

оригинальная статья
УДК 159.9.072.43

Технологические задачи психологического обеспечения мониторинга действий пользователей в электронной образовательной среде современного вуза

Екатерина Валерьевна Бредун

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск
bredun.88@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4214-8065>

Татьяна Анатольевна Ваулина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск
<https://orcid.org/0000-0002-3837-3756>

Виктор Анатольевич Шамаков

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск
<https://orcid.org/0000-0002-3716-7707>

Элеонора Анатольевна Щеглова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск
<https://orcid.org/0000-0003-3360-038X>

Поступила в редакцию 26.01.2021. Принята к печати 29.03.2021.

Аннотация: Представлен краткий анализ существующих подходов к использованию возможностей мониторинга цифрового следа пользователя в электронной образовательной среде для решения задач проектирования интеллектуальных сред обучения и прогнозирования моделей взаимодействия с информационной средой. Описаны основные методические приемы анализа содержания результатов мониторинга действий пользователей в электронной информационно-образовательной среде (модели действий пользователей в LMS Moodle), в том числе и возможности использования образовательных датасетов как удобного ресурса для дистанционного образования студентов. Показаны технические приемы аутентификации не на основе знания, которым обладает человек, а на основе подтверждения индивидуального цифрового портрета пользователя. Представлены обобщенные результаты исследования, отражающие стилевые особенности поведения и наиболее типичные сценарии работы студентов в электронной информационно-образовательной среде и позволяющие выделить наиболее характерные типологические признаки когнитивного поведения. Полученные аналитические данные обсуждаются в контексте привлечения технологических подходов к психологическому обеспечению мониторинга действий пользователей в электронной образовательной среде современного вуза для решения задач создания более эффективных когнитивных интерфейсов, которые могут адаптироваться к пользователю учебной среды, персонализируя среду под конкретного пользователя.

Ключевые слова: цифровой след, информационная среда, биометрические данные, обучающая платформа, психологические особенности пользователя

Цитирование: Бредун Е. В., Ваулина Т. А., Шамаков В. А., Щеглова Э. А. Технологические задачи психологического обеспечения мониторинга действий пользователей в электронной образовательной среде современного вуза // Вестник Кемеровского государственного университета. 2021. Т. 23. № 1. С. 156–165. DOI: <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2021-23-1-156-165>

Введение

Возрастающая информационно-технологическая насыщенность современного образовательного пространства неизбежно обуславливает запросы на эффективные форматы психологического обеспечения реализации существующего многообразия когнитивных моделей обучения. Все более отчетливо проявляются и тенденции смещения образовательных технологий, акцентирующихся на содействии процессам индивидуализации в обучении, в сторону их реализации в условиях сетевых и платформенных сред. И в этой связи особую значимость обретают задачи синхронизации пространственно-временного континуума самообучаемости со спецификой соответствующей информационной среды.

В последнее время для решения такого рода задач стали активно применять набирающие популярность технологии мониторинга цифрового следа пользователя в электронной образовательной среде. Действительно, возможность контроля за действиями пользователя, который предоставляют современные компьютерные системы, порождает постановку дополнительных целей, кроме тех, которые достигаются базовой функциональностью прикладного программного обеспечения. Цели эти могут иметь «сквозной» характер, и достижение их становится дополнительным «измерением» функционирования компьютерной системы, рассматриваемой в этом случае как поставщика знаний о деятельности

человека, опосредованной использованием современных информационных систем. Целями такого мониторинга могут быть биометрические характеристики пользователя, его функционального состояния, эмоционального статуса, когнитивных стилей, степени вовлеченности в полезную деятельность и т. д. Так, приложения для мониторинга биометрических характеристик имеют широкий диапазон использования для защиты информации, построения индивидуального портрета пользователя, идентификации и т. д. Современные исследования в данной сфере сосредоточены на разработке точных, гибких способов оценки распознавания индивидуального портрета пользователя [1–3]. Цель подобного прогнозирования состоит в поиске четких метрик различения пользователей за счет поиска эффективного способа распознавания [4].

В цифровом моделировании человека необходимо учитывать его взаимодействие с устройством, т. к. физические, поведенческие, социальные алгоритмы влияют на производительность всей биометрической системы. Определение физических пределов работы пользователя имеет большое значение, поскольку они основаны на характеристиках человека, которые можно измерить и которые нелегко воспроизвести. Потенциальные преимущества поведенческой биометрии заключаются в том, что ее можно использовать в профилировании поведенческих и семантических характеристик [5]. Это подтверждено рядом исследований, показывающих, что пользователи с разными физическими характеристиками по-разному воспринимают среду и взаимодействуют с оборудованием, отличаются когнитивными способностями [6]. Сюда относится динамика нажатия клавиш, работа с мышкой, темпоральные особенности, индивидуальные когнитивные стили, что подтверждено рядом исследований.

Например, исследования, проведенные в 2005–2016 гг., направленные на анализ биометрических характеристик для аутентификации человека через движение мыши, показали, что ритм движения индивидуален и характерен для каждого человека, поэтому его можно использовать для идентификации пользователей [7; 8]. Кроме того, в исследовании 2015 г. представлены возможности мониторинга эмоционального состояния пользователя на основе динамики движения мыши [9]. Эксперименты показали, что динамические характеристики нажатия клавиш являются отличительной характеристикой, что позволяет создать индивидуальные модели и впоследствии отличать пользователей системы [10; 11]. Другие авторы предлагают смежную технику считывания биометрических данных, основанную на динамике нажатия клавиш и движении мыши [12]. Также включены исследования эмоционального состояния в приложениях когнитивной стимуляции, цель которых состоит в построении модели идентификации эмоций и определения пользовательского опыта [13]. Один из способов сделать биометрические алгоритмы более надежными – объединить несколько биометрических функций.

