

Разработка игрового мобильного приложения для психологических исследований

П.В. Колясников, А.В. Лихачев, А.Ю. Ледашев

Аннотация—Одним из важных современных направлений психологических исследований является сбор и обработка больших данных с использованием интернет-технологий. Использование новых технологий позволяет психологической науке преодолевать традиционные сложности, связанные с небольшими выборками, но одновременно и приобретая взамен другие проблемы — хранения, передачи, верификации больших данных. Геймификация в образовании и психологии является достаточно развитой сферой науки и практики, предоставляя специалистам новые инструменты диагностики и тренинга различных навыков. Статья посвящена разработке принципов, вычислительной инфраструктуры и моделей сбора экспериментальных психологических данных в мобильном игровом приложении. Использование игровых приложений предоставляет возможности сбора огромных наборов данных о пользователях на основе систем логирования их действий. Для реализации поставленной задачи разработаны структуры сохранения различных данных и средства, обеспечивающие имплементацию диагностических инструментов в мобильное игровое приложение. Проведен расчет возможного объема игровых данных, показывающий зависимость их объема от количества совершенных действий и количества участников. Представлена архитектура и пример реализации мобильного приложения, оценивающего пространственные способности участников исследования, собирающего и хранящие все совершенные ими действия, которые являются основой исследований.

Ключевые слова—мобильное игровое приложение, психодиагностическое приложение, структура данных, пространственные способности.

I. ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных современных направлений психологических исследований является сбор и обработка больших данных с использованием интернет-технологий. Геймификация в образовании и психологии предоставляет специалистам новые инструменты диагностики и тренинга различных навыков. Компьютерные игры могут являться мотивационным инструментом, использующих возможности смартфонов как диагностического инструмента.

Работа посвящена созданию игрового приложения для оценки пространственных способностей. Пространственные способности связаны с многими учебными

навыками [1], успехом в учебе по естественным наукам и достижениями в карьере на протяжении всей жизни. Корреляция пространственных способностей с достижениями в математике не вызывает сомнений и подтверждена многими исследованиями [2, 3]. Учащиеся, которые лучше справляются с пространственными заданиями, также получают более высокие оценки в тестах на математические способности [4].

Пространственные способности включают в себя следующие компоненты, которые могут являться аспектами одного конструкта [5]: пространственная визуализация; пространственная ориентация; пространственное представление; мысленное вращение; пространственные отношения.

Помимо того, что пространственные способности имеют многомерную структуру [6], что позволяет выбирать больший охват по методам и способам их оценки, они также хорошо поддаются тренировке, их отдельные показатели могут улучшаться с помощью обучения и интервенций [7, 8].

Разработка игрового психодиагностического приложения предполагает также определения комплекса простых и однотипных задач [9], при решении которых участник исследования задействует пространственные способности, такие как мысленное вращение, пространственная ориентация и пространственная визуализация.

Для мобильного игрового приложения была выбрана простая головоломка по соединению двух точек посредством линий различной формы. В игровом приложении предполагается определенный набор заранее подготовленных диагностических уровней. В настоящей статье рассмотрено решение следующих задач разработки программного обеспечения и цифровой среды игрового мобильного приложения:

- формирование общих функциональных и технических требований к разрабатываемому игровому приложению и собираемым экспериментальным данным;
- выбор типа и расчет возможного объема записываемых данных в игровом приложении;
- разработка принципов интеграции игрового приложения в систему для сбора психологических данных;
- создание стратегии прохождения участником исследования психологических тестов и уровней в игровом приложении;
- разработка архитектуры игрового мобильного приложения;
- выбор способов реализации уровней игрового мобильного приложения;

Статья получена 16 марта 2023.

Колясников П.В., аспирант, научный сотрудник Центра популяционных исследований, УрФУ, Екатеринбург (e-mail: pavelkolyasnikov@gmail.com)

Лихачев А.В., аспирант, МИРЭА – Российский технологический университет, Москва (e-mail: av-likhachev@yandex.ru)

Ледашев А.Ю., аспирант, МИРЭА – Российский технологический университет, Москва (e-mail: ledashev.andrew@yandex.ru)

- формирование структуры данных игрового приложения в формате JSON.

Целью статьи является разработка принципов и моделей для сбора экспериментальных психологических данных в мобильном игровом приложении.

II. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ТРЕБОВАНИЙ К РЕАЛИЗАЦИИ ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Современные психологические исследования основываются на использовании цифровых платформ [10]. Анализ современных инструментов [11, 12] позволил выделить следующие требования к разрабатываемому игровому приложению:

- обеспечить интеграцию с системой сбора психологических данных;
- переход от прохождения тестов к игровому приложению в рамках одного исследования должен быть быстрым и несложным для пользователя;
- игровое приложение должно фиксировать результаты исследований, тип и оценка передаваемых данных должна быть фиксирована;
- приложение должно быть интересно как компьютерная игра, то есть что бы геймификация исследований была мотивационным признаком.

