

УДК 004.9

DOI: [10.26102/2310-6018/2022.36.1.002](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.36.1.002)

Реализация метода динамического контентного согласования обучающего и игрового сценариев в адаптивной обучающей игре

А.В. Хайров[✉], О.А. Шабалина, А.В. Катаев

*Волгоградский государственный технический университет
Волгоград, Российская Федерация
sasha-hairov@mail.ru[✉]*

Резюме. В работе описан метод адаптации процесса обучения в адаптивных ролевых обучающих играх, основанный на динамическом контентном согласовании нелинейных обучающего и игрового сценариев. Обучающий сценарий и сопоставленный ему игровой сценарий представляются структурно-упорядоченными пространствами. Механизм динамического контентного согласования нелинейных обучающего и игрового сценариев, реализованный в игре, основан на активации predetermined игровых событий в зависимости от выбранного игроком развития игрового сюжета. Каждому видимому и невидимому объекту игрового мира назначаются триггеры в соответствии с построенным пространством знаний. При попадании персонажа в игровую ситуацию, привязанную к области действия триггера, активизируется и вызывается система диалоговых окон для выполнения задания, составленного этой игровой ситуацией. Игрок динамически строит свой игровой сценарий в зависимости от выбора стратегии освоения пространства знаний и выполнения соответствующих игровых заданий, при этом реализованный в игре метод динамического контентного согласования обеспечивает освоение всего пространства при любой стратегии, формируемой игроком. Описан способ реализации метода в обучающей ролевой игре Камми для изучения объектно-ориентированного программирования и языка C++.

Ключевые слова: обучающая игра, адаптивная обучающая игра, обучающий курс, модель адаптации, метод адаптации, нелинейный сценарий, пространство знаний.

Для цитирования: Хайров А.В., Шабалина О.А, Катаев А.В. Реализация метода динамического контентного согласования обучающего и игрового сценариев в адаптивной обучающей игре. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2022;10(1). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1107> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.36.1.002

Implementation of the method for dynamic content matching of learning and game scenarios in an adaptive learning game

A.V. Khairov[✉], O.A. Shabalina, A.V. Kataev

*Volgograd State Technical University
Volgograd, Russian Federation
sasha-hairov@mail.ru[✉]*

Abstract: The paper describes a method for adapting the educational process in adaptive role-playing learning games using dynamic content matching of nonlinear learning and game scenarios. The training scenario and the game scenario, associated with it, are represented by structurally ordered spaces. The mechanism of dynamic content matching of nonlinear training and game scenarios implemented in the game is based on the activation of predefined game events in relation to the plot path chosen by the player. Triggers are assigned to each visible and invisible object of the game world in conformity with the constructed knowledge space. When a character enters a game situation tied to the trigger's scope,

a system of dialog boxes is enabled to complete the objective, set by this game situation. The player dynamically builds their game scenario depending on the choice of a strategy for mastering the knowledge space and performing the corresponding game tasks while the method of dynamic content matching, executed in the game, ensures the development of the entire space in terms of any strategy formed by the player. The means of the method employment in the Cammi learning role-playing game for studying object-oriented programming and the C++ language is defined.

Keywords: learning game, adaptive learning game, training course, adaptation model, adaptation method, nonlinear scenario, knowledge space.

For citation: Khairov A.V., Shabalina O. A., Kataev A.V. Implementation of the method for dynamic content matching of learning and game scenarios in an adaptive learning game. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2022;10(1). Available from:

<https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1107> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.36.1.002 (In Russ).

Введение

Современные тенденции обучающего программного обеспечения связаны с разработкой адаптивных обучающих систем, реализующих персонализированный процесс обучения на основе анализа поведения пользователя в процессе его взаимодействия с системой. Основной характеристикой, используемой в обучающих системах для адаптации процесса обучения, является уровень знаний пользователя. Разработка таких обучающих систем подразумевает построение стратегии обучения для каждого пользователя в зависимости от его текущего уровня знаний.

Одним из развивающихся трендов в сфере разработки обучающего программного обеспечения является разработка обучающих игр, процесс обучения в которых реализован в игровом контексте.

Новым шагом в разработке обучающих компьютерных игр является персонафикация процесса обучения в игровом контексте, т. е. разработка адаптивных обучающих игр [1]. Адаптивная обучающая игра может рассматриваться как адаптивная обучающая система, процесс обучения в которой реализован в игровом контексте [2]. Однако прямой перенос моделей и методов, разработанных для адаптивных обучающих систем, в адаптивные обучающие игры, не всегда возможен. Так, в ролевых обучающих играх обучающий сценарий должен быть так или иначе привязан к игровому сценарию. Совмещение двух линейных сценариев не представляет собой серьезной проблемы. Однако для построения индивидуальных стратегий обучения в адаптивных обучающих системах структура обучающего сценария должны быть нелинейной. Соответственно, разработка адаптивных ролевых обучающих игр (игр со сценарием) требует разработки нетривиальных решений по обеспечению совместимости нелинейных обучающего и игрового сценариев.

