

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДЕФИЦИТОВ УЧИТЕЛЕЙ

Д. А. Минуллин, Л. Э. Хайруллина, Ф. М. Гафаров

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Аннотация. В данной работе был проведен анализ профессиональных дефицитов учителей Республики Татарстан с помощью нейронных сетей. Нейросетевой анализ позволяет выявить тренды и паттерны в профессиональных дефицитах учителей, определить эффективные методы и программы повышения квалификации и предоставить персонализированные рекомендации для каждого учителя. Для интерпретации выводов использовались методы Integrated Gradients, SHAP и DeepLift, которые позволяют определять наиболее важные факторы.

Ключевые слова: объяснимый ИИ, нейронные сети, интеллектуальный анализ образовательных данных, Integrated Gradients, SHAP, DeepLift

NEURAL NETWORK APPROACH TO THE ANALYSIS OF TEACHERS' PROFESSIONAL DEFICITS

D. A. Minullin, L. E. Khairullina, F. M. Gafarov

Kazan Federal University, Kazan

Abstract. This work analyzed the professional deficits of teachers in the Republic of Tatarstan using neural networks. Neural network analysis allows for the identification of trends and patterns in professional deficits among teachers, the determination of effective methods and training programs, and the provision of personalized recommendations for each teacher. Integrated Gradients, SHAP, and DeepLift methods were used to interpret the results and identify the most important factors.

Key words: explainable AI, neural networks, educational data mining, Integrated Gradients, SHAP, DeepLift

Современные тенденции в образовании, такие как внедрение цифровых технологий, переход к индивидуализированному обучению, повышение требований к качеству образовательных услуг и др., требуют от учителей высокого уровня профессиональной компетентности и гибкости в адаптации к новым условиям. В связи с этим учителя начинают испытывать затруднения при решении текущих профессиональных задач. Такие, осознанные или неосознанные, ограничения в профессиональной компетентности, препятствующие качественной реализации трудовых действий, относят к профессиональным дефицитам [5]. Выявление и дальнейшее устранение профессиональных дефицитов является важной социально-экономической задачей, без решения которой невозможно повышение качества образования.

Данные. В качестве аналитической базы были использованы данные об учителях и школах, собранные в государственной информационной системе "Электронное образование в Республике Татарстан" и результаты диагностики профессиональных компетенций учителей, которая проводилась в 2021-2022 гг. Результаты тестирования были сгруппированы по целевым блокам в соответствии с трудовыми функциями профессионального стандарта «Педагог»: нормативно-правовой, предметный, методический и психолого-педагогический блоки.

Методы. Для статистического и интеллектуального анализа образовательных данных

мы использовали разработанный ранее [4] вычислительный кластер на базе библиотеки Dask, предназначенный для работы с большими исходными данными.

В рамках исследования была разработана аналитическая система, основанная на нескольких моделях нейросетей - классификационных и регрессионных. Нейронные сети обучались прогнозировать профессиональные дефициты учителей. Для обучения классификационных моделей использовались сбалансированные наборы данных, в которых целевые значения для каждого учителя были отмечены как 1 для тех, у кого балл за тест оказался больше среднего значения по группе, или 0 в противном случае. На вход моделям подавались параметры учителя: категория учителя, общий стаж, педагогический стаж, стаж на должности, пол, возраст, специальность учителя, образование, предмет (one-hot encoding) и параметры школы: возраст школы, максимальное количество учеников в школе, сменность школы, тип школы, расположение школы (городская, сельская местность).

Для классификационных моделей мы использовали простые трёхслойные нейронные сети с прямой связью. Функция активации между первыми двумя слоями представляет собой линейную функцию выпрямления, а сигмоидальная форма используется для классификации в выходном слое. Для регрессионных моделей были использованы четырехслойные нейронные сети с прямой связью. Функция активации между скрытыми слоями представляет собой линейную функцию выпрямления с «утечкой», которая помогает избежать зануление параметров.

Для объяснения предсказаний моделей глубокого обучения были использованы методы интерпретации Integrated Gradients, SHAP и DeepLift [1–3]. Они позволяют понять, какие признаки были наиболее важны для принятия решения моделью. Совместное использование различных методов интерпретации выводов нейронных сетей позволяет избежать недостатков отдельных методов и получить более полное и точное понимание работы нейронных сетей. Это связано с тем, что каждый метод интерпретации имеет свои сильные и слабые стороны, и использование только одного метода может привести к неполной или неточной интерпретации результатов.

