AIRI

2021

Результаты 2021 года

Содержание

Миссия AIRI 3

Ценности AIRI 5

Направления деятельности 6

Ключевые результаты 8

AIRI в цифрах 10

Руководители научных команд 12

Ключевые проекты 15

Научные публикации 38

Мероприятия и выступления 44

Институт в социальных сетях 48

Партнерства и коллаборации 51

Руководство Института 52

Контакты 53

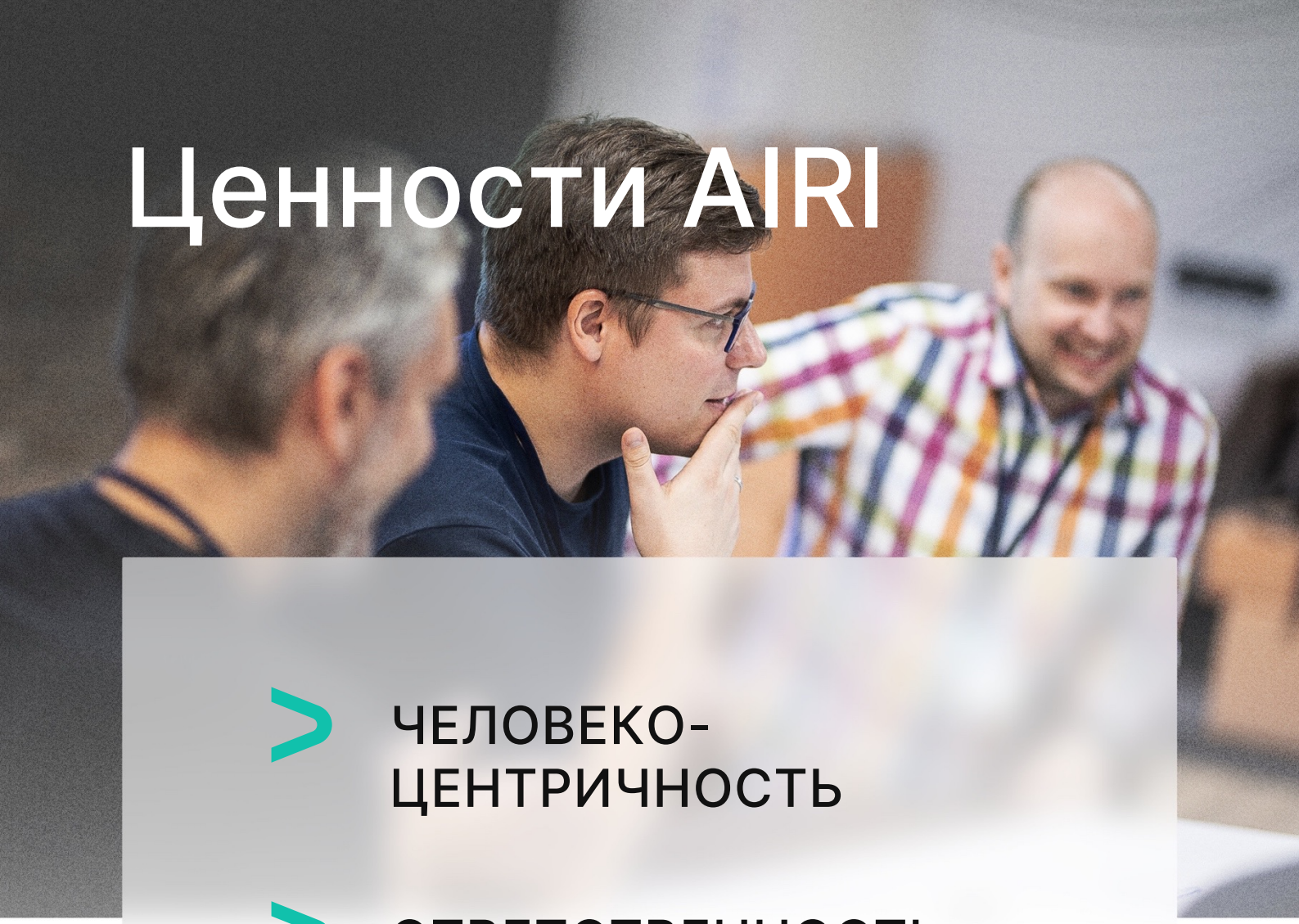
Миссия AIRI

— создание универсальных систем искусственного интеллекта, решающих задачи реального мира

Основная цель Института — найти возможности применения искусственного интеллекта для решения сложных социальных, экономических и научных задач.

Научные сотрудники Института занимаются исследованиями в фундаментальных и прикладных областях.

В работе над своими проектами они стремятся получить прорывные результаты в области искусственного интеллекта и его приложений, участвуя в формировании глобальной исследовательской повестки.



Ценности AIRI

- ЧЕЛОВЕКО-ЦЕНТРИЧНОСТЬ
- ОТВЕТСТВЕННОСТЬ И ВКЛАД В БУДУЩЕЕ
- СВОБОДА НАУЧНОГО ВЫРАЖЕНИЯ
- ОТКРЫТОСТЬ И ПРОЗРАЧНОСТЬ
- ПАРТНЕРСТВО И КОЛЛАБОРАЦИЯ

Направления деятельности

ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведение прорывных исследований в области ИИ и его приложений, участие в формировании глобальной исследовательской повестки, становление центром экспертизы в области ИИ

ПАРТНЕРСТВА

Развитие партнерств с промышленностью, поддержка ИИ стартапов, создание возможностей для коммерциализации исследований

ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ИИ

Участие в глобальном технологическом развитии искусственного интеллекта через создание, развитие и поддержку open-source ИИ проектов

КАФЕДРЫ

Сотрудничество с институтами, университетами и лабораториями, создание базовых учебно-исследовательских кафедр Института в лучших учебных заведениях

ГРАНТЫ

Выдача исследовательских грантов отдельным исследовательским группам, учреждение стипендий для аспирантов и студентов старших курсов

ВЫСТУПЛЕНИЯ

Проведение международных научных конференций и встреч, создание и поддержка ИИ соревнований

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ИИ

Проведение открытых семинаров, обучающих сессий, дискуссионных групп и популяризация ИИ в целом

Ключевые результаты

Институт искусственного интеллекта AIRI был основан в декабре 2020 года. Первый сотрудник пришел в Институт в апреле 2021 года. Начиная с июня коллектив быстро рос, и в декабре количество сотрудников составило 118 человек.

К концу года в Институте сформировалось 18 профильных научных групп, состоящих из перспективных молодых ученых, докторов и кандидатов наук, которые уже успели внести существенный вклад в развитие технологий искусственного интеллекта в России и мире.

Исследователи AIRI инициировали ряд совместных проектов с авторитетными академическими организациями и представителями индустрии. В 2021 году были подписаны первые меморандумы и соглашения о партнерстве.

В рамках NeurIPS2021 AIRI совместно с Google и Microsoft учредил конкурс IGLU, а объединённая команда Института и Сбера победила в организованном Facebook AI и DeepMind конкурсе NetHack Challenge.

Распланировав исследования на месяцы вперед, наши ученые добились значительных результатов уже на первых этапах работы над проектами – за 2021 год общее число публикаций приблизилось к 70.

В ноябре 2021 года был создан Научный консультативный совет из самых опытных исследователей со всего мира, который поможет AIRI внести вклад в глобальное технологическое развитие искусственного интеллекта.

Где высоко стоит наука – высоко стоит человек, и жизнь Института прекрасный тому пример. В AIRI ежемесячно проходят как внешние, так и внутренние мероприятия. Ученые организуют семинары, кросс-тематические встречи для обмена опытом, собрания журнального клуба и даже креативные вечера любителей LEGO. Институт также проводит публичные лекции, чтобы наука стала близкой и понятной каждому человеку.