Современное образование требует проектирования интеллектуальных сред обучения, из чего вырастает необходимость прогнозирования моделей взаимодействия с информационной средой для создания более эффективных когнитивных интерфейсов, которые могут адаптироваться к пользователю учебной среды [14–16]. Такой адаптивный отбор основывается на предварительной диагностике и последующей адаптации системы обучения [17]. На данный момент многие исследователи занимаются разработками различных адаптивных систем обучения, основанных на биометрических и иных характеристиках и предпочтениях учащихся [18; 19]. Кроме того, разработка системы аутентификации приобретает важное значение в академической среде для проверки авторства и аутентификации обучающихся для получения доступа к экзаменационному, тестовому и иному оценочному контенту. При этом биометрические данные основаны на поведенческих, физиологических характеристиках и являются наиболее значимыми, поскольку аутентификация происходит не на основе знания, которым обладает человек, а на основе подтверждения индивидуального цифрового портрета пользователя [20–23]. Соответственно, решение технологических задач психологического обеспечения такого рода мониторинга когнитивной деятельности в условиях электронных образовательных сред позволит в будущем обеспечить полностью персонализированную среду под конкретного пользователя, основываясь на его физических, темпоральных и когнитивных характеристиках.

Методы

Мониторинг действий пользователя традиционно может быть отнесен к различным отрезкам времени работы пользователя – от нескольких секунд до нескольких лет, или от элементов рабочих операций до оценки деятельности в целом (если речь идет о хронологическом времени или психологическом). Особенно актуальным такого рода мониторинг становится в случае конструирования и эксплуатации образовательных систем. Более того, возможность осуществления обратной связи, нелинейно агрегирующей и обобщающей действия пользователя, может быть положена в основу образовательных технологий, выходящих за пределы отдельной обучающей платформы. Источниками данных для такого рода мониторинга становятся устройства интерфейса ввода данных, такие как клавиатура, мышь, микрофон, видекамера, устройства нейроинтерфейса, полиграфические устройства, трекеры двигательной активности и т. д. В конечном счете возможна постановка проблемы разработки специализированных элементов интерфейса, ориентированных на решение задач мониторинга действий пользователя.

Основным методическим приемом анализа психологического содержания результатов мониторинга действий пользователей в электронной информационно-образовательной среде был статистический анализ открытого

набора данных обучающей аналитики Open University (OULAD) в Moodle LMS. Для выбора плагина, позволяющего отслеживать действия пользователя в Moodle LMS, были проанализированы возможности существующих различных плагинов и дополнений: admin tools: Web Analytics¹; blocks: Analytics graphs² (данный плагин генерирует графики активности студентов на курсах); grade reports: Quiz Analytics³ (этот плагин предоставляет пользователям аналитику опросов, викторин и экзаменов); reports: Device Analytics⁴ (данный плагин предоставляет администратору обзор об используемых устройствах); blocks: Behaviour Analytics⁵ (данный плагин предназначен для извлечения моделей поведения пользователей и изображает их на графах); reports: My Grades report⁶ (плагин предоставляет отчеты по оценкам пользователей курса); real-Time-Online-Mouse-Tracking-Animation⁷ (данный плагин представляет из себя js-, jquery-, css-, html-код и позволяет отслеживать многие события в браузере пользователя).

В связи с тем, что ни один из найденных готовых плагинов moodle-аналитики в полной мере не соответствует задачам психологического обеспечения мониторинга действий пользователя в электронной образовательной среде конкретного вуза, было принято решение разработать собственный плагин – Mouse Tracking TSU. Данный плагин разработан для Moodle LMS, написан с использованием js, библиотеки jquery. Плагин относится к типу плагинов Moodle-block, основной его целью является сбор данных действий пользователя на сайте.

Плагин собирает следующие данные:

- позиция курсора по оси X;
- позиция курсора по оси Y;
- наведение мыши на элемент страницы;
- покидание мыши с элемента страницы;
- отправка формы;
- фокус поля;
- снятие фокуса;
- скролл от верха страницы;
- скролл от левого края страницы;
- тип события;
- элемент события;
- нажатие клавиш на клавиатуре;
- отпускание клавиш на клавиатуре;
- нажатие клавиш мыши;
- Timestamp;
- имя пользователя;

- E-mail пользователя;
- Ip адрес пользователя;
- Url адрес страницы.

Штамп состояния собирается каждые 10 мс и по факту произошедшего события. Формируется два массива, которые передаются с помощью POST запроса на сервер каждые 5 секунд, чтобы не перегружать клиентскую часть приложения. Все данные пользователя хранятся в формате JSON в файловой системе модуля на сервере.

Таким образом, организованный анализ действий пользователей в LMS Moodle позволяет выявить наиболее типичные сценарии работы студентов в электронной информационно-образовательной среде (модели действий пользователей Moodle).

