

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

**СОЗДАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АНАЛИЗА
ТЕСТА УИЛЬЯМСА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направления 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Поповича Алексея Сергеевича

Научный руководитель:

доцент, к.э.н., доцент

Кабанова Л.В.

Заведующий кафедрой:

к.ф.-м.н., доцент

Огнева М.В.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Актуальность темы. Автоматизирование процессов тестирования является важной частью интеграции психологии и образования в современный мир нейросетевых технологий. Особенно актуальна эта тенденция в сфере психометрических исследований, где требуется объективная, быстрая и масштабируемая обработка результатов тестирования.

Одной из признанных методик диагностики креативности у детей и подростков является тест Уильямса. Однако на практике этот тест традиционно проводится вручную, что сопряжено с высокой трудоемкостью, субъективностью оценок и ограниченной воспроизводимостью результатов. Такие недостатки значительно затрудняют применение теста в массовых обследованиях, что особенно важно для образовательных и психологических учреждений в условиях цифровизации.

Цель бакалаврской работы – разработка системы автоматизации тестирования по методике Уильямса.

Поставленная цель определила следующие задачи:

- Изучить теоретические основы теста Уильямса и методы его оценки
- Проанализировать существующие подходы к автоматизации психометрических методик и выявить их ограничения
- Выбрать и обосновать использование алгоритмов для анализа рисуночного субтеста
- Разработать архитектуру программного комплекса для автоматизации тестирования, включая API, обработку изображений и ролевую модель пользователей
- Реализовать основные модули системы: регистрацию пользователей, запуск и сопровождение теста, автоматический анализ и выдачу результатов

Методологические основы автоматизации психометрических методик представлены в работах Жерона О., Николенко С.И., Кадурина А.А.,

Архангельской Е.О., Кудрявцева В.Б., Гасанова Э.Э., Подколзина А.С., Сзелиски Р., Солема Я.Е., Кехлера А., Брадски Г., Гриценко А.В., Дорошенко Н.С., а также самого теста в работе Н. А. Бельской, М. Ю. Мельника и Н. Н. Новгородской.

Практическая значимость бакалаврской работы состоит в возможности широкого внедрения автоматизированной системы в образовательные и психологические учреждения, что позволит существенно повысить эффективность диагностики, снизить влияние человеческого фактора и обеспечить быстрый доступ к результатам тестирования. Разработанная система может быть использована как в массовых скрининговых обследованиях, так и в индивидуальной психодиагностике, а также служить основой для дальнейших исследований в области автоматизации психометрических методик.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников и 3 приложений. Общий объём работы – 170 страниц, из них 155 страниц – основное содержание, включая 6 рисунков и 3 таблицы, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Описание теста Уильямса и его методологические основы» посвящен всестороннему изучению структуры и принципов работы теста Уильямса как признанной методики диагностики креативности у детей и подростков. В разделе представлена подробная характеристика двух основных субтестов: опросника для оценки личностных характеристик креативности и рисуночного теста, включающего 12 специально разработанных графических стимулов незавершенных фигур.

Особое внимание уделено анализу пяти ключевых параметров оценки рисуночного субтеста: формальной оригинальности (ОРФ), которая определяется по изменению стимульной линии в зависимости от того, как

заполняется рисунок; тематической оригинальности (OPT), основанной на частоте встречаемости образа в выборке; разработанности, включающей два компонента (P1 и P2) для оценки детализации и симметрии изображения; и названия (H), отражающего оригинальность и соответствие словесного описания содержанию рисунка.

В рамках раздела проведен систематический обзор существующих решений и инструментов автоматизации психометрических методик и тестирования креативности. Детально проанализированы современные платформы AuDrA, предназначенная для автоматизированной оценки рисунков с целью измерения креативности, Beorg Smart Vision как система компьютерного зрения для классификации графических паттернов, и LI-COR Image Studio как профессиональное программное обеспечение для анализа изображений.

Раздел включает углубленный анализ методологических аспектов применения теста Уильямса в различных образовательных и исследовательских контекстах. Рассмотрены вопросы стандартизации процедур проведения тестирования, валидности и надежности получаемых результатов, а также особенности интерпретации данных в зависимости от возрастных характеристик испытуемых.

Особое внимание уделено обоснованию необходимости автоматизации теста Уильямса с точки зрения повышения объективности оценочных процедур, обеспечения масштабируемости применения методики в условиях массовых обследований и повышения воспроизводимости результатов исследований. Проанализированы ограничения традиционного ручного подхода к обработке результатов тестирования, включая высокую трудозатратность, субъективность экспертных оценок и ограниченные возможности применения в дистанционном формате.

