
AI & Human Resources

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ НА ОСНОВЕ ЗНАНИЙ

Валерия Грибова, Григорий Осипенков, Сергей Сова

Аннотация: В данной работе представлена общая концепция разработки диагностических компьютерных тренажеров на основе знаний. Сформулированы основные положения концепции, определена модель диагностического компьютерного тренажера, ее основные компоненты. Представлена концептуальная архитектура инструментального средства для проектирования, реализации и отладки диагностических компьютерных тренажеров.

Ключевые слова: Онтология, компьютерный тренажер, диагностический компьютерный тренажер, виртуальная реальность, инструментальное средство.

ACM Classification Keywords: D.2.2 [Технология программирования]: Методы и средства проектирования D.2.10 [Технология программирования]: Проектирование---методология; H.1.1 [Модели и принципы]: Теория систем и информации---общая теория систем.

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Введение

Основными требованиями современного этапа к технологии разработки программных средств является снижение стоимости разработки и упрощение модифицирования. Это может быть достигнуто заменой процедурного кода высокоуровневыми декларативными описаниями, автоматической генерацией программного кода по декларативному описанию либо интерпретацией этого описания; повторным использованием, отдельным модифицированием архитектурных компонентов; разделением каждого архитектурного компонента на составляющие, также допускающие их отдельное модифицирование. Все указанные выше требования и методы их достижения в полной мере относятся к разработке диагностических компьютерных тренажеров.

Потребность в компьютерных тренажерах стремительно возрастает. В литературе отмечается, что использование тренажеров улучшает качество и эффективность обучения; значительно снижает его стоимость; дает обучаемым практические навыки до начала их работы в реальных условиях, при этом с помощью тренажеров имеется возможность «проиграть» различные возможные сценарии, что без их использования реализовать очень сложно; обеспечивает возможность удаленного обучения [1, 2, 3, 4].

Несмотря на очевидную востребованность компьютерных тренажеров, в настоящее время они не получили широкого практического использования. Главная проблема состоит в том, что их разработка,

отладка и сопровождение, оказываются чрезвычайно трудоемкими [5, 6, 7]. На сегодняшний день компьютерные тренажеры создаются высококвалифицированными командами профессиональных программистов, имеющих соответствующую квалификацию и специализацию с использованием разнородных программных сред и компонентов (программных библиотек), включающих среды программирования, графические пакеты, специализированное программное обеспечение для проектирования виртуальных сред обучения, создания экспертных систем и т.д. [8, 9, 10, 11].

Целью данной работы является описание общей концепции создания специализированных инструментальных средств для проектирования, генерации и отладки диагностических компьютерных тренажеров.

Понятие диагностического компьютерного тренажера

Компьютерные тренажеры (в литературе также используются термины «компьютерные имитационные тренажеры», симуляторы) — являются отдельным классом программного обеспечения, который к настоящему времени получил наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение — к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе, высокотехнологичном производстве и т.д.

Компьютерные тренажеры в общем случае являются сложными программно-аппаратными комплексами, содержащими средства моделирования, анализа, симуляции, визуализации, включая виртуальную реальность [12].

Основные задачи, которые решаются с помощью компьютерных тренажеров, — теоретическая подготовка обучаемых, отработка у них практических навыков и знаний, а также их проверка и тестирование [1]. По характеру стоящих перед тренажерами задач можно выделить три типа тренажеров:

- тренажеры, предназначенные для отработки практических навыков и знаний (в том числе диагностические, обучающие постановке диагноза, установлению причин неисправности автомобиля, компьютера и т.д.),
- тренажеры, предназначенные для отработки моторно-рефлекторных реакций и навыков,
- смешанный тип тренажеров.

Тренажеры, предназначенные для отработки моторно-рефлекторных реакций и навыков, помимо программных средств содержат специализированные аппаратные средства.

Основными функциями диагностических тренажеров при проведении диагностики пользователями (обучаемыми) являются:

- выбор необходимого и достаточного набора наблюдений из множества всех наблюдений, которые необходимы для диагностики некоторого объекта (человека, автомобиля, компьютера и т.д.);
- проведение наблюдений из выбранного набора;
- диагностика объекта (постановка диагноза, установление неисправности и др.) на основе проведенных наблюдений;
- просмотр допущенных ошибок и их объяснений.

Важной функцией диагностического компьютерного тренажера является формирование различных диагностических ситуаций (упражнений), а также обеспечение реалистичности проводимых наблюдений (использование трехмерной графики, анимации, звука).