Набор данных из LMS Moodle включает для каждого пользователя параметры (показатели) его достижений (продуктивности) и параметры (показатели) его действий в электронной образовательной среде конкретного вуза:

достижения (продуктивность):

- количество электронных учебных курсов (ЭУК) (дисциплин),
- перечень ЭУК (дисциплин),
- количество оценок,
- результаты освоения дисциплин – оценки,
- какие дисциплины освоены, какие брошены и на каком этапе обучения,
- средняя отметка за все этапы обучения (проходной балл, чтобы двигаться дальше, или необходимо выравнивание);

действия:

- количество действий,
- количество обращений к отдельным дисциплинам (ЭУК),
- количество обращений к отдельным элементам каждого ЭУК,
- продолжительность обращения к элементам ЭУК (сколько времени уделяет),
- время выполнения отдельных видов заданий (тест, кейс, проект, эссе и пр.),
- частота обращения к отдельным заданиям,
- какие задания выполнены сразу, к каким возвращается (доделывает, переделывает), какие бросает и на каком этапе,
- движение руки (клики мышкой, движение по экрану, по элементам курса) и т.д.

¹ Страница плагина на сайте Moodle: https://moodle.org/plugins/pluginversions.php?plugin=tool_webanalytics

² Страница плагина на сайте Moodle: https://moodle.org/plugins/block_analytics_graphs

³ Страница плагина на сайте Moodle: https://moodle.org/plugins/gradereport_quizanalytics

⁴ Страница плагина на сайте Moodle: https://moodle.org/plugins/report_deviceanalytics

⁵ Страница плагина на сайте Moodle: https://moodle.org/plugins/block_behaviour

⁶ Страница плагина на сайте Moodle: https://moodle.org/plugins/report_mygrades

⁷ Github репозиторий плагина: <https://github.com/0fajarpurnama0/Real-Time-Online-Mouse-Tracking-Animation>

В целом различаются три разных типа данных:

1) демографические – представляют основную информацию о студентах, включая их возраст, пол, регион, предыдущее образование и т. д.;

2) производительность – отражает результаты и достижения студентов за время обучения в ОУ;

3) учебное поведение – журнал действий учащихся в VLE.

Процесс анонимизации набора данных разрабатывается в соответствии с этическими требованиями и требованиями конфиденциальности применяется в ОУ. Весь процесс создания и выпуска набора данных контролировался ОУ управлением и утвержден вице-канцлером исполнительного комитета. Сама анонимизация выполняется в несколько этапов. Первым делом удаляется личная информация о студентах и модулях. Это включает в себя номер социального страхования, дату рождения и уникальные идентификаторы, используемые в ОУ для студентов. Имена модулей были заменены символами без семантики, а вся временная информация была выражена в относительном выражении относительно начала презентации. Кроме того, все числовые идентификаторы (т. е. student_id, code_module и т. д.) были переназначены и полностью рандомизированы.

В качестве квазиидентифицирующих атрибутов выступили пол, индекс множественной депривации (IMD-полоса) 5, уровень образования, возраст, регион, в котором живет студент, наличие инвалидности. Данные атрибуты могут быть использованы для идентификации человека с использованием других общедоступных источников. Таким образом, необходимость сохранения анонимности требует применения дополнительных методов анонимизации. Для этой цели мы использовали инструмент анонимизации ARX6, который широко используется в медицинских областях. Используя информацию и экспертные знания в области, мы создали анонимную иерархию для каждого квазиидентифицирующего атрибута, а затем применили несколько правил анонимизации к набору данных с использованием ARX.

Набор данных обучающей аналитики Open University (OULAD) содержит подмножество данных о студентах ОУ: демографические данные и данные взаимодействия с электронной системой университета. Чтобы лучше

понять данные, следует описание ОУ и его системы обучения и преподавания.

Данные учащихся включают информацию об их местоположении и регистрации для модулей. Для каждого триплета презентации набор данных содержит результаты оценок студентов. Взаимодействие студентов с электронной системой обучения регистрируется как краткое изложение их повседневной деятельности. Набор данных содержит 22 модуля-презентации с 32593 зарегистрированными студентами⁸. OULAD был сертифицирован Институтом открытых данных⁹. Набор данных может использоваться в различных исследовательских сценариях. Это позволяет оценить модели для прогнозирования оценки результатов студента, итоговые результаты курса и сравнение моделей с другими моделями разработки другими исследователями. Данные VLE позволяют изучать структуру курса с точки зрения обучения, и сами данные могут быть использованы для оценки влияния VLE на результаты обучения студентов. Процесс сбора данных в открытом университете ОУ осуществляют различные информационные системы для поддержки студентов и модулей. Из-за изменчивости в информации, собранной в каждой системе, ОУ находится в хранилище данных, которое объединяет информацию из всех доступных систем.

Результаты

Типичная схема прохождения студентом электронного курса представлена на рис. 1. Последовательно выполняя учебные задания после старта модуля, студент получает ряд текущих оценок. Перед окончанием модуля сдается итоговый экзамен, представленный в виде набора стандартных задач.

Информация о каждом студенте, его действия в системе и достижения фиксируются в специальных протоколах, представленных двумерными таблицами. Набор взаимосвязанных протоколов-таблиц представлен в электронном виде и называется набором данных (dataset).

Основная информация об успеваемости студентов содержится в таблице studentAssessment. Не все студенты имеют одинаковое количество оценок. Это хорошо видно на рис. 2 – с наибольшей частотой встречаются количество оценок 1 и 11 (более 3000). Всего по одному студенту имеется 25, 26, 28 оценок.



Рис. 1. Схема прохождения студентом электронного курса обучения

Fig. 1. Roadmap of an e-learning course

⁸ Это свободно доступно: https://analyse.kmi.open.ac.uk/open_dataset

⁹ Open data institute. Режим доступа: <http://theodi.org/> (дата обращения: 15.01.2021).