A. Процесс прохождения исследования психологических тестов и уровней в игровом приложении

Диагностические уровни мобильного приложения являются важнейшей частью исследования, необходимой для формирования выводов о пространственных способностях испытуемого. Переход от прохождения тестов к игровому приложению в рамках одного исследования должен быть быстрым и несложным для пользователя.

На рис. 1 представлена схема процесса прохождения участником исследования психологических тестов и уровней в игровом приложении.

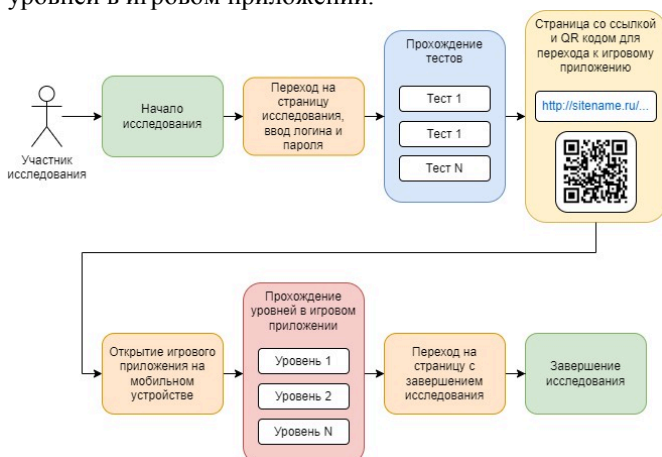


Рис. 1. Схема процесса прохождения участником исследования психологических тестов и уровней в игровом приложении

Начало исследования. На начальном этапе участник получает от организатора ссылку на исследование, а также логин и пароль для входа.

Переход на страницу исследования. Когда участник исследования будет готов, он переходит по соответствующей ссылке, затем вводит логин и пароль.

Прохождение тестов. Участник проходит заданное ранее в исследовании необходимое количество тестов, которые запускаются постепенно после прохождения предыдущего.

Страница со ссылкой и QR кодом. После прохождения тестов участнику будет предоставлена страница с предложением продолжить исследование в мобильном игровом приложении. На странице будет присутствовать веб-ссылка, QR-код, а также информация о том, как скачать и установить мобильное приложение, если это не было сделано ранее. Участник может перейти в игровое приложение либо нажав на ссылку (если исследование уже было открыто в мобильном приложении), либо отсканировав QR-код на мобильном устройстве и открыв указанную в ней ссылку (подходит, если участник ранее проходил исследование на настольном компьютере).

Открытие игрового приложения на мобильном устройстве. После перехода по ссылке у участника исследования открывается на мобильном устройстве соответствующее приложение для прохождения диагностических уровней. Если на мобильном устройстве не было установлено приложение, то будет отображена соответствующая информация с просьбой установить его. Также стоит отметить, что ссылка для открытия исследования должна содержать в себе информацию в виде идентификатора исследования и логина участника исследования. Это позволит отправить данные после прохождения уровней обратно в диагностический инструмент. После открытия игрового приложения на мобильном устройстве происходит его инициализация и подготовка диагностических уровней для прохождения.

Прохождение уровней в игровом приложении. После инициализации приложения в рамках одного прохождения участнику исследования будет предоставлен набор заранее подготовленных диагностических уровней. Они могут различаться по сложности, количеству игровых элементов и времени прохождения. Участнику исследования необходимо пройти все указанные в задании уровни. Игровое приложение записывает каждое игровое действие, совершенное пользователем в процессе прохождения уровня. Действия пользователя и результаты прохождения каждого уровня сохраняются во временном хранилище на пользовательском устройстве.

Переход на страницу с завершением исследования. После завершения всех необходимых уровней полученные данные отправляются в систему сбора психологических данных для дальнейшего анализа и получения их исследователем. Участник исследования видит сообщение об успешном их завершении прохождения уровней. После чего откроется веб-страница диагностического инструмента в браузере с сообщением об успешном окончании исследования.

Завершение исследования. Участник исследования может закрыть финальную страницу с сообщением об успешном прохождении исследования и закрыть игровое приложение на мобильном устройстве. На

данном этапе исследование считается пройденным для конкретного участника.

В. Процесс интеграции игрового приложения в систему для сбора психологических данных

Для сохранения данных исследований и дальнейшего доступа исследователей к ним, диагностическое мобильное приложение необходимо интегрировать с внешней системой для сбора психологических данных, которая включает в себя приложение для сбора конечных данных участника исследования и базу данных для их хранения.

На рис. 2 представлена схема процесса интеграции игрового приложения в систему для сбора психологических данных. Система реализует задачу записи результатов прохождения психологических тестов и игрового приложения в базу данных, а также позволяет получить доступ к ней исследователям психологам.