Второй раздел «Выбор и обоснование алгоритмов анализа теста Уильямса» посвящен комплексному техническому анализу методов автоматизации обработки результатов теста Уильямса с применением

современных подходов компьютерного зрения и машинного обучения . В разделе детально рассмотрены и теоретически обоснованы подходы к автоматическому анализу формальной оригинальности с использованием алгоритмов выделения границ стимульной фигуры на основе операторов Кэнни, Собеля и Превитта, а также методов классификации пространственного положения элементов рисунка относительно заданных границ.

Значительная часть раздела посвящена исследованию инновационных методов анализа тематической оригинальности на основе современной мультимодальной модели CLIP (Contrastive Language-Image Pre-training) для эффективного сопоставления визуальных изображений с текстовыми описаниями. Подробно рассмотрены принципы работы модели, основанные на контрастивном обучении и способности устанавливать семантические связи между визуальным и текстовым контентом, что позволяет автоматически определять тематическое содержание рисунков и оценивать их оригинальность путем сравнения с базой типовых решений.

В разделе проведен углубленный анализ алгоритмов оценки детализации изображений через применение различных подходов компьютерного зрения. Рассмотрены методы автоматического подсчета контуров с использованием алгоритмов выделения границ, анализа связанных компонент для определения количества и характеристик отдельных объектов на изображении, а также оценки текстурных характеристик через вычисление энтропии, анализ градиентов и применение преобразования Фурье для оценки частотных характеристик изображения.

Детально проанализированы подходы к автоматическому анализу асимметрии композиции рисунков с использованием корреляционных методов сравнения левой и правой частей изображения относительно центральной оси, а также применением структурных индексов для количественной оценки степени симметричности расположения элементов. Рассмотрены алгоритмы автоматического определения осей симметрии,

методы компенсации искажений и поворотов изображений, а также подходы к анализу композиционной структуры сложных многоэлементных рисунков.

В заключительной части раздела представлено теоретическое и практическое обоснование выбора оптимального сочетания классических алгоритмов компьютерного зрения с современными методами глубокого обучения. Проведен сравнительный анализ различных подходов с точки зрения точности обработки, вычислительной сложности, требований к аппаратным ресурсам и возможностей масштабирования. Обоснована стратегия гибридного подхода, обеспечивающего оптимальный баланс между высокой точностью автоматического анализа и доступностью практической реализации в условиях ограниченных вычислительных ресурсов.

Третий раздел «Проектирование системы автоматизации» посвящен комплексной разработке архитектуры программного комплекса для автоматизации теста Уильямса с применением современных принципов проектирования информационных систем. В начале раздела определены детальные функциональные и нефункциональные требования к системе, включая обязательное сохранение методологической целостности психометрического теста при одновременной оптимизации всех процессов обработки данных и повышении эффективности работы с большими объемами графической информации.

Центральное место в разделе занимает проектирование и обоснование микросервисной архитектуры системы с четким разделением ответственности между компонентами. Детально спроектирован API Gateway на платформе ASP.NET Core, выполняющий функции центрального узла маршрутизации запросов, аутентификации пользователей и координации взаимодействия между различными сервисами системы. Разработана архитектура специализированных модулей обработки изображений на языке Python с интеграцией библиотек OpenCV для классических алгоритмов компьютерного зрения и TensorFlow для реализации методов глубокого обучения.

Значительное внимание уделено проектированию системы управления данными на основе реляционной СУБД PostgreSQL с учетом специфических требований хранения и обработки психометрической информации. Спроектирована комплексная схема базы данных, обеспечивающая эффективное хранение пользовательских данных, результатов тестирования, эталонных изображений и метаданных обработки.

В рамках раздела разработана и детально описана трехуровневая ролевая модель доступа, включающая роли обычных пользователей с правами прохождения тестирования и просмотра персональных результатов, психологов с расширенными возможностями создания и редактирования наборов эталонных изображений и анализа групповых данных, а также администраторов с полным контролем над системой и правами управления учетными записями пользователей.

Раздел включает подробное описание спроектированных бизнес-процессов взаимодействия различных категорий пользователей с системой. Разработаны детальные сценарии использования для каждой роли, включая процедуры регистрации и аутентификации, алгоритмы проведения тестирования, механизмы обработки и анализа результатов, а также процессы администрирования и технического сопровождения системы.

Особое внимание уделено проектированию структуры базы данных с поддержкой множественных образовательных учреждений, что обеспечивает масштабируемость системы и возможность ее применения в различных организационных контекстах. Спроектированы механизмы интегрированного управления эталонными изображениями с возможностью создания тематических наборов стимульных материалов для различных исследовательских задач и возрастных групп испытуемых.

