

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А. С. ПУШКИНА
БОКСИТОГОРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

XXIV ВИШНЯКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ
Вузовская наука:
условия эффективности социально-экономического
и культурного развития региона

Материалы международной научной конференции
Бокситогорск, 16 апреля 2021 г.

Санкт-Петербург – Бокситогорск
2021

УДК 378
ББК 74.58

Редакционная коллегия: А. А. Беляева,
И. И. Титова,
Е. Г. Седлецкая (отв. ред.)

XXIV Вишняковские чтения «Вузовская наука: условия эффективности социально-экономического и культурного развития региона»: материалы междунар. науч. конф., 16 апреля 2021 г., г. Бокситогорск. – отв. ред. Е. Г. Седлецкая. – СПб.; Бокситогорск: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2021. – 300 с.

ISBN 978-5-8290-1977-8

В сборнике представлены доклады и статьи традиционной научной межвузовской конференции, в работе которой приняли участие ученые и специалисты-практики вузов Санкт-Петербурга, Ленинградской области, стран СНГ. Среди авторов – ведущие ученые, преподаватели и специалисты в области естественных и гуманитарных наук.

Доклады и статьи конференции могут представлять интерес для преподавателей вузов, учителей, организаторов образования, научных работников, аспирантов, студентов.

ISBN 978-5-8290-1977-8

© Авторы, 2021
© Ленинградский государственный
университет (ЛГУ)
имени А. С. Пушкина, 2021

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ В РЕГИОНЕ

<i>Геля М. Р., Панишева О. В.</i> Разработка биологически точной модели нейронной сети.....	275
<i>Кузьмина Д. А., Докторович Л. В.</i> СПИД и материнство	279
<i>Прокопчук Д. А., Федоровская Р. А.</i> Значение темы «История освоения космоса человеком» в обучении детей дошкольного и младшего школьного возраста	283
<i>Федоровская С. Е., Федоровская Р. А.</i> Кибертерроризм: понятие, правила безопасности	285
<i>Фининко О. В., Логинов А. В.</i> Использование системы Якова Трахтенберга в учебном процессе	288
Сведения об авторах.....	294

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ НАУКИ В РЕГИОНЕ

Геля М. Р., Панишева О. В.

Разработка биологически точной модели нейронной сети

Моделирование мозга человека, создание устройств, построенных на принципах работы головного мозга, является одной из сложнейших задач, которые стоят перед мировыми учеными. Для решения данной задачи создаются специальные суперкомпьютеры. Высокая сложность задачи (которую вполне можно отнести к классу BigChallenge) объясняется как не до конца изученными возможностями мозга, принципов его работы, так и высокой стоимостью устройств для воплощения решений в жизнь и необходимостью кооперации ученых узких специальностей.

Моделирование мозга человека – крайне сложная задача, над решением которой трудятся целые коллективы исследователей. В настоящее время ведутся следующие проекты для решения данной задачи.

TrueNorth – исследовательский проект компании IBM. Чип TrueNorth состоит из 4096 блоков, каждый из которых позволяет выполнять ряд операций над входными данными, что позволяет симулировать работу более одного миллиона «нейронов» с двоичным состоянием. Каждый блок имеет 256 нейрона (~1 миллиона нейронов), в свою очередь каждый нейрон имеет 256 синапсов (~268 миллионов связей). Данный чип может применяться для более эффективного обучения рекуррентных нейронных сетей.

Blue Brain Project – данный проект направлен на компьютерное моделирование мозга человека. Проект сосредотачивает внимание на создании основы для будущего проекта по моделированию человеческого мозга путем моделирования сначала мозга мыши. К 2024 г. проект Blue Brain Project стремится создать модель всего мозга мыши на клеточном уровне.

Cerebras Wafer Scale Engine – экспериментальный процессор, представленный 19 августа 2019 г., предназначен для ускорения процесса глубокого обучения искусственного интеллекта. Чип изготовлен по 16-нанометровой технологии. Он оснащен 1,2 триллиона транзисторов, 400 000 ядер AI, 18 ГБ встроенной SRAM [3].

Human Brain Project – проект, целью которого является понимание головного мозга человека. Он состоит из 12 подпроектов, каждый из которых направлен на решение задач, которые позволят достичь главной цели проекта:

- SP1 – Mouse Brain Organisation – направлен на изучение мозга мыши.

- SP2 – Human Brain Organisation – направлен на составление модели мозга человека.

- SP3 – Systems and Cognitive Neuroscience – призван раскрыть нейронные механизмы, лежащие в основе когнитивных процессов, таких как обучение, мультисенсорная интеграция, восприятие, сон, сознание и связанные с ними системные явления.

- SP4 – Theoretical Neuroscience – моделирование биологических процессов, происходящих в мозге, с использованием математических моделей.