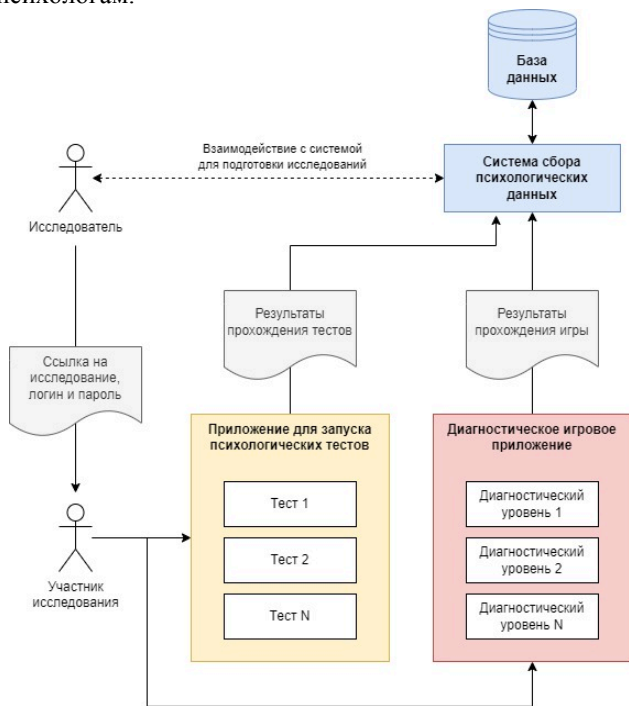


Рис. 2. Схема процесса интеграции игрового приложения в систему для сбора психологических данных

Исследователь может взаимодействовать с системой сбора данных для подготовки и организации психологического исследования. В будущем он также может взаимодействовать с системой для получения результатов исследования и проведения анализа результатов.

Для принятия участия в тестировании респондент получает ссылку, логин и пароль от организатора исследования. После этого он может перейти по ссылке и авторизоваться в веб-приложении для прохождения заранее подготовленного набора психологических тестов. Данное веб-приложение является частью инструмента для сбора психологических данных. Результаты прохождения тестов отправляются в приложение для сбора данных.

Также участник исследования переходит к игровому приложению на мобильном устройстве для дальнейшего прохождения диагностических уровней. Результаты

прохождения уровней также отправляются в приложение для сбора данных.

С. Требования к игре

Сформируем основные требования к правилам, стратегиям и сценариям игры.

Игровое приложение должно использовать возможности поворота игровых элементов в 3D пространстве, причем испытуемый должен иметь понимание что будет происходить во время этого, догадываться к чему приведет то или иное действие.

Необходимо реализовать возможность вращения игрового поля приложения с определенным шагом. Перед игроком должна быть поставлена задача быстрой навигации на игровом поле. Он должен иметь понимание, где и как располагаются игровые элементы, чтобы в нужный момент найти их и взаимодействовать. Следует сбалансировать игровой процесс и структуру уровней так, чтобы испытуемому было необходимо менять положение игрового поля для поиска нужных ему в конкретный момент времени элементов. Для этого следует распределить взаимосвязанные задачи по всему игровому полю.

Испытуемый должен иметь представление об изменении элементов на игровом поле. Для этого только он может менять позицию элементов на игровом поле.

Игровое приложение должно интегрироваться в существующий процесс проведения исследований с использованием инструмента для сбора психологических данных и последующей оценки и диагностики результатов. После прохождения тестов в инструменте сбора данных предполагается переход к игровому приложению на смартфоне для дальнейшего прохождения диагностических уровней и отправки результатов после прохождения обратно в систему сбора.

Также определены требования к данным, которые необходимо записывать при прохождении диагностического уровня. При изменении положения фигуры на поле необходимо сохранять следующие данные (на каждое изменение):

- идентификатор события;
- время возникновения события (включая дату и время с точностью до миллисекунд);
- тип вызываемого события (тег события);
- позиция игрового поля;
- правильная ли позиция фигуры (верно, если позиция совпадает с правильной заложенной в задаче);
- идентификатор фигуры, которая была повернута;
- позиция фигуры на поле.

При изменении положения игрового поля необходимо записывать следующие данные (на каждое изменение):

- идентификатор события;
- время возникновения события (включая дату и время с точностью до миллисекунд);
- тип вызываемого события (тег события);
- текущая позиция игрового поля;
- предыдущая позиция игрового поля.

По результатам прохождения всего уровня должна быть записана следующая общая статистика:

- время старта (включая дату и время с точностью до миллисекунд);
- время завершения (включая дату и время с точностью до миллисекунд);
- общее время прохождения уровня (включая дату и время с точностью до миллисекунд);
- количество действий, за которые была решена задача;
- количество поворотов игрового поля за уровень;
- среднее время между вращением фигур (в миллисекундах);
- среднее время между игрового поля (в миллисекундах).

III. АРХИТЕКТУРА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Для реализации мобильного игрового приложения по запуску диагностических уровней и его интеграции с внешней системой для сбора психологических данных была разработана соответствующая архитектура, схема которой представлена на рисунке 3.

