

УДК 34

Экономические аспекты разработки RLCP-совместимых виртуальных лабораторий для электронных курсов

Трофимов Анатолий Юрьевич

Бакалавр,
Национальный исследовательский университет ИТМО,
197101, Российская Федерация, Санкт-Петербург, просп. Кронверкский, 49;
e-mail: trofimov@anatoliii.ru

Аннотация

В данной статье представлен обзор и анализ опыта разработки виртуальных лабораторий, совместимых с протоколом RLCP (Remote Laboratory Control Protocol), для использования в электронных курсах по дискретной математике в Университете ИТМО. Рассматриваются ключевые этапы проектирования и внедрения таких лабораторий, а также описываются их функциональные возможности. Основное внимание уделяется улучшению качества образования через использование интерактивных и автономных инструментов, которые позволяют студентам более эффективно изучать сложные концепции дискретной математики. Приведены примеры успешного применения виртуальных лабораторий в учебном процессе и проводятся сравнительные анализы с традиционными методами обучения. Описаны преимущества и потенциальные вызовы, связанные с интеграцией RLCP-технологий в образовательный процесс. Делаются выводы о значении виртуальных лабораторий для модернизации образовательных программ и повышения уровня вовлеченности студентов. Авторы также подчеркивают необходимость дальнейших исследований и разработок в данной области для обеспечения устойчивого развития образовательных технологий.

Для цитирования в научных исследованиях

Трофимов А.Ю. Экономические аспекты разработки RLCP-совместимых виртуальных лабораторий для электронных курсов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Том 14. № 5А. С. 656-661.

Ключевые слова

Обзор, опыт, развитие, математика, экономика.

Введение

RLCP – это протокол, разработанный в университете ИТМО, который определяет форматы сообщений и протокол обмена данными между клиентом (виртуальным стендом) и сервером (виртуальной лабораторией). Основное преимущество использования RLCP заключается в том, что он обеспечивает стандартизированный метод интеграции виртуальных лабораторий с образовательными платформами, позволяя студентам легко получать доступ к лабораторным работам.

Так как одна из целей использования данного протокола – безопасность, результаты проверки знаний студентов будут максимально объективными, ведь вычисления (методы) реализованы на серверной стороне и требуют от пользователя входных значений для ответа.

Основная часть

Основная потенциальная уязвимость, которую нужно исключить, заключается в том, что обучающийся может попытаться заменить полученный им вариант задания на собственный и предоставить решение, соответствующее его новому варианту. Для того чтобы избежать данной ситуации, необходимо сохранять выданный вариант задания совместно с его изменяющимися данными в сессии обучающегося. Таким образом, при каждом запросе, требующем данных варианта задания, данные будут получены напрямую из сессии.

Суть в том, что единственные данные, которые обучающийся может указывать при отправке RLCP-запросов, касаются состояния редактируемого им объекта решения. Эти данные всегда должны извлекаться из сессии по мере необходимости.

Следовательно, сохраняя данные о варианте задания в сессии, можно избежать манипуляций с заданиями со стороны обучающегося и обеспечить корректность выполнения и проверки варианта. Это важный фактор, помогающий поддерживать целостность процесса обучения и оценки знаний [Нейросети для работы с последовательностями, www].

Протокол определяет три основных метода для общения между клиентом и сервером:

- **Generate** нужен для создания и генерации случайного варианта лабораторной работы и не подразумевает входных данных. На выходе метод отдает сгенерированный случайный вариант.
- **Calculate** позволяет производить промежуточные вычисления на стороне сервера.
- **Check** вычисляет и оценивает решение пользователя. На вход принимает вариант и решение пользователя, в качестве результата возвращает оценку, затраченное на выполнение время, а также комментарии по оценке. Спецификация клиентской части (виртуального стенда)

Спецификация виртуального стенда может варьироваться в зависимости от используемых технологических решений при разработке среды управления виртуальными лабораториями, а также от выбранных технических и технологических подходов при создании виртуальных стендов, основной набор функций, описанный нотацией General-Purpose Datatype (GPD).