Распределение усредненных оценок, полученных за все промежуточные этапы, заметно смещено в сторону 100 баллов (рис. 3). Средняя отметка приходится на значение 75,8 балла. Следует также отметить, что отметка 40 баллов является в данной системе «проходной». В том случае, если студент получает меньшую оценку, то он не может продолжать обучение, пока не исправит результат курса. На отметках 100 и 1 балл хорошо заметны всплески, которые можно объяснить наличием двух полярных групп студентов. Одни получают минимальную оценку, очевидно, не выполняя задания, и только симулируют учебную деятельность, другие стремятся к идеальному выполнению заданий. Очевидно, что такие всплески можно оценивать с точки зрения стилевых особенностей поведения студентов.

Для уточнения характера распределения оценок мы выделили три подгруппы студентов с точки зрения их продуктивности. При этом использовался подход, основанный на процентилях. Первая группа составляет 33,3 % студентов, имеющих худшую среднюю оценку, третья (33,3 %) – лучшие по успеваемости студенты, вторая группа представлена средними оценками. Для того чтобы выполнить разделение на группы, использовалась статистическая система R и библиотека манипулирования данными *dplyr*. Это вызвано тем, что для решения проблемы группировки необходимо использовать данные из нескольких таблиц, совмещающих их в новой таблице либо добавляя в уже имеющуюся.

На рисунках 4, 5 и 6 приведены гистограммы распределения для трех групп оценок. Особый интерес на этих диаграммах представляют всплески на ключевых значениях. Кроме значений 1 и 100 мы видим хорошо заметный всплеск на границе 40 баллов, 60 и 80. Всплески с низкими значениями полностью исчезают в группе лучших студентов, где наибольшее значение приобретает отметка 100 баллов.

Распределение количества обращений студентов к курсам показано на рисунках 7, 8 и 9. На рис. 7 мы видим полную картину, несколько искаженную наличием экстремальных значений. В датасете есть некоторое количество студентов, обращение которых к курсам превышает 2000. Рис. 8 в этом смысле более информативен, т. к. позволяет понять характер распределения данных. На рис. 9 показаны распределения студентов, представляющих наибольшую группу. Они обращались к элементам курса от 1 до 100 раз.

Дисперсионный анализ зависимости частоты обращения студентов к элементам курса от их успеваемости показывает высокий уровень статистической значимости. В данном случае можно уверенно говорить о том, что характер обращения к элементам курса однозначно указывает на успешность студента в освоении программы, предлагаемой электронной системой обучения.

Наиболее характерным с точки зрения стилевых особенностей является случай рассмотрения распределения количества студентов в зависимости от величины дисперсии времени обращения к элементам курса (рис. 10). Здесь мы используем интегральную характеристику

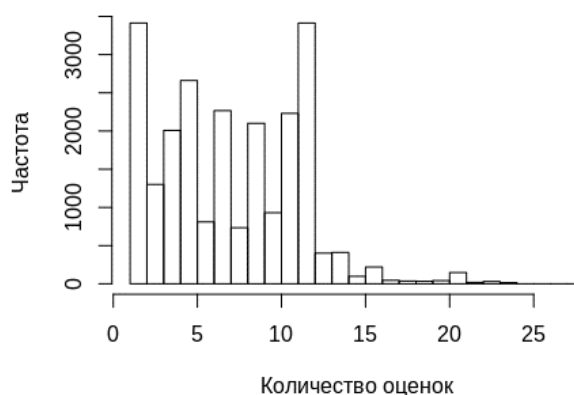


Рис. 2. Частота распределения количества оценок, полученных в системе электронного обучения