Метод динамического контентного согласования, обучающего и игрового сценариев в адаптивных обучающих играх

В [3-6] разработан метод адаптации процесса обучения в адаптивных ролевых обучающих играх, основанный на динамическом контентном согласовании нелинейных обучающего и игрового сценариев. Нелинейный обучающий сценарий представляется пространством знаний, которое строится как вложение исходной структуры обучающего курса в решетку [7]. Элементами пространства являются фрагменты знаний, связи между фрагментами отражают логику их освоения. Каждому элементу пространства знаний сопоставляется обучающее действие, которое необходимо выполнить для изучения этого фрагмента знаний (например, изучение теоретических

материалов, выполнение практического задания, прохождение тестирования и т. д.), и событие игрового сценария как интерпретация обучающего действия в игровом контексте.

Структурная упорядоченность решетки [7] позволяет представлять процесс взаимодействия пользователя с пространством знаний как зависимость состояния пользователя на пространстве от действий, совершаемых им над элементами пространства, и изменяющих состояние освоенности этого пространства. При этом каждый пользователь свободен в выборе действий, определяемых его текущим состоянием, и выстраивает свою персональную стратегию обучения.

Интеграция обучающих действий в игровой контекст основана на реализации 3I-подхода, описанного в [8-10]. При этом построенное пространство игрового сценария структурно-эквивалентно пространству знаний (Рисунок 1).

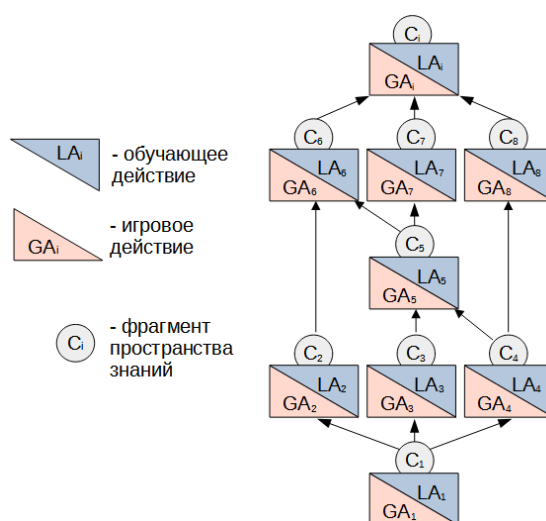


Рисунок 1 – Пространство знаний в игровом контексте
 Figure 1 – The space of knowledge in the game context

Освоение пространства знаний и игровом контексте заключается в выборе и освоении элементов пространства, доступных в текущий момент времени. Игрок выполняет игровое действие, сопоставленное фрагменту пространства знаний C₁, требующее выполнения обучающего задания. После успешного выполнения задания, игроку доступны действия, сопоставленные элементам C₂, C₃ и C₄; игрок выбрал игровое действие, выполнение которого требует изучения фрагмента пространства знаний C₂. После успешного выполнения игрового действия, сопоставленного фрагменту пространства знаний C₂, по сценарию доступны игровые действия, сопоставленные элементам C₃ и C₄; игрок выбрал игровое действие, выполнение которого требует изучения фрагмента пространства знаний C₄. Процесс освоения продолжается до тех пор, пока игрок не освоит все элементы пространства, при этом никакая выбранная игроком стратегия освоения не нарушает заданную логику освоения пространства. На Рисунке 2 представлен пример стратегии освоения пространства знаний и игровом контексте.

Таким образом, стратегия обучения, показанная на рисунке 2, включает следующую последовательность игровых действий (LA₁/GA₁, LA₂/GA₂, LA₃/GA₃, LA₄/GA₄, LA₅/GA₅, LA₆/GA₆, LA₇/GA₇, LA₈/GA₈, LA_i/GA_i). Эта стратегия является не единственной, т.к. на каждом шаге процесса обучения пользователь может выбирать любое действие GA_i из набора доступных в настоящий момент времени элементов нелинейного сценария, определяемых на пространстве знаний по результатам оценки

его текущих знаний. Каждая стратегия обучения, возможная на пространстве знаний, включает все элементы пространства LA_i/GA , но отличаются порядком их следования.

Для сохранения логики освоения пространства знаний при выборе различных игровых стратегиях для каждого фрагмента пространства, включающего n несвязанных элементов, необходимо реализовать $n!$ вариантов последовательностей игровых действий.