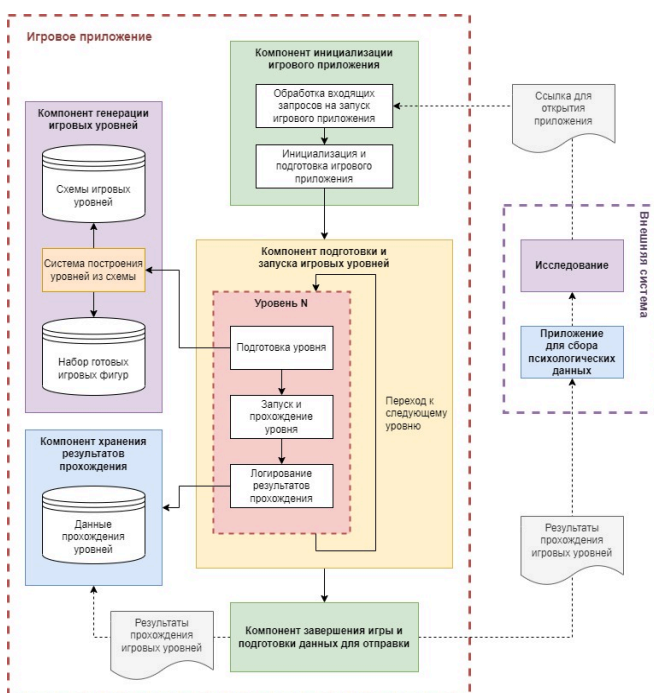


Рис. 3. Схема архитектуры игрового приложения

Компонент инициализации игрового приложения. Запускает базовую часть приложения и обрабатывает входящий от пользователя запрос, который был получен по внешней ссылке. После чего происходит инициализация и подготовка игрового приложения, согласно указанным в запросе параметрам.

Компонент генерации игровых уровней. Позволяет получить необходимую структуру и параметры, которые требуются для построения и запуска игрового уровня. Генерация игрового уровня происходит на основе заранее подготовленной схемы, которая описывает количество игровых фигур, их расположение на соответствующих гранях куба, а также расположение этих фигур с соответствующим углом.

Компонент хранения результатов прохождения

уровней. Представляет собой внутреннее хранилище данных для размещения в нем результатов прохождения всех уровней, которые были указаны для запуска при инициализации игрового приложения.

Компонент подготовки и запуска игровых уровней. Является основной частью приложения и отвечает за процесс подготовки, запуска и прохождения набора игровых уровней. Компонент запускает указанное при инициализации приложения количество уровней, которые запускаются последовательно. Подготовка и создание уровня осуществляется с помощью компонента генерации игровых уровней, который предоставляет необходимые для этого данные. После окончания процесса предварительной подготовки уровня осуществляется его запуск и прохождение участником исследования. После прохождения уровня сохраняются данные в соответствующем компоненте для хранения результатов прохождения уровней, которые включают в себя логи игровых событий и общую статистику прохождения. Запуск нескольких уровней имеет циклический характер, то есть после выполнения участником исследования одного уровня и последующего сохранения логов, компонент инициализирует создание нового уровня (при условии, что он не был последним).

Компонент завершения игры и подготовки данных для отправки. После завершения всех игровых уровней делается запрос к компоненту хранения результатов прохождения этих уровней, формируются данные в формате JSON и отправляются в приложение для сохранения и последующего анализа во внешнее приложение для сбора психологических данных. Также участнику исследование сообщается об успешном завершении прохождения игровых уровней.

IV. РАСЧЕТ ОБЪЕМ ЗАПИСЫВАЕМЫХ ДАННЫХ В ИГРОВОМ ПРИЛОЖЕНИИ

Каждое действие испытуемого при прохождении игрового уровня важно для полноты исследования. Для наглядной статистики и достоверного понимания о пространственных способностях испытуемого мобильное приложение должно генерировать, сохранять, обрабатывать и передавать внушительный объем данных. В данном разделе будет проведен подсчет количества данных, генерируемых приложением при различных условиях.

Экспериментальные психологические данные включают в себя поведенческие данные, описывающие процесс прохождения испытуемым одного уровня и статистические – итоговые параметры, полученные после завершения процесса прохождения. Необходимо оценить объем этих данных.

В табл. 1 и 2 произведен подсчет максимального количества байт для событий поворота игрового элемента и игрового поля. В процессе прохождения уровня таких событий может быть неограниченное количество. В табл. 3 произведен подсчет статистических данных, которые генерируются один раз после прохождения уровня.

В табл. 4 представлен общий объем данных при прохождении одного уровня игры, который получен путем суммирования всех возникающих событий (поворот игровых элементов и игрового поля) и итоговых статистических данных. Подсчет проведен для разного количества действий. Минимальное количество действий подразумевает, что на игровом поле расположено небольшое количество элементов, а также для решения задачи участником исследования было затрачено также небольшое количество шагов. Большое число действий свидетельствует о том, что участник исследования в данный момент скорее всего не пытался решить поставленную задачу, а бездумно совершает разные действия.