AIRI в цифрах

118
сотрудников

91
научный сотрудник

27
сотрудников бизнес-функций

33
кандидата / доктора наук

22
профессора / преподавателя вузов

18

научных команд

23

научных проекта

69

общее число подготовленных публикаций

12

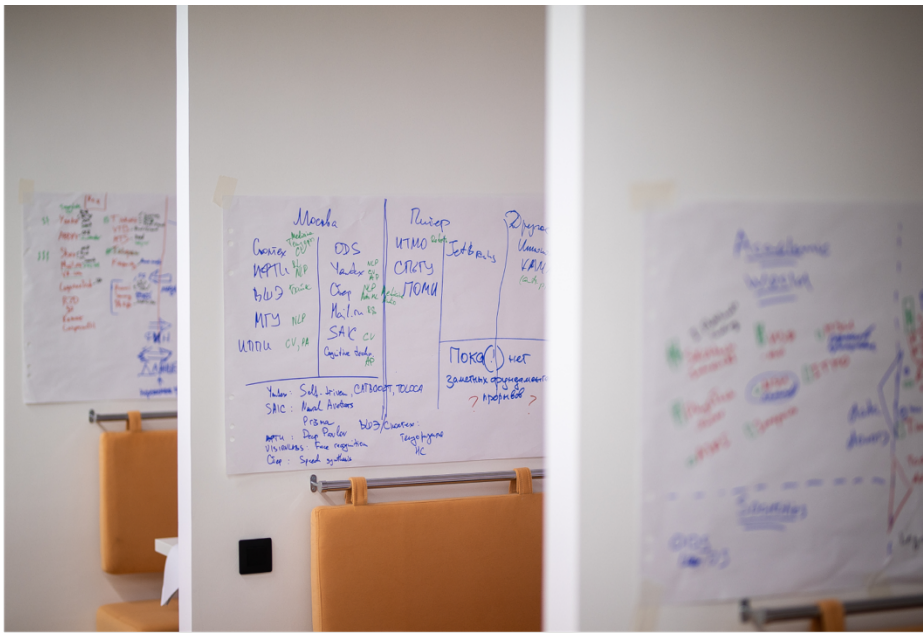
статей опубликовано

10

статей на конференциях A*, A

4

статьи в журналах с рейтингом Q1



Руководители научных групп

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

АРТУР КАДУРИН

Глубокое обучение в науках о жизни

АНВАР КУРМУКОВ

Анализ медицинских изображений

ОЛЬГА КАРДЫМОН

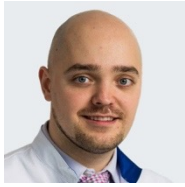
Биоинформатика

АЛЕКСЕЙ ОСАДЧИЙ

Нейроинтерфейсы

МИХАИЛ БЕЛЯЕВ

Компьютерное зрение в медицине

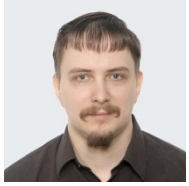


ВИКТОР ГОМБОЛЕВСКИЙ

Цифровая медицина

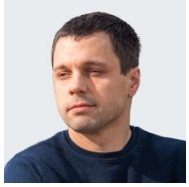
СЕМЕН БУДЕННЫЙ

Дизайн новых материалов



ИЛЬЯ МАКАРОВ

ИИ в индустрии



ЕВГЕНИЙ БУРНАЕВ

Обучаемый интеллект

Руководители научных групп

ПОИСКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ГЛЕБ ГУСЕВ

Алгоритмы

МИХАИЛ БУРЦЕВ

Новые нейросетевые архитектуры

ДМИТРИЙ БАБАЕВ

Обучение с подкреплением

АЛЕКСАНДР ПАНОВ

Нейросимвольная интеграция

АРТЕМ ШЕЛМАНОВ

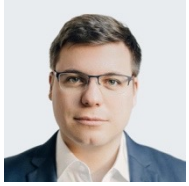
Обучение на слабо размеченных данных

ТАТЬЯНА ШАВРИНА

Обработка естественного языка

ДМИТРИЙ ВЕТРОВ

Вероятностное обучение



АНДРЕЙ ЧЕРТОК

Fusion Brain

ИВАН ОСЕЛЕДЕЦ

Вычислительный интеллект

АЛЕКСЕЙ

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОЕКТЫ

Прикладные исследования

Наука не может существовать в отрыве от повседневного мира, а прикладные научные исследования связывают их между собой. Они направлены на решение технологических и социальных задач, практическое применение результатов исследований и поиск новых идей и направлений.
Мы в Институте активно развиваем прикладные исследования с целью применения алгоритмов искусственного интеллекта к задачам реального мира.
На данный момент использование искусственного интеллекта в медицине, науке и промышленности – три основных направления прикладных исследований AIRI.

Мы ожидаем, что в ближайшем будущем искусственный интеллект сможет привнести значительные изменения в методы диагностики и лечения заболеваний, ускорит развитие фундаментальных наук и наук о жизни, внесет существенный вклад в оптимизацию производства и ESG повестку.

Современные алгоритмы еще не обладают достаточными знаниями об устройстве мира и законах природы, которые необходимы для решения многих практических задач. Наши прикладные исследования направлены на создание наукоемких алгоритмов искусственного интеллекта, соблюдающих и использующих фундаментальные законы природы (например, законы сохранения энергии или принципы квантовой механики), а также включающих в себя накопленные человеком знания и экспертизу.
Основываясь на этом подходе, мы моделируем и создаем цифровые двойники от микро- до макромира – от уровня молекул и кристаллических решеток до анатомии человека и промышленного оборудования.

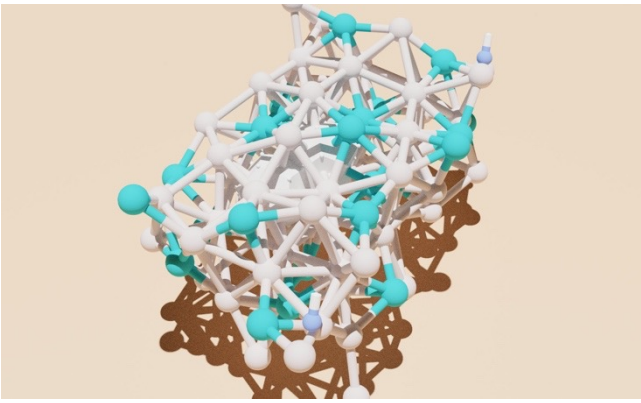
Применение искусственного интеллекта в создании новых материалов в устойчивой энергетике

СЕМЕН БУДЕННЫЙ

Руководитель проекта,
Руководитель команды «Дизайн новых материалов»

Раз в несколько десятилетий появляются новые уникальные материалы (например, синтетический алмаз или графен, за опыты с которым в 2010 году Новоселов К. С. и Гейм А. К. получили Нобелевскую премию), не говоря уже о новых элементах периодической таблицы Менделеева: порядка 17% элементов и вовсе не существует в природе, они были синтезированы человеком.

Найти новый элемент с последующим атомным числом – фундаментально сложная задача. Однако благодаря технологиям искусственного интеллекта синтез новых материалов на основе уже существующих элементов стал не просто технологическим трендом, а реальностью исследовательского мира.



Поверхность кристаллической структуры Rh-Al с молекулярным фрагментом NH

Наша команда занимается поиском новых энергетических материалов, которые позволят значительно снизить углеродный след за пределами этапа эксплуатации. Это поможет преодолеть ограничения зеленой энергии, которая далека от углеродной нейтральности из-за особенностей процессов логистики, создания энергетических материалов и их утилизации.

+10%

Потенциал выявления брака в производстве солнечных ячеек

Один из ключевых проектов группы – вычислительная платформа по поиску рецептур синтеза новых энергетических материалов, например, для солнечной энергии, улавливания CO_2 и батарей. Совместно с Unigreen мы проанализировали существующий процесс диагностики производства солнечных ячеек и выявили потенциал улучшения технологии до 10 процентов.

Для этого мы создали нейросетевую модель автоматической диагностики производства солнечных батарей, обработав в процессе исследования 170 тыс. солнечных ячеек. В 2022 году работа моделей в реальных производственных процессах уже будет доступна, а другая наша нейросетевая архитектура на графах поможет найти новые катализаторы для процессов переработки углекислого газа.

Дизайн S-белка для вакцины, мониторинг мутаций и «коктейль антител» против SARS-CoV-2, а также платформа для клинической интерпретации геномных данных

ОЛЬГА КАРДЫМОН

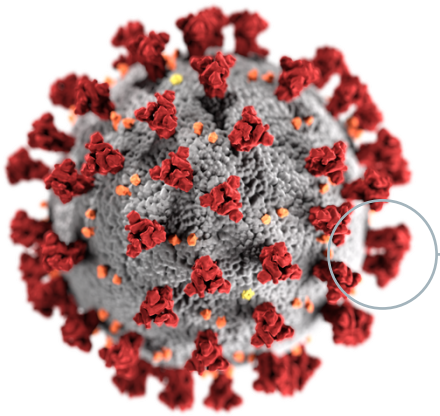
Руководитель проектов,
Руководитель команды «Биоинформатика»

Мутации вируса SARS-CoV-2 приводят к уходу от иммунного ответа. Чтобы разработать правильные методы защиты, необходимо отслеживать штаммы, предсказывать новые мутации и возможность иммунного «ухода».

Группа объединила в себе специалистов в области биологии, биоинформатики и науки о данных. Мы рассчитываем, что работа в направлении биоинформатических исследований SARS-CoV-2 поможет ускорить разработку новых вакцин и повысить их эффективность, а разрабатываемые модели для медицинской генетики повысят количество выявленных причин для наследственных заболеваний.

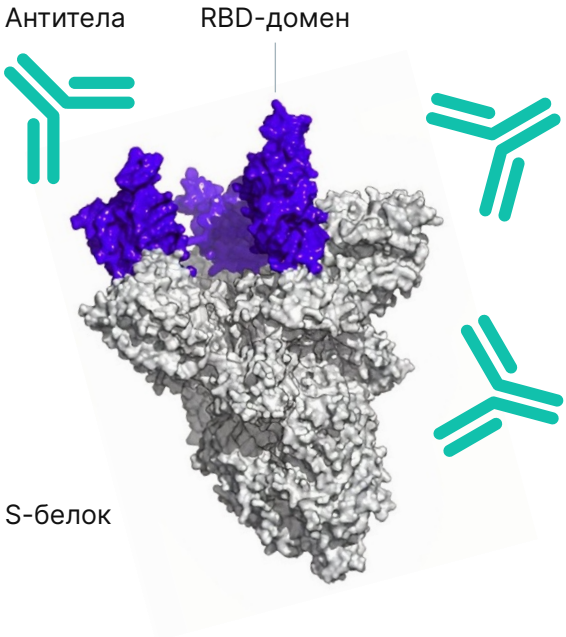
ФБУН Центральный НИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора

Группа начала работу совместно с ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора и проводит еженедельный мониторинг мутаций в геномах SARS-CoV-2 из БД Роспотребнадзора и мировых данных из GISAID.



ФНИЦ эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф. Гамалеи

Совместно с НИЦЭМ им. Гамалеи ученые ведут работы по моделированию S-белка с целью оптимизации структуры для повышения иммуногенности вакцины против новых штаммов и правильного выбора антител. К декабрю 2021 года уже создан AI-инструмент для прогнозирования и оценки иммуногенности эпитопов (мест связывания антител с вирусом) и дизайн S-белка с повышенной иммуногенностью.



