

УДК 004.9, 004.855

ИНДУКТИВНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

© 2016 О.В. Казанская, О.К. Альсова

Новосибирский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 29.10.2016

Статья посвящена рассмотрению учебных компьютерных тренажеров, реализующих поддержку индуктивного метода обучения, в преподавании прикладных математических дисциплин в системе высшего образования. Помимо традиционных функций предоставления готовых знаний и обеспечения возможности приобретения навыков решения задач, такие учебные тренажеры позволяют обучаемому организовать собственные экспериментальные исследования, обработать и проанализировать полученные результаты с целью генерации новых обобщенных знаний. Перечислен ряд требований к такого рода тренажерам, показаны особенности их функциональной структуры.

Ключевые слова: *индуктивное обучение, компьютерный тренажер, структура, требования*

В современном образовании известны различные виды компьютерных тренажеров. Они различаются целевыми группами, областью знаний, классами решаемых задач, структурой и другими аспектами. Одной из важнейших целей, которая ставится в процессе обучения, является обучение приемам управления знаниями, генерации новых знаний на базе умения анализировать результаты как самостоятельно спроектированных, так и ранее проведенных экспериментов. Наиболее эффективно в таких ситуациях применение технологий индуктивного анализа и индуктивного обучения.

Цель работы: описание основных подходов к созданию компьютерных тренажеров, формулировка ряда требований к индуктивным тренажерам, рассмотрение примеров некоторых разработок в этой области.

Виды компьютерных тренажеров. Процесс формирования терминологии в области компьютерных тренажеров еще продолжается, при этом не всегда очевидны и зачастую требуют дополнительного толкования термины, используемые в англоязычной литературе. В работе [1] приводится определение автоматизированной тренажерно-обучающей системы (тренажера), под которой понимается автоматизированный аппаратно-программный функционально ориентированный комплекс для обучения человека и отработки определенных навыков и умений. В английском языке такого рода системы, как правило, называются *training simulators*. Автор подробно рассматривает некоторые виды тренажеров, в том числе морские навигационные, рыбопромысловые, для операций по поиску и спасению, по отработке действий в чрезвычайных ситуациях и другие. Данные виды выделяются соответствии с целевыми группами обучающихся. В табл. 1 перечислены некоторые классы тренажеров [2-7].

Индуктивное обучение. Тренажеры в индуктивном обучении. Под индуктивным обучением зачастую понимают совокупность технологий обучения, позволяющих в той или иной степени реализовать схемы индуктивного анализа. Принципиальные отличия индуктивного подхода от дедуктивного в рамках теоретической информатики изложены в работе [8]. Буквальный перевод термина «*inductive learning*» – познание на основе обобщения фактов и наблюдений. При этом надо иметь в виду, что термин «*induction training*» в самом кратком его толковании означает вводный инструктаж, например, на рабочем месте. К технологиям индуктивного обучения, как правило, относят такие технологии, как обучение по запросу (*inquiry learning*) и в текущий момент времени (*just-in-time learning*), проблемно-ориентированное и проектно-ориентированное обучение (*problem-based, project-based learning*), а также обучение на примерах (*case-based teaching*) [9-11].

Технология обучения по запросу должна обеспечить обучающимся возможность научиться формулировать корректные вопросы, выявлять и собирать соответствующие доказательства, представлять структурированные результаты работы, анализировать и интерпретировать полученные результаты, формулировать выводы и оценивать ценность и важность этих выводов. Такое обучение имеет особую важность при получении профессионального образования и должно поддерживаться соответствующими программными средствами, в том числе тренажерами. Особенностью этой технологии обучения являются такие приемы как: структурированные вопросы (студенты получают задачу и план того, как ее решать), управляемые вопросы (студенты получают только задачу, а план ее решения должны предложить сами) и открытые вопросы (студенты формулируют задачу и ищут пути ее решения сами).