Основные положения концепции и этапы разработки диагностических компьютерных тренажеров

Основными положениями концепции разработки диагностических компьютерных тренажеров (ДКТ) на основе знаний являются:

1. Замена проектирования, реализации на языке программирования и сопровождения ДКТ проектированием и сопровождением его модели.
2. Обеспечение функционирования ДКТ через интерпретацию его модели и генерацию по ней виртуального мира компьютерного тренажера.
3. Предоставление разработчику и сопровождающему программисту средств проектирования модели и отладки ДКТ.
4. Разделение модели ДКТ на компоненты, в соответствии с группами специалистов, участвующих в его разработке и задачами, которые они решают.
5. Для каждого компонента модели ДКТ разработка онтологии и редакторов, управляемых онтологиями, в терминах которых специалисты смогут проектировать и модифицировать соответствующие компоненты модели ДКТ.

Разработка ДКТ может быть сведена к следующим последовательным этапам:

1. Выбор раздела предметной области, постановка задачи диагностики и формирование описания диагностических знаний. Знания о диагностике включают описание знаний о наблюдениях, которые могут быть получены у объекта диагностики, о диагностируемых состояниях и причинно-следственных связях. Наблюдения являются измеряемыми свойствами объекта диагностики. Диагностируемые состояния представляют собой описание состояний объектов диагностики, которые не могут быть напрямую измерены, а определяются на основе совокупности значений наблюдений (например, некоторый диагноз — это совокупность определенного подмножества значений наблюдений, которые могут быть получены у объекта диагностики). Причинно-следственные связи определяют отношения между наблюдениями и диагностируемыми состояниями.

2. Описание сценария проведения наблюдений. Каждое наблюдение может принимать определенное множество значений у конкретного объекта диагностики. Важным этапом обучения при помощи ДКТ является отработка последовательности действий по получению значений наблюдений. Для моделирования этого процесса необходимо: описать множество объектов и отношений между ними, графические образы и множество действий.

Объекты задаются своим именем и атрибутами, которые могут принимать значения из заранее определенного множества, определяться типом возможных значений, быть вычисляемыми (в этом случае их значение зависит от значений других атрибутов), либо графическими образами. Графические образы — это атрибуты объекта, определяющие внешний вид объекта в виртуальном мире тренажера.

Отношения между объектами также как и объекты могут иметь атрибуты.

Действие определяется условиями и результатом выполнения. Условиями выполнения действия являются события, инициированные пользователями, происходящие в результате завершения выполнения других действий, либо когда значения атрибутов объектов и отношений принимают определенные значения. Результатом выполнения действий может быть изменение значений атрибутов объектов или отношений, запуск на выполнение других действий.

3. Определение отдельных упражнений и их описание. Основным назначением тренажера является обеспечение возможности многократной проработки различных диагностических ситуаций. В то время как сценарий наблюдений позволяет определить множество всех возможных состояний виртуального мира, описание упражнений предназначено для отработки отдельных задач диагностики.

4. Описание правил оценки действий обучаемого и правил построения объяснений. Важной функцией ДКТ является не только отработка практических навыков, но также оценка результатов проведения диагностики и объяснение ошибок, совершенных обучаемым при проведении диагностики.

5. Программирование специфичных для выбранной предметной области функций, которые необходимы для вычисляемых атрибутов и результатов выполнения действий.

В соответствии с этапами, можно выделить следующие группы специалистов, принимающих участие в разработке ДКТ: эксперт предметной области, дизайнер, программист.

Задачи проектирования ДКТ на этапах (1), (3), (4) решаются экспертом предметной области.

Задачи проектирования ДКТ на этапе (2) решаются совместно экспертом предметной области и дизайнером. Эксперт описывает существенные для предметной области объекты, их атрибуты и действия (логический уровень). Дизайнер выполняет описание дополнительных атрибутов объектов, а также вводит новые объекты, необходимые для воспроизведения виртуального мира; формирует графические образы, задает дополнительные атрибуты, позволяющие точно позиционировать объекты в виртуальном мире, добиться их реалистичного вида и реакции в ответ на происходящие действия (уровень представления).

Задачи этапа (5) решаются программистом.

Компоненты модели диагностического тренажера

В соответствии с предложенной концепцией, модель ДКТ должна содержать всю информацию, которая необходима для его функционирования и может подвергнуться изменению в жизненном цикле, а также допускать автоматическую реализацию ДКТ (средствами интерпретации). Модель конкретного ДКТ создается на основе онтологий, которые описывают информацию о каждом его компоненте.