- SP5 – Neuroinformatics Platform – сбор и анализ всех данных в области нейроинформатики.

- SP6 – Brain Simulation Platform – цифровое моделирование различных моделей мозга.

- SP7 – High-Performance Analytics and Computing Platform – целью является разработка моделей на основе имеющихся данных.

- SP8 – Medical Informatics Platform – направлен на создание платформы с открытым исходным кодом, платформу медицинской информатики, которая дает возможность исследователям во всем мире обмениваться медицинскими данными, позволяя использовать инструменты машинного обучения для лечения заболеваний головного мозга.

- SP9 – Neuromorphic Computing Platform – разработка и производство нейроморфных чипов.

- SP10 – Neurorobotics Platform – направлен на создание интерфейса, который позволит соединить нейроморфный чип с телом робота.

- SP11 – Management & Coordination – поддерживает процесс принятия решений НБР.

- SP12 – Ethics and Society Subproject – подпроект, который занимается разработкой этических норм и анализом возможных последствиях исследований НБР.

Существующие решения не лишены ряда недостатков, среди которых можно отметить следующие:

1. Потеря данных при аналого-цифровом преобразовании.
2. Ограниченное число потоков.
3. Высокая потребляемая мощность.
4. Задержка при обработке сигнала.

Для преобразования аналогового сигнала в цифровой используют специальные устройства АЦП (аналого-цифровой преобразователь), главными параметрами которого являются: диапазон входных данных, частота дискретизации, диапазон выходных значений.

Как правило, значения частоты дискретизации и диапазон выходных значений (их соотношение называют разрешением) подбираются

индивидуально в зависимости от источника аналогового сигнала и цели измерения для минимизации потерь данных. Но даже в таком случае не удастся избежать потерь, так как для увеличения точности требуется увеличение разрешения АЦП, что требует больше памяти и больших вычислительных ресурсов.

Недостаточное число потоков обусловлено тем, что в биологических нейронных сетях все процессы происходят параллельно, передача и возбуждение каждого сигнала. К сравнению: вся нервная система человека обладает ~86 млрд нервных клеток, в то время как процессор Cerebras Wafer Scale Engine имеет всего ~400 тыс. ядер. Отсюда же и вытекает третий недостаток – высокие энергозатраты.

В данной работе описан процесс создания оригинальной модели нейронной сети, лишенной вышеперечисленных недостатков.

Разработанную модель искусственного нейрона условно можно разделить на четыре составные части: тело нейрона (триггер), сумматоры, блоки весовых коэффициентов и коммутатор нейронной сети. В основу работы сумматоров и тел нейронов была положена модель Ходжкина – Хаксли:

$$U_m = \begin{cases} U_m, & U_m < U_{old} \\ -\frac{1}{C_m} \sum_i I_i, & U_m \geq U_{old} \end{cases}$$

При этом также было учтено время рефрактерного периода, который блокирует заряд конденсатора в течение времени t_{ref} , заданный ждущим мультивибратором на микросхеме NE555.

Блок нейрона представляет собой триггер, потенциал действия которого изначально равен нулю. При подаче на вход триггера определенного порогового напряжения (которое можно изменить, добавив резистор между массой и входом) триггер переходит в активное положение и на выходе появляется положительный потенциал, который передается следующим нейронам или идёт на выход схемы. Выход триггера также соединен со схемой моностабильного мультивибратора, который исполняет роль задержки, имитирующей время восстановления биологического нейрона, а также сброса значения на входе.

Блок сумматоров отвечает за сложение входных сигналов за счет двух схем инвертирующего и неинвертирующего сумматора на операционных усилителях (сумматор тормозящих и возбуждающих сигналов соответственно).

Программная часть проекта реализована на языке Arduino C в среде Arduino IDE. Для передачи данных между компьютером и платой Arduino используется библиотека Serial (библиотека для работы с последовательным портом). При запуске платы Arduino с загруженным скетчем она попросит данные для настройки коммутатора. Данные подаются в следующей форме:

1. <номер передающего нейрона> <номер связи> <номер принимающего нейрона>, при этом номер связи не может повто-

ряться; если связь с данным номером уже используется, то плата Arduino попросит изменить номер.

2. <номер передающего нейрона> <номер принимающего нейрона нейрона>, номер связи будет выбран автоматически из свободных.

3. <команда> – принимает два значения (-1 – сброс настроек коммутатора, 0 – прекращение записи и старт).

В ходе работы был проведен компьютерный эксперимент по имитационному моделированию работы предложенной схемы нейрона. В результате эксперимента получены доказательства работоспособности предложенной модели и выявлено совпадение данных с результатами, которые получили Алан Ллойд Ходжкин и Эндрю Хаксли во время исследования передачи сигнала в биологических нейронных сетях.

Полученные в ходе компьютерного эксперимента результаты означают, что предложенную схему искусственного нейрона можно применить в искусственных нейронных сетях с соблюдением биологической точности.

