

УДК 004.93'1 : 004.032.26 : 612.843.3

© 2024 г. И.П. Николаев

О ЗАСЕДАНИЯХ СЕМИНАРА “ЗРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ” В 2024 Г.

Семинар “Зрительные системы” посвящен следующим направлениям: экспериментальному исследованию и моделированию работы зрительных механизмов человека, включая цветовое зрение, обработке изображений, современным нейросетевым методам и технологиям технического зрения, томографической реконструкции и применению нейросетевых моделей для рентгеновской диагностики, анализу мульти- и гиперспектральных изображений, в том числе возникающих при дистанционном зондировании Земли, и др. Представлена общая информация о семинаре, а также подробная информация о заседаниях семинара, прошедших с начала 2024 г.

Ключевые слова: зрительные системы, зрение человека, техническое зрение, обработка изображений, нейросетевые методы, томография, рентгеновская диагностика.

DOI: 10.31857/S0555292324040090, **EDN:** IUWNBK

Общие сведения о семинаре

Семинар проходит в аудитории 307 ИППИ РАН, по четвергам, с 15:00 до 17:00, по адресу: Москва, Большой Каретный пер., д. 19, стр. 1. Руководитель семинара: заведующий лабораторией № 11, к.ф.-м.н. Илья Петрович Николаев. Семинар посвящен следующим направлениям:

- экспериментальное исследование и моделирование работы зрительных механизмов человека, включая цветовое зрение;
- обработка изображений и современные нейросетевые методы и технологии технического зрения;
- томографическая реконструкция и применение нейросетевых моделей для рентгеновской диагностики;
- анализ мульти- и гиперспектральных изображений, в том числе возникающих при дистанционном зондировании Земли.

На семинаре с докладами выступают как сотрудники лаборатории № 11 ИППИ РАН, так и приглашенные докладчики. Семинар открыт для достаточно широкого круга вопросов человеческого и технического зрения, в соответствии с научными интересами участников семинара. Желающие выступить на семинаре, пожалуйста, обращайтесь к И.П. Николаеву (i.p.nikolaev@iitp.ru).

Заседание 8 февраля 2024 г.

Тема семинара: Методы оцифровки и визуализации многослойных физических изображений без механического воздействия: история возникновения задачи, примеры объектов, полуавтоматические и автоматические методы сегментации.

Докладчик: Кулагин Петр Андреевич, м.н.с. лаборатории № 11 ИППИ РАН.

Аннотация: Виртуальное разворачивание — неинвазивный процесс восстановления плоского изображения из изображения, нанесенного на свернутую/скрученную поверхность. Наибольшую значимость эта задача получила в контексте расшифровки текста древних документов, например, папирусов Геркуланума. В докладе будет рассмотрена постановка задачи, общий пайплайн для ее решения, включая использование компьютерной томографии, а также примеры объектов, для которых применялась данная технология. В рамках пайплайна будет сделан обзор методов сегментации, рассмотрен вопрос их автоматичности и оценки качества.

Заседание 15 февраля 2024 г.

Тема семинара: Методы решения больших систем линейных уравнений при ограниченности ресурсов для хранения результата.

Докладчик: Шер Артем Владимирович, Smart Engines, МФТИ.

Аннотация: Системы линейных уравнений с большим числом неизвестных ($\sim 10^{10}$) возникают в разных аспектах прикладных задач, в том числе в компьютерной томографии высокого разрешения и обучении нейронных сетей. При этом, в силу большого объема результата, ресурсов для его хранения в памяти вычислителя может не хватить. Возникает проблема декомпозиции исходной задачи на подзадачи меньшей размерности, с возможностью получения прежнего результата. На данном семинаре будут рассмотрены такие методы, представленные в литературе.

Заседание 14 марта 2024 г.

Тема семинара: О перспективном методе калибровки RGB-сенсоров.

Докладчик: Николаев Дмитрий Петрович, д.т.н., Smart Engines, МФТИ.