Диаграмма, представленная на рисунке 1, поясняет, как различные компоненты системы взаимодействуют друг с другом, обеспечивая верное завершение выполнения варианта задания. На финальном этапе бизнес-процесса особенно важна точная координация всех модулей, включая виртуальную лабораторию, которая предоставляет необходимый инструментарий для выполнения задания, а также среду управления, которая отвечает за мониторинг и сохранение

данных сессии.

Обучающийся взаимодействует с данными модулями, отправляя свои решения вариантов заданий и получая обратную связь. В процессе управления сессией данные сохраняются и обрабатываются согласно заранее определенным правилам, что позволяет поддерживать целостность и достоверность процесса.

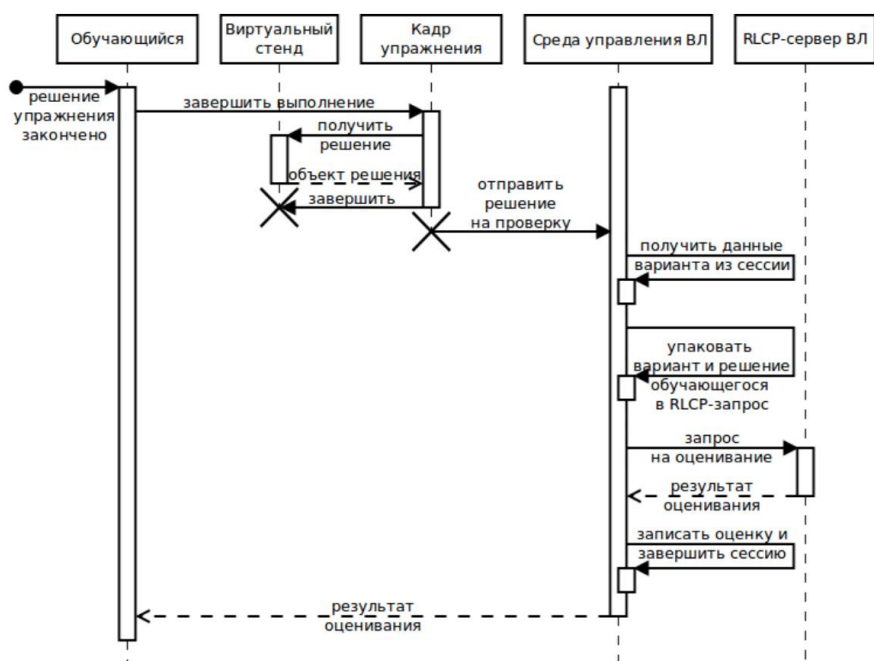


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности действий на заключительном этапе выполнения упражнения

На диаграмме наглядно проиллюстрированы все этапы и переходы, происходящие в системе, особенно важно согласованное взаимодействие между всеми ее элементами, которое происходит на заключительном этапе выполнения задания.

Заключительный этап виртуальной лаборатории предполагает, что когда обучающийся завершает выполнение варианта задания, он передает команду на завершение сессии выполнения работы соответствующему модулю клиента ВЛ. Тогда данный модуль должен взаимодействовать с виртуальным стендом для извлечения составленного обучающимся решения.

Для получения готового решения виртуальный стенд должен иметь соответствующую функцию. Данная функция является важнейшей частью процесса, так как она позволяет модулю упражнения запрашивать и получать выполненное задание прямо из виртуального стенда. Под конец сессии выполнения работы обучающийся активирует функцию в модуле варианта задания, которая затем запускает «getResults» из виртуального стенда. Эта последовательность взаимодействий обязательно должна быть налажена для корректного завершения всего цикла выполнения и проверки задания.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что наличие специальной функции «getResults» в виртуальном стенде упрощает и автоматизирует процесс получения результатов, обеспечивает корректность и целостность данных, а также предоставляет пользователю комфортный и понятный способ взаимодействия с виртуальной лабораторией.