Таблица 1. Объем данных для события на изменение положения фигуры на поле

Название поля	Тип поля	Возможные значения	Макс. колич. байт
Идентификатор события	Строка	59c53e1760a1cf1d0cd3963e	255
Время возникновения события	Дата и время	Время в формате ISO: 2023-02-26T14:33:33.865Z	8
Тег вызываемого события	Массив строк	Element_Rotation	510
Позиция игрового поля	Строка	Top / Bottom / Front / Back / Right / Left	255
Продолжительность касания	Целое число	237	8
Правильная ли позиция фигуры	Булево значение	0 (false), 1 (true)	1
Идентификатор фигуры	Строка	r23	255
Тип фигуры	Строка	IPiece / LPiece / TPiece	255
Номер строки фигуры	Целое число	2	8
Номер фигуры в строке	Целое число	3	8
Позиция вращения фигуры	Целое число	270	8
Итого			1571

Таблица 2. Объем данных для события на изменение положения игрового поля

Название поля	Тип поля	Возможные значения	Макс. колич. байт
Идентификатор события	Строка	59c53e1760a1cf1d0cd3963e	255
Время возникновения события	Дата и время	Время в формате ISO: 2023-02-26T14:33:33.865Z	8
Тег вызываемого события	Строка	Field_Rotation	510
Позиция игрового поля	Строка	Top / Bottom / Front / Back / Right / Left	255
Предыдущая позиция игрового поля	Строка	Back	255
Продолжительность касания	Целое число	237	8
Итого			1291

Таблица 3. Объем данных для общей статистики

Название поля	Тип поля	Возможные значения	Макс. колич. байт
Время старта уровня	Дата и время	Время в формате ISO: 2023-02-26T14:33:33.865Z	255
Время завершения уровня	Дата и время	Время в формате ISO: 2023-02-26T15:02:43.725Z	8
Общее время прохождения уровня	Целое число	Миллисекунды: 542754	8
Количество действий, за которые была решена задача	Целое число	365	8
Количество поворотов игрового поля за уровень	Целое число	19	8
Среднее время между	Целое	Миллисекунды: 1413	8

вращением фигур	число		
Среднее время между вращением игрового поля	Целое число	Миллисекунды: 15677	8
Итого			303

Таблица 4. Общий объем данных при разном прохождении игры

Тип записи	Объем байт	Мин. действ.	Мин. действ., байт	Много действ.	Много действ., байт
Изменение положения фигуры	1571	150	235 650	3000	4 713 000
Изменение положения игрового поля	1291	20	25 820	200	258 200
Статистика	303	1	303	1	303
Итого			261 773		4 971 503

Из табл. 4 следует, что общий объем данных, полученный в ходе прохождения одного уровня, составляет 261,7 Килобайт (0,26 Мегабайт) для минимального количества действий и 4971,5 Килобайт (4,97 Мегабайт) для большого количества действий соответственно.

Если рамках исследования будет предложено 10 диагностических уровней, тогда минимально данные будут занимать 2,6 Мегабайт, а большее количество достигать 50 Мегабайт и более. Чтобы сохранить данные подобного исследования с охватом в 100 участников, то понадобится от 260 Мегабайт до 5 Гигабайт и более. Если предполагается охватить 1000 участников, то минимально понадобится уже 2,6 Гигабайт, а для большего объема данных уже 50 Гигабайт.

С ростом набора собираемых данных и расширением охвата исследования может возникнуть необходимость в дополнительном сжатии данных для оптимизации процесса их последующей загрузки и хранения в системе сбора психологически данных.

V. ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ

Для реализации игрового мобильного приложения была выбрана платформа Unity 3D из-за ее популярности, доступности и наличием большого количества библиотек, способствующих сокращению времени на разработку.

Игровое поле в игре представляет собой 3D пространство, которое можно вращать в четырех направлениях вокруг своей оси (см. рис. 4). Грани куба имеют свои обозначения: передняя (Front), задняя (Back), верхняя (Top), нижняя (Bottom), левая (Left) и правая (Right).

Каждая грань игрового поля также неявно разделено на ячейки (рис. 4), в которых находятся элементы игрового поля с возможностью взаимодействия с ними для вращения (рис. 5).

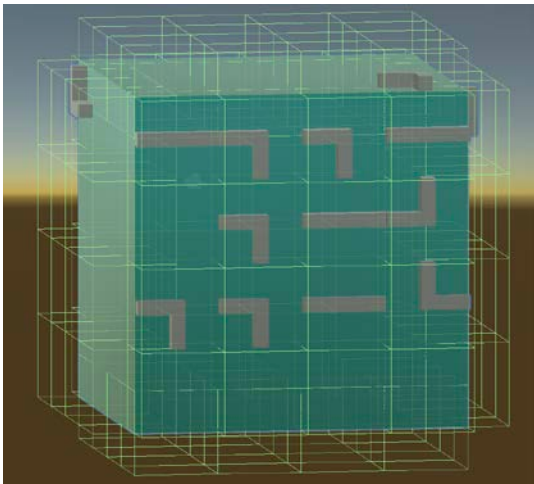


Рис. 4. Игровое поле в 3D пространстве неявно разделенное на ячейки

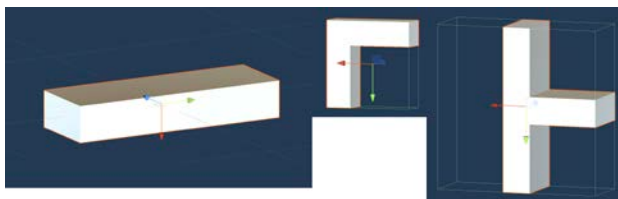


Рис. 5. Виды игровых элементов.