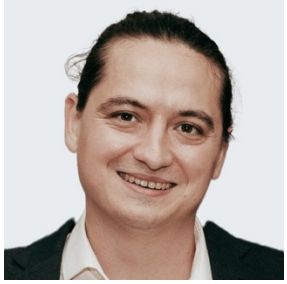
ИЦиГ

МГНЦ

В рамках совместного с ИЦиГ СО РАН проекта Cell State оценивается роль мутаций в некодирующих белки регионах генома человека в связи с поражением конкретных органов и тканей. Только в 30-40% случаев врачи могут установить причину наследственных заболеваний, и анализ изменений в некодирующих белки (регуляторных) регионах генома с помощью машинного обучения может повысить этот показатель. Разработанная модель будет встроена в web-платформу по работе с геномами.

Совместно с МГНЦ им. Бочкова реализован проект по предсказанию uORF (область генома, влияющая на синтез белка с гена, которая может негативно влиять на правильную работу гена). Проведена ручная разметка части таких регионов, обучена модель для предсказания таких позиций в клинически значимых генах, произведена проверка в «мокрой» лаборатории.

Оптимизация предобработки МРТ-изображений для стабильной работы ИИ и его самообучение с использованием анатомической информации



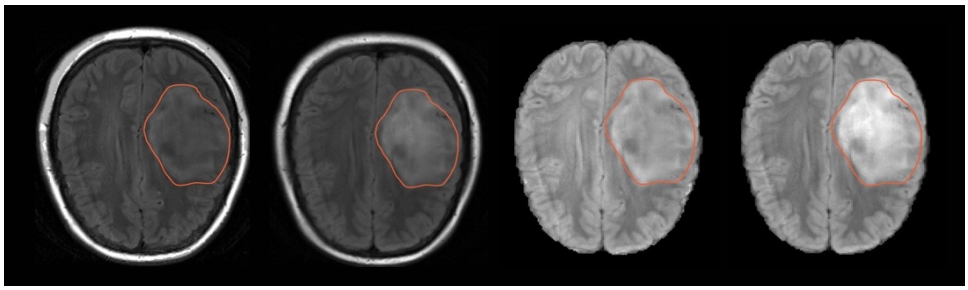
АНВАР КУРМУКОВ

Руководитель проекта, Руководитель команды «Анализ медицинских изображений»

Алгоритмы обработки изображений, основанные на глубоких нейронных сетях, активно внедряются в медицинские приложения. Так, например, при подготовке пациентов для проведения лучевой терапии, врач-радиолог обводит контур опухоли на снимках магнитно-резонансной и/или компьютерной томографии (МРТ и КТ). Такие снимки представляют из себя набор из нескольких десятков, чаще всего, сотен двумерных изображений.

Рутинная процедура может быть значительно облегчена с помощью современных алгоритмов искусственного интеллекта. В ряде случаев, например, если снимки получены на одном томографе, в соответствии с одним протоколом сканирования, удается «обучить» алгоритм практически не уступающий опытному специалисту. Однако задача «обобщения» решается не так успешно: алгоритм, обученный на данных одного медицинского учреждения, часто дает сбой при тестировании на данных другого. Этот эффект в литературе называется доменным сдвигом. Изменение «контекста» изображения несущественного для опытного глаза рентгенолога, пагубно влияет на точность алгоритма. В нашей работе мы исследуем различные способы борьбы с доменным сдвигом.

В рамках первого проекта мы оцениваем влияние предобработки данных на качество работы глубоких нейронных сетей. Предобработка снимков МРТ головного мозга состоит из множества несвязанных между собой шагов, каждый из которых нацелен нивелировать тот или иной источник доменного сдвига. Например, разница в разрешении изображений (1 мм x 1 мм против 3 мм x 3 мм) может быть преодолена за счет интерполяции, а разница в яркостях – за счет выравнивания гистограмм распределения. Для этой задачи мы собрали набор данных о 490 пациентах: суммарно более 2000 трехмерных снимков МРТ и КТ с разметкой контуров опухолей. В настоящий момент готовится публикация по описанию этих данных.



«Мы собрали >2000 трехмерных снимков МРТ и КТ с разметкой контуров опухолей»

В нашем втором проекте мы предлагаем способ внедрить знания об анатомии человека в модель машинного обучения для обработки медицинских изображений. Мы выдвигаем гипотезу о том, что знания об анатомии должны стабилизировать работу алгоритмов, сделать их устойчивыми к эффектам доменного сдвига.

На текущий момент мы успели протестировать ценность предложенного подхода в задаче сегментации двумерных рентгеновских снимков и получили обнадеживающие результаты.

Глубокое обучение в науках о жизни: разработка дифференцируемой системы расчета электронных свойств

АРТУР КАДУРИН

Руководитель проекта, Руководитель команды «Глубокое обучение в науках о жизни»

Современные подходы к решению задач, возникающих в естественных науках, с помощью машинного обучения сводятся к предсказанию макропризнаков на основе низкоуровневых описаний. В результате модели вынуждены «выучивать» закономерности в данных в неявном виде, а это приводит к необходимости использования больших объемов данных и отсутствию интерпретируемости. С другой стороны, традиционные численные методы решения задач квантовой химии упираются в вычислительные ресурсы, поскольку анализ и генерация масштабных молекулярных библиотек занимают огромное количество времени.

Команда «Глубокое обучение в науках о жизни», которая разрабатывает нейросетевые методы решения численных задач физической химии, универсальные текстовые модели для задач хемоинформатики и исследует эволюционные и мета-подходы в обучении с подкреплением, решает эти проблемы с помощью нейросетевых моделей.

По результатам проекта ученые Института создадут дифференцируемый и интерпретируемый фреймворк для решения численных задач физической химии. Начав работу над совместным с ИНТЦ «Сириус» проектом в ноябре 2021 года, команда уже собрала первый прототип и соответствующий датасет.

Партнер проекта

Сириус
Образовательный центр

ТЕКУЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Собран экспериментальный датасет: значения гамильтонианов для 5000 промежуточных состояний молекулярной динамики с шагом в 1 фемтосекунду для 129 молекул.

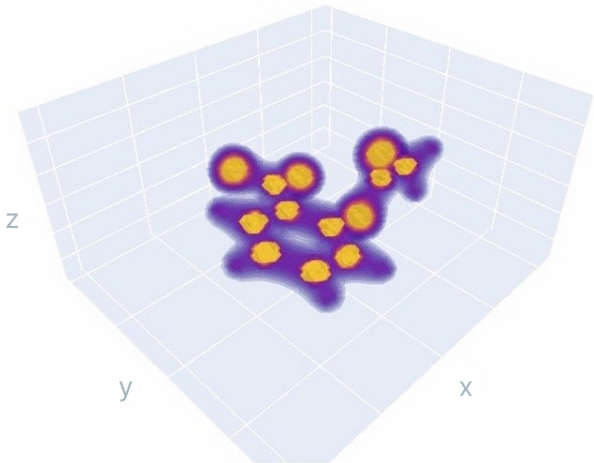
Воспроизведены первые модели предсказания электронной плотности.

МЕТОД	КОНФОРМАЦИЙ В СЕКУНДУ
DFT (psi4, wb97x-d/def2-svp)	0.025 (40 с/конф.)
SchNOrb	106,5 (x4000)
PhiSNet	5,5 (x220)

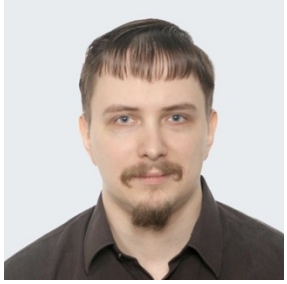
ТЕКУЩИЕ ЗАДАЧИ

Сбор основного датасета (~2 млн драглайк молекул, 10-100 конформаций).

Разработка собственных моделей предсказания электронной плотности.



Умная система мониторинга состояния промышленного оборудования и устойчивые алгоритмы оценки глубины для беспилотных автомобилей

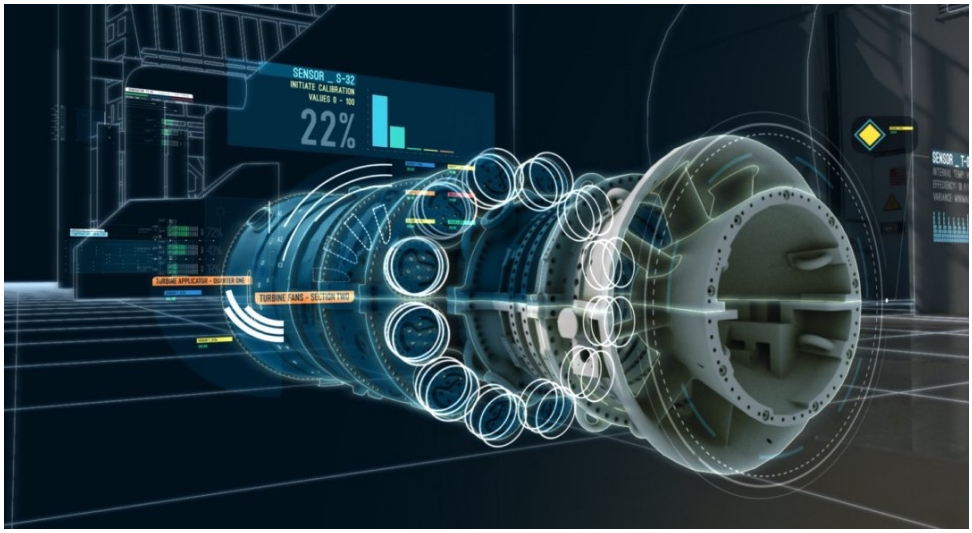


ИЛЬЯ МАКАРОВ

Руководитель проекта, Руководитель команды «Искусственный интеллект в промышленности»

В мире не осталось ни одной индустрии, которой бы не коснулось применение технологий искусственного интеллекта. Наша команда занимается исследованием и разработкой универсальных методов интеллектуального принятия решений на основе сенсорных данных с учетом человеческого фактора для индустрий от тяжелой и химической промышленности до разработки решений для автономных автомобилей.

