus. *Handbook of Knowledge Representation*. Ed. by F. van Harmelen, V. Lifschitz and B. Porter. Amsterdam, Boston, Elsevier, 2008, pp. 649–669.
7. Thielscher M. Introduction to the fluent calculus. *Linkoping Electronic Articles in Computer and Information Science*. 1998, vol. 3, no. 14.
8. Shanahan M. A circumscriptive calculus of events. *Artificial Intelligence*, 1995, no. 77, pp. 249–284.
9. Kowalski R. Sadri F. Reactive computing as model generation. *New Generation Computing*, 2015, vol. 33 (1), pp. 33–67.
10. Khabarov V.I., et al. *Trenazhernyi kompleks operativnogo personala sortirovochnoi gorki* [Simulator complex for marshalling yard personnel]. Patent RF, no. 154990, 2015.
11. Speshilov K. Khabarov V. Creating a model of an operator of a simulator complex using commonsense reasoning. *Procedia Engineering*, 2017, vol. 178, pp. 394–400.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



Хабаров Валерий Иванович – родился в 1951 году, д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент Академии Высшей школы РФ, профессор кафедры теоретической и прикладной информатики Новосибирского государственного технического университета. Область научных интересов: искусственный интеллект, математическое моделирование транспортных потоков, методы планирования экспериментов. Опубликовано около 150 научных работ. (Адрес: 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20. E-mail: khabarov51@mail.ru).

Khabarov Valeriy Ivanovich (b. 1951) – Doctor of Sciences (Eng.), professor, corresponding member of the Russian Higher School Academy of Sciences, professor of the department of theoretical and applied computer science of Novosibirsk State Technical University. His research interests are currently focused on artificial intelligence, mathematical modelling of traffic flows, and design of experiments. He is the author of about 150 scientific papers. (Address: 20, Karl Marx Av., Novosibirsk, 630073, Russia. Email: khabarov51@mail.ru).



Спешилов Константин Владимирович – родился в 1990 году, аспирант Новосибирского государственного технического университета. Область научных интересов: представление знаний, рассуждения на основе здравого смысла. Опубликовано 11 научных работ. (Адрес: 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20. E-mail: costspeshilov@gmail.com).

Speshilov Konstantin Vladimirovich (b. 1990) – PhD student at Novosibirsk State Technical University. His research interests are knowledge representation, and commonsense reasoning. He is the author of 11 scientific papers. (Address: 20, Karl Marx Av., Novosibirsk, 630073, Russia. E-mail: costspeshilov@gmail.com).

Статья поступила 23 мая 2018 г.
Received May 23, 2018

To referenhcес:

Khabarov V.I., Speshilov K.V. Model' intellektual'nogo obuchayushchego agenta s ispol'zovaniem rassuzhdenii na osnove zdravogo smysla. Primenenie v trenazhernykh tekhnologiyakh [A model of an intellectual tutoring agent based on commonsense reasoning. Its application in simulator complexes]. *Doklady Akademii nauk vysshei shkoly Rossiiskoi Federatsii – Proceedings of the Russian higher school Academy of sciences*, 2018, no. 4 (41), pp.110-119. doi: 10.17212/1727-2769-2018-4-110-119.