**Добрый день, уважаемые коллеги!**

Сегодня я представляю вашему вниманию наш проект, который посвящён экологическому мониторингу изменений в природных ландшафтах нашей планеты. Экология — это одна из важнейших сфер нашей жизни, и негативные изменения окружающей среды касаются каждого из нас.

Целью нашего проекта является создание системы, которая позволит отслеживать изменения в природных ландшафтах и предоставлять общественности достоверную информацию о негативных последствиях. Особенно важным направлением работы является выявление техногенных вмешательств, которые происходят в охраняемых природных зонах.

**Наш проект основан на работе Diego Suarez, автор которой представил решение задачи классификации спутниковых снимков под названием "Satellite land Classification TPU + ConvNet". Эта работа была удостоена бронзовой медали на платформе Kaggle, и мы взяли её за основу.**

Однако, в ходе работы над нашим проектом нам удалось значительно улучшить качество классификации. Основным усовершенствованием стало изменение функции для подбора learning rate, что позволило модели быстрее и точнее сходиться к оптимальному решению. Таким образом, мы получили более высокие результаты, чем оригинальная модель.

Чем это важно? К сожалению, мы часто видим последствия человеческой деятельности, такие как вырубка лесов, загрязнение водоёмов, увеличение площади промышленных зон. Без своевременного обнаружения таких изменений невозможно предпринять эффективные меры для их предотвращения. Наш проект помогает автоматизировать этот процесс и делает мониторинг быстрым, точным и доступным.

**Цель и задачи проекта**

Наша главная цель — разработать инструмент, который позволит эффективно анализировать изменения в природных ландшафтах с использованием современных технологий искусственного интеллекта и машинного обучения.

Для достижения этой цели мы выделили три основные задачи:

1. **Создание модели классификации изображений поверхности планеты.**
   * Мы стремимся научить нейронную сеть распознавать различные типы объектов на спутниковых снимках. Это включает в себя такие категории, как леса, реки, сельскохозяйственные угодья, жилые зоны, промышленные территории и другие.
2. **Выявление изменений в природных ландшафтах.**
   * На основе анализа временных спутниковых снимков мы разрабатываем алгоритмы, которые позволяют определять различия между изображениями, сделанными в разное время. Это поможет отслеживать, как меняется окружающая среда, например, уменьшаются ли площади лесов, увеличивается ли площадь жилой застройки и так далее.
3. **Контроль охраняемых территорий.**
   * Особое внимание мы уделяем выявлению несанкционированных техногенных изменений в природоохранных зонах, таких как заповедники и национальные парки. Это может быть вырубка лесов, незаконное строительство или другие виды вмешательства, которые могут нанести ущерб экосистеме.

Каждая из этих задач решается с использованием современных технологий анализа данных, что обеспечивает высокую точность и эффективность работы нашей системы.

**Технологический стек проекта**

Для реализации проекта мы используем несколько ключевых библиотек и инструментов, которые помогают нам работать с изображениями, обучать модели и анализировать данные:

* **Scikit-image** — библиотека для обработки изображений. Она используется для предобработки данных, выделения ключевых особенностей изображений и преобразования их в форму, удобную для анализа.
* **OpenCV-python** — мощный инструмент для работы с компьютерным зрением. OpenCV позволяет масштабировать, обрезать, сравнивать изображения и выполнять множество других операций.
* **NumPy** — библиотека для численных вычислений. Она используется для обработки массивов данных и выполнения математических операций с высокой скоростью.
* **KaggleDatasets** — источник данных, используемый для обучения нашей модели. Мы работаем с реальными спутниковыми снимками, которые классифицируются по типам объектов, что позволяет модели лучше понимать структуру ландшафтов.
* **TensorFlow** — ключевая библиотека для создания и обучения нейронных сетей. На базе TensorFlow мы разрабатываем модель, которая классифицирует спутниковые снимки и выполняет анализ изменений.

Использование этих инструментов позволяет нам эффективно решать поставленные задачи и разрабатывать алгоритмы, которые работают быстро и точно.

**Описание работы алгоритма**

Теперь я расскажу, как именно работает наш алгоритм.

1. **Этап классификации объектов:**  
   На первом этапе мы используем обученную нейронную сеть, созданную на базе TensorFlow. Она была обучена на большом наборе спутниковых снимков, где каждый снимок относится к одной из следующих категорий:
   * **AnnualCrop** — сельскохозяйственные угодья,
   * **Forest** — лесные зоны,
   * **HerbaceousVegetation** — травянистая растительность,
   * **Highway** — дороги,
   * **Industrial** — промышленные территории,
   * **Pasture** — пастбища,
   * **PermanentCrop** — постоянные сельскохозяйственные культуры,
   * **Residential** — жилые зоны,
   * **River** — реки,
   * **SeaLake** — моря и озёра.

