

# Диагностика креативности: нейронные сети для анализа графических решений в компьютерном тестировании

И. Л. Угланова<sup>1</sup>, Е. С. Гельвер<sup>2</sup>, С. В. Тарасов<sup>3</sup>, Д. А. Грачева<sup>4</sup>

В докладе исследуются возможности использования нейронных сетей для диагностики креативности. Использование психометрических методов вместе с методами машинного обучения позволило оценить выраженность креативности у 1831 ученика четвертого класса через анализ графических решений, созданных в компьютерной среде. Также на основе применения обученной модели нейронной сети изучается, какой эффект на результаты диагностики креативности оказывают особенности инструкции задания (инструкции, побуждающие и непобуждающие к креативному поведению).

**Ключевые слова:** измерение креативности, нейронные сети, психометрика, анализ изображений.

## 1. Введение

Креативность признается важным навыком для достижения успеха в двадцать первом веке [3]. Традиционно диагностика креативности включает графическое решение задачи, по которому делается вывод о выраженности креативности по заранее установленным критериям. Развитие технологий и современных подходов к тестированию создает возможности для более точной диагностики креативности [4].

---

<sup>1</sup> Угланова Ирина Львовна — научный сотрудник Центра психометрики и измерений в образовании, НИУ «Высшая школа экономики», e-mail: iuglanova@hse.ru

Uglanova Irina Lvovna — research associate, Higher School of Economics, Centre for Psychometrics and Measurement in Education.

<sup>2</sup> Гельвер Евгений Сергеевич — аналитик, Институт образования, НИУ «Высшая школа экономики», e-mail: evgelver@gmail.com

Gelver Yevgeny Sergeevich — analyst, Institute of Education, Higher School of Economics.

<sup>3</sup> Тарасов Сергей Владимирович — стажер-исследователь Центра психометрики и измерений в образовании, НИУ «Высшая школа экономики», e-mail: svtarasov@hse.ru

Tarasov Sergey Vladimirovich — trainee researcher, Higher School of Economics, Centre for Psychometrics and Measurement in Education.

<sup>4</sup> Грачева Дарья Александровна — стажер-исследователь Центра психометрики и измерений в образовании, НИУ «Высшая школа экономики», e-mail: dgracheva@hse.ru

Gracheva Daria Aleksandrovna — trainee researcher, Higher School of Economics, Centre for Psychometrics and Measurement in Education.

В этой работе мы рассматриваем применение методов машинного обучения и нейронных сетей для анализа графических решений для оценки креативности среди учащихся 4 класса. Исследование проводится на примере задания «Монстр» инструмента «4К», разработанного сотрудниками Центра психометрики и измерений в образовании (Лаборатория измерения новых конструкторов и дизайна тестов) Института образования НИУ ВШЭ. Среднее время выполнения задания составляет 10 минут.

В задании «Монстр» тестируемого просят создать несколько монстров в интерактивной компьютерной системе, используя набор элементов (Рис.1). Созданные монстры (графические решения задачи) оцениваются по двум составляющим креативности, согласно концептуальной рамке инструмента, — это оригинальность идеи и детальность проработки идеи [2]. Компьютерное тестирование позволяет автоматически зафиксировать решение тестируемого: количество используемых элементов и их расположение.

В первой части задания участники тестирования видят инструкцию, где их просят создать трех «необычных и удивительных» монстров. Также в процессе выполнения задания на экране присутствует референсный (некреативный) монстр, который напоминает тестируемому о сути задачи: «Я уверен, что по сравнению со мной это будет действительно удивительный монстр». Согласно предыдущим исследованиям, такие инструкции, побуждающие учащихся к проявлению необходимых навыков (креативности) необходимы для повышения качества диагностики [5].

Во второй части задания тестируемых просят построить еще двух монстров без указания на то, что они должны быть необычны. Вместо этого новые монстры должны содержать определенные элементы, отвечающие новой цели. Исследование различий между изображениями монстров, созданными при наличии и отсутствии инструкции, побуждающий к креативному решению, является важным вкладом в валидизацию диагностик креативности в компьютерной форме. В качестве метода исследования мы используем двухэтапный подход к оценке креативности [1].

