

Научная статья
УДК 007.51
doi: 10.17586/2713-1874-2021-2-49-55

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

*Наталья Николаевна Горлушкина¹, Наиль Фаизович Насыров²,
Ольга Андреевна Липина³✉*

^{1,2,3}Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

¹nagor.spb@mail.ru

²pasdel@mail.ru

³neon_alfa@mail.ru ✉

Язык статьи – русский

Аннотация: В работе рассматривается вопрос моделирования цифрового двойника преподавателя в контексте задачи формирования индивидуальных учебных заданий для обучающихся. В рамках решения задач управления процессом формирования индивидуальных заданий предлагается подход, анализирующий закономерности в выборе преподавателем наиболее приоритетных тем и направлений для каждого обучающегося на основе имеющихся данных о его предыдущем опыте. Рассматриваются вопросы поиска закономерностей между цифровыми двойниками преподавателей для последующего предсказания выбора ими тем и разделов учебных материалов для индивидуальной работы обучающихся. В качестве основы создания дата сета для формирования цифровых двойников преподавателей используется методика декомпозиции заданий по тегам (обозначение типичных задач в рамках выполнения заданий обучающимися). В работе описана связь между цифровым следом обучающегося, цифровым следом и цифровым двойником преподавателя.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровой след, управление в образовании, индивидуализация, декомпозиция, генерация заданий, методика тегов

Ссылка для цитирования: Горлушкина Н.Н., Насыров Н.Ф., Липина О.А. Цифровой двойник преподавателя как инструмент управления процессом формирования индивидуальных заданий для обучающихся // Экономика. Право. Инновации. 2021. № 2. С. 49–55. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2021-2-49-55>.

THE DIGITAL DOUBLE OF A TEACHER AS A TOOL FOR MANAGING THE PROCESS OF FORMING INDIVIDUAL TASKS FOR STUDENTS

Natalia N. Gorlushkina¹, Nail F. Nasyrov², Olga A. Lipina³✉

^{1,2,3}ITMO University, Saint Petersburg, Russia

¹nagor.spb@mail.ru

²pasdel@mail.ru

³neon_alfa@mail.ru ✉

Article in Russian

Abstract: The article describes the issue of modeling the digital twin of a teacher in the context of the task of forming individual educational tasks for students. An approach is proposed that analyzes the patterns in the teacher's choice of the most priority topics and areas for each student based on the available data on his previous experience. The article deals with the search for patterns between the digital twins of teachers for the subsequent prediction of their choice of topics and sections of training materials for the individual work of students. As the basis for creating a dataset for the formation of digital twins of teachers, the methodology of decomposition of tasks by tags is used (tags are designation of typical tasks within the framework of tasks by students). The paper describes the relationship between the student's digital trace, the digital trace and the teacher's digital twin as a part of solving the problems of managing the process of forming individual tasks.

Keywords: digital twin, digital trace, management in education, individualization, decomposition, tasks generation, tag methodology

For citation: Gorlushkina N.N. Nasyrov N.F., Lipina O.A. The Digital Double of a Teacher as a Tool for Managing the Process of Forming Individual Tasks for Students. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2021. No. 2. pp. 49–55. (in Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2021-2-49-55>.

Введение. В настоящее время не вызывает сомнений факт, что индивидуализация учебного процесса в большинстве случаев способна повысить качество подготовки обучающихся. Однако существуют факторы, сдерживающие возможности полноценной индивидуализации образовательного процесса. Одной из причин этого является то, что для большинства российских вузов до сих пор характерно поточно-групповое обучение, при котором формирование студенческой группы осуществляется на основе образовательной программы [1].

Несмотря на то, что вузы имеют право формировать собственные образовательные программы, и внедряется система зачетных единиц (кредит-система), позволяющая использовать модульное представление содержания подготовки обучающихся, стоит отметить, что еще остаются актуальными вопросы дальнейшей индивидуализации учебного процесса на уровне отдельных работ и заданий для обучающихся. В частности, в настоящее время при освоении темы или раздела по дисциплине/модулю в большинстве случаев не учитываются следующие возможные особенности:

- у некоторых обучающихся уже есть знания и сформированы навыки на требуемом уровне по изучаемой теме;
- наличие определенного кругозора у обучающихся, позволяющего им успешнее выполнять задания по теме и быстрее адаптироваться к ней, по сравнению с теми обучающимися, у которых соответствующий кругозор сформирован в меньшей степени;
- у некоторых обучающихся имеются проблемы с освоением предшествующих, в том числе основополагающих, связанных тем;
- влияние доминирующей перцептивной модальности личности обучающегося на уровень кратковременной и долговременной памяти, а также влияние личностных особенностей обучающихся, связанных с обработкой контента разного вида, на эффективность

восприятия и обработки информации [2] и др.