Игровые элементы, которые можно поворачивать и соединять между собой для решения задачи, включают в себя следующие типы (рис. 5):

- прямой элемент (IPiece) – соединяет соседние ячейки по прямой;
- угловой элемент (LPiece) – соединяет ячейки, расположенные со смежных сторон элемента;
- т-образный элемент (TPiece) – позволяет соединить три соседние ячейки (если активирована одна, то с помощью такого элемента можно активировать сразу две ячейки).

Данные элементы можно поворачивать на заданное количество градусов для построения сплошной кривой.

Цель головоломки – соединить начальные элементы с конечными посредством поворота элементов, располагающихся на игровом поле (рис. 6). При нажатии на элемент он повернется на 90 градусов по часовой стрелке. Испытуемый будет иметь перед глазами только одну грань куба. Для доступа к другим граням куб следует повернуть путем проведения пальца по экрану мобильного устройства в нужном направлении.

Данные игровые манипуляции позволяют задействовать все три подструктуры пространственных способностей [4], так как часть решения головоломки будет скрыта от взора игрока. Грани куба будут взаимосвязаны, это потребует от игрока понимания того, что он уже сделал или ему еще предстоит сделать на смежных гранях. По предварительным расчетам такая система побуждает и поощряет применения способностей испытуемого к пространственному мышлению.

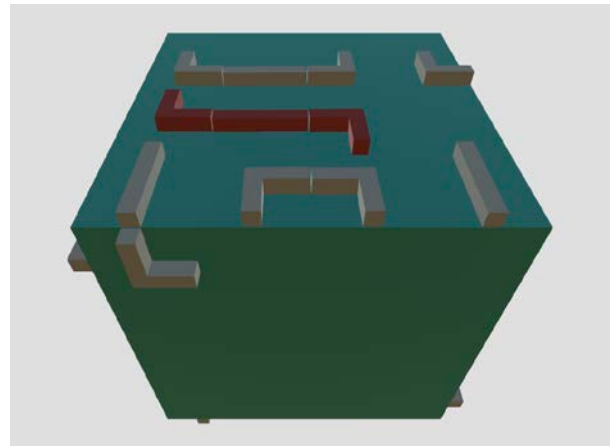


Рис. 6. Пример работы игрового приложения.

Все данные, генерируемые в ходе прохождения диагностических уровней приложения, можно разделить на два вида: игровые и статистические. Игровые данные – это представление действий пользователя в удобном для сбора и анализа формате, в рамках данного исследования список действий пользователя: поворот игрового поля и поворот элемента. Игровые данные необходимы, чтобы анализировать способы прохождения диагностических уровней, которые характерны для различных участников тестирования. Статистические данные представляют собой игровую статистику прохождения одного уровня. На основе этих данных будет формироваться представление о возможности пространственных способностей участника исследования.

Собираемые данные можно представить в виде структур определенных классов в программном коде игрового приложения. В качестве структуры для хранения данных был выбран формат JSON, являющийся наиболее популярным форматом представления структурированных данных. Он наиболее удобен для интеграции с другими приложениями и хорошо подходит для отправки данных во внешний инструмент сбора психологических данных. Кодировка UTF-8 позволяет максимально сжато представить собранные данные в двоичном коде, в виде нулей и единиц.

Ниже показана общая структура записи данных игрового приложения в формате JSON:

Данные игрового уровня:

- События
 - [событие 1]
 - Идентификатор события
 - Время события
 - Теги события
 - Данные события
 - ***
 - [событие N]
- Общая статистика
 - [значение 1]
 - ***
 - [значение N]

На рис. 7 и 8 представлены примеры данных игровых событий в формате JSON: поворот элемента и поворот игрового поля.

```

{
  "id": "deb565ad-64e9-43aa-a5a0-d910ba4e52e6",
  "time": "2023-02-03T06:48:07",
  "tag": [
    "Element_Rotation"
  ],
  "data": {
    "field-side": "Right",
    "touch-duration": 237,
    "correct-position": 1,
    "element": {
      "id": "b23",
      "type": "LPiece",
      "row": 2,
      "number": 3,
      "rotation": 270
    }
  }
}

```

Рис. 7. Представление события «поворот элемента» в формате JSON

```

{
  "id": "0fca5bc6-962c-4f66-a85a-6593b7d70470",
  "time": "2023-02-03T06:48:07",
  "tag": [
    "Field_Rotation"
  ],
  "data": {
    "field-front-side": "Back",
    "field-previous-side": "Right",
    "touch-duration": 648
  }
}

```

Рис. 8. Представление события «поворот игрового поля» в формате JSON

Такие игровые события описываются классом «Event» в программном коде и позволяет записать общие данные для каждого действия:

- идентификатор события;
- дата и время возникновения события;
- тип события (указывается соответствующим тегом);
- внутриигровые данные (состояние игрового поля и данные результата действий участника исследования).