Обзор аналогов.

В курсе «Дискретная математика» Университета ИТМО для обучения и аттестации обучающихся часто используются виртуальные лабораторные работы, все они написаны с использованием протокола RLCP.

По направлению нейронных сетей представлены три лаборатории:

1) *Алгоритм последовательного распространения сигнала в свёрточной нейронной сети.*

Данная лаборатория нацелена на изучение построения карты признаков в свёрточном слое и в слое выборки. Основными задачами данной лаборатории являются создание для каждого ядра свёртки матрицы слоя свертки; создание матриц слоя подвыборки; вычисление выходных сигналов нейронов в выходном слое.

2) *Алгоритм обучения перцептрона на основе метода обратного распространения ошибки.*

Данная лаборатория нацелена на изучение примера обучения НС с учителем.

3) *Алгоритм последовательного распространения сигнала в перцептроне.* Данная лаборатория позволяет представить НС как оргграф и пройтись по вершинам и выполнить расчет входных и выходных значений НС.

Заключение

Все лаборатории представляют из себя стенд с представлением схемы работы устройства одной из частей НС или полностью предполагают готовый прототип сети с исходно заданными значениями, предполагающий пользователю рассчитать и заполнить входные и выходные значения НС. На основе анализа использования различных виртуальных лабораторий были установлены следующие требования к разработке необходимой виртуальной лаборатории по рекуррентным нейронным сетям:

1) Задания должны генерироваться случайным образом и включать в себя инициализированные веса входных значений, инициализированные веса скрытого состояния, а также рассчитанные эмбединги (значения подаваемые на вход на первой итерации РНС), функцию активации и количество слоев РНС.

2) Студентам должна быть предоставлена возможность интерактивного взаимодействия с виртуальной лабораторией во время выполнения задания. Это включает возможность изменения выходного сигнала нейрона в сети.

3) По запросу пользователя должна быть доступна справка с инструкциями по взаимодействию с интерфейсом виртуальной лаборатории.

4) Решение студента должно проверяться с учетом всех возможных путей решения, при этом оценка должна учитывать долю правильных ответов.

Библиография

1. Библиотека поддержки RLCP. URL: <https://github.com/openeduITMO/rlcp>.
2. Ефимчик Е.А., Лямин А.В. Определение сложности вариантов алгоритмических заданий для виртуальных лабораторий на основе автоматной модели // Компьютерные инструменты в образовании. 2014. № 3.
3. Ефимчик Е.А., Лямин А.В. Средства разработки и тестирования RLCP-совместимых виртуальных лабораторий // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 10.
4. Ефимчик Е.А. Модели и методы проектирования, разработки и внедрения RLCP-совместимых виртуальных лабораторий для электронных информационно-образовательных систем. СПб., 2016.
5. Каркас RLCP-совместимой виртуальной лаборатории. URL: <https://github.com/openeduITMO/vLab>.
6. Нейросети для работы с последовательностями. URL: <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/nejroseti-dlya-raboty-s-posledovatelnostyami>.

7. Пакет для разработки RLCP-совместимых виртуальных лабораторий системы ДО AcademicNT. URL: <http://de.ifmo.ru/~doc/vlrlcp.zip>.
8. Среда запуска и тестирования виртуальных лабораторий. URL: <https://github.com/openeduITMO/vlt>.
9. Orvieto A. et al. Resurrecting recurrent neural networks for long sequences //International Conference on Machine Learning. – PMLR, 2023. – С. 26670-26698.
10. Sehovac L., Grolinger K. Deep learning for load forecasting: Sequence to sequence recurrent neural networks with attention //Ieee Access. – 2020. – Т. 8. – С. 36411-36426.

