Методы интеллектуальной обработки данных и машинного обучения с использованием глубоких нейронных сетей

ЛЕКТОР: К.Ф.-М.Н., ВИШНЯКОВ Б. В.

Лекторы

Должность: Заместитель начальника подразделения «Системы интеллектуального анализа данных, технического зрения, улучшенного и синтезированного видения» в части направлений «искусственный интеллект» и «анализ данных» ФГУП ГосНИИАС.

Научные интересы: Глубокое обучение, Обучение с подкреплением, Автоматическое обучение, Техническое зрение, Робототехнические системы, Биометрия, Видеоаналитика.

Опыт работы: более 17 лет в сфере разработки алгоритмического программного обеспечения для решения задач технического зрения, биометрии, видеоаналитики, робототехники, обучения глубоких нейронных сетей.

Биография: родился в 1984 году в Москве, закончил Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) с красным дипломом по специальности математик-инженер в 2006 году. В 2009 году защитил кандидатскую диссертацию. С 2004 года работает в ФГУП ГосНИИАС, пройдя путь от техника (2004) до инженера (2006), начальника сектора (2009), начальника лаборатории (2011), заместителя начальника подразделения (2021). На данный момент в подчинении находится три лаборатории общей численностью более 70 человек: разработчиков алгоритмов, разработчиков программного обеспечения, руководителей проектов, специалистов по разметке данных, инженеров сопровождения проектов, специалистов в области продвижения и продаж программного обеспечения.

Лекторы

Должность: начальник лаборатории «Методы AutoML в глубоком обучении»

Научные интересы: Глубокое обучение, Компьютерное зрение, Биометрия, Робототехнические платформы, AutoML.

Опыт работы: более 3 лет в сфере разработки алгоритмов компьютерного зрения.

Участие в проектах:

- Биометрия: Разработка алгоритмов обнаружения и распознавания лиц под различные аппаратные платформы. Поддержка решений в условиях COVID-19 при перекрытии лиц медицинскими масками;
- Робототехнические платформы: Разработка алгоритмических модулей сематической сегментации, плотной трехмерной реконструкции, обнаружения объектов с оконтуриванием трехмерными объемлющими параллелепипедами, детектирования и соотнесения особых точек
- Разработка алгоритмов сегментации и восстановления высот по аэрофотоснимкам

Биография: 1995 года рождения, в 2017 году окончил бакалавриат НИУ ВШЭ, в 2019 году - магистратуру НИУ ВШЭ. С 2019 года работает инженером в ФГУП ГосНИИАС, с 2021 года занимает позицию начальника лаборатории «Методы AutoML в глубоком обучении».

Лекторы

Должность: руководитель группы «Технологии обучения нейросетевых алгоритмов»

Научные интересы: Глубокое обучение, Автоматическое обучение, Обнаружение объектов, Обучение с подкреплением.

Опыт работы: более 3 лет в сфере разработки алгоритмов технического зрения. Участие в проектах:

- Биометрия: детектор лиц и особых точек под разные аппаратные платформы. Детектор лицевых атрибутов.
- Робототехнические платформы: обнаружение объектов интереса при помощи камеры с телеобъективом в условиях реального времени. Отслеживание перемещения объектов интереса. Обучения агента для принятия решения о углах поворота орудия и момента выстрела для поражения статической и движущейся мишени.
- Видеоаналитика: обнаружение летной и наземной техники на взлетной полосе и прилегающих территориях

Биография: 1984 года рождения, В 2014 году диплом магистра Universite Jean-Monnet Saint-Etienne, по специальности Бизнес аналитика и управление инновациями. С 2019 года инженер в ФГУП ГосНИИАС, участвовал в проектах разработки и интеграции системы компьютерного зрения, в частности обнаружения и трекинга объектов для аэропортов и наземной автономной роботизированной платформы. С 2021 год начальник группы «Технологии обучения нейросетевых алгоритмов».

Лекторы

Должность: ведущий инженер ФГУП ГосНИИАС.

Научные интересы: Глубокое обучение, Обучение с подкреплением, Автоматическое обучение, Техническое зрение, Физическая электроника, Квантовая электроника, Квантовые нейросетевые алгоритмы.