В этом случае возможны такие негативные последствия, как снижение заинтересованности, мотивации и удовлетворенности учебным процессом обучающихся, неэффективное использование временных, финансовых, материальных и других ресурсов.

Авторам представляется логичным подход формирования индивидуальных заданий для обучающихся на основе результатов, продемонстрированных ими ранее. Стоит отметить, что в настоящее время указанный подход все больше находит применение в различных тренажерах [3] и программных комплексах, направленных на формирование определенных навыков [4].

В то же время индивидуализация заданий связана с проблемами разработки большего количества заданий, ограничением возможности использования взаимопроверки работ обучающимися, дополнительными трудозатратами профессорско-преподавательского состава на создание индивидуальных заданий и организацию проверки их выполнения. Актуальность работы обусловлена тем, что разработка и совершенствование методов получения и обработки информации в рамках управления процессом формирования индивидуальных заданий позволят уменьшить влияние на учебный процесс негативных аспектов, описанные выше.

Цель исследования. Целью исследования является анализ подходов и описание решения по применению концепции цифрового двойника (digital twin) преподавателя в вопросах определения наиболее актуальных тем и заданий для обучающихся на основе продемонстрированных ими результатов.

Индивидуализация процесса обучения предполагает разнообразие и индивидуальный подбор обучающего контента. Авторы придерживаются мнения, что формирование индивидуализированного контента позволит повысить качество обучения обучающихся бакалавриата, специалитета, магистратуры.

Задачами исследования являются:

1) Определение формата данных, на основе которого необходимо проводить кластеризацию профилей цифровых двойников преподавателей.

2) Создание алгоритма определения набора тегов на основе анализа цифрового следа обучающегося.

3) Определение способа валидации полученных результатов, а также расширение набора данных в рамках решения задач управления процессом формирования индивидуальных заданий.

Методы и материалы исследования.

Исследование проводилось с применением следующих методов: анализ и обобщение, формализация, моделирование, синтез и описание. В качестве основных материалов для исследования использовались результаты научно-исследовательской работы, посвященной вопросам автоматизированной генерации учебных подзадач на основе методики тегов и критериев.

Полученные результаты. В исследовании, упомянутом ранее, рассматривается понятие тега, как условное обозначение типичных задач в рамках выполнения заданий, направленных на приобретение возможности осуществлять необходимое действие, не делая ее выполнение своей сознательной целью [5]. Использование тегов позволяет индивидуализировать процесс подбора и формирования учебного контента, включая задания (подзадачи) для практической работы обучающихся. Был создан инструмент (плагин для системы дистанционного обучения Moodle), который позволяет генерировать индивидуальные задания с последующей взаимопроверкой. Однако преподавателю необходимо в каждом случае проводить оценку результатов каждого обучающегося для того, чтобы определить, по каким тегам следует формировать задание.

В рассматриваемом контексте под цифровым следом (ЦС) обучающегося понимается структурированная совокупность результатов различного рода работ, выполненных обучающимся ранее, для каждой из которых есть оценка набранных баллов по соответствующим тегам. Для любой работы могут быть указаны данные с последующим их анализом: тип работы, дата ее выполнения,

максимальное и набранное обучающимся количество баллов по каждому тегу и др.

Цифровой след преподавателя рассматривается как совокупность агрегированных статистических данных, а также тег/теги, которые были определены преподавателем как релевантные для формирования индивидуального задания для данных цифрового следа обучающегося.

Цифровой двойник (ЦД) преподавателя – результат моделирования деятельности преподавателя, осуществляющего выбор соответствующих тегов на основе закономерностей ЦС преподавателя. Далее в работе рассматривается концепция цифрового двойника преподавателя в контексте поиска закономерностей в выборе одинаковых тегов (и их наборов) на основе идентичных исходных данных цифрового следа преподавателя.