На основе сформулированных выше задач, можно выделить следующие компоненты, из которых состоит модель тренажера:

- модель диагностических знаний, состоящая из наблюдений, диагностируемых состояний, причинно-следственных связей между наблюдениями и диагностируемыми состояниями;
- модель объектов и действий логического уровня;
- модель объектов и действий уровня представления;
- модель сценариев наблюдений;
- модель упражнений;
- модель оценки действий обучаемого и объяснений поставленной оценки.

В соответствии с концепцией каждому компоненту модели ДКТ соответствует онтология, которая описывает информацию о соответствующем компоненте модели ДКТ. Формирование конкретного компонента модели ДКТ сводится к выделению подмножества из соответствующей онтологии и уточнении значений ее характеристик.

Концептуальная архитектура диагностических компьютерных тренажеров

Основных пользователей ДКТ можно разделить на две основные группы — обучаемые и преподаватели. Основная деятельность обучаемых — проведение диагностических наблюдений в виртуальном мире

тренажера, диагностика объектов; основная деятельность преподавателей — формирование курсов обучения и контроль деятельности обучаемых.

В соответствии с группами пользователей, в ДКТ выделяются компоненты, предназначенные для проведения диагностики и его настройки (см. рис. 1).

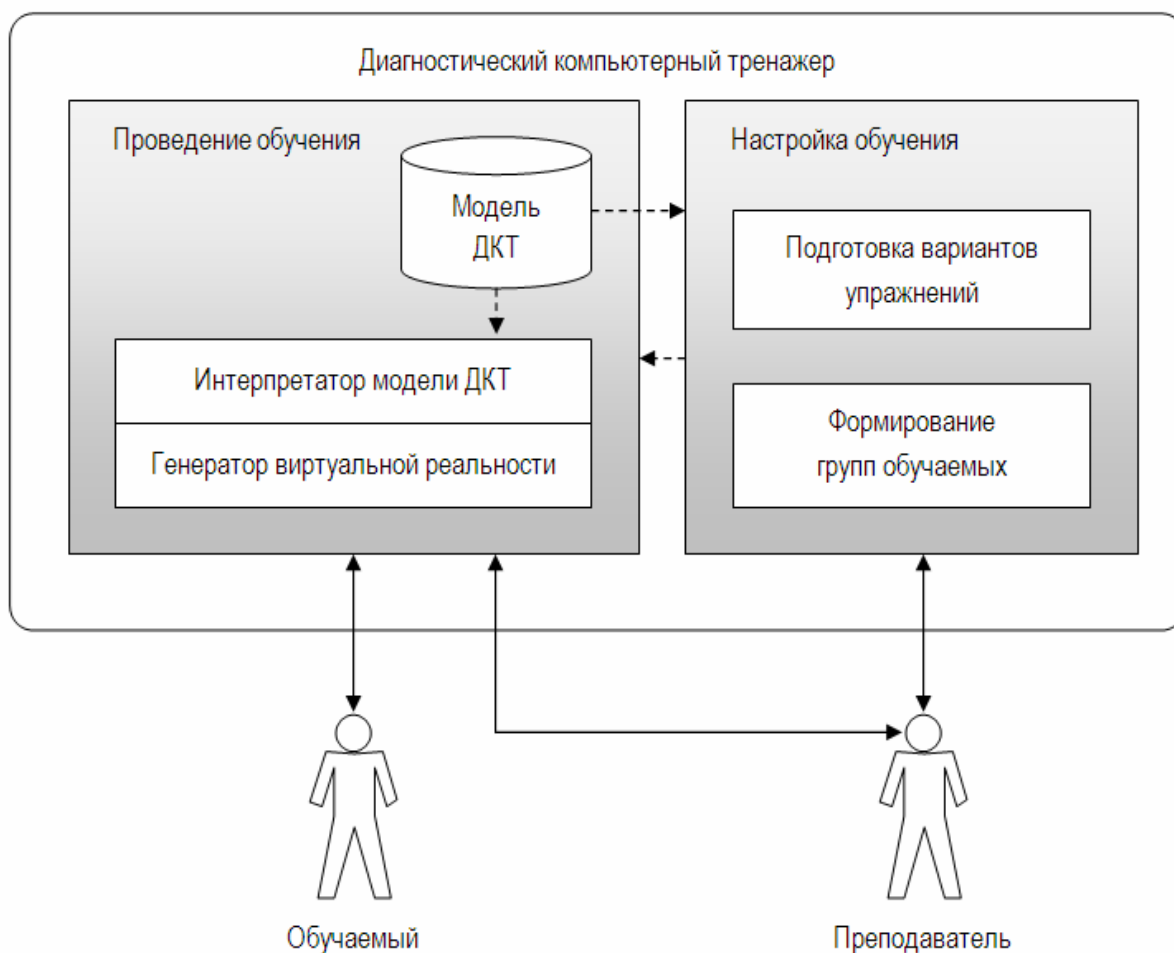


Рис. 1. Основные компоненты диагностического компьютерного тренажера.

Для проведения диагностики необходимо разработать модель ДКТ, а также, в соответствии с предложенной концепцией, интерпретатор его модели и генератор виртуальной реальности. Для проведения настройки необходимо разработать средства подготовки вариантов упражнений, формирование групп обучаемых, распределение вариантов упражнений между членами группы обучаемых по модели ДКТ.

Интерпретатор модели осуществляет анализ и выполнение (собственно интерпретацию) модели ДКТ; генератор виртуальной реальности предназначен для отображения виртуального мира ДКТ, приема управляющих команд от пользователя и их передачу интерпретатору модели на обработку. При интерпретации модели ДКТ значения наблюдений и другие начальные параметры определяются компонентами настройки процесса обучения.

В соответствии с выделенными компонентами компьютерного тренажера, группами специалистов, участвующих в его разработке и их задачами, авторами предлагается следующая концептуальная архитектура инструментальной среды проектирования ДКТ (см. рис. 2).

