



Рис. 1. Графики оценки отклонения по сложности и объему: а – зависимость  $\langle \theta_d \rangle$  от количества вопросов в билете; б – зависимость  $\langle \theta_v \rangle$  от количества вопросов в билете

Исходя из графика на рис. 1а можно сделать вывод, что на начальном участке до 30 вопросов в билете (тесте) первый алгоритм значительно превосходит второй и третий по данной величине. На отрезке от 30 до 60 вопросов алгоритмы приблизительно выравниваются, а после этого первый алгоритм начинает уступать второму и третьему.

Результат графика на рис. 1б схож с отклонением по сложности. На отрезке до 45 вопросов первый алгоритм превосходит второй и третий, далее же картина меняется и первый алгоритм начинает уступать второму и третьему, которые в свою очередь идут друг с другом вровень.

Генетический алгоритм [2] для решения данной задачи оказался неэффективным.

#### Заключение

Из данного эксперимента следует, что первый алгоритм подходит лучше для формирования сбалансированного комплекта билетов (тестов) с количеством вопросов от 2 до 40 в одном билете (тесте), что вполне подходит для внедрения в образовательный процесс университета. И он был использован для разработки приложения.

#### Литература

3. Формирование экзаменационных билетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://technology.snauk-a.ru/2015/04/6412>. – Дата доступа: 01.02.2024.

4. Генетический алгоритм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wi-ki/Генетический\\_алгоритм](https://ru.wikipedia.org/wi-ki/Генетический_алгоритм). – Дата доступа: 06.02.2024.

## ТЕНЗОРЫ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ [МИНИ ОБЗОР]

Тимошенко И. Ю. (студент гр. ИТИ-21)

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Гомель,  
Республика Беларусь

Научный руководитель – Карась О. В.

(ассистент кафедры «Информационные технологии» ГГТУ им. П.О. Сухого)

**Аннотация:** в работе проводится обзор использования тензоров в машинном обучении, анализе текста, изображений, видеозаписей и других видов информации.

**Ключевые слова:** тензоры, многомерные массивы, искусственный интеллект.

#### Введение

Тензоры играют ключевую роль в современном машинном обучении, обеспечивая эффективную обработку и представление данных. В данной работе рассматривается значимость тензоров в контексте машинного обучения и их разнообразное применение в различных задачах анализа данных.

Как правило, чтобы привести компьютер к полезной работе, необходимо явно задать правила – программу, которой он должен следовать, чтобы преобразовать входные данные в нужные ответы. Но машинное обучение переворачивает этот подход: здесь машина изучает входные данные и соответствующие ответы, выясняя самостоятельно, какие правила следует

применять. В машинном обучении система не программируется явно, а обучается на основе предоставленных данных. Например, необходимо создать программу, которая способна различать цифры, написанные от руки. Для этого можно создать модель машинного обучения, которая будет принимать на вход изображение цифры, а на выходе отдавать его в виде текстовой информации. С этим может помочь библиотека *MNIST*, в которой собрано 60000 нарисованных от руки цифр. Модель будет принимать изображение и на основе полученных данных строить предположение, которое позже будет сравниваться с функцией потерь и, в зависимости от результата, изменять свои веса.

### **Результаты и обсуждение**

Однако, модель не может работать с изображением, просто взглянув на него, как человек. Для этого данные нужно передать в понятном для компьютера виде. Все современные системы машинного обучения в качестве основной структуры данных используют тензоры. Понятие тензора возникло в связи с вопросом, какие напряжения возникают в неровном (произвольной формы) теле, к которому прикладывается линейная сила. Ответ потребовал введения сложного математического объекта для каждой рассматриваемой точки тела – некоего набора величин, не меняющихся при изменении точки отсчёта. В контексте программирования это слово имеет немного другое значение. Фактически, тензор – это контейнер для чисел. Тензор нулевого ранга содержит единственное число, скаляр. Одномерный тензор (или тензор первого ранга) является вектором, а тензор второго ранга – матрицей. Таким образом он представляет из себя  $n$ -мерный массив, удобный для хранения и изменения данных. Тензор определяется тремя ключевыми атрибутами, такими как количество осей (ранг), форма и тип данных. Вот несколько практических примеров применения тензоров:

- векторные данные – двумерные тензоры с формой (образцы, признаки), где каждый образец – это вектор числовых атрибутов («признаков»);
- временные ряды или последовательности – трехмерные тензоры с формой (образцы, метки времени, признаки), где каждый образец является последовательностью (длиной меток времени) векторов признаков;
- изображения – четырехмерные тензоры с формой (образцы, высота, ширина, цвет), где каждый образец является двумерной матрицей пикселей, а каждый пиксель представлен вектором со значениями «цвета»;
- видео – пятимерные тензоры с формой (образцы, кадры, высота, ширина, цвет), где каждый образец является последовательностью (длина равна значению кадры) изображений.