> «Мы в группе создаем систему мониторинга состояния промышленного оборудования на основе искусственного интеллекта»

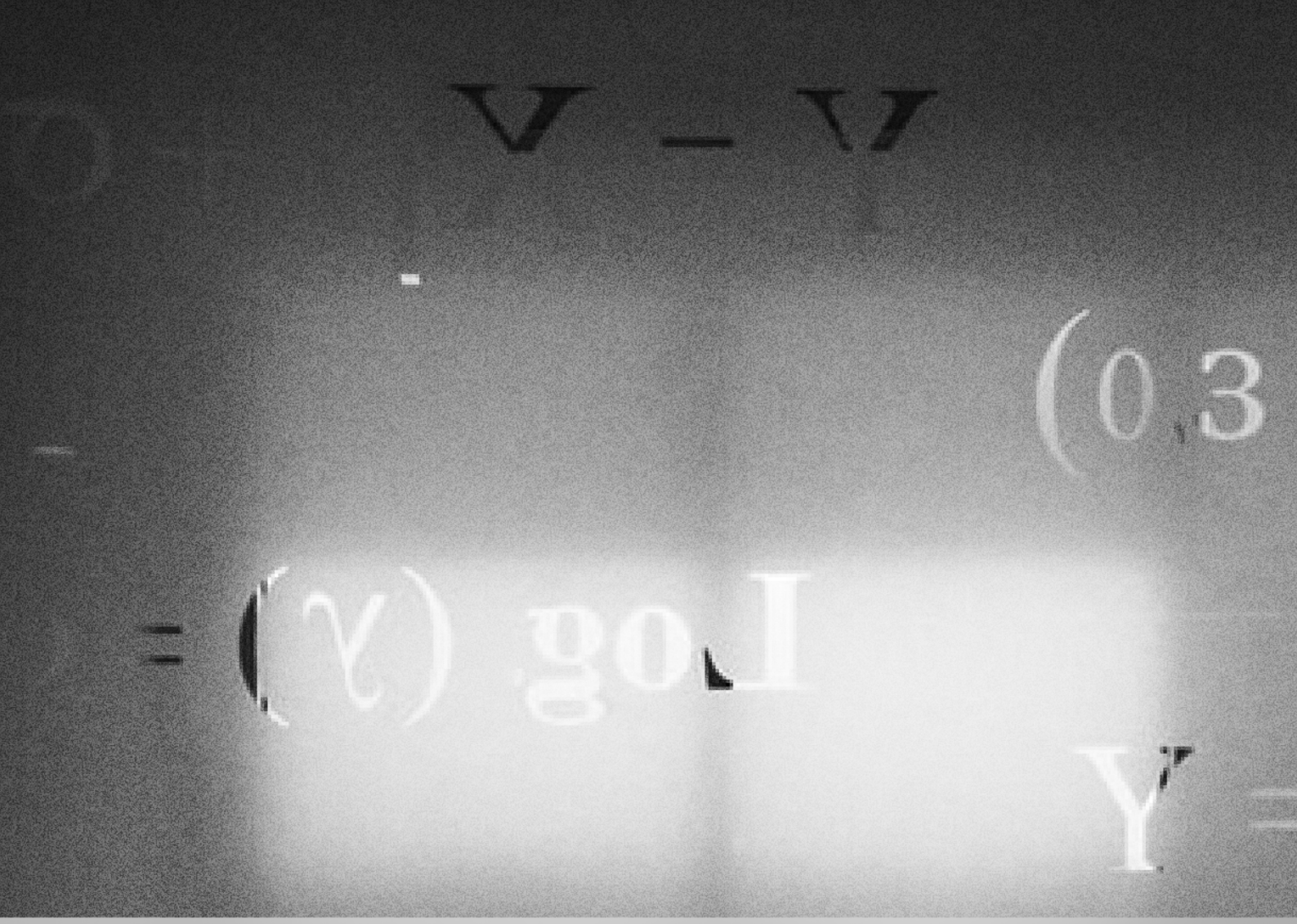


Цифровой двойник оборудования на производстве

Источник фото: Medium

Неоптимальный режим работы оборудования на производствах и внештатные сбои в процессе эксплуатации ведут к значительным производственным потерям. Мы в группе создаем систему мониторинга состояния промышленного оборудования на основе искусственного интеллекта. В нее будет включен индекс здоровья приборов на основе физически-обусловленных автоэнкодеров и доменно-независимые модели анализа сенсорных данных, которые смогут предсказывать неисправности. Уже в 2022 году мы адаптируем модели предсказания аномалий в промышленности для нужд корпоративно-инвестиционного бизнеса. Мы также планируем апробировать наши технологии на реальных данных генераторов.

Беспилотные автомобили и дополненная реальность уже давно стали частью нашей ежедневной практики. Несмотря на это, у таких технологий есть недостатки. Например, современные алгоритмы оценки глубины пространства работают медленно, либо показывают низкую точность. Мы уже разработали новую модель для интерполяции глубины и провели обзор методов self-supervised обучения, чтобы в следующем году адаптировать ее для практического применения.



Поисковые исследования

МИХАИЛ БУРЦЕВ

Директор по фундаментальным исследованиям

Одна из важнейших целей AIRI - прогресс в решении основополагающих проблем машинного обучения и создание принципиально новых алгоритмов, способных к познанию окружающего мира. Это захватывающее путешествие ко все более и более универсальным интеллектуальным системам, которое не только позволит создать умных помощников для нас, но и неизбежно приведет к более глубокому пониманию природы человеческого разума. Дорогу осилит идущий, и в этом году мы начали наш путь.

За этот год нам удалось откартировать ландшафт наиболее перспективных направлений исследований и разработать научную стратегию для института. Успешно стартовали проекты в областях обучения с подкреплением, мультимодального и мультизадачного обучения, обработки естественного языка, нейросимвольных методов.

Формирование портфеля поисковых исследований продолжается, и в следующем году планируются к запуску проекты по объединению графов знаний и языковых моделей, нейросетевым архитектурам для моделирования рассуждений, непрерывному обучению, а также междисциплинарные исследования на стыке с нейронауками.
Мы начали активно работать над созданием и развитием академических партнерств. Уверен, что в следующем году мы запустим совместные исследовательские проекты с лидирующими российскими и зарубежными академическими группами.

Создание RL-фреймворка «Synergy RL»

ДМИТРИЙ БАБАЕВ

Руководитель проекта,
Руководитель команды «Обучение с подкреплением»

Наша группа создает новые алгоритмы метода обучения ИИ на основе обратной связи от взаимодействия со средой (RL, reinforcement learning, обучение с подкреплением). Мы стремимся к улучшению качества решения таких важных практических задач, как, например, навигация роботов в сложных средах, автоматизация рутинных задач обработки информации, быстрое решение задач комбинаторной оптимизации и моделирование поведения систем экономических агентов.

Современные алгоритмы обучения с подкреплением все еще недостаточно хорошо работают для выполнения многих важных задач. Существуют способы частично решить проблемы современного RL, но подход, позволяющий объединить их в общее решение, отсутствует. Чтобы решить эту проблему, мы используем метод иерархического обучения с подкреплением и создаем универсальный фреймворк.

Результатом работы станет AutoRL – алгоритм, который способен эффективно исследовать среды с разреженной наградой и быстро адаптироваться к изменению цели, не требуя доработок под конкретные задачи, система для выполнения заданий в пользовательском интерфейсе и алгоритм для управления роботами-доставщиками грузов на складах.

В 2021 году часть команды совместно с коллегами из Лаборатории искусственного интеллекта Сбера заняла первое место на прошедшем в рамках NeurIPS 2021 конкурсе NetHack, который организовали Facebook AI и Deep Mind. Наша нейросеть показала лучший результат в прохождении одной из самых сложных в мире для ИИ игр из-за множества вариантов развития событий и неизвестной заранее стратегии. Победить помогла именно комбинация классических методов обучения и иерархического обучения с подкреплением. Надеемся, наш фреймворк тоже станет лучшим из лучших и облегчит работу ученым, разработчикам и исследователям данных.

Рабочая память на основе минимизации неопределенности предсказаний

МИХАИЛ БУРЦЕВ

Руководитель проекта, Руководитель команды «Новые нейросетевые архитектуры»

Команда «Новые нейросетевые архитектуры» фокусируется на создании и исследовании новых архитектур нейросетей и подходов к их обучению, позволяющих преодолеть проблемы уже существующих методов машинного обучения. Например, архитектуры с рабочей памятью для задач обучения с подкреплением и обучения с учителем, которые смогут находить, запоминать и использовать долгосрочные зависимости между событиями. Отдельным приоритетом группы является проведение междисциплинарных исследований на стыке искусственного интеллекта и нейронаук совместно с академическими партнерами.