Завершает раздел детальное проектирование системы асинхронной обработки графических данных через реализацию очереди заданий, обеспечивающей эффективное распределение вычислительной нагрузки и

возможность масштабирования системы при увеличении количества одновременно обрабатываемых тестов.

Четвертый раздел «Реализация» посвящен детальному описанию практического воплощения разработанной архитектуры системы автоматизации теста Уильямса с применением современных технологий веб-разработки и программирования. Раздел начинается с подробного описания реализации клиентской части системы в виде современного одностраничного веб-приложения (SPA) на базе прогрессивного JavaScript-фреймворка Vue.js с поддержкой полнофункционального интерактивного пользовательского интерфейса и эффективной системы асинхронных запросов к серверной части.

Значительная часть раздела посвящена детальному описанию создания серверного API Gateway на платформе ASP.NET Core с реализацией комплексной системы функций аутентификации пользователей через современные JWT-токены, обеспечивающие безопасную передачу информации о пользователе между клиентом и сервером. Реализована многоуровневая система авторизации на основе ролевой модели доступа с дифференцированными правами для различных категорий пользователей, а также эффективная система управления очередью заданий через централизованную базу данных.

В разделе подробно описана разработка специализированных Python-модулей для автоматического анализа изображений с интеграцией мощных библиотек OpenCV для реализации классических алгоритмов компьютерного зрения, TensorFlow для применения методов глубокого обучения и CLIP для анализа семантического содержания изображений. Каждый модуль реализован как независимый микросервис с четко определенным API и возможностью горизонтального масштабирования.

Детально описана реализация алгоритмов анализа формальной оригинальности, основанных на автоматическом выделении границ стимульных фигур и классификации пространственного расположения элементов рисунка. Представлена реализация алгоритмов оценки симметрии

через анализ зеркального отражения частей изображения и вычисление коэффициентов корреляции . Подробно описана реализация системы анализа детализации изображений через подсчет контуров, анализ текстурных характеристик и оценку сложности композиции.

Значительное внимание уделено реализации инновационного подхода к анализу тематической оригинальности с использованием модели CLIP для автоматического сопоставления визуального содержания рисунков с текстовыми описаниями из базы типовых решений. Реализована система ранжирования результатов по степени семантического сходства с возвращением структурированных результатов в формате JSON для последующей обработки и визуализации.

В разделе детально описано обеспечение контейнеризации всех компонентов системы с использованием платформы Docker для существенного упрощения процессов развертывания и обеспечения горизонтального масштабирования системы . Каждый сервис упакован в отдельный контейнер с четко определенными зависимостями и переменными окружения.

Завершается раздел подробным описанием реализованной схемы развертывания системы с использованием защищенных VPN-туннелей для обеспечения безопасности передачи данных и Apache HTTP Server в качестве обратного прокси-сервера для обеспечения высокого уровня безопасности и производительности системы. Описаны механизмы мониторинга, логирования и обеспечения отказоустойчивости системы в производственной среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы была разработана и реализована система автоматизации теста Уильямса, направленная на повышение эффективности, точности и масштабируемости диагностики креативности у детей. В основе системы лежит современная микросервисная архитектура, включающая

клиентскую часть на Vue.js, серверный API Gateway на ASP.NET Core и аналитические модули на Python с использованием передовых библиотек компьютерного зрения и глубокого обучения.

Использование контейнеризации с Docker обеспечивает удобство развертывания, масштабируемость и независимость компонентов системы, что позволяет эффективно обрабатывать большие объемы данных и быстро внедрять новые функциональные возможности.

В дальнейшем планируется расширение функционала системы: интеграция дополнительных методов анализа, улучшение интерфейса пользователя и внедрение механизмов автоматической обработки текстовых данных, что позволит еще более полно и точно оценивать творческие способности испытуемых.

Основные источники информации:

1. Диагностика креативности в профориентационной работе: методические рекомендации / Н. А. Бельская, М. Ю. Мельник, Н. Н. Новгородская
2. Жерон О. Практическое машинное обучение с Scikit-Learn, Keras и TensorFlow
3. Николенко С. И., Кадури А. А., Архангельская Е. О. Глубокое обучение
4. Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин, А. С. Распознавание образов: учебное пособие для вузов
5. Сзелиски Р. Компьютерное зрение: Алгоритмы и приложения
6. Солема Я. Е. Программирование компьютерного зрения с Python
7. Кехлер А., Брадски Г. Обучение OpenCV 4: Компьютерное зрение с Python
8. Гриценко А. В., Дорошенко Н. С. Исследование и классификация методов распознавания изображений в системах компьютерного зрения