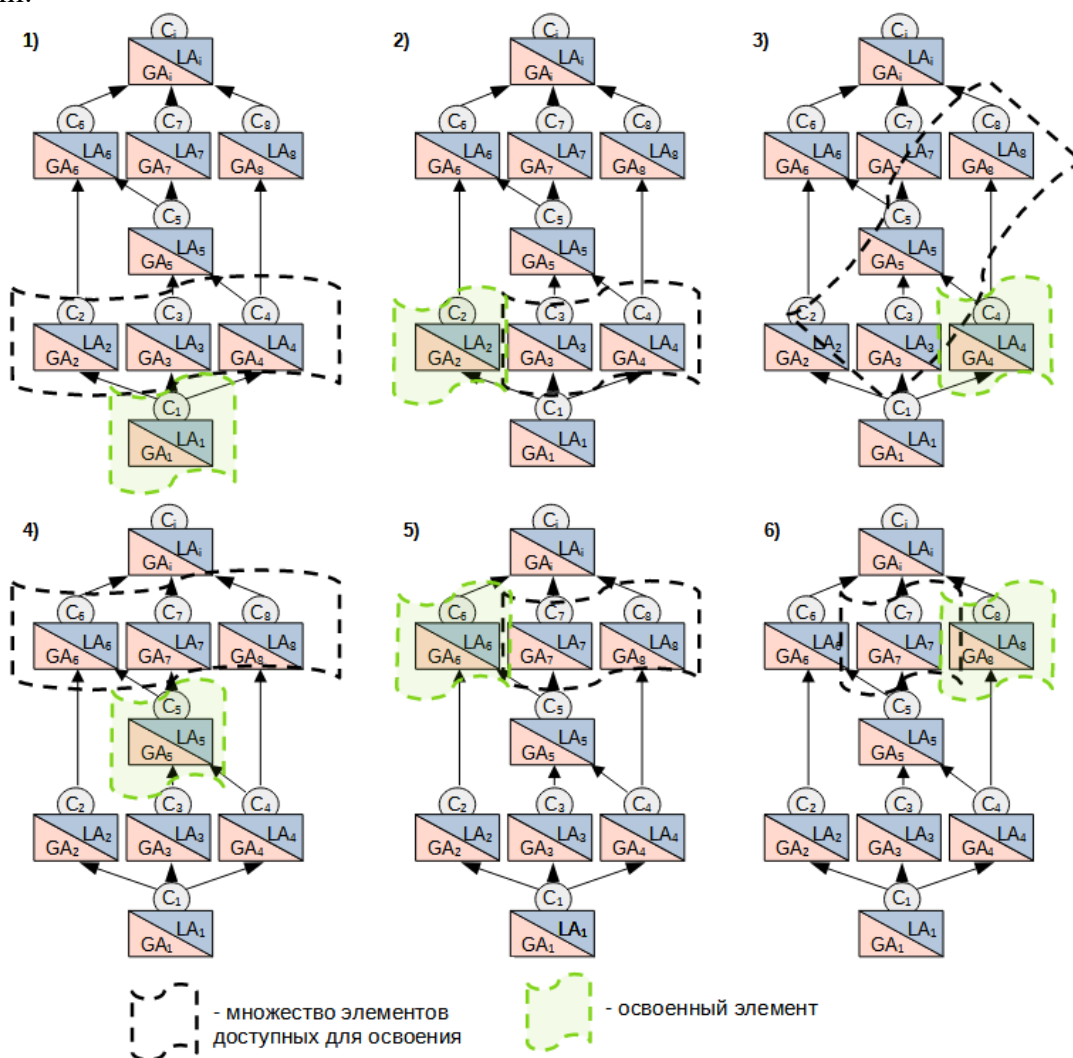


Рисунок 2 – Пример стратегии обучения на пространстве знаний
 Figure 2 – An example of a learning strategy in the knowledge space

В общем случае, каждому обучающему действию может быть сопоставлен в игровом сценарии набор игровых действий (сценарий “один-ко-многим”) (Рисунок 3), что позволяет расширить игровой сценарий и повысить его игровую привлекательность без потери логических связей обучающего сценария.