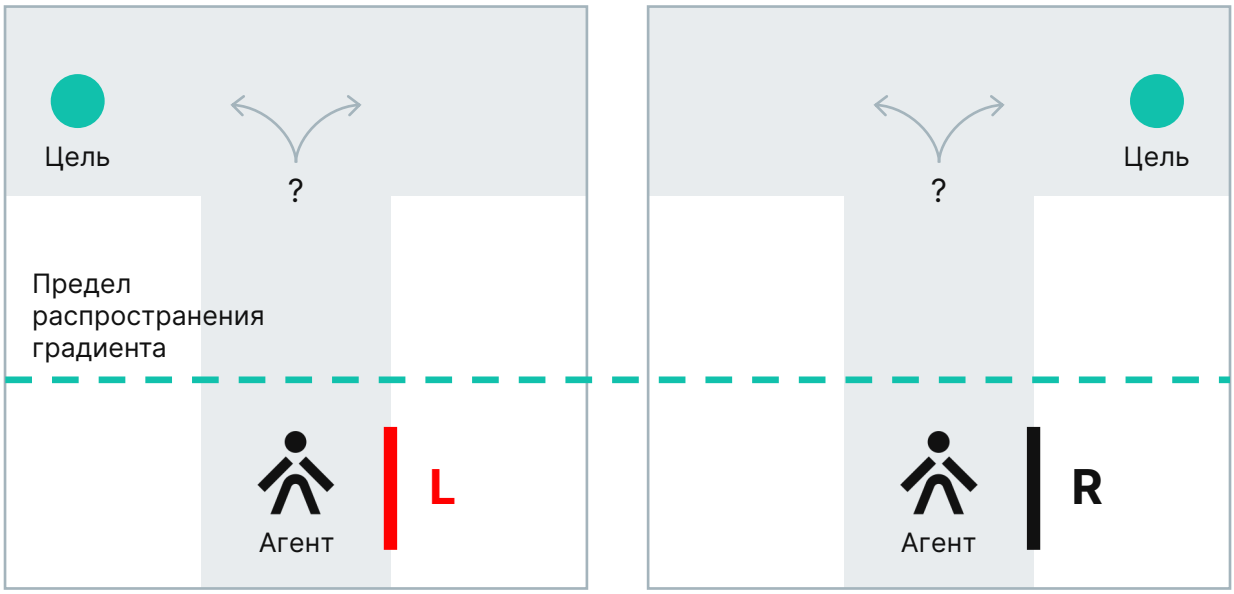
Модели, над которыми в 2021 году начала работу группа, смогут учиться, обращаясь к информации из прошлого за пределами распространения градиента. Это станет не просто фундаментальным продвижением в машинном обучении, но и сможет помочь усовершенствовать применяемые в самых разных сферах системы, требующие выделения важных сигналов в длинных временных рядах.

РЕШАЕМАЯ ПРОБЛЕМА

Современные методы машинного обучения не могут выявлять зависимости между элементами последовательности, расположенными дальше глубины распространения градиента.

ПРИМЕР

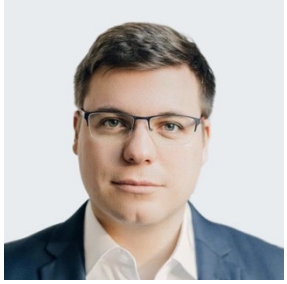
Агент должен научиться поворачивать направо или налево в лабиринте, в зависимости от цвета стенки, которую он увидел в начале.



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Решение сложных задач обучения с подкреплением, требующих наличия памяти
- Переход с уровня отдельных абзацев к уровню документов в обработке естественного языка
- Обработка длинных нуклеотидных последовательностей для задач биоинформатики
- Обработка длинных временных рядов

Fusion Brain: эффективная мультимодальная многозадачная модель



АНДРЕЙ ЧЕРТОК

Руководитель проекта,
Руководитель команды «Fusion Brain»

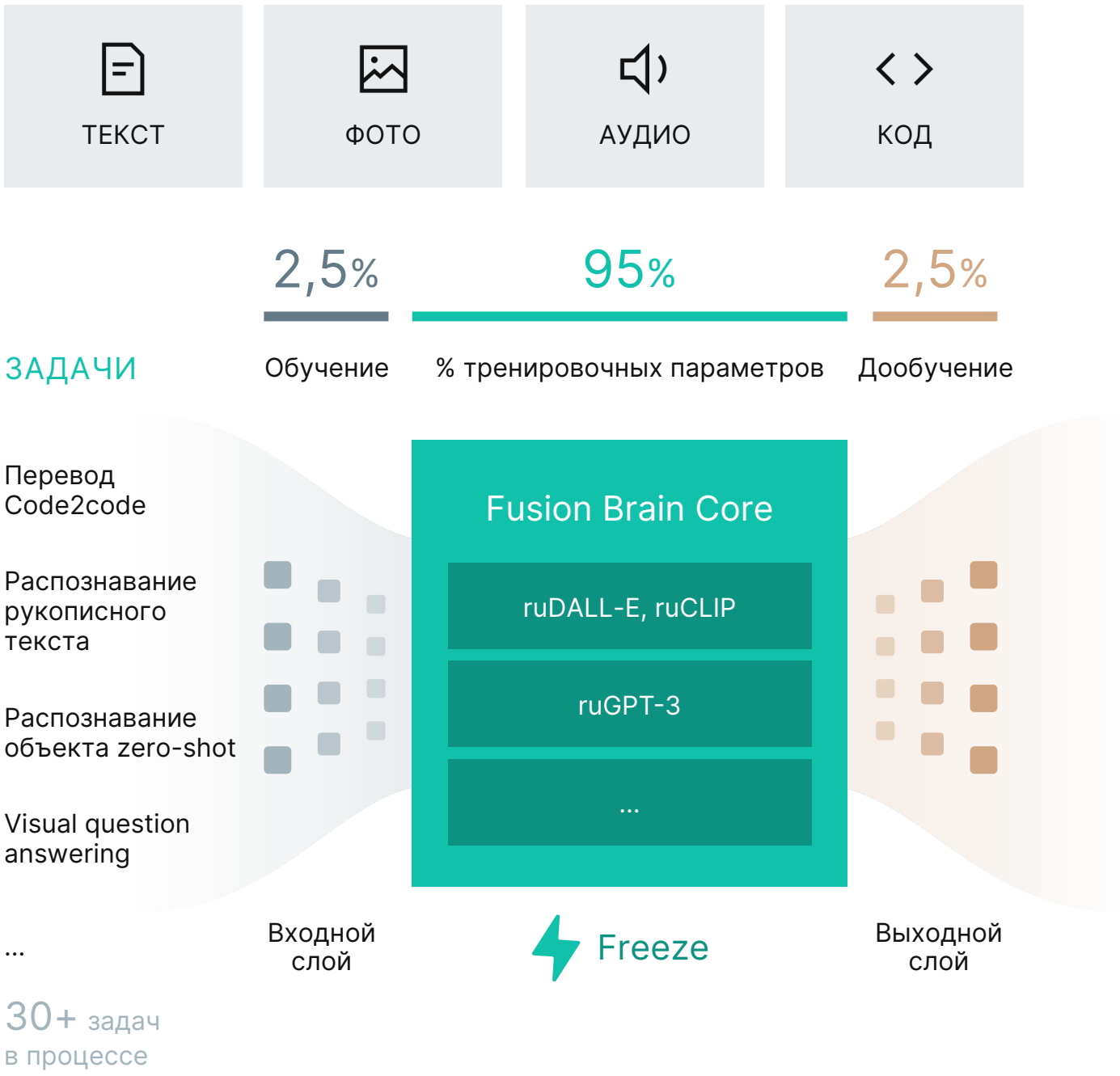
Большие предобученные модели используются с малой эффективностью в небольшом количестве задач, а внутренние проблемы больших моделей распространяются на любые зависящие от них.

В течение трех лет команда Fusion Brain совместно с Sber AI, Sber Devices, Самарским Университетом и ПОМИ РАН разработает мультимодальную мета-модель / фреймворк для широкого круга задач и модальностей, включая NLP, CV и Time Series. В отличие от активно использующихся сейчас однозадачных ИИ, Fusion Brain сможет использовать тексты, картинки, видео, аудио, временные ряды, графы и другие модальности, круг которых со временем будет расширяться.

Облегченная мета-модель будет обладать внешней памятью, а получить доступ к ней и адаптировать искусственный интеллект под конкретный круг задач сможет любой желающий с помощью API SberCloud.

В 2021 году мы уже обучили единую модель FB v1.0, которая способна решать 8 задач в 4 модальностях.

Архитектура FB V1.0



Разработка архитектуры нейросимвольной интеграции в обучении и планировании

АЛЕКСАНДР ПАНОВ

Руководитель проекта,
Руководитель команды «Нейросимвольная интеграция»

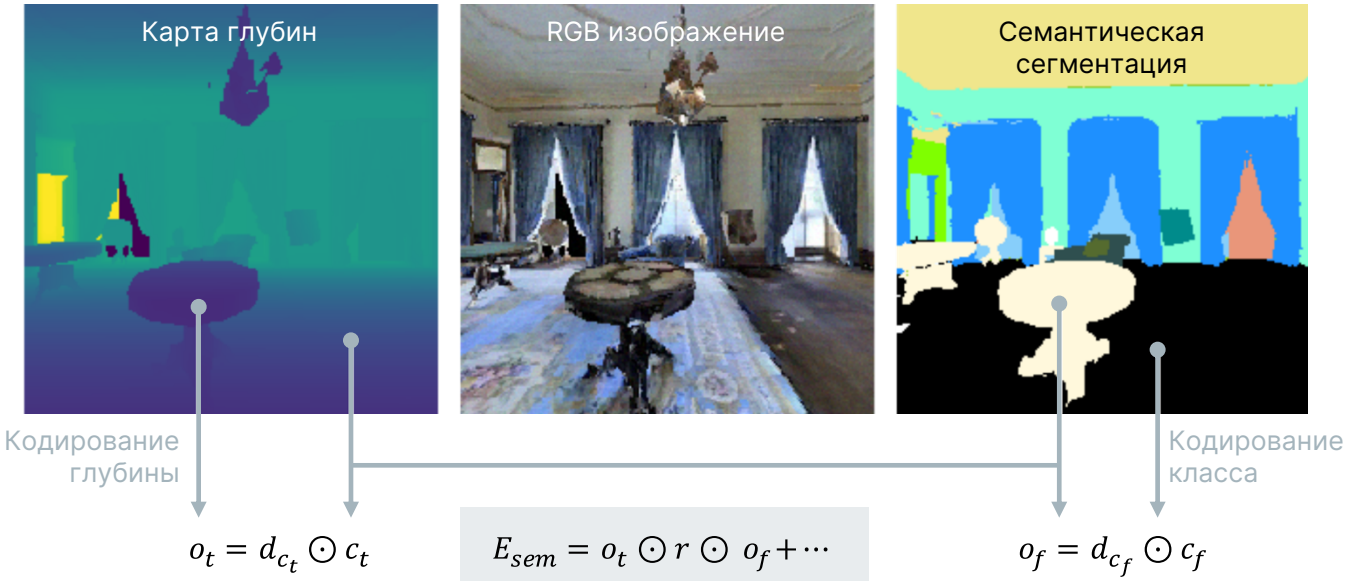
Задача команды «Нейросимвольная интеграция» - объединить мультимодальные нейросетевые модели и эффективные символьные алгоритмы для одновременного обучения и планирования поведения агентов.