Аннотация: Большинство фото- и видео-камер, с которыми нам приходится иметь дело, предназначены (в том числе) для последующего воспроизведения полученных ими цифровых изображений. Подразумевается, что человек увидит на репродукции те же цвета, что он наблюдал бы в натуре. При этом изготовление светочувствительных матриц с функциями спектральной чувствительности, близкими к человеческим, сопряжено со значительными технологическими трудностями. Поэтому, как правило, используются матрицы с тремя функциями чувствительности, которые примерно соответствуют трем областям видимого диапазона (“красной”, “зеленой” и “синей”), а для обеспечения цветовоспроизведения трехкомпонентный вектор сигналов с сенсора пересчитывается в систему координат, в которой ошибка относительно реакций стандартного наблюдателя в некотором смысле мала. Будем называть процесс установления параметров такого преобразования калибровкой. На сегодняшний день стандартным методом калибровки является вычисление параметров модели Финлейсона (root-polynomial, линейной в пространстве средних геометрических) по данным фотографирования цветowych мишеней при стандартном освещении.

В докладе будет обосновываться, во-первых, разумность использования нелинейных моделей калибровки (к которым относится и финлейсоновская) и, во-вторых, использование набора конкретных красителей и источников света. Затем будет показана принципиальная ограниченность стандартного метода при воспроизведении насыщенных цветов и предложен новый метод, основанный на контроле формы спектрального локуса.

Заседание 11 апреля 2024 г.

Тема семинара: Практика использования российского микротомографа: от отладки до результатов в прикладных задачах.

Докладчик: Гильманов Марат Ирикович, к.ф.-м.н., н.с. лаб. № 11 ИППИ РАН.

Аннотация: На семинаре будут представлены результаты первого года работы на российском микротомографе, приобретенном ИППИ РАН у компании ЭлТех-мед. Доклад будет состоять из трех частей. В первой части будет рассказано, что такое томограф и зачем он нужен. Из второй части вы узнаете, с какими проблемами мы столкнулись и как в процессе их решения почти переписали программу для сбора данных и значительно улучшили программу для томографической реконструкции. В заключении будут представлены свежие результаты геммологического исследования ювелирных изделий.

Заседание 2 мая 2024 г.

Тема семинара: Нейросетевой метод малоракурсной томографической реконструкции, максимально согласующейся с измеренными проекциями.

Докладчик: Ямаев Андрей Викторович, Smart Engines, МГУ.

Аннотация: Диссертационная работа посвящена разработке нейросетевых методов компьютерной томографии на основе малого числа проекций. Использование малого числа проекций весьма актуально, так как позволяет существенно снижать дозовую нагрузку на исследуемые объекты. Однако задача томографической реконструкции на основе малого числа проекционных углов существенно недоопределена, так как число измеренных проекций меньше размерности реконструируемого изображения. Часть информации о внутренней структуре изучаемого объекта присутствует в томографических проекциях, а часть теряется. В диссертации для восстановления потерянной информации предлагается метод, дополняющий недостающие данные на основе методов машинного обучения и согласующий их с известными данными на основе теоремы о центральном сечении. Разработанный метод позволил при сохранении точности реконструкции ускорить время работы в 1,5 раза и согласованность реконструкции к исходным проекциям в 10 раз относительно широко цитируемого алгоритма LPDR.

Заседание 23 мая 2024 г.

Тема семинара: Структура офтальмопатологии у пациентов с оперированными опухолями головного мозга.

Докладчик: Рычкова Светлана Игоревна, д.м.н., в.н.с. ИППИ РАН.

Аннотация: Доклад посвящен одному из современных направлений в области нейроофтальмологии и физиологии зрения – исследованию офтальмологических нарушений у пациентов с опухолями головного мозга.

Современные методы диагностики с использованием нейровизуализации и развитие микрохирургической техники позволили расширить показания к хирургическому лечению объемных образований головного мозга с учетом нейроофтальмологической симптоматики.