Economic aspects of the development of RLCP-compatible virtual laboratories for e-courses

Anatolii Yu. Trofimov

Bachelor,
National Research University ITMO,
197101, 49 Kronverkskii ave., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: trofimov@anatoliii.ru

Abstract

This article presents a review and analysis of the experience of developing virtual laboratories compatible with the RLCP (Remote Laboratory Control Protocol) protocol for use in electronic courses on discrete mathematics at ITMO University. The key stages of design and implementation of such laboratories are considered, and their functionality is described. The focus is on improving the quality of education through the use of interactive and offline tools that enable students to more effectively learn complex discrete mathematics concepts. Examples of the successful use of virtual laboratories in the educational process are given and comparative analyzes are carried out with traditional teaching methods. The advantages and potential challenges associated with the integration of RLCP technologies into the educational process are described. Conclusions are drawn about the importance of virtual laboratories for modernizing educational programs and increasing the level of student engagement. The authors also highlight the need for further research and development in this area to ensure sustainable development of educational technologies.

For citation

Trofimov A.Yu. (2024) Ekonomicheskie aspekty razrabotki RLCP-sovmestimyykh virtual'nykh laboratorii dlya elektronnykh kursov [Economic aspects of the development of RLCP-compatible virtual laboratories for e-courses]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 14 (5A), pp. 656-661.

Keywords

Review, experience, development, mathematics, economics.

References

1. *Biblioteka podderzhki RLCP* [RLCP support library]. Available at: <https://github.com/openeduITMO/rlcp> [Accessed 12/04/2024].
2. Efimchik E.A., Lyamin A.V. (2014) Opredelenie slozhnosti variantov algoritmicheskikh zadaniy dlya virtual'nykh laboratorii na osnove avtomatnoy modeli [Determining the complexity of variants of algorithmic tasks for virtual laboratories on the basis of an automatic model].

-
- laboratories based on an automatic model]. *Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii* [Computer tools in education], 3.
3. Efimchik E.A., Lyamin A.V. (2012) Sredstva razrabotki i testirovaniya RLCP-sovmestimyykh virtual'nykh laboratorii [Development and testing tools for RLCP-compatible virtual laboratories]. *Distantionnoe i virtual'noe obuchenie* [Distance and virtual learning], 10.
 4. Efimchik E.A. (2016) *Modeli i metody proektirovaniya, razrabotki i vnedreniya RLCP-sovmestimyykh virtual'nykh laboratorii dlya elektronnykh informatsionno-obrazovatel'nykh sistem* [Models and methods of design, development and implementation of RLCP-compatible virtual laboratories for electronic information and educational systems]. Saint Petersburg.
 5. *Karkas RLCP-sovmestimoi virtua'noi laboratorii* [Framework for an RLCP-compatible virtual laboratory]. Available at: <https://github.com/openeduITMO/vLab>.
 6. *Neiroseti dlya raboty s posledovatel'nostyami* [Neural networks for working with sequences]. Available at: <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/neiroseti-dlya-raboty-s-posledovatel'nostyami> [Accessed 12/04/2024].
 7. *Paket dlya razrabotki RLCP-sovmestimyykh virtual'nykh laboratorii sistemy DO AcademicNT* [Package for the development of RLCP-compatible virtual laboratories of the AcademicNT educational system]. Available at: <http://de.ifmo.ru/--doc/vrlcp.zip> [Accessed 21/04/2024].
 8. *Sreda zapuska i testirovaniya virtual'nykh laboratorii* [Environment for launching and testing virtual laboratories]. Available at: <https://github.com/openeduITMO/vlt> [Accessed 13/04/2024].
 9. Orvieto, A., Smith, S. L., Gu, A., Fernando, A., Gulcehre, C., Pascanu, R., & De, S. (2023, July). Resurrecting recurrent neural networks for long sequences. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 26670-26698). PMLR.
 10. Sehovac, L., & Grolinger, K. (2020). Deep learning for load forecasting: Sequence to sequence recurrent neural networks with attention. *Ieee Access*, 8, 36411-36426.