Представление данных для формирования цифрового двойника преподавателя. Кластеризация данных может быть рассмотрена как один из подходов в задачах создания и использования концепции цифровых двойников [6]. В рассматриваемой ситуации данные могут быть представлены в различном виде, что, как правило, усложняет задачу выбора наиболее релевантных алгоритмов машинного обучения. Общая задача при этом сводится к определению одного или нескольких тегов при заданных исходных данных.

В первом приближении наиболее очевидным форматом данных представляется набор данных (датасет), в котором указаны результаты выполнения заданий (лабораторных работ, практических заданий, тестов и т. д.) по каждому из тегов. Необходимо определить один или несколько тегов, по которым следует выдать задание тому или иному обучающемуся. Несмотря на очевидность подобного решения, простоту анализа данных, широкий набор алгоритмов машинного обучения, способных решать задачи классификации (для поиска закономерностей в выборе тегов), данный подход имеет существенный недостаток: преподавателю необходимо выбрать тег/теги, опираясь на данные только одной работы без учета предыдущих результатов обучающегося.

При экспертной оценке на выбор тегов преподавателем может оказывать влияние, в

частности, различающаяся важность рассматриваемых тегов, их взаимосвязь, наличие прогресса или регресса в процессе формирования соответствующих знаний, количество, глубина ретроспективы, в рамках которой следует анализировать данные и др. Поэтому необходимо более универсальное представление данных для корректной кластеризации ЦД преподавателей. Отдельно стоит отметить, что для разных направлений подготовки обучающихся (также, как и для соответствующего года обучения), могут быть выбраны разные теги при прочих равных показателях. Этот факт следует учитывать как при формировании датасета, так и при проведении кластеризации ЦД преподавателей.

В качестве решения предлагается проводить кластеризацию цифровых двойников не по выбранным тегам одной работы, а на основе комплексной оценки полученных результатов. В этом случае необходимо определить формат представления данных, параметры, которые будут учитываться

при экспертной оценке. При этом преподавателю может быть доступна информация по глубине поиска (количеству работ и временным интервалам), типу работ, тегам, по которым у обучающегося наблюдаются трудности или, наоборот, сложности отсутствуют, наличие или отсутствие динамики в освоении материала и формировании умений и др.

В качестве преимуществ данного способа можно выделить: гибкость настройки формата отображения данных, включая различные формы визуализации, возможность использования разных форматов данных для формирования ЦД преподавателя, единый датасет, на основе которого формируются данные для отображения.

Алгоритм определения набора тегов на основе анализа цифрового следа обучающегося. Последовательность действий при формировании набора тегов с использованием профиля цифрового двойника преподавателя представлена на Рисунке 1.