Для события «поворота элемента» записываются данные о соответствующем элементе:

- идентификатор элемента;
- наименование;
- позиция на игровом поле;
- поворот относительно оси вращения, перпендикулярно проходящей через прилегающую грань игрового поля.

На рис. 9 представлен пример сохранения общих данных о прохождении уровня класса «Statistics» в программном коде игрового приложения.

```

"statistics": {
  "start-time": "2023-02-03T06:48:11",
  "end-time": "2023-02-03T06:57:43",
  "total-time": 542754,
  "element-rotation-count": 365,
  "field-rotation-count": 19,
  "average-element-rotation-time": 1413,
  "average-field-rotation-time": 15677
}

```

Рис. 9. Представление общей статистики уровня в формате JSON

В нем данные в формате JSON описывают следующее:

- время начала прохождения уровня;
- время завершения прохождения уровня;
- время, затраченное на прохождение уровня;
- количество действий по повороту игрового элемента;
- количество действий по повороту игрового поля;
- средний интервал между действиями пользователя.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье были сформулированы требования к мобильному игровому диагностическому приложению по оценке пространственных способностей участников исследования. Разработаны принципы и модели для сбора экспериментальных психологических данных. Представлен способ интеграции игрового приложения с системой сбора психологических данных.

Проведено вычисление предполагаемого объема экспериментальных игровых данных, который показывает зависимость от количества совершенных действий участником исследования. С ростом количества собираемых данных и расширением охвата исследования может возникнуть необходимость в дополнительном сжатии и оптимизации получаемых данных. Результаты подсчета объема данных важны для оценки перспектив исследования с возрастающим количеством участников и игровых уровней.

Разработана архитектура и показан пример реализации мобильного игрового приложения на платформе Unity 3D. Также представлен формат хранения данных в JSON с применением архитектуры игрового приложения. Предложенный формат удобен для хранения и передачи диагностических данных в систему сбора психологических данных. Часть реализованных систем приложения и архитектурный подход можно повторно использовать для создания новых инструментов исследования.

В будущей работе предполагается провести исследование по возможности оптимизации сохранения диагностических данных с учетом большого количество записей. Также предполагается добавить улучшение в мобильное приложение, которое получит функциональное расширение в виде генерации игровых уровней из заготовленных блоков и наборов игровых элементов.

На основе экспериментальных психологических данных, полученных с помощью разработанного мобильного игрового приложения, будет составлена система оценки пространственных способностей участников исследования и выявлены подходы к их улучшению.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Esipenko E.A., Maslennikova E.P., ..., Malykh, S.B. Comparing spatial ability of male and female students completing Humanities vs. technical degrees // Psychology in Russia: State of the art. 2018. Vol. 11. No. 4. P. 37-49.
- [2] Tikhomirova T., Voronina I., Marakshina J., Nikulchev E., Ayrapetyan I., Malykh T. The relationship between non-verbal intelligence and mathematical achievement in high school students // SHS web of conferences. 2016. Vol. 29. P. 02039.

- [3] Xie F., Zhang L., Chen X., Xin, Z. Is spatial ability related to mathematical ability: A meta-analysis // *Educational Psychology Review*. 2020. Vol. 32. P. 113-155.
- [4] Коногорская С.А. Особенности пространственного мышления и их взаимосвязь с учебной успешностью обучающихся // *Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review)*. 2017. Вып. 15. С. 142-152.
- [5] Аристова, И.Л., Есипенко, Е.А., Шарафиева, К.Р., Масленникова, Е.П., Чипеева, Н.А., Фекличева, И.В., ... & Ковас, Ю.В. Пространственные способности: структура и этиология // *Вопросы психологии*. 2018. Вып 1. С. 118-126.
- [6] Duffy G., Sorby S., Bowe B. An investigation of the role of spatial ability in representing and solving word problems among engineering students // *Journal of Engineering Education*. 2020. Vol. 109. No. 3. P. 424-442.
- [7] Duarte L., Teodoro A.C., Gonçalves H. Evaluation of spatial thinking ability based on exposure to Geographical Information Systems (GIS) concepts in the context of higher education // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2022. Vol. 11. No. 8. P. 417.
- [8] Lane D., Sorby S. Bridging the gap: blending spatial skills instruction into a technology teacher preparation programme // *International Journal of Technology and Design Education*. 2022. Vol. 32. No. 4. P. 2195-2215.
- [9] Osipov I.V., Orlov S., Egorushkin I., Nikulchev, E. Development of a gaming application for a customized eight-processor device with a tangible interface // *Procedia Computer Science*. 2021.Vol. 186. P. 777-786.
- [10] Nikulchev E., Ilin D., Silaeva A., Kolyasnikov P. ..., Malykh S. Digital Psychological Platform for Mass Web-Surveys // *Data*. 2020. Vol. 5. No. 4. P. 95.
- [11] Колясников П.В., Силаков И.Н., Ильин Д.Ю., Гусев А.А., Никулчев Е.В. Повышение эффективности виртуального рабочего окружения распределенной разработки программ // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2019. Т. 15. № 1. С. 72–80.
- [12] Kolyasnikov, P., Nikulchev, E., ..., Malykh, S. Analysis of Software Tools for Longitudinal Studies in Psychology // *Inter. J. of Advanced Computer Science and Applications*. 2019. Vol. 10. No. 8. P. 21-33.