На первом этапе с помощью методологии латентного классового анализа (Latent Class Analysis, LCA) производится классификация графических решений по уровню выраженности навыков креативности на основе данных тестирования (индикаторов). Примером индикатора является количество элементов в монстре (для детальности), отсутствие симметричности в расположении конечностей (для оригинальности). Результаты LCA являются разметкой для дальнейшего анализа изображений. Следующий этап — обучение алгоритма машинного обучения на размеченных данных. Для данного исследования в качестве алгоритма была выбрана сверточная нейронная сеть (Convolutional neural network, CNN).



Рис. 1. Интерфейс рабочей области построения монстра в задании «Монстр»

В исследовании осенью 2021 года принимали участие 1831 учащихся четвертых классов. Каждый тестируемый создавал по пять монстров, три из них с инструкцией, побуждающей креативное решение. Именно на этих монстрах обучалась нейронная сеть. После удаления профилей с пропущенными значениями по всем индикаторам количество изображений для обучения составило 5301. После чего обученная нейронная сеть применялась для оценки креативности двух монстров, выполненных с другой инструкцией. Полученные результаты позволяют сделать вывод об эффекте прямой инструкции на диагностику креативности среди младших школьников.

Принимая во внимания результаты предыдущих исследований, мы ожидаем, что созданные тестируемыми графические решения при отсутствии побуждения к проявлению креативного поведения окажутся менее оригинальными и детальными, то есть будут маркированы нейронной сетью как некреативные. Применение двухэтапного метода для оценки креативности и в целом методов машинного обучения и нейронных сетей для диагностики креативности является перспективной областью исследования с перспективой генерализации результатов на другие измерительные инструменты в компьютерной форме.

## Список литературы

- [1] Угланова И.Л., Гельвер Е.С., Тарасов С.В., Грачева Д.А., Вырва Е.Е., “Оценивание креативности на основе анализа изображений с помощью нейронных сетей”, *Искусственный интеллект и принятие решений*, **1** (2021), 86–97.
- [2] Угланова И.Л., Орел Е.А., Брун И.В., “Измерение креативности и критического мышления в начальной школе”, *Психологический журнал*, **41:6** (2020).
- [3] Griffin P., Care E., “Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach”, *Springer*, 2014.
- [4] Shao Z., Yancong L., Wang X., Zhao X., Guo Y., “Research on a New Automatic Generation Algorithm of Concept Map Based on Text Clustering and Association Rules Mining”, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, **11** (2020), 479–490.
- [5] Ward T.B., “Structured Imagination: The Role of Category Structure in Exemplar Generation”, *Cognitive Psychology*, **27:1** (1994), 1–40.

### **Assessing creativity: using neural networks for analysis of graphical solutions in computer testing**

**Uglanova I.L., Gelver E.S., Tarasov S.V., Gracheva D.A.**

The report explores the possibilities of using neural networks for creativity assessment. The use of both psychometric and machine learning methods allowed us to assess students' creativity skills (the sample is 1831 4-graders) through graphical solutions created in a computer environment. Also, based on a trained neural network model, the influence of instruction in creativity tasks on the results of creativity diagnostics is evaluated.

*Keywords:* creativity assessment, neural networks, image analysis, psychometrics.

## References

- [1] Uglanova I., Gelver E., Tarasov S., Gracheva D., Vyrva E., “Assessing Creativity Using Image Analysis with Neural Networks”, *Iskusstvennyy intellekt i prinyatiye resheniy*, **1** (2021), 86–97 (In Russian).
- [2] Uglanova I., Orel E., Brun I., “Measuring creativity and critical thinking in primary school”, *Psikhologicheskii zhurnal*, **41:6** (2020) (In Russian).
- [3] Griffin P., Care E., “Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach”, *Springer*, 2014.
- [4] Shao Z., Yancong L., Wang X., Zhao X., Guo Y., “Research on a New Automatic Generation Algorithm of Concept Map Based on Text Clustering and Association Rules Mining”, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, **11** (2020), 479–490.
- [5] Ward T.B., “Structured Imagination: The Role of Category Structure in Exemplar Generation”, *Cognitive Psychology*, **27:1** (1994), 1–40.