Казанская Ольга Васильевна, кандидат технических наук, доцент. E-mail: ovk@edu.nstu.ru

Альсова Ольга Константиновна, кандидат технических наук, доцент. E-mail: alsowa@mail.ru

Таблица 1. Классы компьютерных тренажеров

Признак классификации	Значение признака классификации	Класс тренажеров
область знаний и умений	поддержка принятия управленческих решений, в том числе плохо формализуемых	разнообразные виды (учебные, с элементами инструктивного менеджмента и др.)
	ситуационное управление	ситуационные
	распознавание образов, в том числе задачи диагностики	преимущественно моделирующие
	прогнозирование	преимущественно моделирующие
совершенствуемые когнитивные функции	улучшение производительности мозга	когнитивные. индивидуальные тренировочные курсы, направлены на решение конкретных задач каждого участника – развитие внимания, памяти, логического мышления путем специальных игровых тренировок
	навыки формирования новых знаний	тренажеры для обеспечения индуктивного обучения (индуктивные тренажеры)
целевые группы по уровню получаемого образования	школьное образование	расчетные, моделирующие
	высшее и среднее профессиональное	расчетные, моделирующие*)
формат обучения взрослых	формальное (formal) обучение на работе, зачастую непосредственно на рабочем месте (work-based training)	как правило, аппаратно-программные комплексы
	неформальное (informal, nonformal)	преимущественно в игровой форме
базовые обучающие технологии	акцент на электронное обучение (e-learning)	электронные учебники, практикумы, виртуальные лаборатории
	игровые	игровые
	индуктивное обучение	индуктивные
	приспосабливаемость к индивидуальным особенностям обучающегося	адаптивные

Примечание: *) В работе [4] представлен пример тренажера, предназначенного для студентов вузов, разработанный Соловьевым А.В., одним из идеологов электронного обучения в России. Этот тренажер позволяет не только изучать соответствующие разделы специализированных дисциплин и некоторые разделы прикладной математики, а также и проводить различные эксперименты, используя объемный банк задач, и широкие возможности формирования своих собственных траекторий обучения и исследований

При обучении на основе примеров (кейсов), студенты анализируют исследования реальных или гипотетических ситуаций, которые предполагают необходимость решения проблем и/или принятия решений. Желательно, чтобы рассматриваемая задача была подлинной, представляла ситуацию, которая может возникнуть в профессиональной практике. Пример (кейс) может включать в себя описание того, что произошло и что привело к этому, проблемы и задачи, ресурсы и ограничения, при которых решение задачи могло быть иным, те решения, которые были сделаны, действия, которые были предприняты, и их результаты. Такая технология в большей степени может быть использована при изучении слабо формализованных методик решения задач, при этом средства ее автоматизированной реализации очень востребованы в самых разных сферах человеческой деятельности.

В отечественных публикациях зачастую под индуктивным обучением понимают то, что в англоязычной литературе иногда называют обучение на основе «открытия» (discovery learning), при котором студенты получают задачу, проблему, требующую решения, или набор наблюдений,

предполагающие некоторые самостоятельные объяснения или даже формулирование определенной закономерности. Чтобы решить поставленные задачи и сделать соответствующие выводы нужно не только освоить знания об исследуемом процессе, но и прибегнуть к индуктивному анализу.

Как известно, в рамках индуктивного метода обучения используется логика раскрытия учебного материала от частного к общему. Индуктивное обучение (на основе «открытия») эффективно реализуется в соответствующих тренажерах при изучении моделей, методов и алгоритмов прикладной математики. Первый этап индуктивного метода обучения предполагает накопление опытных данных, полученных путем наблюдения и эксперимента. На втором этапе в результате анализа данных и индуктивных рассуждений формируются понятия, обобщения в форме классификаций, научных гипотез, выводов. Тренажеры, реализующих такую технологию обучения, особо эффективны при изучении прикладных математических дисциплин. В этом случае функции тренажера сводятся не только к предоставлению готовых знаний (например,

справочно-теоретической информации по методам решения задач) и обеспечению возможности приобретения навыков решения задач (например, пошаговое решение задач, имеющихся в банке, с подробными пояснениями процесса решения в режиме диалога с пользователем). Новые знания обучаемый получает в процессе ответа на вопросы, необходимые для проведения экспериментов на тренажере, например: «На что влияет тот или иной параметр?», «Возможно ли получить более эффективное решение задачи?», «Что для этого нужно сделать?» и т.д. Поэтому для обеспечения индуктивного обучения необходим тренажер, в котором помимо традиционных функций, реализуется поддержка процесса аналитического исследования. Тренажер должен позволять обучаемому организовать собственные исследования, предоставлять возможности проведения эксперимента, хранения, обработки и анализа его результатов с целью получения навыков генерации новых обобщенных знаний на базе опытных данных.