За счет подобных архитектур мы стремимся упростить и сделать более эффективным процесс решения таких задач, как, например, создание автономных систем управления когнитивными роботами-ассистентами.

Наш основной проект – создание новых методов и алгоритмов обучения и планирования поведения агента, которые бы позволили ему демонстрировать высокую степень автономности в сложных человеко-ориентированных средах. Для этого мы разрабатываем новый набор данных для моделирования рассуждений с моделью поведения собеседника по изображениям и социализированным диалогам. Мы считаем, что ключевой путь повышения эффеткивности поведения агентов - это развитие метода обучения с подкреплением на основе модели внешней среды.

Прикладной пример – робототехнические ассистенты в человеко-ориентированных средах. Источник фото: Amazon

В этому году мы уже разработали усовершенствованный метод локализации с использованием нейросимвольного метода описания сцены. Кодирование объектной семантики сцены с помощью высокоразмерных представлений позволило улучшить показатели качества локализации по сравнению с современными нейросетевыми решениями.



МЕТОД	R(0,5)	R(1)	R(5)	R(10)
HF-Net	0,890	0,892	0,963	0,976
TSVLoc(H)+SEB	0,892	0,893	0,977	0,988
TSVLoc(H)+SEBD	**0,895**	**0,896**	**0,980**	**0,993**
NetVLAD	0,887	0,888	0,962	0,973
TSVLoc(V)+SEBD	0,892	0,893	0,976	0,987

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Опубликованные в 2021 году

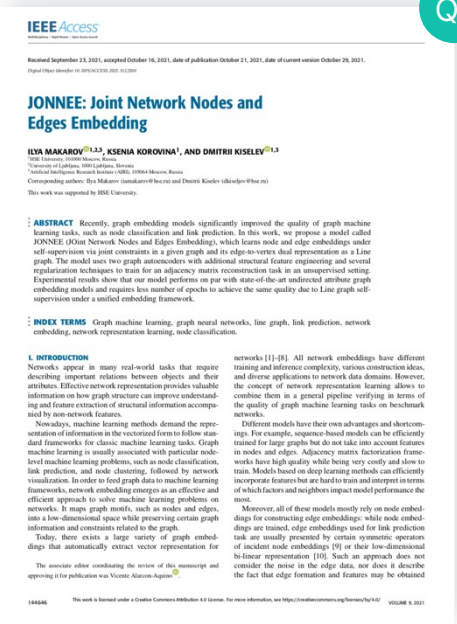
JONNEE: Joint Network Nodes and Edges Embedding

Makarov I., Kiselev D., Korovina K.

IEEE Access

Recently, graph embedding models significantly improved the quality of graph machine learning tasks, such as node classification and link prediction. In this work, we propose a model called JONNEE (JOint Network Nodes and Edges Embedding), which learns node and edge embeddings under self-supervision via joint constraints in a given graph and its edge-to-vertex dual representation as a Line graph. The model uses two graph autoencoders with additional structural feature engineering and several regularization techniques to train for an adjacency matrix reconstruction task in an unsupervised setting. Experimental results show that our model performs on par with state-of-the-art undirected attribute graph embedding models and requires less number of epochs to achieve the same quality due to Line graph self-supervision under a unified embedding framework.

Q1



IEEE Access

Received September 23, 2021, accepted October 16, 2021, date of publication October 21, 2021, date of current version October 29, 2021.

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2021.3122060

JONNEE: Joint Network Nodes and Edges Embedding

ILYA MAKAROV[1,2,3], KSENIA KOROVINA[1], AND DMITRII KISELEV[1,3]

[1]HSE University, 101000 Moscow, Russia
[2]University of Ljubljana, 1000 Ljubljana, Slovenia
[3]Artificial Intelligence Research Institute (AIRI), 105064 Moscow, Russia

Corresponding authors: Ilya Makarov (iamakarov@hse.ru) and Dmitrii Kiselev (dkiselev@hse.ru)

This work was supported by HSE University.

ABSTRACT Recently, graph embedding models significantly improved the quality of graph machine learning tasks, such as node classification and link prediction. In this work, we propose a model called JONNEE (JOint Network Nodes and Edges Embedding), which learns node and edge embeddings under self-supervision via joint constraints in a given graph and its edge-to-vertex dual representation as a Line graph. The model uses two graph autoencoders with additional structural feature engineering and several regularization techniques to train for an adjacency matrix reconstruction task in an unsupervised setting. Experimental results show that our model performs on par with state-of-the-art undirected attribute graph embedding models and requires less number of epochs to achieve the same quality due to Line graph self-supervision under a unified embedding framework.

INDEX TERMS Graph machine learning, graph neural networks, line graph, link prediction, network embedding, network representation learning, node classification.

I. INTRODUCTION

Networks appear in many real-world tasks that require describing important relations between objects and their attributes. Effective network representation provides valuable information on how graph structure can improve understanding and feature extraction of structural information accompanied by non-network features.

Nowadays, machine learning methods demand the representation of information in the vectorized form to follow standard frameworks for classic machine learning tasks. Graph machine learning is usually associated with particular node-level machine learning problems, such as node classification, link prediction, and node clustering, followed by network visualization. In order to feed graph data to machine learning frameworks, network embedding emerges as an effective and efficient approach to solve machine learning problems on networks. It maps graph motifs, such as nodes and edges, into a low-dimensional space while preserving certain graph information and constraints related to the graph.

Today, there exists a large variety of graph embeddings that automatically extract vector representation for networks [1]–[8]. All network embeddings have different training and inference complexity, various construction ideas, and diverse applications to network data domains. However, the concept of network representation learning allows to combine them in a general pipeline verifying in terms of the quality of graph machine learning tasks on benchmark networks.

Different models have their own advantages and shortcomings. For example, sequence-based models can be efficiently trained for large graphs but do not take into account features in nodes and edges. Adjacency matrix factorization frameworks have high quality while being very costly and slow to train. Models based on deep learning methods can efficiently incorporate features but are hard to train and interpret in terms of which factors and neighbors impact model performance the most.

Moreover, all of these models mostly rely on node embeddings for constructing edge embeddings: while node embeddings are trained, edge embeddings used for link prediction task are usually presented by certain symmetric operators of incident node embeddings [9] or their low-dimensional bi-linear representation [10]. Such an approach does not consider the noise in the edge data, nor does it describe the fact that edge formation and features may be obtained

The associate editor coordinating the review of this manuscript and approving it for publication was Vicente Alarcon-Aquino.

144646 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License. For more information, see https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ VOLUME 9, 2021

Ссылка на источник

Occupancy Grid Generation With Dynamic Obstacle Segmentation in Stereo Images

Yudin D., Shepel I., Adeshkin V., Belkin I.

IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems

The detection of dynamic and static obstacles is a key task for the navigation of autonomous ground vehicles. The article presents a new algorithm for generating an occupancy map of the surrounding space from noisy point clouds obtained from one or several stereo cameras. The camera images are segmented by the proposed deep neural network FCN-ResNet-M-OC, which combines the speed of the FCN-ResNet method and improves the quality of the model using the concept of object context representation. The paper investigates supervised approaches to network training on unbalanced samples with road scenes such as the weighted cross entropy and the Focal Loss. The occupancy map is built from point clouds with semantic labels, in which static environment and potentially dynamic obstacles are highlighted. Our solution is operational in real time and applicable on platforms with limited computing resources. The approach was tested on autonomous vehicle datasets: Semantic KITTI, KITTI-360, Mapillary Vistas and custom OpenTaganrog. The usage of semantically labeled point clouds increased the precision of obstacle detection by an average of 17%. The performance of the entire approach on various computing platforms with Jetson Xavier, RTX3070, GPUs NVidia Tesla V100 is respectively from 10 to 15 FPS for input image resolution 1920x1080 pixels.

Q1

IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS

Occupancy Grid Generation with Dynamic Obstacle Segmentation in Stereo Images

Ilya Shepel, Vasily Adeshkin, Ilya Belkin, Dmitry Yudin

***Abstract*—The detection of dynamic and static obstacles is a key task for the navigation of autonomous ground vehicles. The article presents a new algorithm for generating an occupancy map of the surrounding space from noisy point clouds obtained from one or several stereo cameras.**

The camera images are segmented by the proposed deep neural network FCN-ResNet-M-OC, which combines the speed of the FCN-ResNet method and improves the quality of the model using the concept of object context representation. The paper investigates supervised approaches to network training on unbalanced samples with road scenes such as the weighted cross entropy and the Focal Loss. The occupancy map is built from point clouds with semantic labels, in which static environment and potentially dynamic obstacles are highlighted. Our solution is operational in real time and applicable on platforms with limited computing resources. The approach was tested on autonomous vehicle datasets: Semantic KITTI, KITTI-360, Mapillary Vistas and custom OpenTaganrog. The usage of semantically labeled point clouds increased the precision of obstacle detection by an average of 17%. The performance of the entire approach on various computing platforms with Jetson Xavier, RTX3070, GPUs NVidia Tesla V100 is respectively from 10 to 15 FPS for input image resolution 1920×1080 pixels.

