

УДК 612.8

DOI: 10.34670/AR.2023.50.86.004

Методика применения алгоритмов машинного обучения для развития мелкой моторики у детей дошкольного возраста

Васильева Татьяна Владимировна

Детский сад комбинированного вида № 134,
681022, Российская Федерация, Комсомольск-на-Амуре, ул.Пермская, 5;
e-mail: t9098991712@gmail.com

Васильев Александр Владимирович

Комсомольский-на-Амуре государственный университет,
681013, Российская Федерация, Комсомольск-на-Амуре, просп. Ленина, 27;
e-mail: astrgan@gmail.com

Васильев Гордей Владимирович

Комсомольский-на-Амуре государственный университет,
681013, Российская Федерация, Комсомольск-на-Амуре, просп. Ленина, 27;
e-mail: gordeyvasilev@gmail.com

Авторы благодарят за помощь проведения исследований сотрудников из детского сада № 134.

Аннотация

Статья посвящена исследованию педагогического потенциала инновационных методов развития мелкой моторики детей дошкольного возраста. Авторами обосновывается актуальность и значимость темы исследования. Дается краткое обоснование роли и психолого-педагогической значимости развития мелкой моторики детей дошкольного возраста. Постулируется, что в настоящее время накоплен достаточно широкий фундамент методов и методик, способствующих развитию мелкой моторики. Авторами разработано новое современное программное обеспечение, которое состоит из web-приложения с графическим интерфейсом и серверной части для сбора данных. Подготовлено программное обеспечение, которое применяет алгоритмы машинного обучения для анализа полученных данных. Использование web-приложения с графическим интерфейсом показало повышение эффективности развития мелкой моторики детей.

Для цитирования в научных исследованиях

Васильева Т.В., Васильев А.В., Васильев Г.В. Методика применения алгоритмов машинного обучения для развития мелкой моторики у детей дошкольного возраста // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2023. Т. 12. № 1А. С. 32-41. DOI: 10.34670/AR.2023.50.86.004

Ключевые слова

Мелкая моторика, дошкольный возраст, инновационные методы, машинное обучение, педагогический потенциал, кластеризация, K-Means.

Введение

В современном мире немаловажное значение приобретает всестороннее развитие и воспитание интеллектуальной, творческой активности ребенка. Выработка и формирование у него этих навыков нужно начинать с дошкольного возраста, потому как это период быстрого, активного эмоционального, умственного и нравственного развития, период возникновения у ребенка важнейших умений для дальнейшей жизни. Это отмечено в трудах О.В. Волкова, О.В. Котлованова, Е.В. Малинина, С.Р. Прищепа. В определенной мере это обуславливается, во-первых, количеством, во-вторых, скоростью формирования нейронных связей в коре головного мозга. Их уровень, в свою очередь, определяется, как очень точно указывают В.М. Акименко, К.Ю. Барбазюк, «натренированностью» мозга на координацию работы нервной, мышечной, костной и зрительной систем [Акименко, Барбазюк, 2020, 10]. Комплекс координационной деятельности данных систем и есть «моторика». Моторика подразделяется на крупную и мелкую: первая формируется на более ранних этапах онтогенеза ребенка и не требует высокого уровня координации работы систем органов, тогда как вторая – в процессе индивидуального развития.

Следует согласиться с мнением Е.М. Турунтаевой, что мелкая моторика является центральным звеном в развитии и обучении детей [Турунтаева, www]. С нашей точки зрения, ее следует рассматривать как совокупность реакций, умений и навыков выполнения сложных последовательных скоординированных манипуляций – двигательных действий кисти и пальцев. К такого рода манипуляциям можно отнести движения – от примитивных жестов (захват объектов) до самых тонких (почерк, работа с мелкими предметами). Как отмечают В.И. Сиваков и соавторы, мелкая моторика развивается в соответствии с нормами возраста, начиная с раннего возраста на базе общей моторики. Вначале ребенок учится брать предмет, далее появляются навыки овладения переключивания из руки в руку, к двум-трем годам он уже умеет рисовать, при этом правильно держать карандаш или кисть, равно как и другие предметы (ложку и прочее) [Сивако, Сиваков, Сиваков, 2016]. Безусловно, «естественность» процесса отнюдь не означает то, что данную способность не следует развивать, тем более что в дошкольном и младшем школьном возрасте моторные навыки становятся более разнообразными и сложными, увеличивается спектр действий, требующих согласованных действий обеих рук.