Не менее важной задачей является исследование офтальмологической патологии и ее динамики после хирургического лечения в период ремиссии. Существуют наблюдения, свидетельствующие о том, что примерно у половины больных ранний послеоперационный период характеризуется нарастанием симптоматики за счет поражения центра горизонтального зрения, медиального продольного пучка, корешка отводящего нерва и лицевого нерва. Затем, появившаяся после операции симптома-

тика на протяжении раннего и отдаленного послеоперационного периодов частично регрессирует, в том числе и по сравнению с дооперационным периодом.

В предыдущих исследованиях, проведенных в НИИ развития мозга и высших достижений РУДН было показано, что у пациентов, оперированных по поводу опухоли мозжечка, как правило, наблюдаются различные саккадические нарушения и плохая стабильность взгляда. С этими нарушениями связаны и серьезные проблемы со способностью к чтению у этих пациентов (более длительное время чтения, большее количество фиксаций и регрессивных саккад, более длительная продолжительность фиксации).

Целью проводимого в настоящее время исследования на базе НИИ развития мозга и высших достижений РУДН, совместно с ИППИ им. А.А. Харкевича РАН, кафедры глазных болезней ФМБА и объединения клиник “Ясный взор”, является изучение структуры офтальмопатологии и состояния зрительных функций у пациентов с оперированными опухолями головного мозга на этапе реабилитации.

Заседание 6 июня 2024 г.

Тема семинара: 4,6-битное квантование как метод быстрого и точного вычисления нейронных сетей на ЦПУ.

Докладчик: Трусов Антон Всеволодович, МФТИ, ФИЦ ИУ РАН, Smart Engines.

Аннотация: В данном докладе рассматривается новая схема квантования нейронных сетей с 4,6-битной точностью. Она обеспечивает эффективное использование ресурсов ЦПУ. Эта схема обладает большим количеством квантованных уровней по сравнению с 4-битным квантованием, обеспечивая более высокую точность и сохраняя высокую вычислительную эффективность. Эксперименты с различными сверточными нейронными сетями на наборах данных CIFAR-10 и ImageNet показывают, что 4,6-битные квантованные сети на процессоре ARMv8 работают значительно быстрее, чем 8-битные сети, при этом не вызывают столь значительного падения качества, как 4-битные. Таким образом, 4,6-битное квантование может служить промежуточным звеном между быстрыми и неточными малобитными квантованными нейронными сетями и точными, но относительно медленными 8-битными моделями. Доклад подготовлен на основе статьи “4.6-Bit Quantization for Fast and Accurate Neural Network Inference on CPUs”, опубликованной в журнале MDPI Mathematics (Q1 WOS & Scopus).

Заседание 08 августа 2024 г.

Тема семинара: Сопоставление оптических и радиолокационных изображений с использованием алгоритмов на основе ключевых точек.

Докладчик: Волков Владислав Владимирович, ФИЦ ИУ РАН.

Аннотация: Диссертационная работа посвящена разработке алгоритмов сопоставления оптических и радиолокационных (SAR) спутниковых снимков. Необходимость подобного сопоставления возникает в задачах детектирования объектов, обнаружения изменений, навигации, комплексирования изображений. Одним из способов сопоставления изображений является поиск ключевых точек и их сопоставление по дескрипторам-описаниям, вычисляемым для каждой точки, с последующим нахождением преобразования при помощи геометрической модели. В работе показано, что зачастую исследования алгоритмов сопоставления производятся на небольших (десятки пар изображений) закрытых датасетах оптических и SAR изображений. В данной работе предлагается собственный датасет из 100 выравненных пар изображений. Разработан гибридный алгоритм с использованием нейросети на основе U-Net и алгоритма сопоставления на основе ключевых точек для искажений изображений типа сдвига, позволяющий добиться 1-пиксельной точности сопоставления

для 93% изображений. Также разработан нейросетевой алгоритм сопоставления оптических и SAR изображений на основе сиамской нейросети и алгоритма RANSAC с геометрической моделью подобию.

Заседание 12 сентября 2024 г.

Тема семинара: Перспективы технического зрения: куда идти, если глазу не за что зацепиться.

Докладчик: Николаев Петр Петрович, д.ф.-м.н., г.н.с. лаборатории № 11 ИППИ РАН.