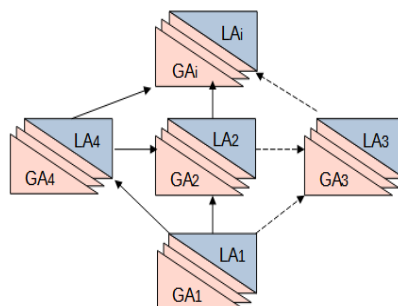


Рисунок 3 – Фрагмент пространства действий (сценарий “один-ко-многим”)
Figure 3 – Fragment of the action space (one-to-many scenario)

Реализация метода в адаптивной обучающей игре с нелинейным игровым сценарием

В качестве прототипа была взята ролевая обучающая игра «Камми» для изучения объектно-ориентированного программирования (ООП), реализованная в жанре escape-room [5]. По сюжету игры главным персонажем является «Профессор Камаев» (с разрешения профессора кафедры САПР и ПК Волгоградского государственного технического университета, д.т.н., Камаева Валерия Анатольевича), сознание которого в результате неудачных опытов (Рисунок 4) переместилось в маленького робота, состоящего из 16 магнитов – Камми. В своем новом состоянии профессор оказывается в мире больших вещей, о котором он ничего не знает и в котором он не умеет жить. Для того чтобы вернуть профессору его человеческий облик, игрок должен провести Камми до лаборатории и починить установку. Для этого ему предстоит освоиться в новом для него мире и выполнить множество игровых заданий. В процессе игры игрок постепенно расширяет игровой мир, добавляя новых персонажей, принимает новые формы, обучается новым возможностям. Для этого он разрабатывает новые классы с различными свойствами, и создает игровые персонажи, как объекты этих классов. Описание игрового мира, которое создает игрок, в контексте ООП представляется диаграммой классов его сущностей.

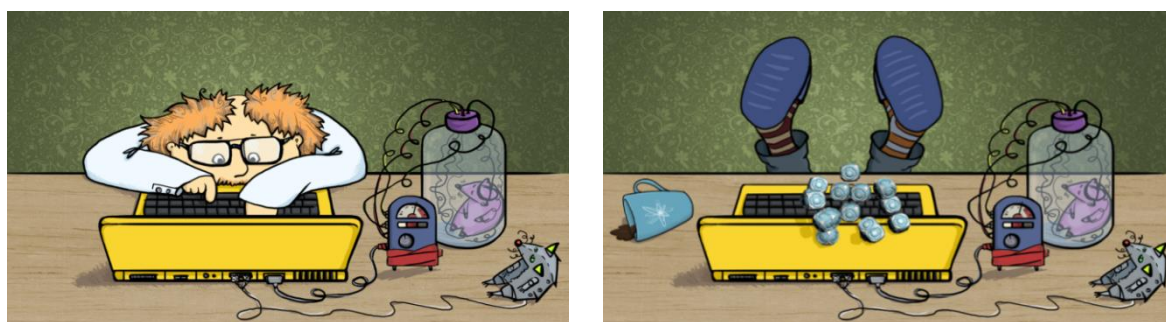


Рисунок 4 – «Профессор Камаев» в двух состояниях
Figure 4 – «Professor Kamaev» in two states

Обучающий курс по ООП, реализованный в игре, включает множество разделов, интерпретированных в игровом контексте (Таблица 1).

Таблица 1 – Разделы курса (фрагмент)
Table 1 – Course sections (fragment)

Идентификатор раздела курса	Раздел курса	Игровой раздел
C_1	Базовые типы данных	Задание пользовательских данных для профиля пользователя (Идентификация пользователя)
C_2	Классы и объекты	Создание персонажей игры
C_3	Методы класса	Управление персонажем игры
C_4	Массивы	Изменения формы персонажа игры

Исходная структура обучающего курса представляет собой граф, задающий конечное множество фрагментов знаний, составляющих содержание области знаний, и связи между фрагментами, отражающие логику освоения разделов обучающего курса (Рисунок 5).

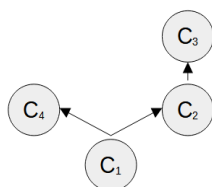


Рисунок 5 – Фрагмент структуры обучающего курса
Figure 5 – Fragment of the structure of the training course

В прототипе игры Камми структура курса, построенная разработчиком курса, свернута в линейную цепочку последовательно изучаемых разделов. Соответственно игровой сценарий, сопоставленный обучающему сценарию, также является линейным. Фрагмент линейной структуры разделов обучающего курса и соответствующих обучающего и игрового сценариев представлены на Рисунке 6.

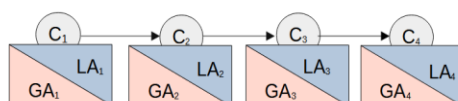


Рисунок 6 – Линейная структура комбинированного сценария
Figure 6 – Linear structure of the combined scenario

Построение пространства знаний для адаптивной версии игры

Для построения пространства знаний в адаптивной версии обучающей игры исходный граф описания обучающего курса, не сворачивается в линейную структуру, а вкладывается в решетку, образующую структурно-упорядоченное пространство (Рисунок 7). Нелинейный комбинированный сценарий, сопоставленный построенному пространству знаний, представлен на Рисунке 8.