Более того, в современной научно-исследовательской литературе обнаруживаются доказательства взаимосвязи мелкой моторики ребенка с его когнитивными функциями. Это доказано результатами опытно-экспериментальной работы современных авторов: М. де Агостини, Т.В. Бахтияровой, Г. Деллатолас, Ф. Курт, П. Мартгос, М. Пельнер-Вильгер, А.А. Померанцева, С.П. Суггате, Д.А. Травкова, А.Е. Шумской и других. В своих работах они показывают, что у детей с высоким уровнем мелкой моторики рук хорошо развиты память, речь, логика, концентрация внимания, образное мышление и иные психологические процессы [Померанцев, 2022, 22-26].

В монографиях и статьях И.М. Аскарина, А.И. Баркана, Л.А. Венгера, Л.С. Выготского, М.М. Кольцова и др. представлены множественные исследования, которые проводят корреляционную параллель между мелкой моторикой, умственным и интеллектуальным развитием. Как указывал В.В. Сухомлинский, «ум ребенка находится на кончиках его пальцев», и с этим сложно не согласиться.

В свое время в своих работах М. Монтессори отмечено, что «через развивающие мелкую моторику упражнения дошкольник учится следить за собой и своими вещами, учиться

правильно застегивать пуговицы, пришить их, шнуровать ботинки» [Бурангазиева, www]. Иными словами, помимо всего вышесказанного, мелкая моторика связана также и с развитием самостоятельности ребенка, соответственно, как указывает Р.С. Гашимова, «развитие соответствующих функций, координации движений, концентрации внимания, умения довести конкретную работу до конца, получить удовольствие от сделанного очень важно и для формирования личности человека в целом» [Гашимова, 2021, 52].

Из вышесказанного следует, что формирование мелкой моторики оказывается одной из основных задач дошкольного воспитания детей, чем и обусловлена актуальность данной темы.

Основные результаты

В современном мире информационные технологии бурно развиваются и помогают в различных сферах деятельности. Исходя из этого, авторы применили современные электронные технологии для разработки нового программного обеспечения: применение алгоритмов машинного обучения [Naurzybayev, 2022; Fuentes-cortés, Flores-tlacuahuc, Nigam, 2022; Krutikov, 2022; Khan, Luo, Wu, 2022].

Важным этапом является сбор данных [Васильев, Бердоносков, 2022; Васильев, Бердоносков, 2021; Васильев, Васильевб 2022; Тимофеев, Бердоносков, 2022]. Для обработки статистических данных программного обеспечения использованы алгоритмы кластеризации.

Первый шаг – сбор данных о мелкой моторике ребенка. Это можно сделать с помощью сенсорного экрана планшета или при помощи компьютерной мыши, которые отслеживают движения рук ребенка в режиме реального времени. Затем данные необходимо предварительно обработать, что потребует очистки и организации данных, чтобы их можно было использовать для обучения модели машинного обучения.

Следующий шаг – выбор модели машинного обучения, подходящей для задачи. Это может быть, например, дерево решений, случайный лес, нейронная сеть или кластеризация K-средних. Затем модель будет обучена с использованием предварительно обработанных данных.

Кластеризация K-средних – это метод векторного квантования, первоначально основанный на обработке сигналов, которые направлены на разделение n наблюдений на k кластеров. Каждое наблюдение принадлежит кластеру с ближайшим средним значением, выступающим в качестве прототипа кластера. K-Means – это алгоритм кластеризации на основе центроида, в котором мы вычисляем расстояние между каждой точкой данных и центроидом, чтобы отнести его к кластеру. Цель состоит в том, чтобы определить количество K групп в наборе данных. Наборы данных могут содержать миллионы записей, и не все алгоритмы эффективно масштабируются. K-Means – один из самых популярных алгоритмов, а также эффективный в плане масштабирования, поскольку имеет сложность $O(n)$.

Исходя из этого, нами разработано приложение Web GUI (Graphical User Interface) (рис. 1).

Технологии, такие как интерактивные приложения и программы, могут помочь детям развить мелкую моторику в веселой и интерактивной форме. Машинное обучение (МО) также можно использовать для персонализации обучения детей в зависимости от их индивидуальных потребностей и способностей. Данное приложение использует машинное обучение для отслеживания прогресса ребенка и соответствующей корректировки уровня сложности мелкой моторики. Это может быть отличным способом увлечь детей и мотивировать их продолжать развивать мелкую моторику.