Опыт работы: более 2 лет в сфере разработки нейросетевых алгоритмов компьютерного зрения, для решения задач семантической сегментации и анализа аэрофотоснимков, биометрии, обучения нейронных сетей. Участвовал в проектах:

- Автоматизированное дешифрирование аэрофотоснимков, нейросетевая семантическая сегментация, восстановление карты высот зданий.
- Программная клиент-серверная платформа обучения нейронных сетей, состоящая как из фреймворка собственной разработки, так и набора пользовательских интерфейсов для упрощения обучения.
- Консультации в задаче обучения с подкреплением, заключающейся в размещении специальной техники для отражения налета БПЛА.

Биография: родился в 1995 году в Лениногорске (Республика Татарстан), закончил бакалавриат в Московском государственном университете по специальности физик, кафедра физической электроники, лаборатория плазменной аэродинамики, в 2017 году. В 2019 году окончил с красным дипломом магистратуру в НИУ ВШЭ на факультете МИЭМ, по специальности Материалы, Приборы, Нанотехнологии.

Программа курса

№	Название раздела	Аудиторные часы	
		Лекции	Лаборатор-ные работы
1	Математика для машинного обучения	1	
2	Python для машинного обучения	1	1
3	Основы машинного обучения	1	1
4	Первичный анализ данных	1	1
5	Линейные модели	1	1
6	Решающие деревья	1	
7	Композиции алгоритмов	1	1
8	Основы глубокого обучения	3	
9	Платформы и фреймворки глубокого обучения	1	
10	Отечественная Платформа глубокого обучения и фреймворк PlatLib	1	4
11	Нейросетевой фреймворк PyTorch	1	2
12	Обработка изображений	2	

Борис Вишняков | Иван Сгибнев | Андрей Сорокин | Булат Кульгильдин

Программа курса

1. **Математика для машинного обучения**
   Основы линейной алгебры. Основы теории вероятностей и статистики. Основы оптимизации.
2. **Python для машинного обучения**
   Основы numpy, pandas, scipy, matplotlib, scikit-learn, seaborn;
3. **Основы машинного обучения**
   Постановки задач в машинном обучении. Примеры задач. Виды данных. Объекты. Признаки. Обучающая, проверочная и тестовая выборки. Кросс-валидация. Переобучение. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Параметры. Гиперпараметры. Функция ошибки.
4. **Первичный анализ данных**
   Представление данных. Визуализация данных. Подготовка данных. Отбор признаков. Разработка признаков. Выбор модели. Подбор гиперпараметров. Метрики качества.
5. **Линейные модели**
   Линейная регрессия. Регуляризация. Функции активации. Логистическая регрессия. Метрики качества.
6. **Решающие деревья**
   Дерево решений. Критерии информативности. Регуляризация.
7. **Композиции алгоритмов**
   Бэггинг. Случайный лес. Бустинг. Градиентный спуск. Градиентный бустинг, catboost, lightgbm, xgboost. Стэкинг.
8. **Основы глубокого обучения**
   Тензоры. Вычислительный граф. Нейронная сеть. Метод обратного распространения ошибки. Стохастический градиентный спуск и его аналоги. Типы нейронных сетей. Базовые слои и операции. Основные семейства архитектур. Методы обучения.
9. **Платформы и фреймворки глубокого обучения**
   Фреймворки для обучения нейронных сетей. Платформы для обучения нейронных сетей. Инференс-фреймворки для аппаратных платформ.
10. **Отечественная Платформа глубокого обучения и фреймворк PlatLib**
    Уровни Платформы. Типовые решения. Визуальное программирование. Фреймворк Plat.
11. **Нейросетевой фреймворк PyTorch**
    Введение в PyTorch. Загрузка данных. Работы с тензорами. Модули PyTorch. Формат хранения нейронных сетей.
12. **Обработка изображений**
    Представление изображения. Классические методы обработки изображений. Свёртка. Генерация признаков. Классификация. Семантическая сегментация. Детектирование объектов. Аугментации. Локальные ключевые точки. Сопоставление ключевых точек. Карты глубины.