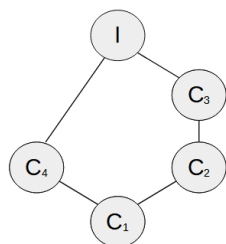


Рисунок 7 – Пространство обучающего курса
Figure 7 – Space of the training course

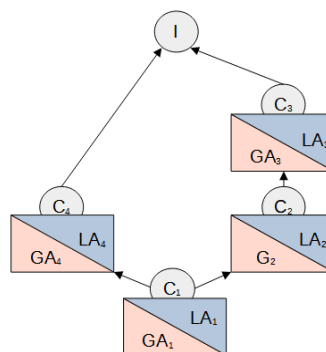


Рисунок 8 – Нелинейный комбинированный сценарий
Figure 8 – Non-linear combined scenario

Для организации процесса освоения пространства знаний каждый фрагмент пространства должен заканчиваться заданием, по результатам оценки которого будет определяться текущий набор фрагментов, доступных для освоения. Для этого разделы курса, сопоставленные фрагментам пространства C_3 и C_4 , декомпозированы на подпространства (Рисунок 9).

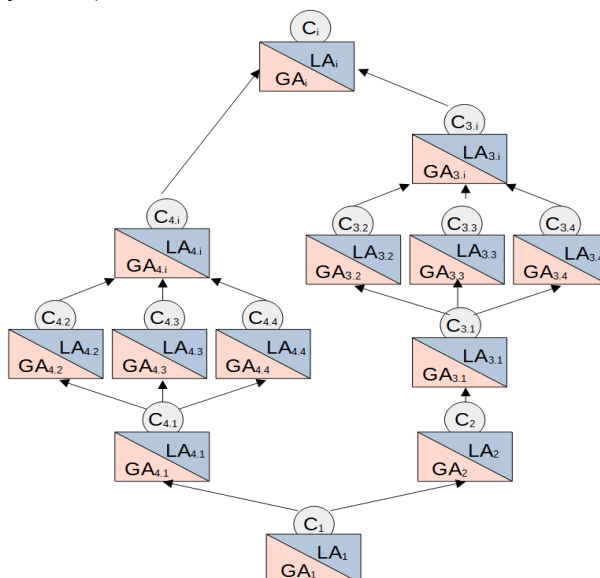


Рисунок 9 – Фрагмент пространства знаний
Figure 9 – Fragment of the knowledge space

Описание разделов курса и элементов пространства отображены в Таблице 2.

Таблица 2 – Соответствие разделов курса и элементов пространства
Table 2 – Correspondence of course sections and space elements

Идентификатор темы	Тема обучающего задания	Идентификатор события	Игровое событие
C_1	Выбор типа данных	LA_1	Идентификация пользователя
C_2	Создание классов и объектов классов	LA_3	Создание главного персонажа игры Камми
$C_{3.1}$	Разработка метода класса движения вперед	$LA_{2.1}$	Обучение персонажа движению вперед

$C_{3.2}$	Разработка метода класса движения назад	$LA_{2.2}$	Обучение Камми движению назад
$C_{3.3}$	Разработка метода класса движения вправо	$LA_{2.3}$	Обучение Камми движению вправо
$C_{3.4}$	Разработка метода класса движения влево	$LA_{2.4}$	Обучение Камми движению влево
$C_{4.1}$	Изучение одномерных массивов	$LA_{4.1}$	Преобразование персонажа в форму Змея (заполнение одномерного массива)
$C_{4.2}$	Изучение трехмерных массивов	$LA_{4.2}$	Преобразование персонажа в форму Гири (заполнение трехмерного массива)
$C_{4.3}$	Изучение одномерных массивов	$LA_{4.3}$	Преобразование персонажа в форму Шар (заполнение одномерного массива)
$C_{4.4}$	Изучение двумерных массивов	$LA_{4.4}$	Преобразование персонажа в форму Камми (заполнение двумерного массива)

В Таблице 3 представлены возможности каждой из форм персонажа и игровые задания, для выполнения которых необходимы преобразования в соответствующие формы.

Таблица 3 – Описание возможностей формы и игровых заданий

Table 3 – Description of the capabilities of the form and game tasks

Форма	3D модель	Игровые возможности формы персонажа	Категория игровых заданий, выполнения которых требует преобразования в форму
Камми		Передвижение в полный рост Передвижение “на корточках” Прыжок	Прохождение полос препятствий
Змея		Ползание	Подъем и спуск по стержне видным поверхностям
Гиря		Прыжок с ударом	Разрушение препятствий
Шар		Перекатывание	Быстрое прохождение препятствий

Пример реализации нелинейного фрагмента сценария представлен на Рисунке 11. Для трех несвязанных элементов LA_2/GA_2 , LA_3/GA_3 , LA_4/GA_4 , порядок освоения которых

определяет игрок, (Рисунок 10а), реализовано шесть вариантов (3!) последовательностей игровых действий в игровом сценарии (Рисунок 10б).