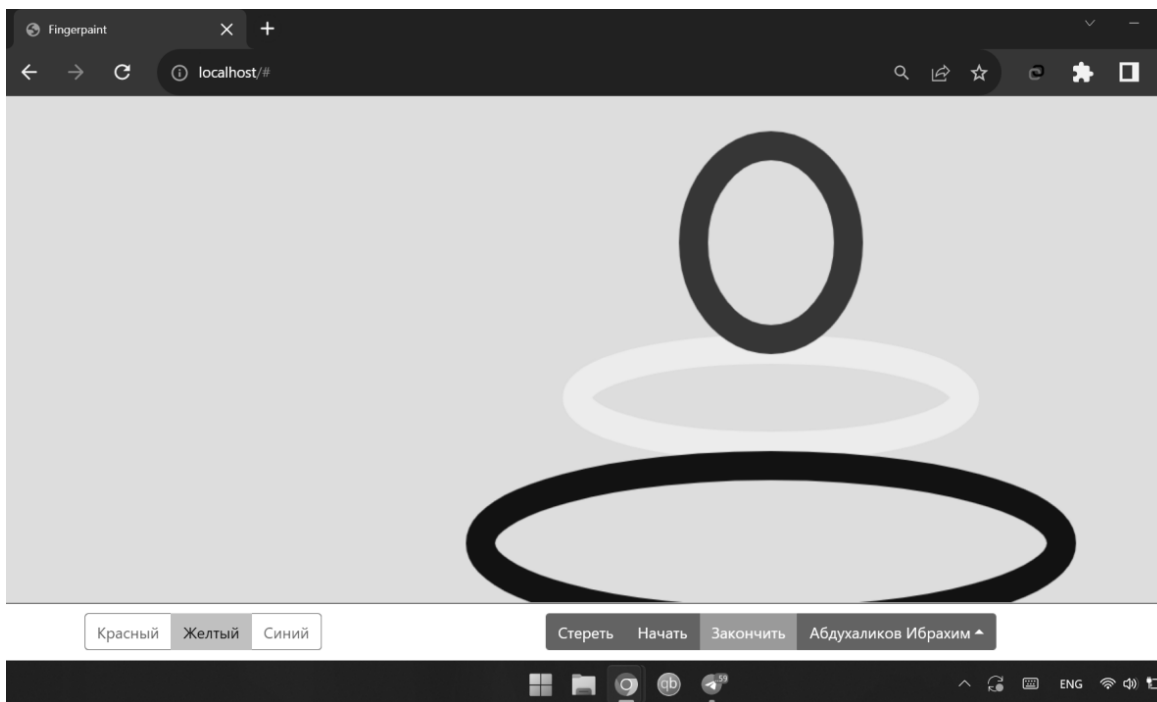


Рисунок 1 - Web приложение «Пирамидка»

Тестирование по определению сформированности мелкой моторики с использованием данного электронного приложения выполнялось по авторскому методу. Воспитатель дает планшет с запущенным web-приложением ребенку. На экране планшета появляется рисунок и задание к нему, которое ему нужно выполнить. В данном случае задача дошкольника состоит в том, чтобы закрасить пирамидку соответствующими цветами. По завершении процесса выполнения задания ребенком серверная часть web-приложения формирует все полученные данные в процессе закрашивания пирамидки в формате файла Excel. А именно следующие данные: *created* – временная отметка; *name* – имя тестируемого; *drawing* – статус активности курсора; *clientX* – значения курсора по абсциссе; *clientY* – значения по ординате; *movementXP* – перемещение курсора по абсциссе; *movementYP* – перемещение курсора по ординате; *speedP* – скорость курсора; *maxSpeedP* – максимальная скорость курсора; *acceleration* – ускорение курсора.

Помимо этого, программное обеспечение сохраняет видеофиксацию процесса закрашивания пирамидки ребенком. Это необходимо для определения того, что пирамидку закрашивает именно ребенок, а не воспитатель. Иначе анализ полученных данных будет несправедлив.

Правильность выполнения задания определялось с помощью нейронной сети, оценивающей видеозапись с камеры. Если задание неправильно выполнялось, то есть пирамидка была совершенно не закрашена, данное web-приложение предлагало повторить операцию. На рисунках 2-3 представлены полученные файлы, которые формирует программное обеспечение.