Fig. 2. Frequency array of the scores in an e-learning system

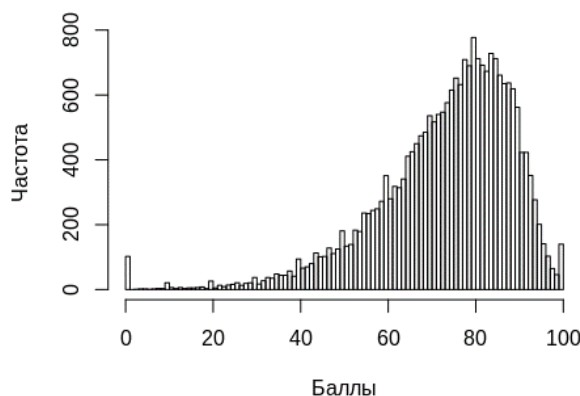


Рис. 3. Распределение усредненных оценок

Fig. 3. Distribution of average ratings

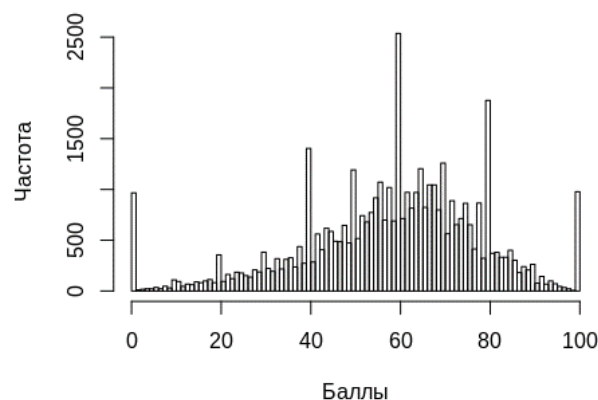


Рис. 4. Распределение усредненных оценок для группы малоуспевающих студентов

Fig. 4. Low-performing students: mean score

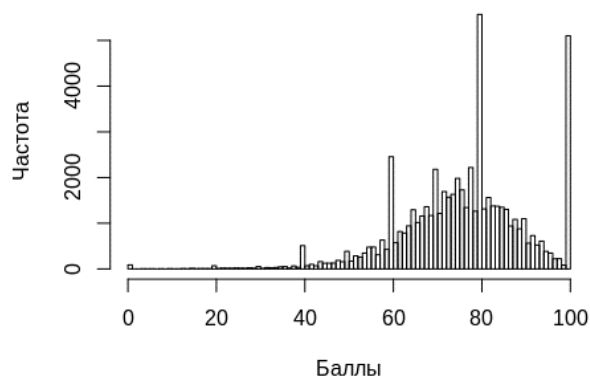


Рис. 5. Распределение усредненных оценок для группы студентов со средней успеваемостью

Fig. 5. Average students: mean score

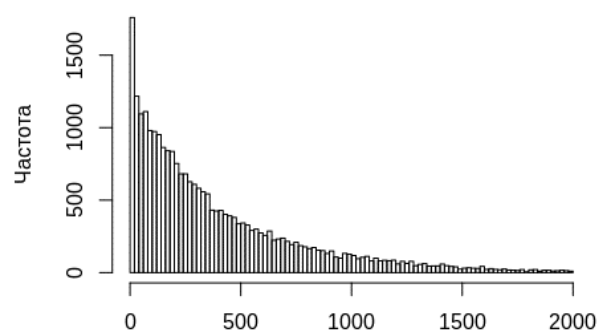


Рис. 8. Распределение количества обращений студентов к элементам курса до 2000 раз

Fig. 8. Access rate, below 2,000 times

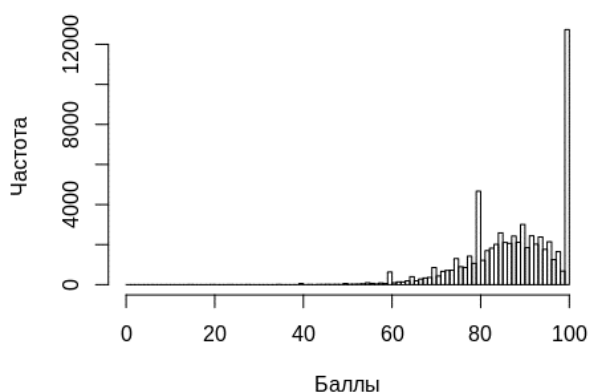


Рис. 6. Распределение усредненных оценок для группы наиболее успешных студентов

Fig. 6. Successful students: average score

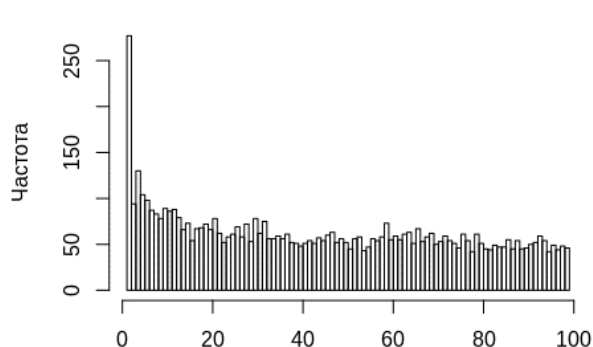


Рис. 9. Распределение количества обращений студентов к элементам курса до 100 раз

Fig. 9. Access rate, below 100 times

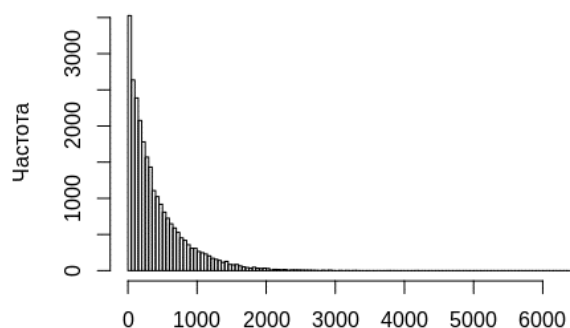


Рис. 7. Распределение количества обращений студентов к элементам электронного курса

Fig. 7. Students' access rate to the elements of the e-learning course

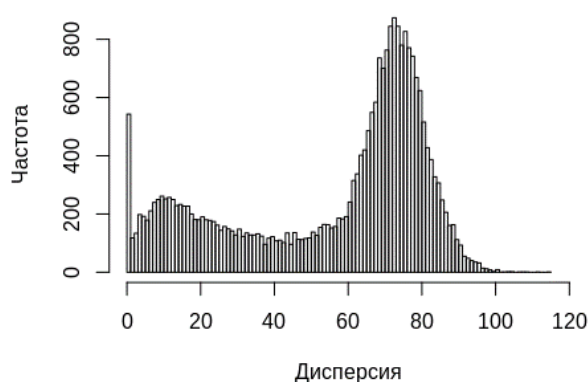


Рис. 10. Распределение количества студентов в зависимости от величины дисперсии времени обращения к элементам курса

Fig. 10. Number of students depending on the variance of the time of access to the e-learning course

когнитивного стиля, заключающуюся в том, что чем больше количество обращений к различным элементам курса, тем выше показатель среднеквадратического отклонения от средней по всей выборке величины времени прохождения курса. Очевидно, что здесь мы имеем дело с нелинейным характером распределения, что свидетельствует о большом количестве факторов, влияющем на поведенческие особенности пользователя в среде электронного обучения.