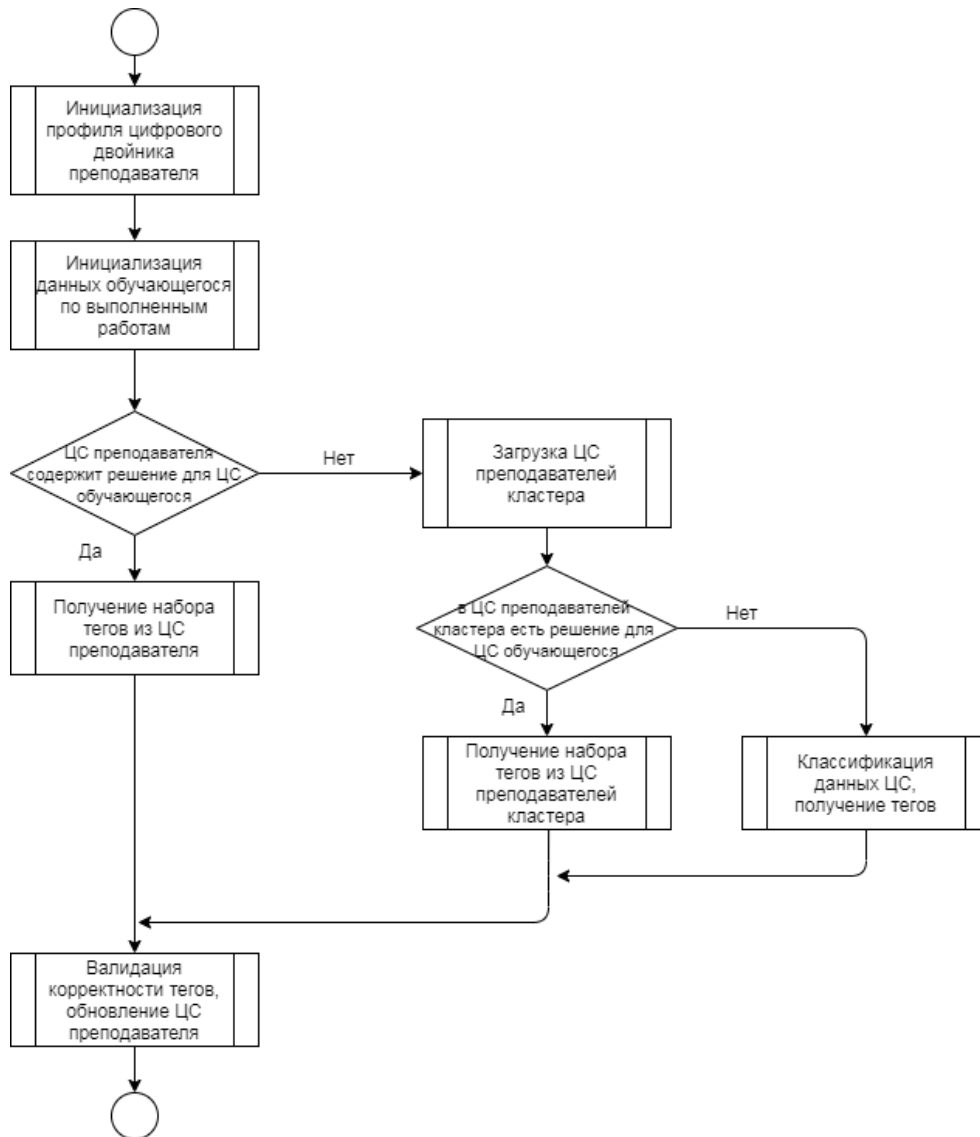


Рисунок 1 – Схема формирования набора тегов на основе цифрового двойника преподавателя

На этапе инициализации профиля ЦД преподавателя происходит определение соответствующего кластера на основе ранее сформированного датасета. Так как преподаватель имеет возможность использовать один из нескольких форматов представления данных (пресетов) для формирования своего цифрового следа, ему необходимо указать тот формат, по которому нужно будет инициализировать соответствующий кластер преподавателей, имеющих схожие подходы в оценивании работ и определении наиболее актуальных тегов.

Далее происходит инициализация данных по конкретному обучающемуся, которому необходимо выдать индивидуальное задание. На этом этапе анализируются резуль-

таты предыдущего выполнения работ, производится автоматическое приведение данных обучающегося к формату данных, который использовался при кластеризации.

На следующем этапе осуществляется проверка наличия в цифровом следе преподавателя решения, соответствующего цифровому следу обучающегося. Если ранее преподаватель на аналогичных данных уже давал рекомендацию по выбору набора тегов, то эта же рекомендация будет выдана и в рассматриваемом случае.

Очевидно, что случаев полного соответствия цифрового следа обучающегося и ранее выданных рекомендаций преподавателя будет меньше, чем случаев, когда в цифровом следе преподавателя отсутствуют однознач-

ные рекомендации для представленных данных. В этом случае происходит загрузка цифровых следов преподавателей из соответствующего кластера.

Далее возможны следующие варианты:

– если в совокупности цифровых следов преподавателя кластера присутствует набор данных, соответствующий цифровому следу обучающегося, то формируется требуемый набор тегов;

– в случае отсутствия совпадений данных цифровых следов обучающегося и преподавателей кластера осуществляется классификация данных ЦС преподавателей кластера на основе данных размеченного датасета.

В результате классификации также формируется список из одного или нескольких тегов.

На заключительном этапе рассматриваемых шагов по формированию списка тегов для обучающегося происходит валидация полученных значений.

Валидация. В представленном решении преподавателю предлагается оценить, насколько корректно система формирует набор тегов на основе полученного ранее цифрового следа обучающегося. В случае, если преподаватель согласен с предложенным решением, происходит переход к формированию индивидуального задания обучающемуся, чей цифровой след анализировался. В противном случае преподавателю предлагается самостоятельно сформировать набор тегов для рассматриваемого случая, а его решение фиксируется в датасете цифрового следа преподавателя.

Отдельно стоит отметить, что датасет

цифрового следа преподавателя также дополняется данными, полученными в результате классификации датасета цифрового следа обучающегося, если преподаватель согласен с решением, полученным в результате классификации.