Следующим этапом алгоритм проводит бинаризацию полученного изображения в ходе закрашивания пирамидки ребенком в web-приложении. И далее выделяет разницу между эталоном изображением и изображением, полученным от ребенка (рис. 3).

Следовательно, нами реализовано новое современное программное обеспечение для проведения анализа данных, полученных с web-приложения. Для написания программного

обеспечения использовали среду разработки MATLAB. Программное обеспечение выполняет кластеризацию по полученным данным. Для решения данной задачи выбран метод K-Means.

В итоге алгоритм распределил детей по следующим кластерам:

- в первый кластер попал только ребенок № 6;
- во второй кластер попали следующие номера: 1; 3; 5; 7;
- во третий кластер попали следующие номера: 2; 4.

После выполнения кластеризации программное обеспечение выявило три группы. Далее воспитатель анализирует верность результатов и делает соответствующие выводы.

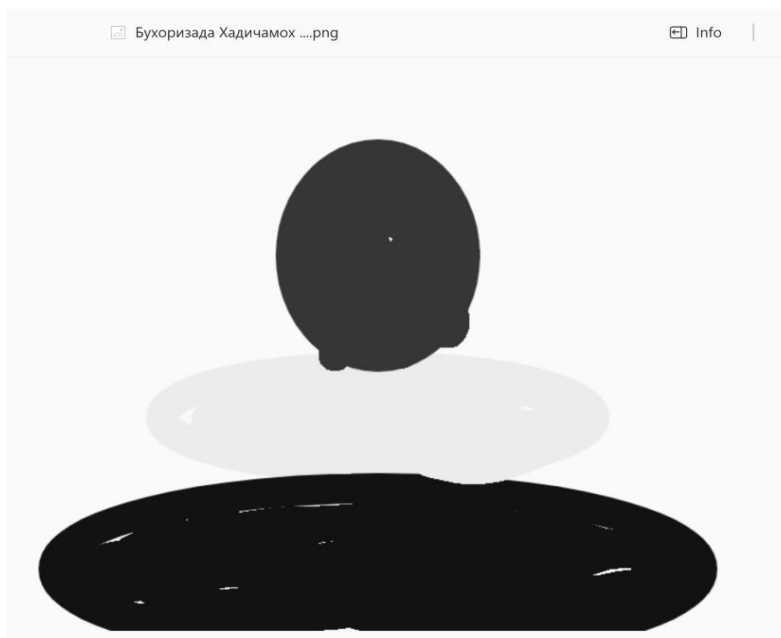


Рисунок 2 - Результат закрашивания

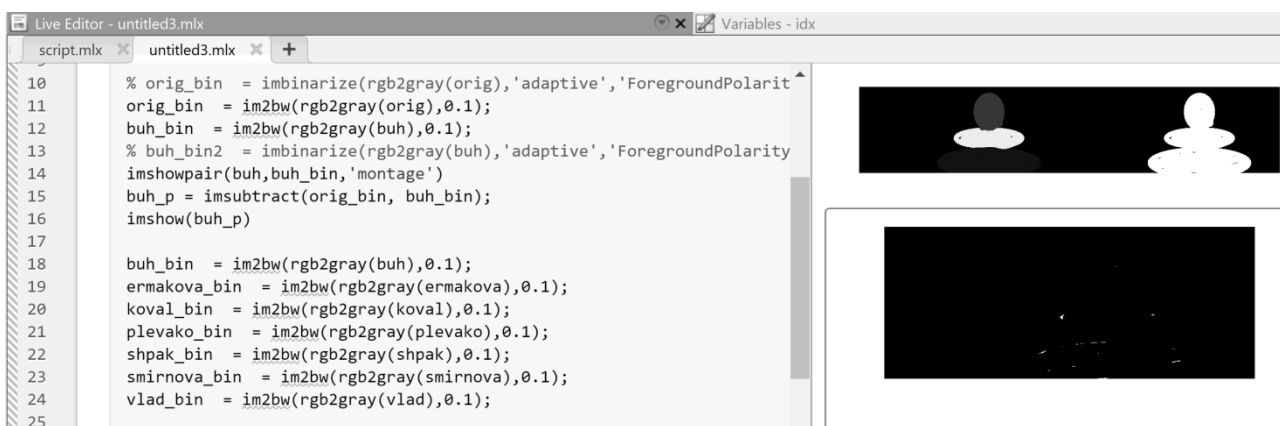


Рисунок 3 - Обработка изображения

Обсуждение

Классические методы развития мелкой моторики у детей дошкольного возраста используются уже много лет и включают игровую деятельность, художественную деятельность, лечебную физкультуру. Игровые занятия, такие как сборка кубиков и пазлы, – это естественный