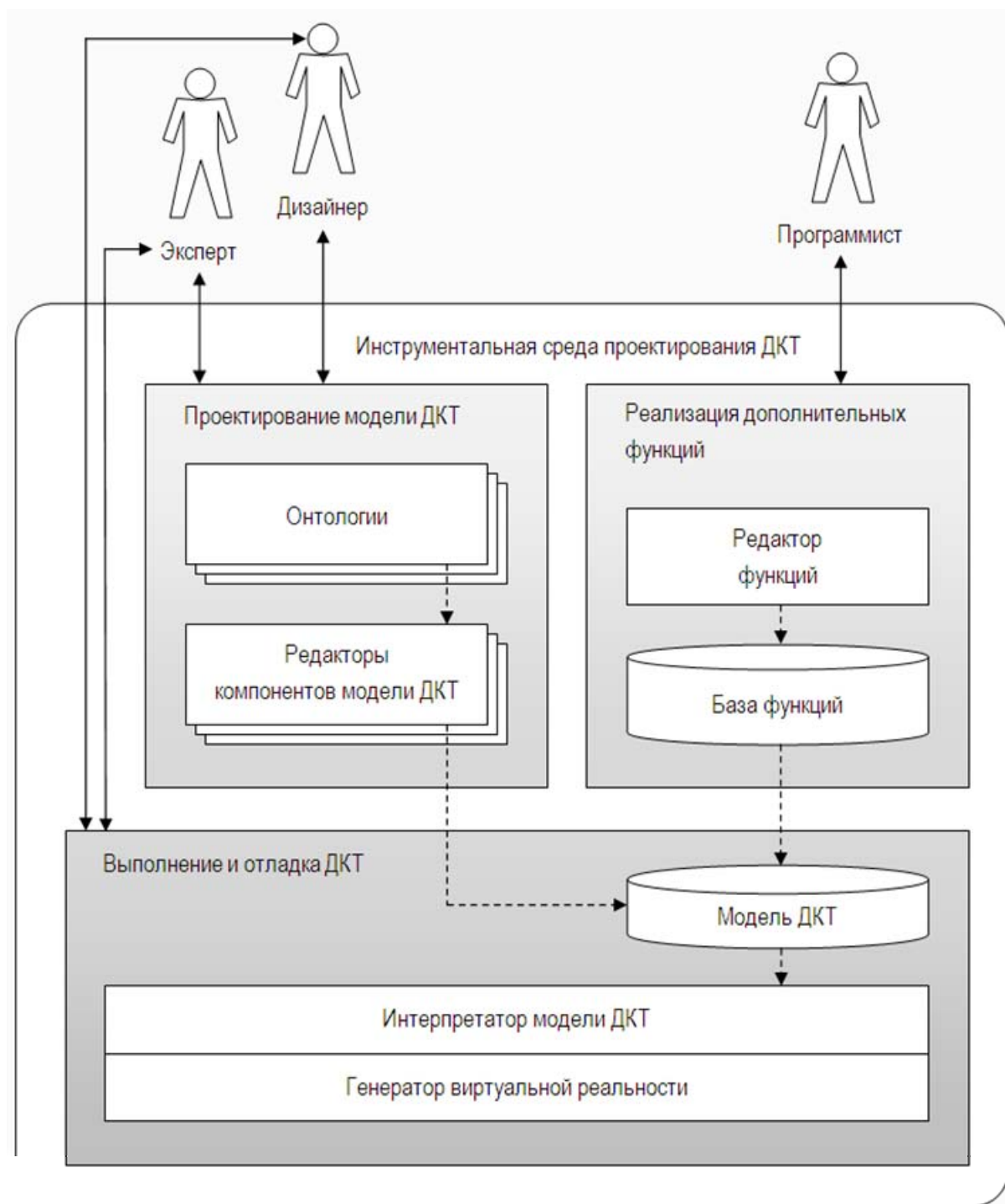


Рис. 2. Концептуальная архитектура инструментальной среды проектирования ДКТ.

В соответствии с представленной архитектурой, инструментальная среда проектирования ДКТ состоит из редакторов проектирования модели ДКТ, средств реализации специализированных функций, а также среды выполнения и отладки ДКТ. Редакторы проектирования модели управляются онтологиями и предназначены для экспертов предметной области и дизайнеров. Средства реализации математических,

строковых и т.п. функций предназначены для описания функций в виде подпрограмм на алгоритмическом языке и приведения их к виду, требуемому для размещения в модели ДКТ. Средства выполнения и отладки ДКТ содержат интерпретатор модели ДКТ и генератор виртуальной реальности, а также компоненты для запуска интерпретатора и генератора в режиме отладки.

Заключение

В настоящее время ведется работа над реализацией данного проекта. К настоящему времени разработан ряд онтологий, необходимых для проектирования модели ДКТ. Работа над данным проектом является результатом многолетнего исследования, проводимого сотрудниками Института автоматики и процессов управления ДВО РАН в области разработки средств автоматизации профессиональной деятельности на основе онтологий и знаний, что вселяет уверенность в успешном выполнении данного проекта.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН, проект 09-III-A-01-001

Библиография

- [1] Компьютерные тренажеры нового поколения // <http://www.asutp.ru/?p=400322>
- [2] Обучающий тренажер // http://www.safetywork.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=31
- [3] Донской А.Н. Тренажеры на базе ЭВМ для оперативного персонала ТЭЦ // <http://simulators.narod.ru/intro.htm>