Development the Mobile Gaming Application for Psychological Research

P.V. Kolyasnikov, A.V. Likhachev, A.Y. Ledashchev

Abstract—One of the important modern areas of psychological research is the collection and processing of big data using Internet technologies. The use of new technologies allows psychological science to overcome the traditional difficulties associated with small samples, but at the same time acquiring other problems in return - storage, transmission, verification of big data. Gamification in education and psychology is a fairly developed area of science and practice, providing specialists with new tools for diagnosing and training various skills. The article is devoted to the development of principles and models for the collection of experimental psychological data in a mobile gaming application. The use of gaming applications provides opportunities to collect huge sets of data about users based on logging systems of their actions. To implement this task have been developed an approach to the preservation of various statistical data and means to ensure its implementation in a mobile gaming application. The calculation of the possible amount of game data is carried out, showing the dependence of their volume on the number of actions performed and the number of participants. The architecture and an example of the implementation of a mobile application that evaluates the spatial abilities of the study participants and records of all their actions are presented. The architecture and implementation example of a mobile application is presented, which evaluates the spatial abilities of the study participants and collects and stores all the actions they have performed, which are the basis of the study.

Keywords—mobile game application, psychodiagnostic application, data structure, spatial abilities.

REFERENCES

- [1] Esipenko E.A., Maslennikova E.P., ..., Malykh, S.B. Comparing spatial ability of male and female students completing Humanities vs. technical degrees. *Psychology in Russia: State of the art*. 2018. Vol. 11. No. 4. P. 37-49.
- [2] Tikhomirova T., Voronina I., Marakshina J., Nikulchev E., Ayrapetyan I., Malykh T. The relationship between non-verbal intelligence and mathematical achievement in high school students. *SHS web of conferences*. 2016. Vol. 29. P. 02039.
- [3] Xie F., Zhang L., Chen X., Xin, Z. Is spatial ability related to mathematical ability: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*. 2020. Vol. 32. P. 113-155.
- [4] Konogorskaya S.A. Spatial reasoning characteristics and their correlation to academic success of schoolchildren. *Pedagogical Review*. 2017. Vol. 15. C. 142-152.
- [5] Aristova, I.L., Esipenko, E.A., Sharafieva, K.R., Maslennikova, E.P., Chipeeva, N.A., Feklicheva, I.V., ... & Kovas, Ju.V. *Prostranstvennyye sposobnosti: struktura i jetiologija. Voprosy psihologii*. 2018. No 1. P. 118-126.
- [6] Duffy G., Sorby S., Bowe B. An investigation of the role of spatial ability in representing and solving word problems among engineering students. *Journal of Engineering Education*. 2020. Vol. 109. No. 3. P. 424-442.
- [7] Duarte L., Teodoro A.C., Gonçalves H. Evaluation of spatial thinking ability based on exposure to Geographical Information Systems (GIS) concepts in the context of higher education. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2022. Vol. 11. No. 8. P. 417.
- [8] Lane D., Sorby S. Bridging the gap: blending spatial skills instruction into a technology teacher preparation programme. *International*

Journal of Technology and Design Education. 2022. Vol. 32. No. 4. P. 2195-2215.

- [9] Osipov I.V., Orlov S., Egorushkin I., Nikulchev, E. Development of a gaming application for a customized eight-processor device with a tangible interface. *Procedia Computer Science*. 2021. Vol. 186. P. 777-786.
- [10] Nikulchev E., Ilin D., Silaeva A., Kolyasnikov P. ..., Malykh S. Digital Psychological Platform for Mass Web-Surveys. *Data*. 2020. Vol. 5. No. 4. P. 95.
- [11] Kolyasnikov P.V., Silakov I.N., Ilin D.Yu., Gusev A.A., Nikulchev E.V. Increasing the Efficiency of the Virtual Development Environment for Distributed Software Development. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2019. Vol. 15. No 1. P. 72–80.
- [12] Kolyasnikov, P., Nikulchev, E., ..., Malykh, S. Analysis of Software Tools for Longitudinal Studies in Psychology. *Inter. J. of Advanced Computer Science and Applications*. 2019. Vol. 10. No. 8. P. 21-33.

About authors

P.V. Kolyasnikov, Postgraduate Student, Researcher of the Center of Population Research, UrFU, Ekaterinburg, Russia (e-mail: pavelkolyasnikov@gmail.com)

A.V. Likhachev, Postgraduate Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia (e-mail: av-likhachev@yandex.ru)

A.Y. Ledashchev, Postgraduate Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia (e-mail: ledashev.andrew@yandex.ru)