и приятный способ для детей учиться и развивать новые навыки. Эти упражнения помогают развивать зрительно-моторную координацию, ловкость и мелкую моторику. Художественные занятия, такие как рисование и раскрашивание, также помогают детям развивать мелкую моторику. Эти занятия дают детям возможность творческого самовыражения, а также развивают зрительно-моторную координацию и ловкость. Лечебная физкультура – еще один классический метод, который может быть эффективным в развитии мелкой моторики у детей дошкольного возраста.

В последние годы появились современные методики развития мелкой моторики у детей дошкольного возраста, такие как использование технологий и машинного обучения. Технологии, такие как интерактивные приложения и программы, могут помочь детям развить мелкую моторику в веселой и интерактивной форме. Машинное обучение также можно использовать для персонализации обучения детей в зависимости от их индивидуальных потребностей и способностей. Например, приложение может использовать машинное обучение для отслеживания прогресса ребенка и соответствующей корректировки уровня сложности мелкой моторики. Кроме того, машинное обучение можно использовать для создания интерактивных игр, которые адаптируются к уровню навыков и интересам ребенка. Это может быть отличным способом увлечь детей и мотивировать их продолжать развивать мелкую моторику.

Классические методы:

Плюсы:

- Игровые занятия естественны и приятны для детей, поэтому их легко увлечь.
- Художественные занятия дают детям возможность творческого самовыражения, а также развивают мелкую моторику.
- Лечебная физкультура является целенаправленным и эффективным методом развития мелкой моторики.
- Наведение руками – отличный способ научить детей правильно держать предметы и обращаться с ними.

Минусы:

- Некоторые классические методы могут быть не такими привлекательными для детей, как современные.
- Классические методы могут не обеспечивать такой же уровень персонализации и адаптивности, как современные методы.

Методы с применением МО:

Плюсы:

- Технологии и машинное обучение могут предоставить детям увлекательный и интерактивный способ развития мелкой моторики.
- Машинное обучение можно использовать для персонализации обучения детей в зависимости от их индивидуальных потребностей и способностей.
- Виртуальная реальность и дополненная реальность могут предоставить детям захватывающий и увлекательный опыт.
- Обратная связь в режиме реального времени может помочь детям понять, как улучшить свои навыки мелкой моторики.

Минусы:

- Некоторые дети могут быть не так восприимчивы к технологиям и могут предпочесть

- более традиционные методы.
- Некоторые современные технологии, такие как виртуальная реальность, могут быть недоступны для всех семей.
 - Существует риск чрезмерного использования технологий, что может негативно сказаться на общем развитии детей.

Заключение

С помощью описанного web-приложения был разработан «Тест оценки мелкой моторики рук ребенка». Данная методика продемонстрирована в муниципальном дошкольном образовательном учреждении города Комсомольск-на-Амуре.

Накопленные результаты применения web-приложения в будущем позволят устанавливать границы нормы, а также делать объективные выводы об уровне развития сформированности у детей скоординированности действий рук даже сотрудниками дошкольного учреждения – воспитателями.