Заключение

Анализ полученных аналитических данных, позволяющих собрать информацию для описания образовательных датасетов, дает основание для заключения о том, что это удобный ресурс для дистанционного образования студентов. Данные ресурсы обладают системностью изложения материалов, фиксацией успеваемости студентов, обратной связью. Современные образовательные датасеты позволяют:

- развивать культуру использования данных для принятия учебных решений;
- привлекать ИТ-отделы к планированию сбора и использования данных в образовательных и исследовательских целях;
- планировать учебные предложения, исходя из спроса студентов.

Кроме того, данные образовательные площадки гарантируют студентам анонимность в использовании их данных для различных исследований: от оценки образовательного курса до статистики успеваемости всего студенческого сообщества в образовательной дистанционной среде. Использование образовательных датасетов, хранящих помимо общих демографических данных об образовательной истории пользователя еще и сведения, отражающие результаты и достижения студентов за время обучения в ОУ, а также журнал действий учащихся, открывает ряд новых возможностей для психолога, оценивающего действия пользователя в электронной образовательной среде.

К числу актуальных задач собственно психологического обеспечения мониторинга действий пользователей в электронной образовательной среде современного вуза следует, с нашей точки зрения, отнести следующие:

- использование уже существующих психодиагностических методик и разработку новых, направленных на поиск и оценку психологических новообразований, являющихся целью образовательного процесса;
- использование деятельностных внешних критериев для оценки психометрических характеристик психодиагностических методик;
- оценка процессуальных характеристик решения мыслительных задач;
- оценка рисков «сбоя» образовательного процесса с точки зрения причин психологического характера;
- оценка пространственно-временной организации учащихся, их когнитивных способностей;
- автоматизация оценки учебной деятельности как учащихся, так и преподавателей;
- поиск «смысловых узлов» в учебной деятельности.

На основании информации, полученной в результате мониторинга действий пользователей в LMS Moodle, возможны прогнозирование успешности в обучении (тех, кто стремится к идеалу, «середнячках», малоуспевающих, кто имитирует обучение, кто симулирует и пр.), выявление талантов, разработка рекомендаций по построению образовательного трека с учетом индивидуальных психологических особенностей пользователей.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Финансирование: Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0040.

Литература

1. Kukula E. P., Elliott S. J., Duffy V. G. The effects of human interaction on biometric system performance // Digital Human Modeling. ICDHM 2007. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. Vol. 4561. P. 904–914. DOI: 10.1007/978-3-540-73321-8_102
2. Чуйков А. В., Вульфен А. М., Васильев В. И. Нейросетевая система преобразования биометрических признаков пользователя в криптографический ключ // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2018. Т. 21. № 3. С. 35–41. DOI: 10.21293/1818-0442-2018-21-3-35-41
3. Гришко А. К., Лукин В. С., Юрков Н. К. Синтез тестовых образов для оценки стойкости нейросетевых преобразователей в системах биометрической идентификации // Надежность и качество сложных систем. 2017. № 2. С. 32–40. DOI: 10.21685/2307-4205-2017-2-5
4. Morales A., Fierrez J., Ortega-Garcia J. Towards predicting good users for biometric recognition based on keystroke dynamics // Computer Vision – ECCV 2014 Workshops. ECCV 2014. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham, 2014. Vol. 8926. P. 711–724. DOI: 10.1007/978-3-319-16181-5_54
5. Saevanee H., Clarke N. L., Furnell S. M. Multi-modal behavioural biometric authentication for mobile devices // Information Security and Privacy Research. SEC 2012. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. Vol. 376. P. 465–474. DOI: 10.1007/978-3-642-30436-1_38

