

УДК 004.588

## ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ПРОЦЕССА ВЫПОЛНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ

Холошня В.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – ассистент Болдырева Е.А.  
(Университет ИТМО)

В данной работе описывается разработка виртуальной лаборатории для обучения различным алгоритмам машинного обучения с визуализацией процесса выполнения алгоритмов. Новизна результатов заключается в том, что, в отличие от существующих виртуальных лабораторий машинного обучения, предусмотрена система визуализации процесса выполнения алгоритмов машинного обучения, которая мгновенно показывает изменения в соответствии с параметрами и изменениями в коде программной реализации. Кроме того, структура алгоритма с открытым исходным кодом предоставляет заинтересованным разработчикам возможность добавлять новые уроки, прошедшие проверку. Визуализация процесса выполнения алгоритмов машинного обучения демонстрируется на примере решения задачи поиска кратчайшего пути. Разработанная лаборатория в настоящее время не имеет аналогов среди доступных программных средств для подготовки специалистов в области машинного обучения и анализа данных.

**Введение.** В настоящее время растет количество научных работ по теме машинного обучения. В связи с этим количество знаний, необходимых для понимания последних статей, постоянно увеличивается. Студент должен обладать большими знаниями, чтобы изучать существующие статьи (например, одну из последних работ OpenAI - «Emergent Tool Use From Multi-Agent Autocurricula») и работать самостоятельно. По большей части статьи на тему машинного обучения основаны на существующих алгоритмах машинного обучения. Эти алгоритмы основаны на сложных математических вычислениях и требуют много времени для понимания принципов их работы. Тем не менее, доступные образовательные материалы на эту тему являются, в основном, теоретическими. Практическая часть - это различные программные реализации, в которых алгоритмы представлены в виде «черного ящика». Известно, какие данные поступают на вход алгоритма, и что должно быть получено на выходе. Также можно определить основные параметры, такие как точность прогноза или количество эпох. Однако проблема «черного ящика» остается нерешенной. Чтобы точно понять, как шаг за шагом происходит машинное обучение, необходимо создать дополнительные программные решения для визуализации. Представленный подход к решению этой проблемы состоит в создании виртуальной лаборатории с открытым исходным кодом, которая позволит сторонним разработчикам добавлять свои собственные уроки для увеличения числа алгоритмов машинного обучения, доступных в виртуальной лаборатории. Новизна результатов заключается в том, что, в отличие от существующих виртуальных лабораторий, представленная лаборатория включает в себя систему визуализации процесса выполнения алгоритмов машинного обучения, которая мгновенно показывает изменения в соответствии с параметрами и изменениями в коде программной реализации. Кроме того, структура алгоритма с открытым исходным кодом предоставляет сторонним заинтересованным разработчикам возможность добавлять свои собственные уроки, прошедшие проверку.

**Основная часть.** Представленная виртуальная лаборатория, в отличие от существующих, предоставляет возможность напрямую взаимодействовать с кодом реализации программного обеспечения алгоритмов машинного обучения и мгновенно видеть результаты изменений благодаря системе визуализации процесса выполнения, которая упрощает и ускоряет обучение. Такая лаборатория обеспечит множество преимуществ, таких как доступность учебных материалов для всех и везде. Визуализация процесса машинного обучения с

возможностью изменения кода программной реализации, представленной на языках программирования C++, Python и C#, позволяет мгновенно увидеть результат, что облегчает понимание принципов работы алгоритмов машинного обучения. Возможность изменения параметров, влияющих на процесс выполнения алгоритмов, реализована путем изменения файлов данных CSV. Уроки, описанные простыми словами, позволяют ученику полностью изучить все детали каждого алгоритма. Кроме того, предлагаемый сервис является программным продуктом с открытым исходным кодом, который позволяет сторонним разработчикам добавлять свои собственные уроки, прошедшие проверку.

Предлагаемый подход к обучению специалистов в этой области было решено продемонстрировать на примере решения задачи поиска кратчайшего пути. Эта задача хорошо визуализируется от этапа построения карты до процесса машинного обучения. Для начала было решено взять одни из самых популярных алгоритмов машинного обучения - генетический алгоритм NEAT и обучение с подкреплением Q-Learning в качестве примера. Эти алгоритмы универсальны и могут быть легко преобразованы для любых потребностей пользователя. Такой выбор также подкреплен тем фактом, что принцип работы данных алгоритмы легко понять с помощью визуализации процесса машинного обучения. Студент может самостоятельно создать карту местности в 2D и 3D, динамически изменять ее и пробовать разные алгоритмы, чтобы найти кратчайший путь. Это позволяет проводить сравнительный анализ различных алгоритмов машинного обучения в задачах пространственной ориентации.

**Выводы.** В ходе научно-исследовательской работы была разработана функциональная структура (реализация) виртуальной лаборатории для задачи поиска кратчайшего пути с возможностью выбора алгоритма машинного обучения, разработана программная реализация системы визуализации выполнения алгоритмов. Веб-реализация для образовательного контента виртуальной лаборатории разработана и протестирована для удобного взаимодействия с пользователем при посещении курсов. Уроки для курсов машинного обучения для виртуальной лаборатории были разработаны с точки зрения доступности для получения знаний. Разработана система добавления уроков сторонних разработчиков.

В будущем планируется усовершенствовать систему добавления уроков для сторонних разработчиков, разработать полный курс для последовательного изучения всех доступных алгоритмов машинного обучения и опробовать разработанную виртуальную лабораторию в реальном учебном процессе.