

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра системного программирования

Разработка веб-сервиса для определения уникальности изображения на основе методов машинного обучения

Рецензент:
Руководитель ИП Шинкарев А.А.,
доцент кафедры ИАОУ
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»,

к.т.н.
А.А. Шинкарев

Научный руководитель:
доцент кафедры СП,
к.ф.-м.н., доцент
Е.В. Иванова

Автор:
студент группы КЭ-228
М.В. Ядрышникова

Челябинск, 2024 г.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Применение:

1. Сервис для автоматического описания фото его тегами
2. Автоматическая оценка уникальности творений фотографов
3. Группировка фото по тегам в галерее
4. Нахождение фото для коммерческого использования



пример 1



пример 2

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель:

Разработка веб-сервиса для определения уникальности изображения на основе методов машинного обучения.

Задачи:

1. Рассмотреть понятие уникальности фотографии с точки зрения составляющих фотографии.
2. Определить алгоритмы компьютерного зрения, которые помогут в автоматическом определении выявленных составляющих.
3. Разработать метрику уникальности фотографии в пределах сервиса на основе составляющих.
4. Провести проектирование и реализовать веб-сервис для определения уникальности изображения на основе методов машинного обучения.
5. Провести функциональное тестирование веб-сервиса.

ОБЗОР АНАЛОГОВ

Сервис	Характеристика
TinEye	Показывает количество точно таких же изображений в сети Интернет по загруженному изображению
EveryPixel Aesthetics Beta	Получает теги фотографии и оценивает его красоту по техническим параметрам

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ФОТОГРАФИИ

Napoletano, P. Visual descriptors for content-based retrieval of remote-sensing images. Int. J. Remote Sens. 2018, 39, 1343–1376



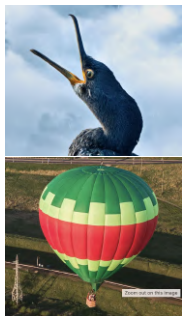
Уровни представления фотографии		
Низкий	Средний	Высокий
Цвета: голубой, красный, желтый	Объекты: воздушный шар	Эмоция: радость
Композиция: объект в центре	Окружение: небо	Жанр: пейзаж
Формы: шар		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УНИКАЛЬНОСТИ

Уникальность – это не бинарная характеристика, которую можно вычислить на основе составляющих фотографии: цветов, объектов, эмоций и ассоциаций.

Составляющие описываются с помощью вектора признаков.

Галерея:



{0, 1}

{1, 0}

num = 2

Словарь галереи:

“воздушный шар”,
“небо”

len = 2

Определяемая фотография:



→ {1, 1}

uniqCount_1= 1

uniqCount_2= 1

МЕТРИКА УНИКАЛЬНОСТИ

$$U = \begin{cases} 1, & num = 0 \\ \frac{\min(\text{uniqCount}_1, \dots, \text{uniqCount}_{num})}{len} \end{cases}$$

где

U – уникальность фотографии;

len – длина словаря с тегами в пределах галереи;