После обработки снимка модель определяет, к какому классу относится каждый участок изображения. Это даёт нам возможность понять, что именно находится на изображении, и выделить ключевые объекты.

1. **Этап анализа изменений:**  
   Следующий этап — это сравнение двух изображений одной и той же территории, сделанных в разные временные периоды.
   * Для этого мы используем **индекс структурного сходства (SSIM)**, который позволяет определить, насколько два изображения похожи друг на друга. SSIM оценивает сходство по таким параметрам, как яркость, контраст и структура.
   * Алгоритм вычисляет процент сходства между изображениями и выделяет области, где произошли изменения. Эти изменения визуализируются, что позволяет увидеть их наглядно. Например, если на месте леса появился участок вырубки или промышленная зона, алгоритм сразу это зафиксирует.
2. **Результаты работы:**  
   На выходе алгоритм предоставляет следующие данные:
   * Процент сходства между изображениями,
   * Локализация изменений (выделение зон на карте),
   * Классификация объектов на каждой из проанализированных территорий.

Таким образом, система позволяет не только обнаружить изменения, но и предоставить информацию о том, что именно изменилось и в какой области.

**Практическая значимость проекта**

Реализация такого проекта имеет широкий спектр применения:

* Государственные структуры могут использовать его для контроля за состоянием охраняемых природных зон.
* Экологические организации получат инструмент для быстрого выявления угроз окружающей среде.
* Научные исследования смогут более точно анализировать долгосрочные изменения в ландшафтах.

Кроме того, проект можно масштабировать. Например, его алгоритмы могут быть интегрированы в глобальные системы мониторинга Земли, такие как программы ООН или инициативы по борьбе с изменением климата.

**Заключение**

В завершение хочу сказать, что наш проект — это шаг к более точному, оперативному и доступному мониторингу экологических изменений на планете. Мы надеемся, что он будет способствовать предотвращению негативных последствий для природы и поможет защитить её для будущих поколений.

Спасибо за внимание! Буду рад ответить на ваши вопросы.

**Общие параметры функции**

* **epoch** — текущая эпоха обучения.
* **start\_lr** — начальная скорость обучения (по умолчанию 0.00001).
* **min\_lr** — минимальная скорость обучения, к которой модель стремится в процессе экспоненциального затухания (по умолчанию 0.00001).
* **max\_lr** — максимальная скорость обучения, достигаемая после начального разгона (по умолчанию 0.001).
* **rampup\_epochs** — число эпох для линейного увеличения learning rate от начального значения до максимального.
* **sustain\_epochs** — число эпох, в течение которых learning rate остаётся на максимальном уровне.
* **exp\_decay** — коэффициент экспоненциального затухания learning rate после этапа поддержания.

**Этапы изменения learning rate**

1. **Линейное увеличение (rampup\_epochs)**:
   * Если текущая эпоха меньше rampup\_epochs, скорость обучения увеличивается **линейно** от start\_lr до max\_lr.
2. **Стабильный уровень (sustain\_epochs)**:
   * После разгона, если текущая эпоха находится в пределах от rampup\_epochs до rampup\_epochs + sustain\_epochs, скорость обучения фиксируется на уровне max\_lr.
3. **Экспоненциальное затухание**:
   * После завершения rampup\_epochs + sustain\_epochs, learning rate начинает **экспоненциально уменьшаться** до значения min\_lr.

**Пример изменения learning rate**

Если задать:

* start\_lr = 0.00001,
* max\_lr = 0.001,
* rampup\_epochs = 5,
* sustain\_epochs = 2,
* exp\_decay = 0.8,

то график изменения learning rate выглядит следующим образом:

1. В первые 5 эпох learning rate линейно увеличивается от 0.00001 до 0.001.
2. На протяжении следующих 2 эпох скорость остаётся равной 0.001.
3. Начиная с 8-й эпохи, скорость уменьшается экспоненциально к 0.00001.

**Особенности и преимущества**

1. **Разгон скорости обучения**: В начальных эпохах небольшое значение learning rate помогает модели находить оптимальные направления для градиента, избегая слишком больших шагов.
2. **Поддержание высокой скорости**: На этапе устойчивости модель делает крупные шаги для более быстрого обучения.
3. **Снижение скорости обучения**: На финальных этапах learning rate уменьшается, что помогает улучшить точность и избежать переобучения.