Требования к учебному тренажеру. Очевидно, что для выполнения выше сформулированных функций, тренажер, поддерживающий индуктивный метод обучения, должен удовлетворять целому ряду требований.

1. Предоставление учебно-методической и справочной информации (описание постановки задачи, методов и алгоритмов решения задач, руководство пользователя).

2. Обеспечение различных сценариев обучения, т.е. обеспечение возможности изучения учебного материала по разным траекториям в зависимости от начальной подготовки обучаемого.

3. Обеспечение поддержки процесса решения задачи в разных режимах (демонстрационный режим – решение задачи по шагам на разных исходных данных, тренировочный режим – решение задачи с вводом пользователем необходимых значений или выбором следующего шага, контрольно-оценочный режим – самостоятельное решение задачи с оценкой результата, исследовательский режим – проведение экспериментов).

4. Наличие обратной связи с обучаемым с указанием возможных допущенных ошибок в процессе решения задачи и содержащей информацию для их устранения.

5. Обеспечение диалога с обучаемым, который способствует пониманию учебного материала, включению в процесс рассуждения и совместной деятельности.

6. Наличие средств визуализации (анимации) процесса решения задачи и предоставления результатов работы в виде текстовых отчетов и графиков.

Помимо этого, в тренажеры, реализующие индуктивное обучение, рекомендуется включать средства:

- имитационного моделирования экспериментальных данных (получения тестовых данных) для проведения исследований и решения задач;
- проведения совместных экспериментов и обмена результатами эксперимента между исследователями, например, на основе облачных технологий;
- ведения «истории» эксперимента и сохранения результатов проведенных экспериментов;
- реализации нескольких методов и алгоритмов решения задачи, а также сравнения полученных результатов и формирование итоговых выводов на базе использования комплекса методов.

Такая программа-тренажер обеспечивает реализацию как традиционных функций предоставления справочных знаний и тренинга по решению задач с помощью заданных методов, но и позволяет поддерживать процесс индуктивного обучения и формирования навыков индуктивных рассуждений, проведения научно-исследовательской работы в целом.

Структура и функции учебного тренажера. Исходя из сформулированных требований в структуру тренажера должны быть включены следующие базовые модули: справочно-обучающий, аналитико-экспериментальный, модуль истории эксперимента и модуль формирования и оценки итоговых знаний. Все модули должны быть взаимосвязаны и предоставлять интуитивно понятные средства навигации между собой. На рис. 1 представлена диаграмма навигации между интерфейсами модулей тренажера. Согласно разработанной диаграмме пользователь начинает работу с главного окна, обеспечивающего быстрый доступ ко всем модулям тренажера.



Рис. 1. Диаграмма навигации между интерфейсами модулей тренажера

В справочно-обучающем модуле содержатся учебно-методические материалы (описание постановок решаемых задач, основные теоретические сведения о методах их решения, учебные задания, сценарии проведения экспериментальных исследований с использованием тренажера), а также подробные инструкции по работе с тренажером и т.п.

Аналитико-экспериментальный модуль в зависимости от назначения и области применения тренажера позволяет:

- решать задачи в разных режимах (демонстрационный, тренировочный, контрольно-оценочный) с целью изучения методов их решения и формирования практических навыков;
- проводить различные эксперименты по оценке эффективности применения метода для решения поставленной задачи (скорость решения, точность, сходимость и т.п.) в зависимости от заданных начальных условий и параметров метода;
- проводить эксперименты с имитационной моделью системы с целью изучения влияния входных переменных и параметров на показатели эффективности системы и последующей оптимизации процесса функционирования системы;
- сохранять и предоставлять доступ ко всем результатам проведенных ранее экспериментов, сохраненных в локальном или облачном хранилищах.

Модуль истории эксперимента позволяет просматривать информацию обо всех проведенных экспериментах. Любой из экспериментов можно заново открыть в аналитико-экспериментальном модуле и продолжить исследование.

Модуль формирования и оценки итоговых знаний содержит набор тестовых заданий, вопросов по результатам проведенных экспериментальных исследований, которые подводят учащегося к формулировке выводов и генерации новых знаний, на основе полученных опытных данных. По результатам прохождения тестов и ответов на предложенные вопросы формируется текстовое описание, содержащие основные выводы, обобщения, рекомендации и т.п.