Библиография

1. Акименко В.М., Барбазюк К.Ю. Психофизиологические аспекты пространственно-временной организации мелкой моторики // Auditorium. 2020. № 3 (27). С. 10-14. DOI:10.17759/psyedu.2020120.
2. Бурангазиева Е.А. Развитие мелкой моторики рук у детей 2-3 года // Солнечный свет: Международный педагогический портал. URL: <https://solncesvet.ru/opublikovannyie-materialyi/razvitie-melkoy-motoriki-ruk-u-detey-2-3.9264644>.
3. Васильев Г.В., Бердоносков А.В. Программно-аппаратный комплекс для сбора данных, которые применяются в обучении искусственного интеллекта в области энергетики // Дмитриев Э.А. и др. (ред.) Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований». Комсомольск-на-Амуре, 2021. С. 163-165.
4. Васильев Г.В., Бердоносков А.В. Сбор данных о погоде через API OpenWeather // Дмитриев Э.А. (ред.) Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению. Комсомольск-на-Амуре, 2022. С. 86-88.
5. Васильев Г.В., Васильев А.В. Оптимизированное хранение больших данных с помощью Apache Hive // Дмитриев Э.А. (ред.) Материалы Международной научно-практической конференции «Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению». Комсомольск-на-Амуре, 2022. С. 89-91.
6. Гашимова Р.С. Особенности развития мелкой моторики в раннем дошкольном возрасте // Вестник СПИ. 2021. № 3 (39). С. 50-54.
7. Павлова Н.П., Ломтева Е.В. Взгляд в будущее: развитие системы дошкольного образования столицы // Дошкольник. Методика и практика воспитания и обучения. 2022. № 3. С. 26-28.
8. Померанцев А.А. Взаимосвязь показателей мелкой моторики по тесту Fingerfit с уровнем психического и физического развития детей дошкольного возраста // Современные вопросы биомедицины. 2022. № 3 (20). С. 184-192.
9. Померанцев А.А. Контроль синергии мелкой моторики на основе нейронной сети Mediapipe Hands и принципа Fingerfit // Наука и спорт: современные тенденции. 2022. Т. 10. № 4. С. 16-24.
10. Савельева Т.А. Инновационные технологии в развитии мелкой моторики у детей раннего возраста // Ганичева А.Н. (ред.) Сборник материалов II Международной студенческой научно-практической конференции «Современные проблемы и технологии инновационного развития образования». Тула, 2022. С. 139-143.
11. Сивако В.И., Сиваков Д.В., Сиваков В.В. Планирование физической нагрузки в воспитании физических качеств школьников и спортсменов в физкультурно-спортивной деятельности. Челябинск, 2016. 120 с.
12. Тимофеев Г.А., Бердоносков В.Д. Использование актуальных инструментов для сбора и анализа данных // Дмитриев Э.А. (ред.) Материалы Международной научно-практической конференции «Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению». Комсомольск-на-Амуре, 2022. С. 257-258.
13. Турунтаева Е.М. Теоретические подходы к развитию мелкой моторики в дошкольном возрасте // Маам: международный образовательный портал. URL: <https://www.maam.ru/detskijasad/teoreticheskie-podhody-k-razvitiyu-melkoi-motoriki-v-doshkolnom-vozhraсте.html>.
14. Fuentes-cortés L.F., Flores-tlacuahuac A., Nigam K.D.P. Machine learning algorithms used in pse environments: a

- didactic approach and critical perspective // *Industrial and Engineering Chemistry research*. 2022. Vol. 61. No. 25. P. 8932-8962.
15. Khan R.A., Luo Y., Wu F.X. Machine learning based liver disease diagnosis: a systematic review // *Neurocomputing*. 2022. Vol. 468. P. 492-509.
 16. Krutikov V. Relaxation subgradient algorithms with machine learning procedures // *Mathematics*. 2022. Vol. 10. No. 21. P. 39-59.
 17. Li H., Niu C. Intelligent analysis and application of preschool education language teaching quality based on deep neural network // *J. of sensors*. 2022. P. 754-758.
 18. Nauryzbayev B. Machine learning models for nocturnal hypoglycemia prediction in hospitalized patients with type 1 diabetes // *J. of personalized medicine*. 2022. Vol. 12. No. 8. P. 1262.
 19. Nauryzbayev B. Using machine learning to analyze the learning process for solving mathematical problems // *International journal of interactive mobile technologies*. 2022. Vol. 16. No. 21. P. 114-124.
 20. Wang L. Liu T. Optimization algorithm of preschool education resource allocation based on data envelopment analysis model // *Scientific programming*. 2022. Vol. 2022. P. 385-386.
 21. Yiting Z. Modern technology-enabled approaches in preschool music education // *Interactive learning environments*. 2022. No. 6.