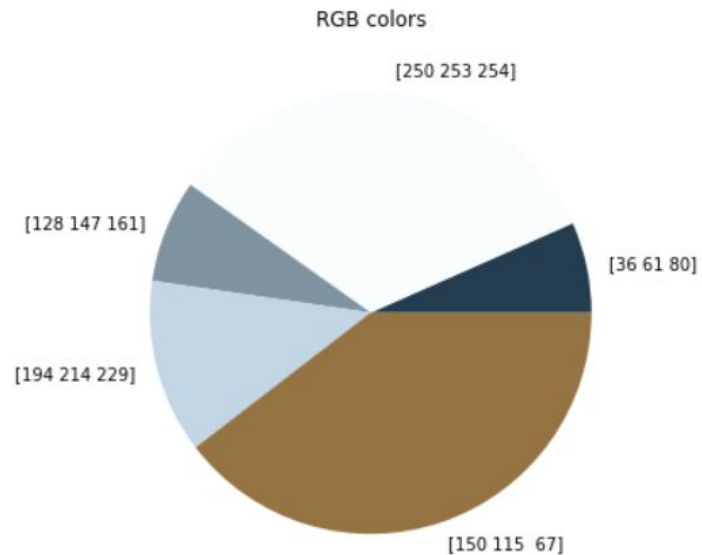
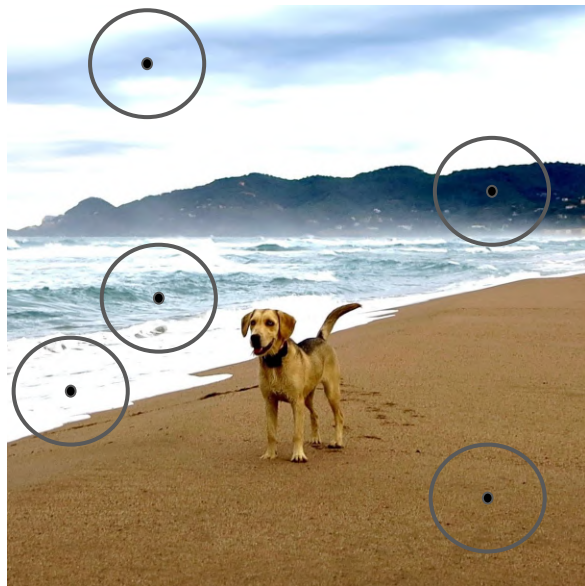
num – количество фотографий в галерее;

$uniqCount$ – количество отличающихся позиций между входящим вектором и каждым вектором фотографии в галерее.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Составляющая	Алгоритм машинного обучения
Цвета	K-средних
Объекты и их окружение	Segformer
Эмоции	CLIP
Ассоциации	NLI

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЦВЕТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ



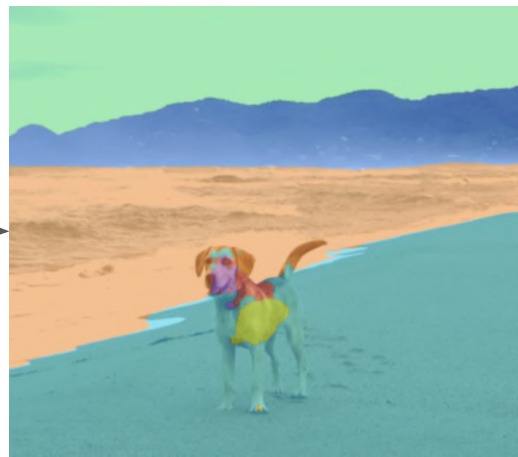
Алгоритм К-средних

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ИХ ОКРУЖЕНИЯ

Тип нейронной сети	Архитектура	Время работы (в сек)
Детекторы: распознавание только объектов	Yolov5	0,3
	SSD	0,4
	Faster-RCNN	6
Сегментаторы: распознавание объектов и их окружения	DeepLabv3	14
	ResNet50	65
	ResNet101+DeepLabv3	6
	ResNet101+FCN	6
	SegFormer	0,3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ИХ ОКРУЖЕНИЯ

Пример работы нейронной сети Segformer



Объекты	Процент занимаемой площади
sand	44.0 %
sky	25.9 %
sea	15.6%
mountain	10.6%
animal	2.8 %
other tags	1.1 %

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМОЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

1. счастье
2. умиление
3. спокойствие
4. меланхоличность
5. испуг

Пример:



СПОКОЙСТВИЕ

Тренировочный набор данных	Валидационный набор данных	Тестовый набор данных
2275	286	294

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМОЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Название модели	Время обработки (в сек)	Accuracy
openai/clip-vit-large-patch14	3,346	0,925
openai/clip-vit-base-patch32	0,25	0,92
flax-community/clip-rsicc-v2	0,412	0,84
flax-community/clip-rsicc	0,412	0,83
inception-resnet-v2	1,2	0,68