Аннотация: В системах технического зрения часто возникает задача распознавания образов, подвергнутых проективному преобразованию с неизвестными параметрами. Для решения этой задачи часто используются ключевые точки, однако не на каждом контуре их легко найти. Например, существует такой класс гладких замкнутых кривых как овалы, для которого никакие стандартные подходы не применимы. В докладе будет обобщенно рассказано о многолетних исследованиях автора в области проективно-инвариантного описания овалов в различных постановках с подробным описанием алгоритма в одном из потенциально важных частных случаев. В качестве заключения будет обсуждена связь разработанного автором научного направления с актуальными задачами современного технического зрения.

Заседание 26 сентября 2024 г.

Тема семинара: Ахроматическая дальтонизация изображений с сохранением натуральности и локальных контрастов.

Докладчик: Сидорчук Дмитрий Сергеевич, м.н.с. лаборатории № 11 ИППИ РАН.

Аннотация: Дефекты цветового зрения (ДЦЗ), заключающиеся в нарушениях в работе одного из типов рецепторов-колбочек, встречаются у 5% людей. Такие дефекты снижают способность человека различать определенные цвета, что приводит к неудобствам в повседневной жизни, в том числе при использовании цветных дисплеев. Для помощи людям с ДЦЗ разрабатываются методы дальтонизации изображений. Их цель – трансформация цветных изображений таким образом, чтобы элементы изображения, хорошо различимые людьми с нормальным цветовым зрением (НЦЗ) и плохо различимые людьми с ДЦЗ, становились для последних различимы лучше. В докладе будет рассмотрена задача дальтонизации с дополнительным требованием сохранения натуральности одновременно для наблюдателя с ДЦЗ и наблюдателя с НЦЗ. Будет предложен новый метод дальтонизации изображений. Сохранение натуральности в нем обеспечивается за счет того, что модификации подвергается только яркостная компонента изображения. Повышение различимости элементов достигается в части сохранения локальных контрастов. Будет проведено сравнение нового метода с современным методом дальтонизации, также сохраняющим локальный контраст, но не ограниченным яркостной компонентой. Будет показано, что предложенный метод дает близкий уровень повышения контраста при значительно более высоком уровне сохранения натуральности относительно исходных изображений.

Заседание 17 октября 2024 г.

Тема семинара: Использование модели двух плоскостей для геометрической ректификации документов с одним произвольным сгибом.

Докладчик: Ершов Александр Михайлович, аспирант ИППИ РАН.

Аннотация: Геометрическая ректификация изображений с документами (исправление физических искажений этих документов) является важной задачей в анализе документов. Большинство существующих передовых подходов в этой области используют нейросети. Однако, несмотря на удовлетворительное качество, долгое время работы таких методов делает их непригодными для работы на мобильных устройствах. В докладе будет рассмотрен конкретный (но распространенный) случай физических искажений документа, когда он содержит ровно один, но произвольный сгиб. Будет представлен разработанный метод геометрической ректификации изображений с такими искажениями. Будет показано, что предложенный метод превосходит передовые нейросетевые решения по ключевым метрикам ректификации и может быть использован на мобильном устройстве. Оригинальная статья опубликована (<https://ieeexplore.ieee.org/document/10705295>) в IEEE Access.

Заседание 14 ноября 2024 г.

Тема семинара: Цветокоррекция и наука о цвете в киноиндустрии.

Докладчик: Докучаев Федор, DI инженер, студия постпродакшена MANGA.

Аннотация: Цифровые методы обработки изображений произвели революцию в киноиндустрии. Цифровая цветокоррекция стала неотъемлемой частью постпродакшена. Но сейчас она снова на распутье. Заканчивается трудный переход от работы с Rec.709 к RAW и scene-linear. Возникла необходимость работать с HDR. Идут поиски нового эстетического языка, свободного от влияния пленки. Нужны новые цифровые инструменты для работы с изображениями. Новым вызовам и поискам в сфере цветокоррекции и будет посвящен доклад.

Николаев Илья Петрович

Институт проблем передачи информации

им. А.А. Харкевича Российской академии наук, Москва

i.p.nikolaev@visillect.com