- [4] Компьютерные тренажеры // <http://chernykh.net/content/view/194/206/>
- [5] Применение технологий виртуальной реальности в тренажерах и симуляторах // <http://www.ve-group.ru/use77.html>
- [6] Продукты и решения на базе технологии виртуальной реальности, 3D визуализация и цифровые планетарии // <http://www.ve-group.ru/>
- [7] Гаммер М.Д. Применение компьютерных имитационных тренажеров и систем виртуальной реальности в учебном процессе // <http://cde.tsogu.ru/publ1/>
- [8] CAVE. Проекционные Системы Виртуальной Реальности // http://www.really.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=143&Itemid=58
- [9] OpenSG features // <http://opensg.vrsources.org/trac/wiki/Features>
- [10] Carolina Cruz-Neira, Allen Bierbaum, Patrick Hartling, Christopher Just, Kevin Meinert. VR Juggler – An Open Source Platform for Virtual Reality Applications // <http://oldsite.vrjuggler.org/pub/vrjuggler-aiaa2002.pdf>
- [11] A Brief Architectural Overview of Alice, a Rapid Prototyping System for Virtual Reality // <http://www-2.cs.cmu.edu/~stage3/publications/95/journals/IEEEcomputer/CGandA/paper.html>
- [12] Тренажеры? Это... // <http://www.traintech.ru/ru/trainers/index.php?path=what>

Информация об авторах

Валерия Грибова — д.т.н., зав. лабораторией интеллектуальных систем Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, ул. Радио, 5, тел. +7 (4323) 314001, gribova@iacp.dvo.ru, <http://www.iacp.dvo.ru/is>.

Григорий Осипенков — аспирант Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, ул. Радио, 5, grigoryo@gmail.com.

Сергей Сова — аспирант Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, ул. Радио, 5, asmi@pochta.ru.