Таким образом, тренажер поддерживает все этапы процесса индуктивного обучения: от постановки задачи, проведения серий экспериментальных исследований до формулировки общих выводов и реализует логику раскрытия учебного материала от частного к общему.

Приведем примеры тренажеров по прикладным математическим дисциплинам, реализованных в рамках концепции индуктивного обучения, разработанных на кафедре вычислительной техники ННГТУ.

Примеры индуктивных тренажеров. В тренажере GOA «Генетические алгоритмы оптимизации» [12] процесс обучения построен на основе решения широко известной задачи о бродячем торговце. Тренажер позволяет получить теоретическую информацию по генетическим алгоритмам оптимизации, приобрести навыки их использования для решения оптимизационных задач на примере задачи коммивояжера, а также проводить экспериментальные исследования эффективности применения генетических алгоритмов для решения данной задачи в зависимости от заданных начальных условий и параметров работы алгоритма. В тренажере реализованы различные сценарии проведения эксперимента. Например, предусмотрены возможности проведения экспериментов по исследованию

эффективности алгоритма в зависимости от вида и параметров генетических операторов кроссовера, селекции и мутации, исследование скорости и области сходимости алгоритма в зависимости от размера начальной популяции или вероятности применения оператора мутации и другие (рис. 2).

Такой тренажер позволяет также проводить совместные исследования несколькими пользователями и обмениваться результатами экспериментов с использованием облачного хранилища. Реализован механизм взаимодействия пользователей на основе клиент-серверной модели. В качестве клиентов выступают модули тренажеры, а в качестве сервера – облачное хранилище. Это позволяет нескольким пользователям одновременно работать над одним экспериментом, результаты которого сохраняются в облачном хранилище (рис. 3).

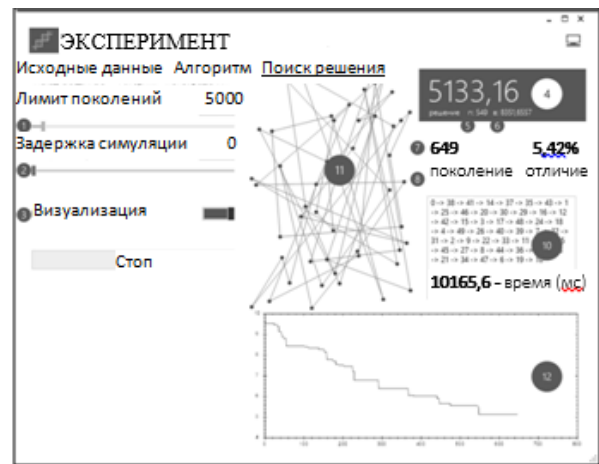


Рис. 2. Проведение эксперимента

Возможность одновременной работы нескольких пользователей над одним экспериментом позволяет за меньшее время накопить гораздо больше информации, что впоследствии приводит к повышению «качества» выводов по результатам исследований.

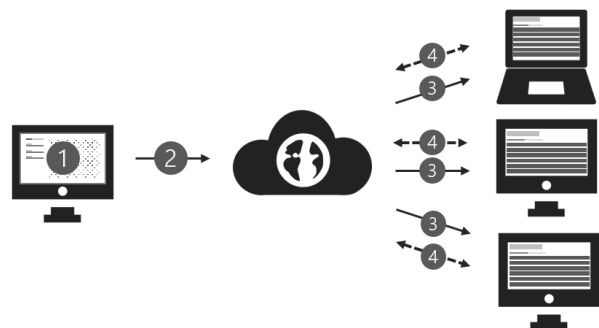


Рис. 3. Схема обмена исходными данными и результатами эксперимента посредством облачного хранилища

Тренажер по имитационному моделированию вычислительного кластера [13] предназначен для обучения оцениванию эффективности функционирования системы и ее оптимизации на

базе имитационной модели вычислительного кластера. В тренажере реализованы следующие функциональные возможности: проведение имитационных экспериментов с моделью вычислительного кластера, построенного по топологии «звезда»; исследование эффективности работы вычислительного кластера в зависимости от начальных условий и параметров модели; расчет основных характеристик эффективности функционирования вычислительного кластера на основе имитационного и аналитического методов с представлением результатов в текстовом и графическом видах (рис. 4). Обучающийся или исследователь имеет возможность по результатам проведенных экспериментов выбрать оптимальные параметры работы вычислительного кластера.