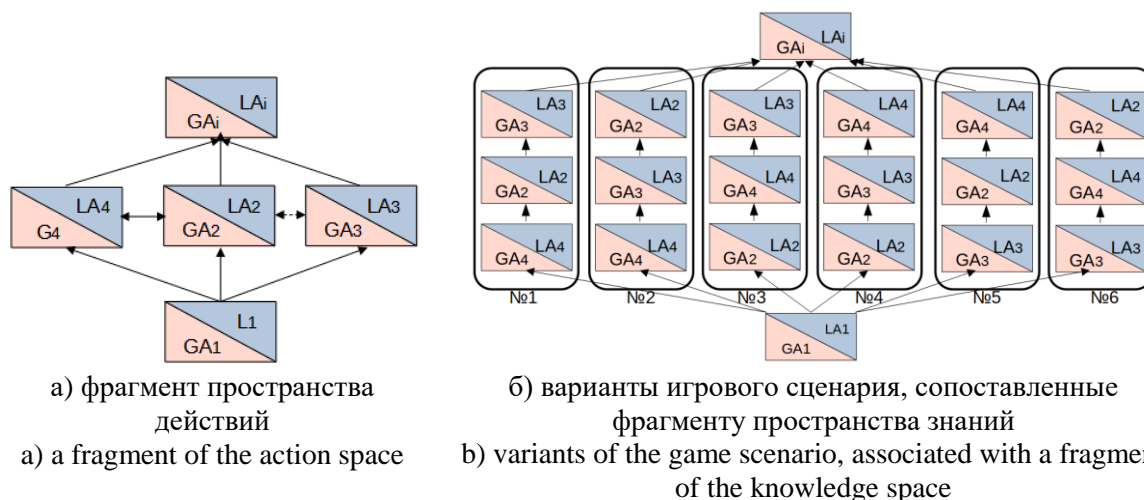


Рисунок 10 – Реализация нелинейного обучающего сценария в игровом сценарии
Figure 10 – Implementation of a nonlinear training scenario in a game scenario

В игре реализован сценарий «один-к-одному», т. е. каждому обучающему заданию сопоставлено одно игровое задание (Таблица 4).

Таблица 4 – Примеры игровых заданий
Table 4 – Examples of game tasks

Идентификатор события	Игровое задание
GA_1	Подъем по цилиндрической трубе в форме Змея (Рисунок 11)
GA_2	Прохождение полосы препятствий в форме Камми (Рисунок 12)
GA_3	Разрушение стеклянной ловушки в форме Гирия (Рисунок 13)
GA_4	Разрушение моста в форме Шар (Рисунок 14)

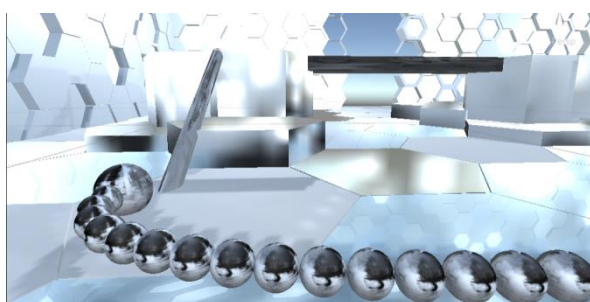


Рисунок 11 – Подъем по цилиндрической трубе в форме Змея
Figure 11 – Climbing a cylindrical tube in the form of a Snake



Рисунок 12 – Полоса препятствий в форме Камми
Figure 12 – Cammy-shaped obstacle course