Результаты. С помощью построенных моделей был осуществлен прогноз следующих показателей: общий балл за тест, баллы за вопросы тестирования в нормативно-правовом, предметном, методическом и психолого-педагогическом блоках. Для каждого показателя была обучена своя модель. Точность обучения моделей на показателе «Общий балл за тест» достигает 95 %, в то время как на остальных показателях находится в диапазоне 55–65 %.

Из полученных результатов можно заметить (рис. 1), что в случае классификационных моделей для каждого показателя положительное влияние имеют следующие параметры - категория учителя и его специальность, в то время как возраст учителя, сменность школы и её расположение всегда имеют негативное влияние. Остальные параметры плавающие.

Практически аналогичную ситуацию можно наблюдать для регрессионного анализа. Дополнительно к категории и специальности учителя положительное влияние приобретает его пол, максимальное количество учеников в школе и расположение школы.

Заключение. В данной работе была построена аналитическая система позволяющая анализировать дефицитарный уровень учителей Республики Татарстан и выявлять факторы, влияющие на него. Нейросетевой анализ может быть полезным инструментом для генерации рекомендаций по устранению профессиональных дефицитов. Полученные в работе результаты имеют практическую значимость и могут стать основой для подготовки персонализированных программ повышения квалификации.

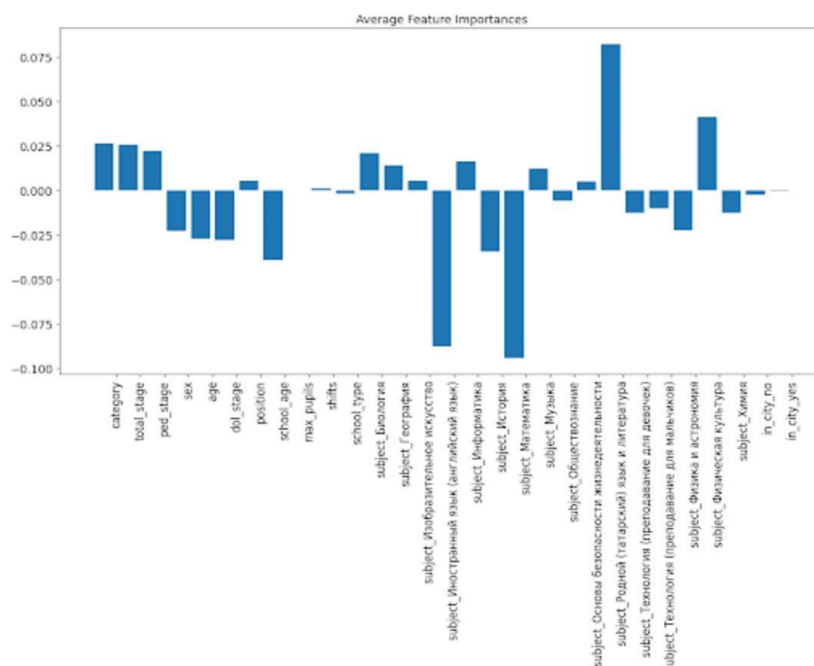


Рисунок 1 – Среднее значение вклада каждой функции для метода Integrated Gradients

Библиографический список

1. Sundararajan, M. Axiomatic Attribution for Deep Networks / M. Sundararajan, A. Taly, Q. Yan // CoRR. – 2017. – DOI: abs/1703.01365.
2. Lundberg, S. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions / S. Lundberg, Su-In Lee // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Т. 30. – P. 4768–4777.
3. Shrikumar, A. Learning Important Features Through Propagating Activation Differences / A. Shrikumar, P. Greenside, A. Kundaje // CoRR. – 2017. – DOI: abs/1704.02685.
4. Gafarov, F. M. Dask-based efficient clustering of educational texts / F.M. Gafarov, D.A. Minullin, V.R. Gafarova // CEUR Workshop Proceedings. – 2021. – Т. 3036. – P. 362–376.
5. Потёмкина, Т. В. Проблемы выявления профессиональных дефицитов учителей при проектировании программ повышения качества образования [Электрон. ресурс] / Т. В. Потёмкина // Источник. – 2018. – № 1. – С. 6–9. – Режим доступа: <https://istochnik.viro.edu.ru/wp-content/uploads/2022/06/Источник12018.pdf>.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 19-29-14082.

Информация об авторах

Минуллин Дмитрий Артурович – аспирант 2-го года обучения, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». E-mail: minullin.dima@mail.ru.

Хайруллина Лилия Эмитовна – канд. физ.-мат. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». E-mail: liliya-v1@yandex.ru.

Гафаров Фаиль Мубаракевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». E-mail: fgafarov@yandex.ru.