Программа курса

№	Название раздела	Аудиторные часы	
		Лекции	Лабораторные работы
13	Классификация изображений	1	1
14	Семантическая сегментация	1	1
15	Детектирование объектов	1	1
16	Особенности применения нейросетевых алгоритмов в реальных задачах	1	
17	Компьютерное зрение в биометрии и робототехнике	1	
18	Обработка естественного языка	1	1
19	Обработка звука	1	
20	Обучение с подкреплением	2	
21	Специальные архитектуры и альтернативные приложения нейронных сетей	2	
22	Продвинутые методы обучения нейронных сетей	1	1
23	Спортивный анализ данных	1	1
	ИТОГО	**28**	**17**

Борис Вишняков	Иван Сгибнев	Андрей Сорокин	Булат Кульгильдин

Программа курса

13. **Классификация изображений**
    Задача классификации изображений. Сверточные нейронные сети. Перенос знаний.
14. **Семантическая сегментация**
    Задача семантической сегментации. Нейросетевые модели сегментации. Метрики качества. Функции ошибки.
15. **Детектирование объектов**
    Задачи детектирования объектов. Нейросетевые модели детектирования. Одностадийные детекторы. Двухстадийные детекторы. Anchor-free детекторы. Метрики качества. Функции ошибки.
16. **Особенности применения нейросетевых алгоритмов в реальных задачах**
    Конвертация моделей в ONNX. Инференс-фреймворки: OpenVINO, TensorRT, TensorFlow Lite, MNN.
17. **Компьютерное зрение в биометрии и робототехнике**
    Детектирование лиц. Распознавание лиц. Определение атрибутов лица. SLAM. Визуальная одометрия. Трехмерная реконструкция. Семантическая сегментация сцены. Детектирование объектов в 3D.
18. **Обработка естественного языка**
    Мешок слов. N-граммы. TF-IDF. Word2Vec. Embedding. Seq2Seq. Машинный перевод. Attention. Transformer. GPT. BERT.
19. **Обработка звука**
    Обработка аудиосигналов. Распознавание речи.
20. **Обучение с подкреплением**
    Метод кросс-энтропии. DQN. Метод актора-критика.
21. **Специальные архитектуры и альтернативные приложения нейронных сетей**
    Автокодировщики. Генеративно-состязательные сети. Перенос стиля.
    Трансформеры в компьютерном зрении. DALL-E. CLIP. AlphaFold. NAS. AutoML.
22. **Продвинутые методы обучения нейронных сетей**
    Label Smoothing, Knowledge Distillation, Hyperparameter optimization, Noisy Student, LBFGS.
23. **Спортивный анализ данных**
    Исследование данных на предмет скрытых закономерностей. Продвинутые методы подготовки данных, отбора признаков, генерации признаков и валидации. Ансамблирование моделей.

Программа курса (лабораторные)

№	Тема лабораторной работы	Формат проведения
1	Python для машинного обучения	Google Colab
2	Основы машинного обучения	Google Colab
3	Первичный анализ данных	Google Colab
4	Линейные модели	Google Colab
5	Композиции алгоритмов	Google Colab
6	Отечественная Платформа глубокого обучения и фреймворк PlatLib	Вычислительный кластер ГосНИИАС
7	Нейросетевой фреймворк PyTorch	Google Colab
8	Классификация изображений	Google Colab + Kaggle InClass Competition
9	Сегментация силуэтов людей	Google Colab + Kaggle InClass Competition
10	Детектирование объектов	Google Colab + Kaggle InClass Competition
11	Обработка естественного языка	Google Colab
12	Продвинутые методы обучения нейронных сетей	Google Colab
13	Спортивный анализ данных	Kaggle InClass

Линейная алгебра

Вектор, норма вектора
(общее, регуляризация)