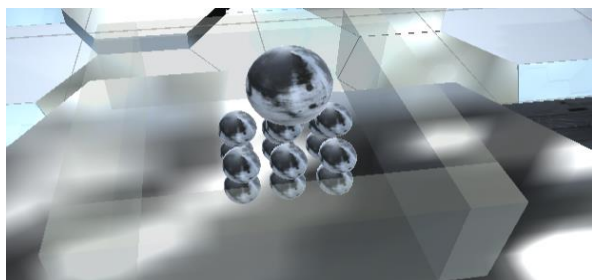


Рисунок 13 – Стеклонная ловушка в форме
Гиря

Figure 13 – Kettle-shaped glass trap

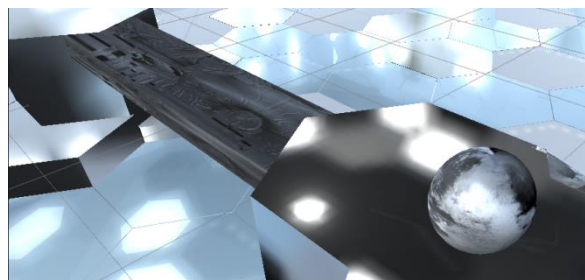


Рисунок 14 – Разрушающийся мост в форме
Шар

Figure 14 – Collapsing Spherical Bridge

Механизм динамического контентного согласования, обучающего и игрового сценариев, реализованный в игре, основан на активации predetermined игровых событий в зависимости от выбранной игроком стратегии развития игрового сюжета. Каждому видимому и невидимому объекту игрового мира в соответствии с построенным пространством знаний назначаются триггеры. При попадании персонажа в игровую ситуацию, привязанную к области действия триггера, триггер активизируется и вызывается система диалоговых окон для выполнения задания, составленного в этой игровой ситуации. Таким образом, игрок динамически строит свой игровой сценарий в зависимости от выбора стратегии освоения пространства знаний и выполнения соответствующих игровых заданий. При этом реализованный в игре метод динамического контентного согласования обеспечивает освоение всего пространства при любой игровой стратегии, формируемой игроком.

Система диалоговых окон включает два вида диалоговых окон: окна с текстовым заданием и окна редактирования программного кода, которые хранятся в БД. БД разработана на основе XML файла и хранит в себе все текстовые задания, подсказки и варианты ответов.

Игра реализована на Unity 3D. Для реализации системы диалоговых окон используются инструменты UI для создания интерфейса. Наборы стандартных 3D примитивов используются в качестве триггеров. 3D модели главного персонажа игры Камми, кроме формы Шар, реализованы как комбинации из 16-ти отдельных шарообразных объектов, имитирующих магниты. Каждый объект представляет собой стандартный 3D примитив Unity-sphere с заданной текстурой. Размеры всех объектов одинаковы, за исключением объекта, который имеет гораздо больший размер и имитирует «голову» всех моделей.

Заключение

В работе описан способ реализации метода динамического контентного согласования нелинейных обучающего и игрового сценариев в обучающей ролевой игре, обеспечивающий освоение обучающего курса при любой игровой стратегии, формируемой игроком. Предложенный метод применим для разработки адаптивных ролевых обучающих игр (игр со сценарием).

В рамках дальнейшей работы предполагается разработать набор библиотек алгоритмов и инструментов в рамках платформы Unity, которые позволят создавать адаптивные ролевые обучающие игры на основе метода динамического контентного согласования. Библиотека будет включать алгоритмы, обеспечивающие работу пользовательского интерфейса и системы диалогов, управление выполнением сценариев на основе триггеров, алгоритмы оценки и адаптации. Для построения пространства по заданной структуре курса предлагается создать набор инструментов, обеспечивающих

эффективное управление структурой курса и его элементами курса и автоматическое формирование необходимых данных в игре.

Процесс разработки адаптивной игры с использованием предлагаемых библиотек и инструментов будет включать в себя разработку структуры обучающего курса и игрового сценария, настройку системы диалогов, назначение триггеров событиям в соответствии с игровым сценарием, заполнение базы данных игрового сценария. Сокращение трудоемкости и времени разработки адаптивных ролевых обучающих игр будет достигаться за счет автоматизации части процессов согласования игрового и обучающего контента, а также за счет повторного использования необходимых алгоритмов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шабалина О.А., Давтян А.Г., Катаев А.В., Алимов А.А. Адаптивные обучающие игры как тренд развития, обучающего по ИТНОУ. *Информационные технологии в науке, образовании и управлении*. 2018;4(8):11–16.
2. Malliarakis C., Tomos F., Shabalina O., Mozelius P., Balan C. How to Build an Ineffective Serious Game: Worst Practices in Serious Game Design. *Proceedings of the 9th European Conference on Games Based Learning (ECGBL), 8-9 October 2015*. Norway: Nord Trondelag University College Steinkjer. 2015:338-345.
3. Shabalina O., Mozelius P., Malliarakis C., Tomos F., Balan C., Blackey H., Gerkushenko G. Combining. *Game-Flow and Learning Objectives in Educational Games. Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning. Research and Training Center for Culture and Computer Science (FKI), 9-10 October 2014*. Berlin, Germany: University of Applied Sciences HTW. 2014;2:529-537.
4. Shabalina O., Vorobkalov P. Development of Educational Computer Games: Learning Process Model and how it is Integrated into the Game Context. *World Applied Sciences Journal (WASJ)*. 2013;24(24):256-267.
5. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Kravets A. Educational computer games development: methodology, techniques, implementation. *Proceedings of the 2013 International Conference on Advanced ICT, 20-22 September 2013*. Atlantis Press. 2013:419-423.
6. Хайров А.В., Шабалина О.А., Катаев А.В. Метод динамического контентного согласования обучающего и игрового сценариев в адаптивных обучающих играх. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(1).
7. Шабалина О.А. Моделирование пространства знаний на основе математической решетки. *Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании*. 2012;4(11):87-79.
8. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Tarasenko A. 3I-Approach for IT Educational Games Development. *Proceedings of the 3rd European Conference on Games-Based Learning, 12-13 October 2009*. Graz, Austria: FH JOANNEUM University of Applied Science. 2009:339-344.
9. Шабалина О.А., Воробкалов П.Н., Катаев А.В. 3i-подхода для разработки обучающих игр по объектно-ориентированному программированию. *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2011;6:46-52.
10. Шабалина О.А., Воробкалов П.Н., Катаев А.В. 3i-подход к разработке компьютерных игр для обучения техническим дисциплинам. *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2011; 4: 45-51.