Таким образом происходит формирование датасета результатов классификации по исходным данным для конкретного преподавателя (в том числе для дальнейшего переобучения классификатора), а также формируются метрики для оценки достоверности и корректности рекомендаций, данных системой.

Выводы. Цифровой двойник преподавателя в рассматриваемом контексте представляет собой модель, построенную на цифровом следе преподавателя – датасете, содержащем агрегированные статистические данные выполнения работ обучающимися и теги, по которым необходимо сформировать следующие задания. Представленный универсальный подход представления данных для задачи кластеризации позволяет применять полученные результаты к учебным работам различного вида.

Описанный подход использования профиля цифрового двойника преподавателя позволяет оптимизировать процесс принятия решений по определению индивидуальных заданий для обучающегося на основе его предыдущего опыта.

Представленный подход способен снизить трудозатраты преподавательского состава на создание большого объема учебного контента, определение тем и разделов, задания по которым будут наиболее актуальными для конкретного обучающегося.

Список источников

1. Сазонов Б.А. Организация образовательного процесса: возможности индивидуализации обучения // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 6. С. 35–50. doi: 10.31992/0869-3617-2019-29-6-35-50.
2. Уланова Т.В. Влияние доминирующей перцептивной модальности личности на уровень кратковременной и долговременной памяти / Т.В. Уланова, Д.А. Зиняков, Н.С. Русейкин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2018. № 3 (47). С. 77–83. doi: 10.21685/2072-3032-2018-3-9.

References

1. Sazonov B.A. Organization of the Educational Process: Opportunities for Individualization of Training. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2020. Vol. 29. No. 6. pp. 35–50. (in Russ.). doi: 10.31992/0869-3617-2019-29-6-35-50.
2. Ulanova T.V., Zinyakov D.A., Ruseykin N.S. Influence of the Dominant Perceptitive Modality of the Personality on the Level of Short-term and Long-term Memory. *Isvestiya vysshich uchebnich savedeniy. Povolzhskiy region. Medicinskie nauki*. 2018. No. 3 (47). pp. 77–83. (in Russ.). doi: 10.21685/2072-3032-2018-3-9.

3. Горлушкина Н.Н., Григорьева Е.И., Пузырев Д.А., Клишин Н.Д., Поляков С.К. Онлайн тренажер для обучения слепой десятипальцевой печати // Экономика. Право. Инновации. 2020. № 2. С. 62–67.
4. Ржеуцкая С.Ю., Харина М.В. Способ автоматического подбора учебно-тренировочных заданий в информационной среде обучения студентов ИТ-направлений. Открытое образование. 2020. № 24 (2). С. 17–28. doi:10.21686/1818-4243-2020-2-17-28
5. Насыров Н.Ф., Кобец Е.А., Горлушкина Н.Н. Автоматизированная генерация учебных подзадач на основе методики тегов и критериев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 03. С. 102–107.
6. Ananda Chakraborti, Arttu Heininen, Kari T. Koskinen, Ville Lämsä, Digital Twin: Multi-dimensional Model Reduction Method for Performance Optimization of the Virtual Entity // Procedia CIRP. 2020. Т. 93. С. 240–245. (in Eng.). doi: 10.1016/j.procir.2020.04.050.
3. Gorlushkina N.N., Grigoreva E.I., Puzyrev D.A., Klishin N.D., Polyakow S.K. Online Training Simulator for Learning Touch Typing. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2020. No. 2. pp. 62–67. (in Russ.).
4. Rzhetskaya S.U., Kharina M.V. A Method for the Automatic Selection of Training Tasks in Learning Environment for IT Students. *Open Education*. 2020. No. 24 (2). pp. 17–28. (in Russ.). doi:10.21686/1818-4243-2020-2-17-28
5. Nasyrov N.F., Kobets E.A., Gorlushkina N.N. Automated Generation of Training Subtasks Based on Tags Method and Criteria. *Sovremennaya nauka: aktualniye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvenniye i technicheskie nauki*. 2020. No.03. pp. 102–107. (in Russ.).
6. Ananda Chakraborti, Arttu Heininen, Kari T. Koskinen, Ville Lämsä, Digital Twin: Multi-dimensional Model Reduction Method for Performance Optimization of the Virtual Entity. *Procedia CIRP*. 2020. Vol. 93. pp. 240–245. doi: 10.1016/j.procir.2020.04.050.