***Index Terms*—occupancy grid, stereo image, point cloud, semantic segmentation, neural network, real time, embedded systems, unmanned ground vehicle**

I. Introduction

To navigate safely and efficiently in areas with a large number of dynamic objects, unmanned ground vehicles (UGV) must synthesize a map of the surrounding space in real time. In this case, objects should be divided into static and potentially dynamic, with the latter category requiring more attention.

Currently, there are two groups of approaches to identifying barriers to UGV, based on the application of the so-called occupancy grid or occupancy map [1].

The first group uses high-precision data from LiDARs [2]–[4]. However, LiDARs are expensive sensors which limits their use for small UGVs such as courier robots. Also, point clouds from the LiDAR have a low density, which makes it difficult to detect small obstacles such as curbs.

Ilya Shepel is with the LLC Integrant, Moscow, 127495, Russia, e-mail: shepel@integrant.ru.

Vasily Adeshkin is with the Intelligent Transport Laboratory, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow Region, Dolgoprudny, 141700, Russia.

Ilya Belkin is with LLC Integrant and the Intelligent Transport Laboratory, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow Region, Dolgoprudny, 141700, Russia.

Dmitry Yudin is with Artificial Intelligence Research Institute (AIRI), Moscow, Russia and the Intelligent Transport Laboratory, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow Region, Dolgoprudny, 141700, Russia, e-mail: yudin@airi.net.

Manuscript received March 07, 2021; revised March 26, 2021.

The second group is focused on using stereo cameras as the main sensor [5], [6]. Range data from stereo cameras is very noisy, but at the same time, it contains color information. Also, unlike LiDAR point clouds, there are many open datasets with semantic markup [7], [8], allows obtaining good Intersection over Union (IoU) scene segmentation metric when training networks. There are also combined approaches that use data from both types of sensors [9], [10]. These systems are the most expensive and also require accurate intercalibration of sensors.

The solution presented in the paper allows us to build an accurate map of the area, taking into account the semantics of the scene. The contributions of the article are as follows:

- novel algorithm for synthesizing the occupancy map based on point clouds with semantic labels from stereo images;
- real-time approach to the image semantic segmentation FCN-ResNet-M-OC, combining the speed of FCN-ResNet models and the effect of improving the quality of the concept of object-contextual representation, as well as its open software implementation;
- detailed studies of the quality and performance of the proposed algorithms on different datasets (Mapillary, Semantic KITTI, KITTI-360 and proposed OpenTaganrog) and a wide range of computing platforms: from high-performance GPU NVidia Tesla V100 to embedded energy-efficient Jetson Xavier systems.

Software implementation of the proposed deep neural network for semantic segmentation and custom OpenTaganrog dataset are publicly available under MIT Licence[1].

In the structure of the article, the analysis of modern methods of occupancy grid generation is given in Section II. A brief statement of the problem is formalized in Section III. The proposed methodology for its solution and experimental results are described in the Sections IV and V. Section VI contains a short conclusion and planned future work.

II. Related work

Traditional approaches to 2.5D occupancy grid estimation can be classified by the sensor type they use and by point cloud preprocessing steps.

The most popular methods of the occupancy grid estimation use LiDAR as a source of point clouds. The sparsity of these clouds should be taken into account during algorithm development. A hierarchical approach to the environment

[1]https://github.com/cds-mipt/FcnResnetOCR

Ссылка на источник

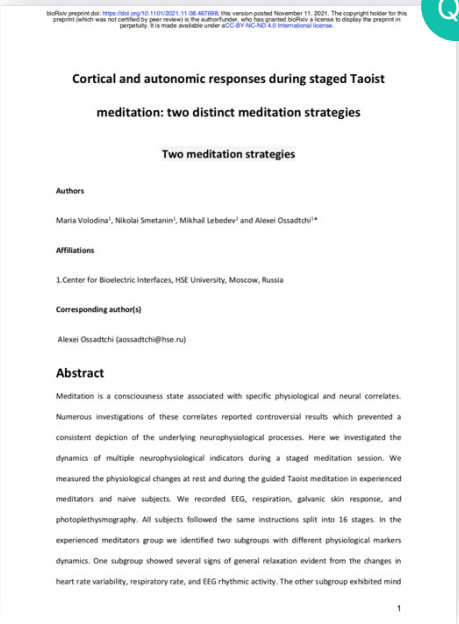
Cortical and autonomic responses during staged Taoist meditation: two distinct meditation strategies

Ossadtchi A., Volodina M., Lebedev M., Smetanin N.

PLOS One

Meditation is a consciousness state associated with specific physiological and neural correlates. Numerous investigations of these correlates reported controversial results which prevented a consistent depiction of the underlying neurophysiological processes. Here we investigated the dynamics of multiple neurophysiological indicators during a staged meditation session. We measured the physiological changes at rest and during the guided Taoist meditation in experienced meditators and naive subjects. We recorded EEG, respiration, galvanic skin response, and photoplethysmography. All subjects followed the same instructions split into 16 stages. In the experienced meditators group we identified two subgroups with different physiological markers dynamics. One subgroup showed several signs of general relaxation evident from the changes in heart rate variability, respiratory rate, and EEG rhythmic activity. The other subgroup exhibited mind concentration patterns primarily noticeable in the EEG recordings while no autonomic responses occurred. The duration and type of previous meditation experience or any baseline indicators we measured did not explain the segregation of the meditators into these two groups. These results suggest that two distinct meditation strategies could be used by experienced meditators, which partly explains the inconsistent results reported in the earlier studies evaluating meditation effects. Our findings are also relevant to the development of the high-end biofeedback systems.

Q1



bioRxiv preprint doi: https://doi.org/10.1101/2021.11.08.467898; this version posted November 11, 2021. The copyright holder for this preprint (which was not certified by peer review) is the author/funder, who has granted bioRxiv a license to display the preprint in perpetuity. It is made available under aCC-BY-NC-ND 4.0 International license.

Cortical and autonomic responses during staged Taoist meditation: two distinct meditation strategies

Two meditation strategies

Authors

Maria Volodina[1], Nikolai Smetanin[1], Mikhail Lebedev[1] and Alexei Ossadtchi[1]*

Affiliations

1.Center for Bioelectric Interfaces, HSE University, Moscow, Russia

Corresponding author(s)

Alexei Ossadtchi (aossadtchi@hse.ru)

Abstract

Meditation is a consciousness state associated with specific physiological and neural correlates. Numerous investigations of these correlates reported controversial results which prevented a consistent depiction of the underlying neurophysiological processes. Here we investigated the dynamics of multiple neurophysiological indicators during a staged meditation session. We measured the physiological changes at rest and during the guided Taoist meditation in experienced meditators and naive subjects. We recorded EEG, respiration, galvanic skin response, and photoplethysmography. All subjects followed the same instructions split into 16 stages. In the experienced meditators group we identified two subgroups with different physiological markers dynamics. One subgroup showed several signs of general relaxation evident from the changes in heart rate variability, respiratory rate, and EEG rhythmic activity. The other subgroup exhibited mind