REFERENCES

1. Shabalina O.A., Davtyan A.G., Kataev A.V., Alimov A.A. Adaptivnye obuchayushchie igry kak trend razvitiya obuchayushchego po ITNOU. *Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 2018;4(8):11-16. (In Russ.)
2. Malliarakis C., Tomos F., Shabalina O., Mozelius P., Balan C. How to Build an Ineffective Serious Game: Worst Practices in Serious Game Design. *Proceedings of the 9th European Conference on Games Based Learning (ECGBL), 8-9 October 2015*. Norway: Nord Trondelag University College Steinkjer. 2015:338-345.
3. Shabalina O., Mozelius P., Malliarakis C., Tomos F., Balan C., Blackey H., Gerkushenko G. Combining. *Game-Flow and Learning Objectives in Educational Games. Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning. Research and Training Center for Culture and Computer Science (FKI), 9-10 October 2014*. Berlin, Germany: University of Applied Sciences HTW. 2014; 2: 529-537.
4. Shabalina O., Vorobkalov P. Development of Educational Computer Games: Learning Process Model and how it is Integrated into the Game Context. *World Applied Sciences Journal (WASJ)*. 2013;24(24):256-267.
5. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Kravets A. Educational computer games development: methodology, techniques, implementation. *Proceedings of the 2013 International Conference on Advanced ICT, 20-22 September 2013*. Atlantis Press. 2013:419-423.
6. Hajrov A.V., SHabalina O.A, Kataev A.V. Metod dinamicheskogo kontentnogo soglasovaniya obuchayushchego i igrovogo scenarijev v adaptivnyh obuchayushchih igrakh. *Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii = Modeling, optimization and information technology*. 2020;8(1). (In Russ.)
7. SHabalina O.A. Modelirovanie prostranstva znaniy na osnove matematicheskoy reshetki. *Sovremennye problemy i puti ih resheniya v nauke, transporte, proizvodstve i obrazovanii*. 2012; 4(11):87-79. (In Russ.)
8. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Tarasenko A. 3I-Approach for IT Educational Games Development. *Proceedings of the 3rd European Conference on Games-Based Learning, 12-13 October 2009*. Graz, Austria: FH JOANNEUM University of Applied Science. 2009:339-344. (In Russ.)
9. Shabalina O.A., Vorobkalov P.N., Kataev A.V. 3i-podhoda dlya razrabotki obuchayushchih igr po obektno-orientirovannomu programirovaniyu. *Vestnik komp'yuternyh i informacionnyh tekhnologij = Herald of computer and information technologies*. 2011;6:46-52. (In Russ.)
10. Shabalina O.A., Vorobkalov P.N., Kataev A.V. 3i-podhod k razrabotke kompyuternyh igr dlya obucheniya tekhnicheskimi disciplinami. *Vestnik komp'yuternyh i informacionnyh tekhnologij = Herald of computer and information technologies*. 2011;4:45-51. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ // INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Хайров Александр Валерьевич, аспирант, кафедра «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация.
e-mail: sasha-hairov@mail.ru

Khairov Alexander Valerievich, Postgraduate Student, Computer Aided Design (CAD) Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation.

Шабалина Ольга Аркадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация.
e-mail: o.a.shabalina@gmail.com

Shabalina Olga Arkadievna, PhD, Associate Professor at Computer Aided Design (CAD) Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation.

Катаев Александр Вадимович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация.
e-mail: alexander.kataev@gmail.com

Kataev Alexander Vadimovich, Associate Professor at Computer Aided Design (CAD) Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 05.12.2021; одобрена после рецензирования 30.12.2021; принята к публикации 18.01.2022.

The article was submitted 05.12.2021; approved after reviewing 30.12.2021; accepted for publication 18.01.2022.