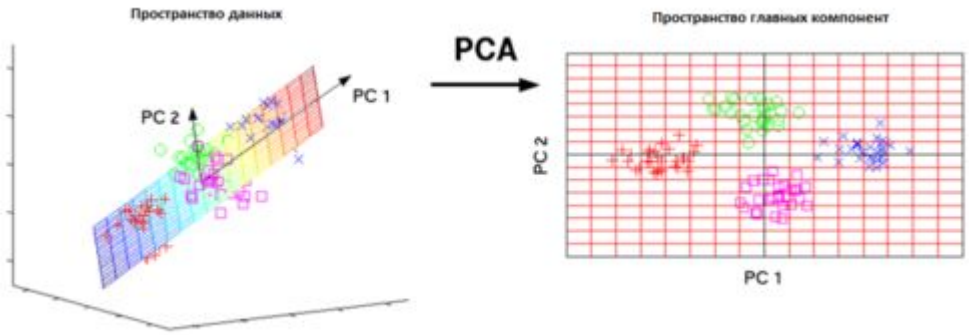
$$\|\mathbf{x}\|_1 = \sum_{i=1}^{m} |x_i| \qquad \|\mathbf{x}\|_2 = \left(\sum_{i=1}^{m} |x_i|^2 \right)^{1/2} \qquad \|\mathbf{x}\|_\infty = \max_{1 \le i \le m} |x_i|$$

Матрица, произведение матриц
(свертки, обучение)

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \end{pmatrix}$$

$$AB = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} & a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} & a_{11}b_{13} + a_{12}b_{23} \\ a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} & a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} & a_{21}b_{13} + a_{22}b_{23} \\ a_{31}b_{11} + a_{32}b_{21} & a_{31}b_{12} + a_{32}b_{22} & a_{31}b_{13} + a_{32}b_{23} \end{pmatrix}$$

Метод главных компонент
(уменьшение размерности)



Теория вероятностей и мат. статистика

Случайная величина
(общее, веса)

Дискретная

X	x_1	x_2	…	x_n
P	p_1	p_2	…	p_n

$$\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$$

Непрерывная

$$F(x) = P(X \le x)$$

Простейшие статистики
(пуллинги, критерии качества)

Мат ожидание

$$\mathrm{E}[X] = \sum_i x_i p_i$$

$$\mathrm{E}[X] = \int_{\mathbb{R}} x f(x)\, dx,$$

Дисперсия

$$\mathrm{Var}(X) = \mathrm{E}\left[(X - \mathrm{E}[X])^2\right]$$

Квантиль

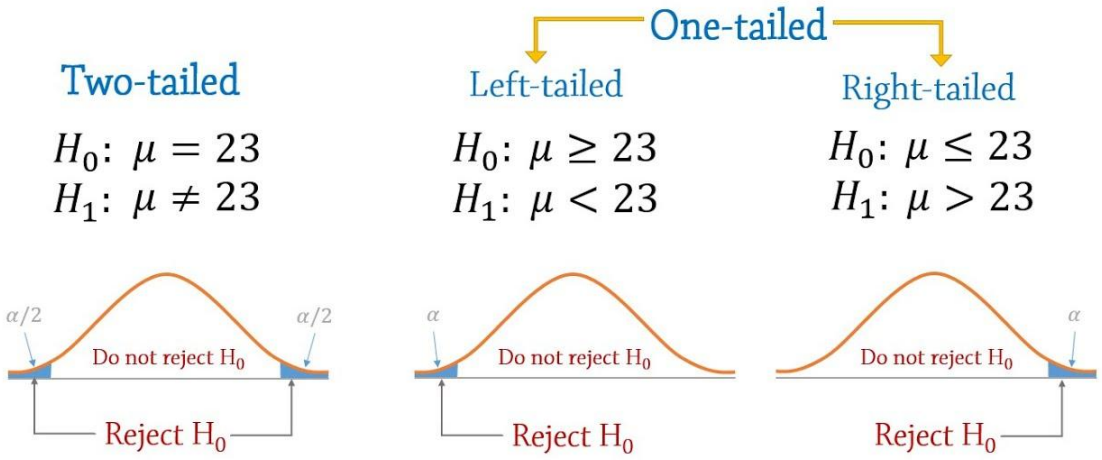
$$\mathbb{P}(X \leqslant x_\alpha) \geqslant \alpha\,,$$
$$\mathbb{P}(X \geqslant x_\alpha) \geqslant 1 - \alpha.$$