1

Ссылка
на источник

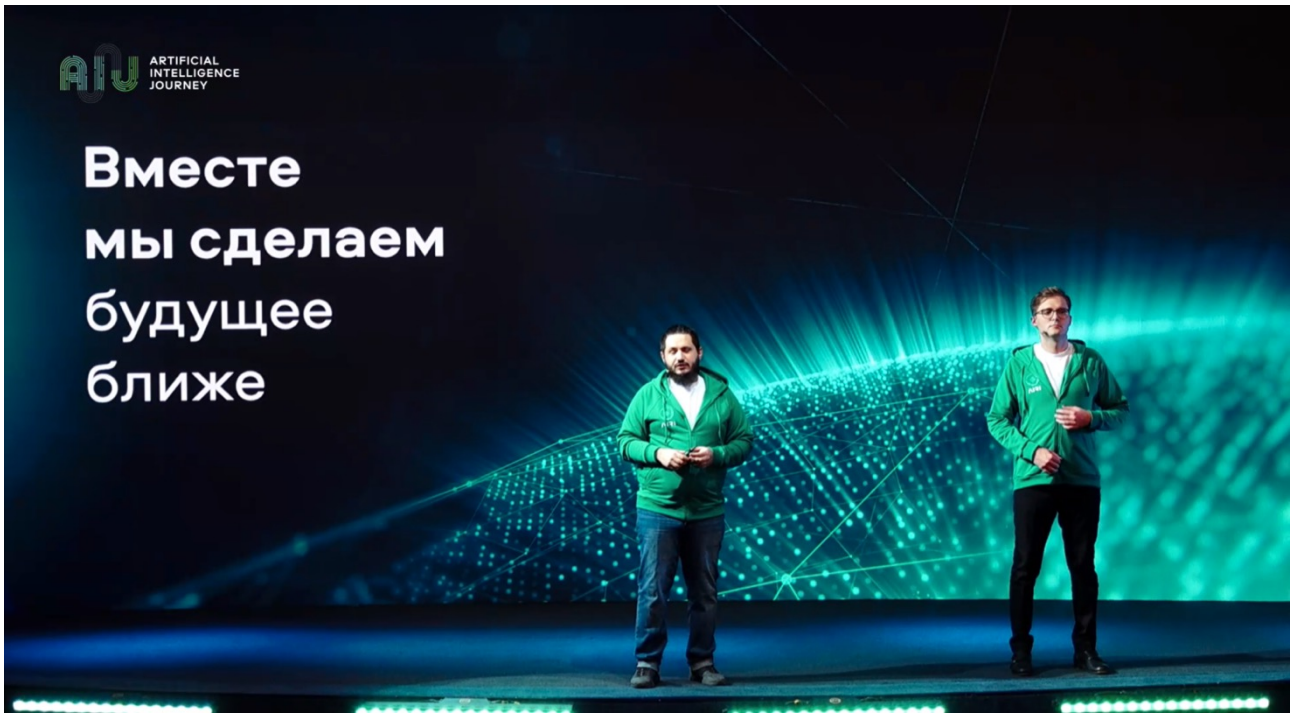
НАЗВАНИЕ ПУБЛИКАЦИИ И АВТОРЫ	ИСТОЧНИК	
Do Neural Optimal Transport Solvers Work? A Continuous Wasserstein-2 Benchmark Burnaev E., Korotin A., Lingxiao Li, Aude Genevay, Justin Solomon, Alexander Filippov	NeurIPS	A*
BooVAE: Boosting Approach for Continual Learning of VAE Burnaev E., Egorov E., Kuzina A.	NuerIPS	A*
Leveraging Recursive Gumbel-Max Trick for Approximate Inference in Combinatorial Spaces Karpushkin D., Vetrov D., Struminsky K., Gadetsky A., Rakitin D.	NeurIPS	A*
On the Periodic Behavior of Neural Network Training with Batch Normalization and Weight Decay Vetrov D., Lobacheva E., Kodryan M., Chirkova N., Malinin A.	NeurIPS	A*
Large-Scale Wasserstein Gradient Flows Burnaev E., Mokrov P., Korotin A., Lingxiao Li, Genevay a., Solomon J.	NeurIPS	A*
Manifold Topology Divergence a Framework for Comparing Data Manifolds Burnaev E., Barannikov S., Sotnikov G., Korotin A., Trofimov I., Filippov A.	NeurIPS	A*
NB-MLM: Efficient Domain Adaptation of Masked Language Models for Sentiment Analysis Shelmanov A., Arefyev N., Kharchev D.	EMNLP	A*
Discourse-Driven Integrated Dialogue Development Environment for Open-Domain Dialogue Systems Burtsev M., Serikov O., Kuznetsov D., Evseev D., Ostyakova L., Kornev D.	EMNLP	A*
JONNEE: Joint Network Nodes and Edges Embedding Makarov I., Kiselev D., Korovina K.	IEEE Access	Q1
Occupancy Grid Generation With Dynamic Obstacle Segmentation in Stereo Images Yudin D., Shepel I., Adeshkin V., Belkin I.	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	Q1
Cortical and autonomic responses during staged Taoist meditation: two distinct meditation strategies Ossadtchi A., Volodina M., Lebedev M., Smetanin N.	PLOS One	Q1

Мероприятия и выступления

Внешние мероприятия

AIRI × AIJ

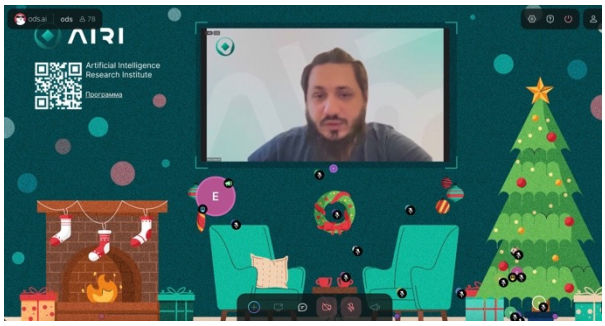
Международная конференция по искусственному интеллекту и анализу данных AI Journey 2021 прошла в онлайн-формате 10-12 ноября. 18 спикеров AIRI выступили с докладами на мероприятии.

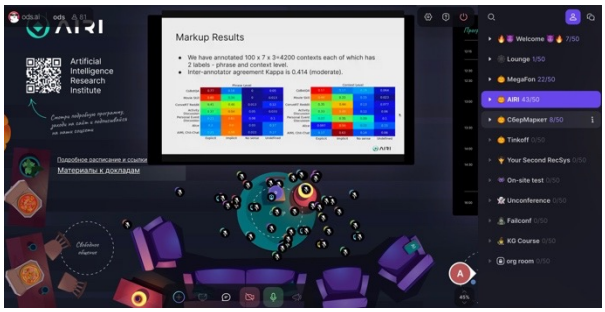


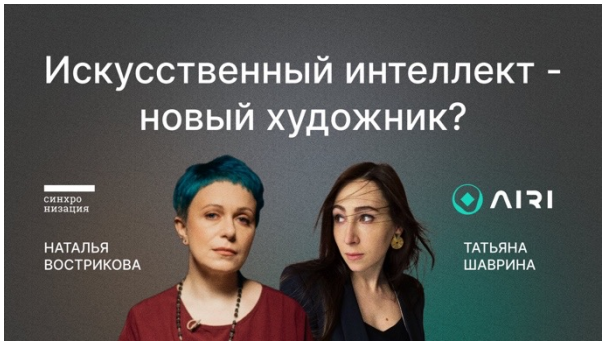
AIRI × OPEN DATA SCIENCE

30 октября команда AIRI выступила с темой «Ab initio explainable AI» в рамках ODS Data Halloween 2021. В ходе мероприятия сотрудники Института поговорили о здравом смысле в диалоговых системах, интерпретируемых моделях мира и решении задач квантовой химии.

18 декабря было проведено мероприятие «Single-agent & multi-agent RL» в рамках ODS Data Ёлки 2021. Были представлены доклады про особенности мультиагентных систем, эффективную организацию памяти агентов и новый взгляд на обучение модели среды.







Смотрите трансляцию на нашем Youtube

AIRI × СИНХРОНИЗАЦИЯ

30 ноября проведена совместная лекция с Синхронизацией на тему «Искусственный интеллект – новый художник?». Синхронизация проводит лекции о ярких явлениях, течениях, личностях в культуре и науке.

КАНАЛ «HOMO SCIENCE»

7 декабря Директор по фундаментальным исследованиям Института искусственного интеллекта AIRI Михаил Бурцев принял участие в выпуске «Мозги есть!» на канале Homo Science. Михаил рассказал, как ученые создают системы искусственного интеллекта, как изменился подход к нейросетям и почему главная проблема ученых — здравый смысл.

Внутренние мероприятия

ФОРСАЙТ-СЕССИЯ

19 и 20 августа была проведена форсайт-сессия AIRI для определения наиболее перспективных направлений исследований в области искусственного интеллекта. Были определены возможные сценарии и основные барьеры на пути к созданию универсальных алгоритмов ИИ, а также новых прорывных приложений.

TECH IN ESG

2 декабря прошло мероприятие «Кросс-индустриальный тематический диалог (Insights Session: tech in ESG)». Совместно с потенциальными партнерами представители Института AIRI сформулировали ключевые вызовы вокруг ESG повестки и ее реализации в России и мире, а также обсудили возможности применения ИИ для преодоления проблем на пути к достижению углеродной нейтральности.

AIRI LEGO CLUB

Неформальный клуб по интересам сотрудников Института. Встречи проводятся раз в месяц в конце рабочего дня для совместного сбора LEGO. Цель клуба — это знакомство и сплочение коллег.

ЖУРНАЛЬНЫЙ КЛУБ

Исследователи AIRI регулярно проводят журнальный клуб, где обсуждают последние научные статьи в области искусственного интеллекта.

Институт в социальных сетях

FACEBOOK

Запуск
5.10.2021

24 062

Общий охват

35

Публикаций

LINKEDIN

Запуск
21.11.2021

2622

Общий охват

12

Публикаций

Институт в социальных сетях

TWITTER

Запуск
10.11.2021

1253

Общий охват

22

Публикации

YOUTUBE

Запуск
9.12.2021

935

Охват на канале AIRI

154 658

Охват на партнерских проектах

3

Публикации

АЛЕКСАНДРА

Партнерства и коллаборации

SBER AI
SBER DEVICES
Skoltech
Сириус Образовательный центр
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
МФТИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ЭПИДЕМИОЛОГИИ И МИКРОБИОЛОГИИ ИМЕНИ Н.Ф. ГАМАЛЕИ
ФБУН Центральный НИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора
UNIGREEN ENERGY
Open Data Science
Новосибирский государственный университет *НАСТОЯЩАЯ НАУКА
ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ И ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ
ГАЗПРОМ НЕФТЬ
Enel
ЦИФРУМ РОСАТОМ
Казанский федеральный УНИВЕРСИТЕТ
САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIEMENS Healthineers
синхро низация
МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н.П. БОЧКОВА
ИЦГ
РНЦХ
НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко
ИБХ

Руководство Института

МИХАИЛ БУРЦЕВ

Директор по фундаментальным исследованиям

НАТАЛЬЯ БОКОВА

Директор по академическим партнерствам

МАРИЯ МАРАХОВСКАЯ

HR-директор

АЛЕКСАНДРА БРОЙТМАН

Директор по маркетингу и коммуникациям

ЮЛИЯ ПОЛОВНИКОВА

Руководитель отдела юридического сопровождения

ВАДИМ ГОЛОВИН

Финансовый директор

СЕРГЕЙ КОЗЛОВ

Операционный директор

Контакты

САЙТ

airi.net

СОЦСЕТИ

AIRI.research.institute

airi_research_institute

AIRI_inst

AIRI Seminars

artificial-intelligence-research-institute

АДРЕС

Москва, Кутузовский пр-кт, д.32, корп. 1, помещ. 4.В.08

Москва, Нижний Сусальный пер. 5 стр. 19

ГЛЕБ
Гусев

AIRI

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА AIRI

Годовой отчет - 2021