6. Maple C., Norrington P. The usability and practicality of biometric authentication in the workplace // First International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES06), Vienna University of Technology. 2006. P. 958–964. DOI: 10.1109/ARES.2006.133
7. Elbahi A., Omri M. N., Mahjoub M. A., Garrouch K. Mouse movement and probabilistic graphical models based e-learning activity recognition improvement possibilistic model // Arab. J. Sci. Eng. 2016. Vol. 41. № 8. P. 2847–2862. DOI: 10.1007/s13369-016-2025-6
8. Panasiuk P., Szymkowski M., Dąbrowski M., Saeed K. A multimodal biometric user identification system based on keystroke dynamics and mouse movements // 15th IFIP International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management (CISIM), Sep 2016, Vilnius, Lithuania. 2016. P. 672–681. DOI: 10.1007/978-3-319-45378-1_58
9. Pentel A. Patterns of confusion: using mouse logs to predict user's emotional state // 5th International Workshop on Personalization Approaches in Learning Environments (PALE 2015) in conjunction with 23rd Conference on User Modelling, Adaptation and Personalization (UMAP 2015). Dublin, 2015. Vol. 1388. P. 40–45.
10. Eltahir W. E., Salami M. J. E., Ismail A. F. Lai W. K. Design and evaluation of a pressure-based typing biometric authentication system // EURASIP Journal on Information Security. 2008. DOI: 10.1155/2008/345047
11. Стародубов К. В., Громов Ю. Ю. Усовершенствование идентификации пользователей по клавиатурному почерку // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. 2017. Т. 11. № 4. С. 6–10. DOI: 10.15688/jvolsu10.2017.4.1
12. Motwani A., Jain R., Sondhi J. A multimodal behavioral biometric technique for user identification using mouse and keystroke dynamics // International Journal of Computer Applications. 2015. Vol. 111. № 8. P. 15–20. DOI: 10.5120/19558-1307
13. Carrillo I., Meza-Kubo V., Moran A., Galindo-Aldana G., García-Canseco E. Emotions identification to measure user experience using brain biometric signals // Human Aspects of IT for the Aged Population. Design for Aging. ITAP 2015. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham, 2015. Vol. 9193. P. 15–25. DOI: 10.1007/978-3-319-20892-3_2
14. Yin Y., Alqahtani Y., Feng J. H., Chakraborty J., McGuire M. P. Classification of eye tracking data in visual information processing tasks using convolutional neural networks and feature engineering // SN Computer Science. 2021. № 2. DOI: 10.1007/s42979-020-00444-0
15. Chen X., Zou D., Xie H., Wang F. L. Past, present, and future of smart learning: a topic-based bibliometric analysis // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2021. № 18. DOI: 10.1186/s41239-020-00239-6
16. Slade S., Prinsloo P. Learning analytics: Ethical issues and dilemmas // American Behavioral Scientist. 2013. Vol. 57. № 10. P. 1510–1529. DOI: 10.1177/0002764213479366
17. Zhang S., Chang H.-H. A multilevel logistic hidden Markov model for learning under cognitive diagnosis // Behavior research methods. 2020. Vol. 52. № 1. P. 408–421. DOI: 10.3758/s13428-019-01238-w
18. Mampadi F., Chen S. Y., Ghinea G., Chen M.-P. Design of adaptive hypermedia learning systems: A cognitive style approach // Computers & Education. 2011. Vol. 56. № 4. P. 1003–1011. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.11.018
19. Wang K. Y., Thongpapanl N., Wu H.-J., Ting I.-H. Identifying structural heterogeneities between online social networks for effective word-of-mouth marketing // International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining. Kaohsiung, Taiwan, 2011. P. 418–422. DOI: 10.1109/ASONAM.2011.24
20. Laamanen M., Ladonlahti T., Uotinen S., Okada A., Bañeres D., Koçdar S. Acceptability of the e-authentication in higher education studies: views of students with special educational needs and disabilities // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2021. № 18. DOI: 10.1186/s41239-020-00236-9
21. Karim N. A., Shukur Z. Review of user authentication methods in online examination // Asian Journal of Information Technology. 2015. Vol. 14. № 5. P. 166–175. DOI: 10.3923/ajit.2015.166-175
22. Traore I., Nakkabi Y., Saad S., Sayed B., Ardigo J., de Faria Quinan P. M., Quinan P. Ensuring online exam integrity through continuous biometric authentication // Information Security Practices. 2017. P. 73–81. DOI: 10.1007/978-3-319-48947-6_6
23. Curum B., Khedo K. K. Cognitive load management in mobile learning systems: principles and theories // Journal of Computers in Education. 2021. № 8. P. 109–136. DOI: 10.1007/s40692-020-00173-6

original article

Activity Monitoring in the Digital Learning Environment of a Modern University: Technological Tasks of Psychological Support

Ekaterina V. Bredun

Tomsk State University, Russia, Tomsk

bredun.88@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4214-8065>

Tatiana A. Vaulina

Tomsk State University, Russia, Tomsk

<https://orcid.org/0000-0002-3837-3756>

Viktor A. Shamakov

Tomsk State University, Russia, Tomsk

<https://orcid.org/0000-0002-3716-7707>

Eleonora A. Shcheglova

Tomsk State University, Russia, Tomsk

<https://orcid.org/0000-0003-3360-038X>

Received 26 Jan 2021. Accepted 29 Mar 2021.

Abstract: The paper reviews the existing approaches to using digital footprints in the digital learning environment. Monitoring digital footprints of university students can help to design smart learning environment and predict models of interaction between this environment and the user. The article covers the main analysis tools that can be applied to activity monitoring in LMS Moodle, including datasets as a convenient resource for distant learning. The authors studied authentication techniques that are based not on one's knowledge but on the confirmation of one's digital profile. The research results revealed some personal styles and patterns of cognitive behavior that reflect students' work in the digital learning environment. The research results can be used to develop new psychological support of activity monitoring of the digital university environment, as well as to create new effective cognitive user-friendly interfaces.

Keywords: digital footprint, information environment, biometric data, learning platform, psychological profile of the user

Citation: Bredun E. V., Vaulina T. A., Shamakov V. A., Shcheglova E. A. Activity Monitoring in the Digital Learning Environment of a Modern University: Technological Tasks of Psychological Support. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2021, 23(1): 156–165. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2021-23-1-156-165>

Conflicting interests: The authors declared no potential conflicts of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Funding: The research was part of the state task of the Ministry of Education and Science of Russia, project No. 0721-2020-0040.