Условная вероятность
(обучение, критерии качества)

$$P(A \mid B) = \frac{P(AB)}{P(B)}$$

Теория вероятностей и мат. статистика

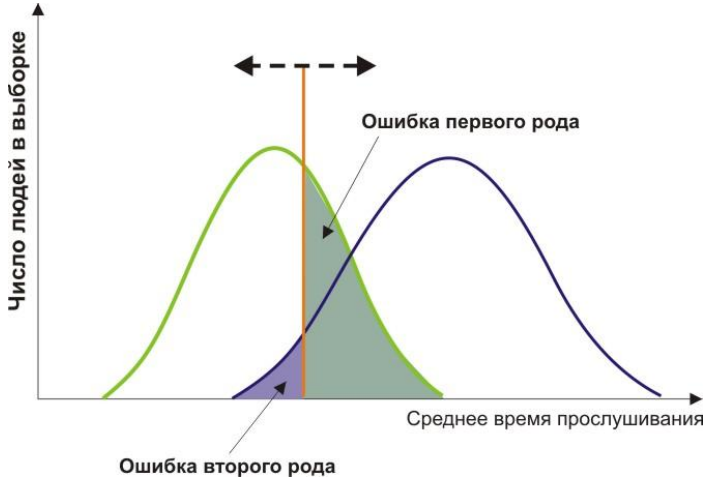
Гипотезы
(обучение, критерии качества)



Формула Байеса
(обучение)

$$P(H_k \mid A) = \frac{P(H_k) \cdot P(A \mid H_k)}{\sum_{i=1}^{n} P(H_i) \cdot P(A \mid H_i)}$$

Ошибки 1 и 2 рода
(критерии качества)

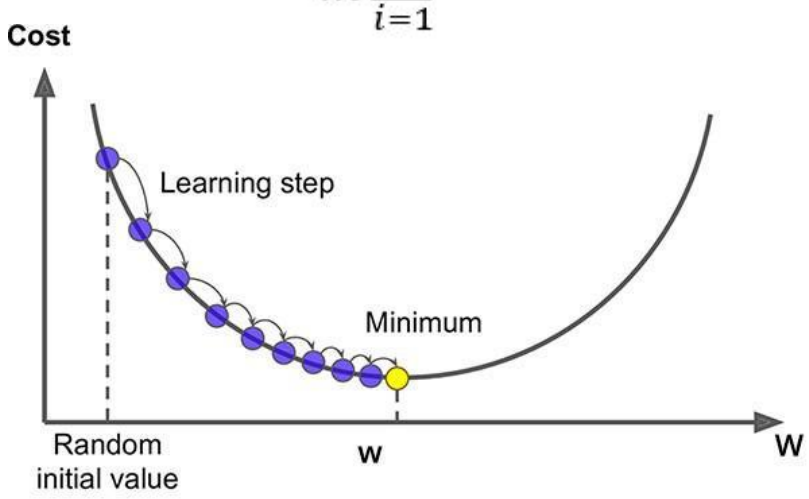
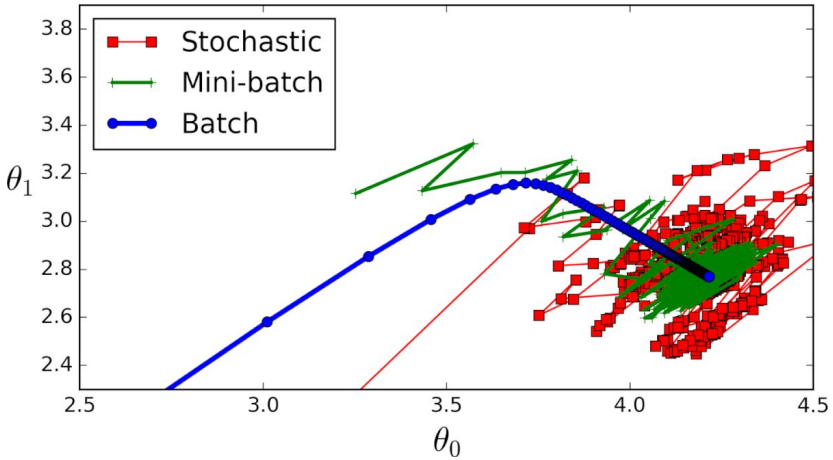


Теория оптимизации

Критерии оптимизации
(критерии качества)

$$J(\theta) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(h_\theta\left(x^{(i)}\right) - y^{(i)}\right)^2$$

Градиентный спуск
(обучение)



Стохастический градиентный спуск
(обучение)