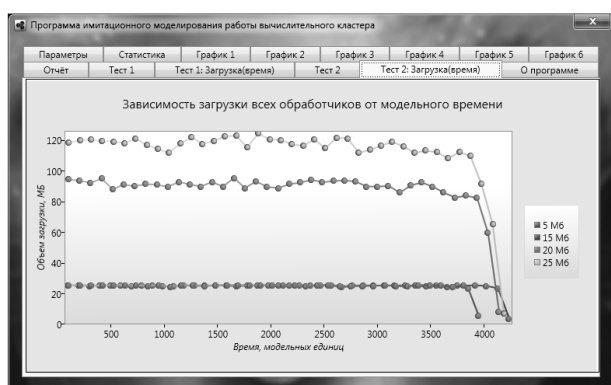


Рис. 4. Результаты эксперимента

Выводы: разработанные в НГТУ программы-тренажеры были успешно апробированы и используются при изучении соответствующих разделов дисциплин «Методы оптимизации», «Имитационное моделирование». Это позволяет студентам получить навыки генерации новых знаний, управления знаниями, планирования и проведения научно-исследовательской работы. Дальнейшая работа по созданию компьютерных тренажеров предполагает формирование пакета рекомендаций по реализации сценарного подхода и создание банков задач (кейсов, примеров) для различных областей применения данных программных систем.

INDUCTIVE SIMULATORS IN THE TECHNICAL UNIVERSITY

© 2016 O.V. Kazanskaya, O.K. Alsova

Novosibirsk State Technical University

The paper is devoted to computer training simulators aimed to support inductive methods in teaching applied mathematical disciplines in the higher education system. Such training simulators not only implement traditional functions by presenting ready knowledge and ensuring opportunities for obtaining skills in problems solving, but they also enable students to organize their own experimental research, to process and analyze the obtained results in order to generate a new generalized knowledge. The authors summarize some requirements to such simulators and specialties of their structure.

Key words: *inductive teaching, training simulator, structure, requirements*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Трухин, А.В. Анализ существующих в РФ тренажерно-обучающих систем // Открытое и дистанционное образование. 2008. № 1(29). С. 32-40.
2. Филатова, Н.Н. Проектирование мультимедиа тренажеров на основе сценарных моделей представления знаний / Н.Н. Филатова, Н.И. Вавилова // Обр. технологии и общество. 2000. №3(4). С. 193-203.
3. Dankbaar, M.E.W. An experimental study on the effects of a simulation game on students' clinical cognitive skills and motivation / M.E.W. Dankbaar, J. Almsa et al. // Advances in Health Sciences Education. 2016. V. 21, Issue3. P. 505-521.
4. Соловов, А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: учебное пособие. – Самара: СГАУ, 1995. 138с.
5. Сергеев, С.Ф. Адаптивность в тренажерах // Научно-технический вестник СПбГУ информационных технологий, механики и оптики. 2011. № 6 (76). С. 118-123.
6. Райков, А.Н. Когнитивный тренажер поддержки решений в межотраслевых нештатных ситуациях // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу. 2014. №3. С. 8-13.
7. Alsova, O.K. Training simulators for support of inductive method in teaching / O.K. Alsova, O.V. Kazanskaya // Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE-2016): тр. 13 междунар. науч.-техн. конф., Новосибирск, 3–6 окт. 2016 г.: в 12 т. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. Т. 1, ч. 2. С. 510-512.
8. Губарев, В.В. Введение в теоретическую информатику: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. Ч. 2. 472 с.
9. Семенченко, Р.Д. Сценарии обучения в обучающих тренажерах // Наука и современность. 2016. №44. С. 79-84.
10. Prince, M. The many faces of inductive teaching and learning / M. Prince, R. Felder // Journal of College Science Teaching. 2007. V. 36, No. 5. P. 14-20.
11. Краевский, В.В. Основы обучения: Дидактика и методика. Учебное пособие / В.В. Краевский, А.В. Хуторской. – М.: Академия, 2007. 352 с.
12. Кузьмин, К.К. Разработка учебного тренажера по генетическим алгоритмам оптимизации / К.К. Кузьмин, О.В. Казанская // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. №3(22). С. 31-32.
13. Латыпов, М.Д. Программа имитационного моделирования работы вычислительного кластера / М.Д. Латыпов, О.К. Альсова // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016611188; заяв. 27.01.16, №2015661997.