References

1. Kukula E. P., Elliott S. J., Duffy V. G. The effects of human interaction on biometric system performance. *Digital Human Modeling. ICDHM 2007. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007, vol. 4561, 904–914. DOI: 10.1007/978-3-540-73321-8_102
2. Chuikov A. V., Vulfin A. M., Vasilyev V. I. Neural network system for converting the user biometric characteristics into a cryptographic key. *Proceedings of TUSUR University*, 2018, 21(3): 35–41. (In Russ.) DOI: 10.21293/1818-0442-2018-21-3-35-41
3. Grishko A. K., Lukin V. S., Yurkov N. K. Synthesis of test patterns for assessing the resistance of neural network transducers in biometric identification systems. *Reliability & Quality of Complex Systems*, 2017, (2): 32–40. (In Russ.) DOI: 10.21685/2307-4205-2017-2-5
4. Morales A., Fierrez J., Ortega-Garcia J. Towards predicting good users for biometric recognition based on keystroke dynamics. *Computer Vision – ECCV 2014 Workshops. ECCV 2014. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham, 2014, vol. 8926, 711–724. DOI: 10.1007/978-3-319-16181-5_54
5. Saevanee H., Clarke N. L., Furnell S. M. Multi-modal behavioural biometric authentication for mobile devices. *Information Security and Privacy Research. SEC 2012. IFIP Advances in Information and Communication Technology*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012, vol. 376, 465–474. DOI: 10.1007/978-3-642-30436-1_38
6. Maple C., Norrington P. The usability and practicality of biometric authentication in the workplace. *First International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES06), Vienna University of Technology*, 2006, 958–964. DOI: 10.1109/ARES.2006.133
7. Elbahi A., Omri M. N., Mahjoub M. A., Garrouch K. Mouse movement and probabilistic graphical models based e-learning activity recognition improvement possibilistic model. *Arab. J. Sci. Eng.*, 2016, 41(8): 2847–2862. DOI: 10.1007/s13369-016-2025-6

8. Panasiuk P., Szymkowski M., Dąbrowski M., Saeed K. A multimodal biometric user identification system based on keystroke dynamics and mouse movements. *15th IFIP International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management (CISIM)*, Sep 2016, Vilnius, Lithuania, 2016, 672–681. DOI: 10.1007/978-3-319-45378-1_58
9. Pentel A. Patterns of confusion: using mouse logs to predict user's emotional state. *5th International Workshop on Personalization Approaches in Learning Environments (PALE 2015) in conjunction with 23rd Conference on User Modelling, Adaptation and Personalization (UMAP 2015)*. Dublin, 2015, vol. 1388, 40–45.
10. Eltahir W. E., Salami M. J. E., Ismail A. F. Lai W. K. Design and evaluation of a pressure-based typing biometric authentication system. *EURASIP Journal on Information Security*, 2008. DOI: 10.1155/2008/345047
11. Starodubov K. V., Gromov Yu. Yu. Improvement of user identification by keyboard rhythm. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 10: Innovatsionnaya deiatelnost*, 2017, 11(4): 6–10. (In Russ.) DOI: 10.15688/jvolsu10.2017.4.1
12. Motwani A., Jain R., Sondhi J. A multimodal behavioral biometric technique for user identification using mouse and keystroke dynamics. *International Journal of Computer Applications*, 2015, 111(8): 15–20. DOI: 10.5120/19558-1307
13. Carrillo I., Meza-Kubo V., Moran A., Galindo-Aldana G., García-Canseco E. Emotions identification to measure user experience using brain biometric signals. *Human Aspects of IT for the Aged Population. Design for Aging. ITAP 2015. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham, 2015, vol. 9193, 15–25. DOI: 10.1007/978-3-319-20892-3_2
14. Yin Y., Alqahtani Y., Feng J. H., Chakraborty J., McGuire M. P. Classification of eye tracking data in visual information processing tasks using convolutional neural networks and feature engineering. *SN Computer Science*, 2021, (2). DOI: 10.1007/s42979-020-00444-0
15. Chen X., Zou D., Xie H., Wang F. L. Past, present, and future of smart learning: a topic-based bibliometric analysis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2021, (18). DOI: 10.1186/s41239-020-00239-6
16. Slade S., Prinsloo P. Learning analytics: Ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 2013, 57(10): 1510–1529. DOI: 10.1177/0002764213479366
17. Zhang S., Chang H.-H. A multilevel logistic hidden Markov model for learning under cognitive diagnosis. *Behavior research methods*, 2020, 52(1): 408–421. DOI: 10.3758/s13428-019-01238-w
18. Mampadi F., Chen S. Y., Ghinea G., Chen M.-P. Design of adaptive hypermedia learning systems: A cognitive style approach. *Computers & Education*, 2011, 56(4): 1003–1011. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.11.018
19. Wang K. Y., Thongpapanl N., Wu H.-J., Ting I.-H. Identifying structural heterogeneities between online social networks for effective word-of-mouth marketing. *International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining*. Kaohsiung, Taiwan, 2011, 418–422. DOI: 10.1109/ASONAM.2011.24
20. Laamanen M., Ladonlahti T., Uotinen S., Okada A., Bañeres D., Koçdar S. Acceptability of the e-authentication in higher education studies: views of students with special educational needs and disabilities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2021, (18). DOI: 10.1186/s41239-020-00236-9
21. Karim N. A., Shukur Z. Review of user authentication methods in online examination. *Asian Journal of Information Technology*, 2015, 14(5): 166–175. DOI: 10.3923/ajit.2015.166-175
22. Traore I., Nakkabi Y., Saad S., Sayed B., Ardigo J., de Faria Quinan P. M., Quinan P. Ensuring online exam integrity through continuous biometric authentication. *Information Security Practices*, 2017, 73–81. DOI: 10.1007/978-3-319-48947-6_6
23. Curum B., Khedo K. K. Cognitive load management in mobile learning systems: principles and theories. *Journal of Computers in Education*, 2021, (8): 109–136. DOI: 10.1007/s40692-020-00173-6