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АССОЦИАЦИЙ



выделение
тегов

собака
улыбка
небо
трава
зеленый

выделение
ассоциаций
к тегам

лето
счастье

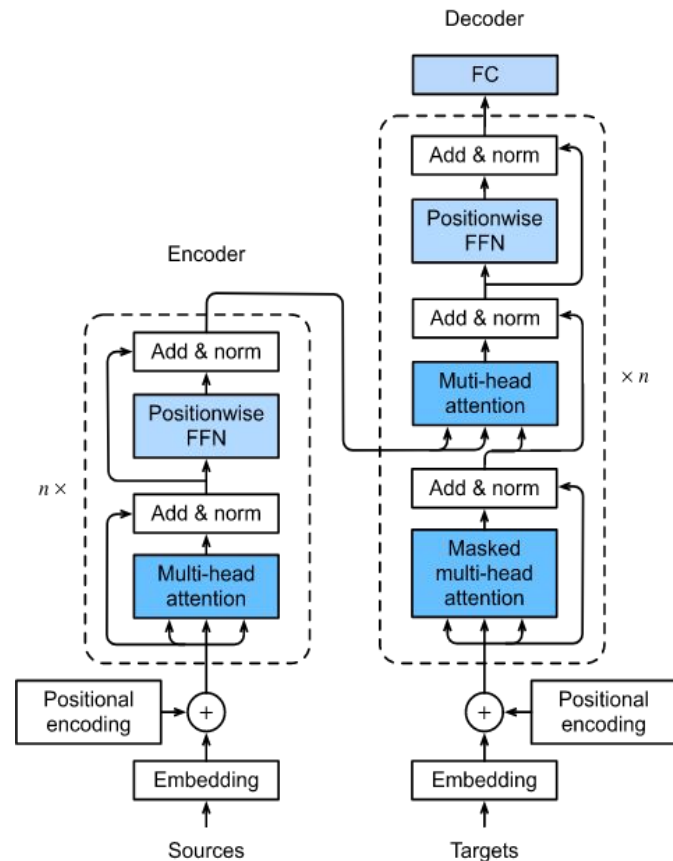
Идея:

дополнение уже существующих тегов уточняющими ассоциациями, расширение концепции фото