Таким образом, изображения в примере выше можно представить в виде четырехмерного тензора формы (60000, 28, 28, 3), где 60000 – количество образцов, 28×28 – разрешение изображения, и 3 – цветовой канал. В данном случае можно пренебречь цветовым каналом и оставить только значение интенсивности, представив этот тензор в трехмерном виде. Так как любую компьютерную программу можно свести к небольшому набору двоичных операций с входными данными, все преобразования, выполняемые нейронными сетями при обучении, можно свести к горстке операций с тензорами (или тензорных функций), применяемых к тензорам с числовыми данными. Например, тензоры можно складывать, перемножать и т.д. Первоначально весовые матрицы заполняются небольшими случайными значениями (данный шаг называется случайной инициализацией). Начальные представления не несут никакого смысла, но они служат отправной точкой. Далее на основе сигнала обратной связи происходит постепенная корректировка весов, которая также называется обучением. Она и составляет суть машинного обучения. Шаги, выполняемые в цикле обучения, который повторяется необходимое число раз:

- 1) извлекается пакет обучающих экземпляров  $x$  и соответствующих целей  $y_{true}$ ;
- 2) модель обрабатывает пакет  $x$  (этот шаг называется прямым проходом) и получает пакет предсказаний  $y_{pred}$ ;
- 3) вычисляются потери модели на пакете, дающие оценку несовпадения между  $y_{pred}$  и

*y\_true;*

- 4) веса модели корректируются так, чтобы немного уменьшить потери на этом пакете. Шаги 2 и 3 – всего лишь применение нескольких операций с тензорами.

#### **Заключение**

Результатом данной работы является изучение основного и универсального способа для предоставления и обработки данных в машинном обучении. Тензоры обладают гибкой структурой, которая позволяет представить данные любой формы. Благодаря своей универсальности тензоры широко применяются во всех этапах процесса машинного обучения, от подготовки данных до построения и обучения моделей.

## **РОЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОНОМИКЕ**

**Третьякова М.Л.**

*Ст.преподаватель кафедры логистики и маркетинга УО ФПБ «Международный университет «МИТСО», г.Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** так как сегодня всю большую роль на различные спектры экономики и науки в целом оказывают информатизация, цифровизация и научно технический прогресс, то в данной статье рассматривается роль интеллектуальных систем в различных отраслях жизнедеятельности общества. Особое внимание уделяется рассмотрению вопроса внедрения современных технологий в транспортной отрасли: а именно интеллектуальных транспортных систем.

**Ключевые слова:** цифровизация, информатизация, технологии, повышение эффективности, транспорт, логистика, транспортный поток, интеллектуальные системы.

#### **Введение**

Информационные технологии в науке и обществе трансформируют исследования, управление данными и коммуникации, способствуя инновациям и глобальной интеграции, облегчая образование и улучшая качество жизни. Вычислительные возможности и сетевые технологии улучшили научные методы, сделав доступ к данным и анализу более эффективными. Электронные ресурсы и социальные медиа укрепили связи в обществе, обеспечивая быстрый обмен информацией и идеями.

#### **Результаты и обсуждение**

В современном мире информатизация, цифровизация и научно-технический прогресс играют ключевую роль в различных сферах экономики и науки. Вот несколько аспектов, где они оказывают значительное воздействие:

1. Экономика:
  - цифровые технологии и информационные системы стали неотъемлемой частью бизнес-процессов, управления и коммуникаций;
  - электронная коммерция и цифровые платежные системы существенно изменяют облик рынков и способы взаимодействия между бизнесом и потребителем;
2. Наука и исследования:
  - современные лаборатории используют высокотехнологичное оборудование и программное обеспечение для проведения и анализа экспериментов;
  - вычислительные технологии позволяют проводить сложные математические и физические моделирования;
3. Медицина:
  - цифровые технологии в здравоохранении помогают в управлении медицинскими записями, диагностировании и лечении;
  - телемедицина позволяет проводить онлайн-консультации;
4. Производство и индустрия:
  - индустрия 4.0 внедряет автоматизацию, интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект для оптимизации производственных процессов;