Methods of using machine learning algorithms for the development of fine motor skills in preschool children

Tat'yana V. Vasil'eva

Integrated Kindergarten No. 134
681022, 5 Permskaya str., Komsomolsk-na-Amure, Russian Federation;
e-mail: t9098991712@gmail.com

Aleksandr V. Vasil'ev

Komsomolsk-na-Amure State University,
681013, 27 Lenina av., Komsomolsk-na-Amure, Russian Federation;
e-mail: astrgan@gmail.com

Gordei V. Vasil'ev

Komsomolsk-na-Amure State University,
681013, 27 Lenina av., Komsomolsk-na-Amure, Russian Federation;
e-mail: gordeyvasilev@gmail.com

Abstract

The article is devoted to the study of the pedagogical potential of innovative methods for the development of fine motor skills in preschool children. The authors substantiate the relevance and significance of the research topic. A brief substantiation of the role and psychological and pedagogical significance of the development of fine motor skills in preschool children is given. It is postulated that at present a fairly wide foundation of methods and techniques has been accumulated that contribute to its development. The authors have developed new modern software, which consists of a web application with a graphical interface and a server part for data collection. The authors also developed software that uses machine learning algorithms to analyze the received data. As a result, the authors managed to achieve an increase in efficiency in the development of fine motor skills in children.

For citation

Vasil'eva T.V., Vasil'ev A.V., Vasil'ev G.V. (2023) Metodika primeneniya algoritmov mashinnogo obucheniya dlya razvitiya melkoi motoriki u detei doshkol'nogo vozrasta [Methods of using machine learning algorithms for the development of fine motor skills in preschool children]. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya* [Psychology. Historical-critical Reviews and Current Researches], 12 (1A), pp. 32-41. DOI: 10.34670/AR.2023.50.86.004

Keywords

Pedagogical potential, innovative methods, fine motor skills, preschool age, pedagogy, preschool education, machine learning, clustering, K-Means.

References

1. Akimenko V.M., Barbazyuk K.Yu. (2020) Psikhofiziologicheskie aspekty prostranstvenno-vremennoi organizatsii melkoi motoriki [Psychophysiological aspects of the spatio-temporal organization of fine motor skills]. *Auditorium*, 3 (27), pp. 10-14. DOI:10.17759/psyedu.2020120.
2. Vasil'ev G.V., Berdonosov A.V. (2021) Programmno-apparatnyi kompleks dlya sbora dannykh, kotorye primenyayutsya v obuchenii iskusstvennogo intellekta v oblasti energetiki [Hardware-software complex for collecting data that are used in training artificial intelligence in the field of energy]. In: Dmitriev E.A. et al. (eds.) *Materialy IV Vserossiiskoi natsional'noi nauchnoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh "Molodezh' i nauka: aktual'nye problemy fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy"* [Proc. All-Russian Conf. "Youth and Science: Actual Problems of Fundamental and Applied Research"]. Komsomol'sk-na-Amure, pp. 163-165.
3. Vasil'ev G.V., Berdonosov A.V. (2022) Sbor dannykh o pogode cherez API OpenWeather [Collecting weather data through the OpenWeather API]. In: Dmitriev E.A. (ed.) *Nauka, innovatsii i tekhnologii: ot idei k vnedreniyu* [Science, innovation and technology: from ideas to implementation]. Komsomol'sk-na-Amure, pp. 86-88.
4. Vasil'ev G.V., Vasil'ev A.V. (2022) Optimizirovannoe khranenie bol'shikh dannykh s pomoshch'yu Apache Hive [Optimized storage of big data using Apache Hive]. In: Dmitriev E.A. (ed.) *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Nauka, innovatsii i tekhnologii: ot idei k vnedreniyu"* [Proc. Int. Conf. "Science, innovations and technologies: from ideas to implementation"]. Komsomol'sk-na-Amure, pp. 89-91.
5. Gashimova R.S. (2021) Osobennosti razvitiya melkoi motoriki v rannem doshkol'nom vozraste [Features of the development of fine motor skills in early preschool age]. *Vestnik SPI* [Bulletin of the Social and Pedagogical Institute], 3 (39), pp. 50-54.
6. Pavlova N.P., Lomteva E.V. (2022) Vzgl'yad v budushchee: razvitie sistemy doshkol'nogo obrazovaniya stolitsy [A look into the future: development of the system of preschool education in the capital]. *Doshkol'nik. Metodika i praktika vospitaniya i obucheniya* [Preschooler. Methods and practice of education and training], 3, pp. 26-28.
7. Pomerantsev A.A. (2022) Vzaimosvyaz' pokazatelei melkoi motoriki po testu Fingerfit s urovnem psikhicheskogo i fizicheskogo razvitiya detei doshkol'nogo vozrasta [Interrelation of indicators of fine motor skills according to the Fingerfit test with the level of mental and physical development of preschool children]. *Sovremennye voprosy biomeditsiny* [Modern issues of biomedicine], 3 (20), pp. 184-192.
8. Pomerantsev A.A. (2022) Kontrol' sinergii melkoi motoriki na osnove neuronnoi seti Mediapipe Hands i printsipa Fingerfit [Control of synergies of fine motor skills based on the Mediapipe Hands neural network and the Fingerfit principle]. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii* [Science and sport: modern trends], 10(4), pp. 16-24.
9. Savel'eva T.A. (2022) Innovatsionnye tekhnologii v razvitiy melkoi motoriki u detei rannego vozrasta [Innovative technologies in the development of fine motor skills in children of early age]. In: Ganicheva A.N. (ed.) *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoi studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Sovremennye problemy i tekhnologii innovatsionnogo razvitiya obrazovaniya"* [Proc. IntConf. "Modern problems and technologies of innovative development of education"]. Tula, pp. 139-143.
10. Sivako V.I., Sivakov D.V., Sivakov V.V. (2016) *Planirovanie fizicheskoi nagruzki v vospitanii fizicheskikh kachestv shkol'nikov i sportsmenov v fizkul'turno-sportivnoi deyatel'nosti* [Planning of physical activity in the education of physical qualities of schoolchildren and athletes in physical culture and sports activities]. Chelyabinsk.
11. Timofeev G.A., Berdonosov V.D. (2022) Ispol'zovanie aktual'nykh instrumentov dlya sbora i analiza dannykh [Using actual tools for data collection and analysis]. In: Dmitriev E.A. (ed.) *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Nauka, innovatsii i tekhnologii: ot idei k vnedreniyu"* [Proc. Int. Conf. "Science, innovations and technologies: from ideas to implementation"]. Komsomol'sk-na-Amure, pp. 257-258.
12. Turuntaeva E.M. Teoreticheskie podkhody k razvitiyu melkoi motoriki v doshkol'nom vozraste [Theoretical approaches to the development of fine motor skills in preschool age]. *MaaM: mezhdunarodnyi obrazovatel'nyi portal* [MaaM:

-
- international educational portal]. Available at: <https://www.maam.ru/detskijasad/teoreticheskie-podhody-k-razvitiyu-melkoi-motoriki-v-doshkolnom-vozhraze.html> [Accessed 17/02/2023].
13. Fuentes-cortés L.F., Flores-tlacuahuac A., Nigam K.D.P. (2022) Machine learning algorithms used in pse environments: a didactic approach and critical perspective. *Industrial and Engineering Chemistry research*, 61(25), pp. 8932-8962.
 14. Khan R.A., Luo Y., Wu F.X. (2022) Machine learning based liver disease diagnosis: a systematic review. *Neurocomputing*, 468, pp. 492-509.
 15. Krutikov V. (2022) Relaxation subgradient algorithms with machine learning procedures. *Mathematics*, 10(21), pp. 39-59.
 16. Li H., Niu C. (2022) Intelligent analysis and application of preschool education language teaching quality based on deep neural network. *J. of sensors*, pp. 754-758.
 17. Nauryzbayev B. (2022) Machine learning models for nocturnal hypoglycemia prediction in hospitalized patients with type 1 diabetes. *J. of personalized medicine*, 12(8), pp. 1262.
 18. Nauryzbayev B. (2022) Using machine learning to analyze the learning process for solving mathematical problems. *International journal of interactive mobile technologies*, 16(21), pp. 114-124.
 19. Wang L. Liu T. (2022) Optimization algorithm of preschool education resource allocation based on data envelopment analysis model. *Scientific programming*, pp. 385-386.
 20. Yiting Z. (2022) Modern technology-enabled approaches in preschool music education. *Interactive learning environments*, 6.
 21. Burangazieva E.A. Razvitie melkoi motoriki ruk u detei 2-3 goda [Development of fine motor skills of hands in children 2-3 years old]. *Solnechnyi svet: Mezhdunarodnyi pedagogicheskii portal* [Sunlight: International Pedagogical Portal]. Available at: <https://solncesvet.ru/opublikovannyie-materialyi/razvitie-melkoy-motoriki-ruk-u-detey-2-3.9264644> [Accessed 17/02/2023].