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АССОЦИАЦИЙ

Трансформер NLI

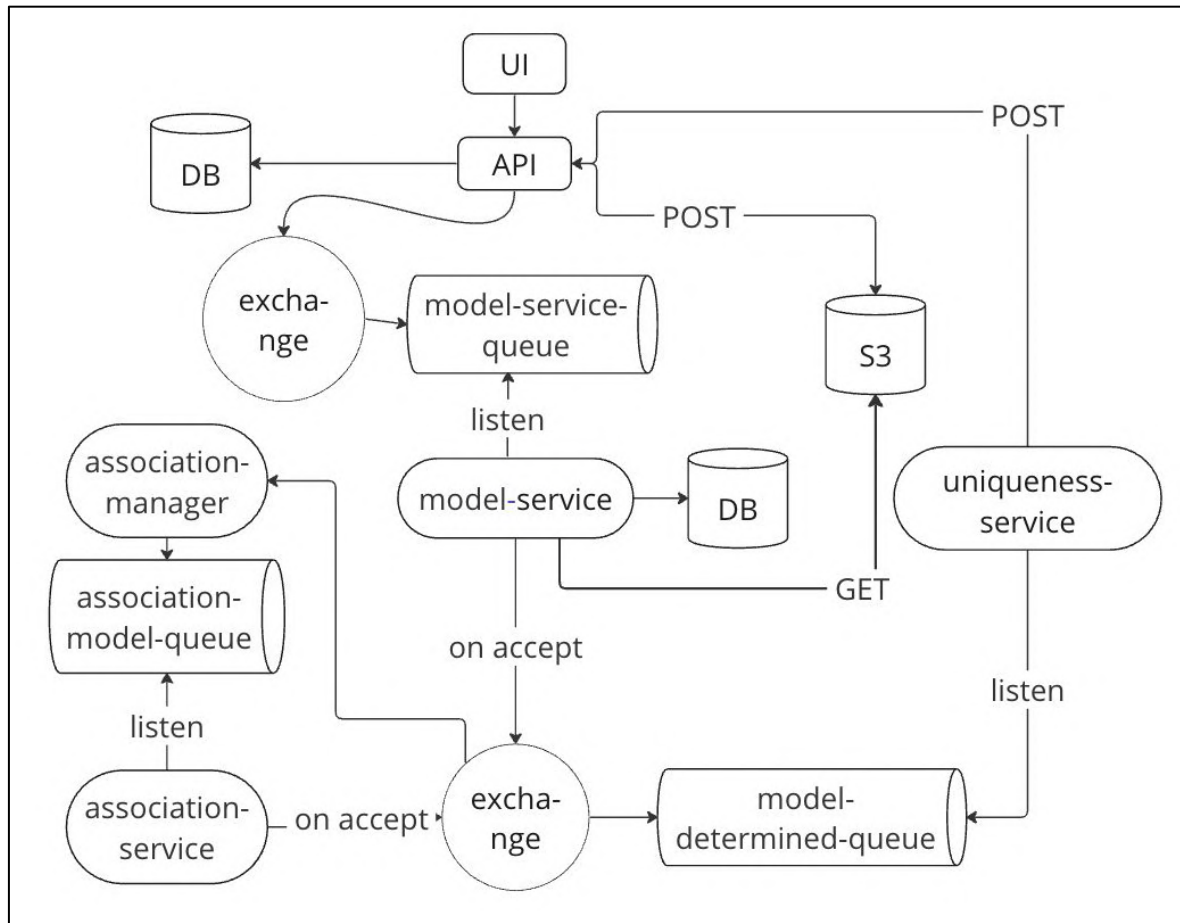
- + МОЖЕТ ПО КОНТЕКСТУ ТЕГОВ
ВЫДЕЛЯТЬ СЛОВА, КОТОРЫЕ
НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯТ ИЗ ЗАРАНЕЕ
СОЗДАННОГО СЛОВАРЯ





АРХИТЕКТУРА ВЕБ-СЕРВИСА

login:
tourmanique
password:
tourmanique



ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ

Направление	Инструменты
Машинное обучение	Python, PyTorch, scikit-learn, Transformers, OpenCV
Frontend	Javascript, React, MobX
Backend	Python, Flask, RabbitMQ, PostgreSQL
Тестирование	Cypress, Pytest, Postman
Развертывание	Docker, docker-compose, GitLab CI
Дизайн	Figma




ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ ПОСЛЕ ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

login:
tourmanique
password:
tourmanique

Tourmanique

galleries > nature



Uniqueness


48%

Colors 46%

Objects, emotions, associations 50%

Features

Main colors



Emotions

calm

Objects

sky mountain lake tree grass driftwood

stone sunset snow people bush

Associations

vacation walk swimming

АПРОБАЦИЯ

Метод определения уровня схожести изображений по цветовой составляющей на основе корреляционного анализа и квантования цветового пространства / О. В. Логиновский, А. Ю. Струева, А. А. Шинкарев, М. В. Ядрышникова. – DOI 10.15593/2499-9873/2023.3.03 // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2023. – № 3. – С. 39–54.

ДАЛЬНЕЙШАЯ РАБОТА

1. Доведение сервиса до готового к производству варианта.
2. Добавление составляющих фото, определяющихся автоматически:
 - композиция фотографии
 - жанр фотографии
 - поиск полного плагиата
3. Улучшение интерпретируемости полученных результатов пользователем.
4. Уточнение формулы уникальности.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Рассмотрено понятие уникальности с точки зрения составляющих фотографии.
2. Определены алгоритмы машинного обучения, которые помогут в автоматическом определении найденных составляющих.
3. Разработана метрика уникальности фотографии в пределах сервиса на основе ее составляющих.
4. Проведено проектирование и реализован веб-сервис для определения уникальности изображения на основе составляющих фотографии.
5. Проведено функциональное тестирование веб-сервиса.