Разработана принципиально новая модель нейронной сети, которая позволяет резко повысить эффективность ее работы. В настоящее время завершается разработка устройства, которое позволит на аппаратном уровне реализовать собственную модель нейронной сети. Реализация данной задачи является одним из вариантов решений по разработке аппаратно-программного комплекса, который в основе своей ставит моделирование работы головного мозга. Полученные результаты могут представлять интерес не только для специалистов в области IT, но и для специалистов по мозгу.

Данный проект решает ряд возможных проблем, которые могут возникнуть на пути создания сильного искусственного интеллекта, а также технологий по переносу сознания. В частности: проблему потери данных при аналого-цифровом преобразовании, вычислений с плавающей точкой, а также проблемы, связанные с конечным значением возможных состояний данных (дискретность информации). Схема нейрона, разработанного в данном проекте, применима как в традиционных сферах использования нейронных сетей, так и там, где от них пришлось отказаться ввиду потерь при аналого-цифровом преобразовании.

Список литературы

1. Геля М.Р. Потеря данных при аналого-цифровом преобразовании как одна из проблем сильного искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // Студенческий альманах: сб. студ. науч. работ. – Луганск: Книта, 2020 – № 4(16). – С. 52–56. – URL: <http://knita.ltsu.org>.

2. Hodgkin A.L. Measurement of current-voltage relations in the membrane of the giant axon of *Loligo* / A.L. Hodgkin, A.F. Huxley, B. Katz // *J Physiol.* – 1952. – 116(4). – P. 434–436.

3. Hodgkin A.L. Currents carried by sodium and potassium ions through the membrane of the giant axon of Loligo / A.L. Hodgkin, A.F. Huxley // J Physiol. – 1952. – 116(4). – P. 449–472.

4. Hodgkin A.L. The components of membrane conductance in the giant axon of Loligo / A.L. Hodgkin, A.F. Huxley // J Physiol. – 1952. – 116(4). – P. 473–496.

5. Hodgkin A.L. The dual effect of membrane potential on sodium conductance in the giant axon of Loligo / A.L. Hodgkin, A.F. Huxley // J Physiol, 1952. – 116(4). – P. 497–506.

6. Hodgkin A.L. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve / A.L. Hodgkin, A.F. Huxley // J. Physiol. – 1952. – 117(4). – P. 500–544.

7. Herculano-Houzel S. The remarkable, yet not extraordinary, human brain as a scaled-up primate brain and its associated cost // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America: journal. – 2012. – Vol. 109, no. Suppl 1. – P. 10661–10668.

Кузьмина Д. А., Докторович Л. В.

СПИД и материнство

Эпидемия ВИЧ/СПИД уже давно стала проблемой мирового масштаба. Взгляд на эпидемию как на проблему асоциальных людей (проститутки, гомосексуалисты, наркоманы) отошли в прошлое. В настоящее время ВИЧ-инфекция проникла во все слои населения, включая благополучные, не причисленные к «группам риска».

В России на 31 декабря 2020 г. зарегистрировано более 1,1 млн человек, живущих с ВИЧ, при этом 60% болеющих – мужчины. Наибольшее количество зараженных среди россиян – в возрасте 30–44 лет. Средний возраст умерших с ВИЧ составил 39 лет. Случаи заболевания ВИЧ зарегистрированы во всех регионах РФ. В 2020 г. в 32 регионах, на долю которых приходится 62% всех новых случаев, показатель заболеваемости ВИЧ был выше среднероссийского [1].

Особое внимание привлекает вопрос «вертикальной передачи инфекции» – от матери к ребенку в процессе внутриутробного развития. В нашей стране в 2020 г. на свет появились 13 тысяч детей, матери которых носят ВИЧ-позитивный статус, у 165 детей ВИЧ-инфекция была подтверждена [1].

Наша работа ориентирована на привлечение внимания молодежи к проблеме ВИЧ и материнства, на формирование знаний об ответственности и безопасности здоровья будущих поколений.

Мы провели анкетирование обучающихся колледжа 1–4 курсов с целью изучения информированности студентов о проблеме «СПИД/ВИЧ». Всего в анкетировании приняли участие 67 человек.

66 опрошенных нами (99,8%) уверенно знают, что такое ВИЧ, при этом 55 студентов (82%) убеждены, что эта проблема их не коснется.

Научное издание

XXIV ВИШНЯКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ
Вузовская наука:
условия эффективности социально-экономического
и культурного развития региона

Материалы международной научной конференции
Бокситогорск, 16 апреля 2021 г.

Оригинал-макет *Н. П. Никитиной*

Подписано в печать 09.09.2021. Формат 60x84 1/16.

Гарнитура Arial. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 18,75. Тираж 500 экз. Заказ № 1728

Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина
196605, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 10