Платформа для поиска похожих кроссовок

Состав проекта

Распределение ролей участников:

Литвинов Вячеслав: парсинг, eda, модели

Моисеев Даниил: парсинг, fastapi, телеграм-бот, mlops

Куратор: Георгий Панчук

Цели и задачи проекта

- Сбор данных (изображения и метаданные кроссовок) с различных источников
- Обработка, чистка и объединение данных, разведочный анализ данных
- Использование различных способов получения эмбеддингов
- Тренировка ML и DL моделей для классификации изображений
- Использование DL моделей для поиска похожих изображений
- Обертка лучших моделей в FastAPI сервис и телеграмм-бот

Датасеты и парсинг

- Спарсили 5 интернет-магазинов кроссовок
- Парсили скрапингом и используя публичные API

POLO RALPH LAUREN
Masters Sport "White / Blue"
€149,95

MERRELL
Moab Speed GTX "Black"
€169,95

MERRELL
Agility Peak 5 "Black"
€159,95

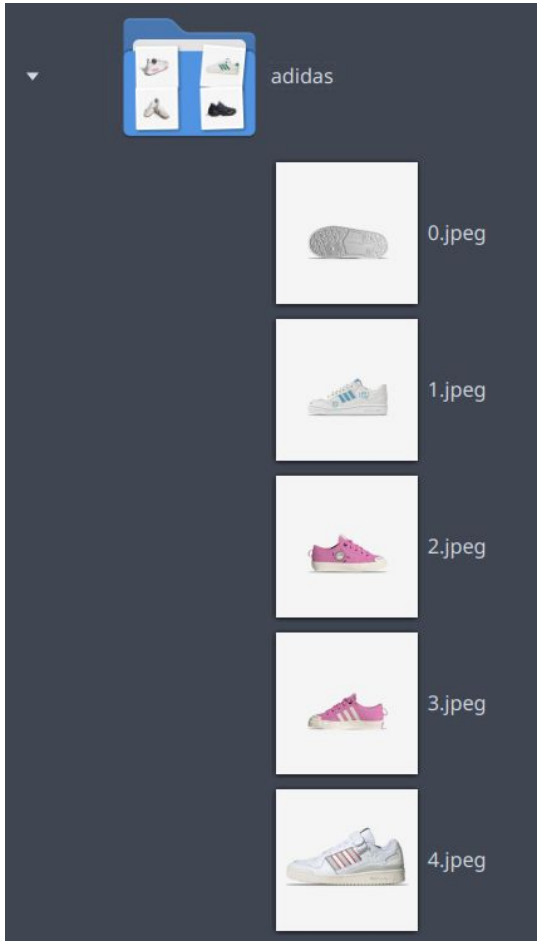
MERRELL
Moab Speed GTX "White"
€169,95

	brand	title	pricecurrency	price	images_path
1	Nike	Blazer Mid Next Nature "White"	EUR	49.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/nike/b…
2	New Balance	550 PS "Lavender"	EUR	99.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
3	New Balance	550 "astro dust"	EUR	79.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
4	Reebok Classics	CLUB C CARDI "Blue"	EUR	34.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/reebok…
5	Nike	Air Max TW "University Red"	EUR	59.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/nike/a…
6	New Balance	2002 "TIMBERWOLF"	EUR	94.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
7	Nike	Nike Blazer '77 "Jade Ice"	EUR	69.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/nike/n…
8	Reebok Classics	Cardi B Club C "Red"	EUR	34.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/reebok…
9	Karhu	Albatross 82 "Navy"	EUR	29.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/karhu/…
10	Nike	Huarache Run GS "Jade Ice"	EUR	89.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/nike/h…
11	New Balance	550 PS "Orange Sea"	EUR	99.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
12	New Balance	550 PS "Marina"	EUR	99.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
13	New Balance	550 "Lavender"	EUR	89.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
14	New Balance	2002 "ECLIPSE"	EUR	94.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
15	New Balance	2002 "BLACK"	EUR	99.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
16	Jordan	Air Jordan 6 Retro GS "Dutch Blue"	EUR	99.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/jordan…
17	New Balance	2002 "SLATE GREY"	EUR	99.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
18	Reebok Classics	CLUB C CARDI "Blue"	EUR	49.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/reebok…
19	Vans	Old Skool "Powder Pink"	EUR	39.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/vans/o…
20	New Balance	550 "WHITE"	EUR	79.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…
21	Nike	Air Max Motif "WHITE"	EUR	59.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/nike/a…
22	Reebok Classics	CLUB C CARDI "Purple"	EUR	24.99	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/reebok…
23	New Balance	2002 "ECLIPSE"	EUR	99.95	data/raw/images/sneakerbaas/category-kids/new-ba…

Образец метаданных

Предобработка и объединение данных

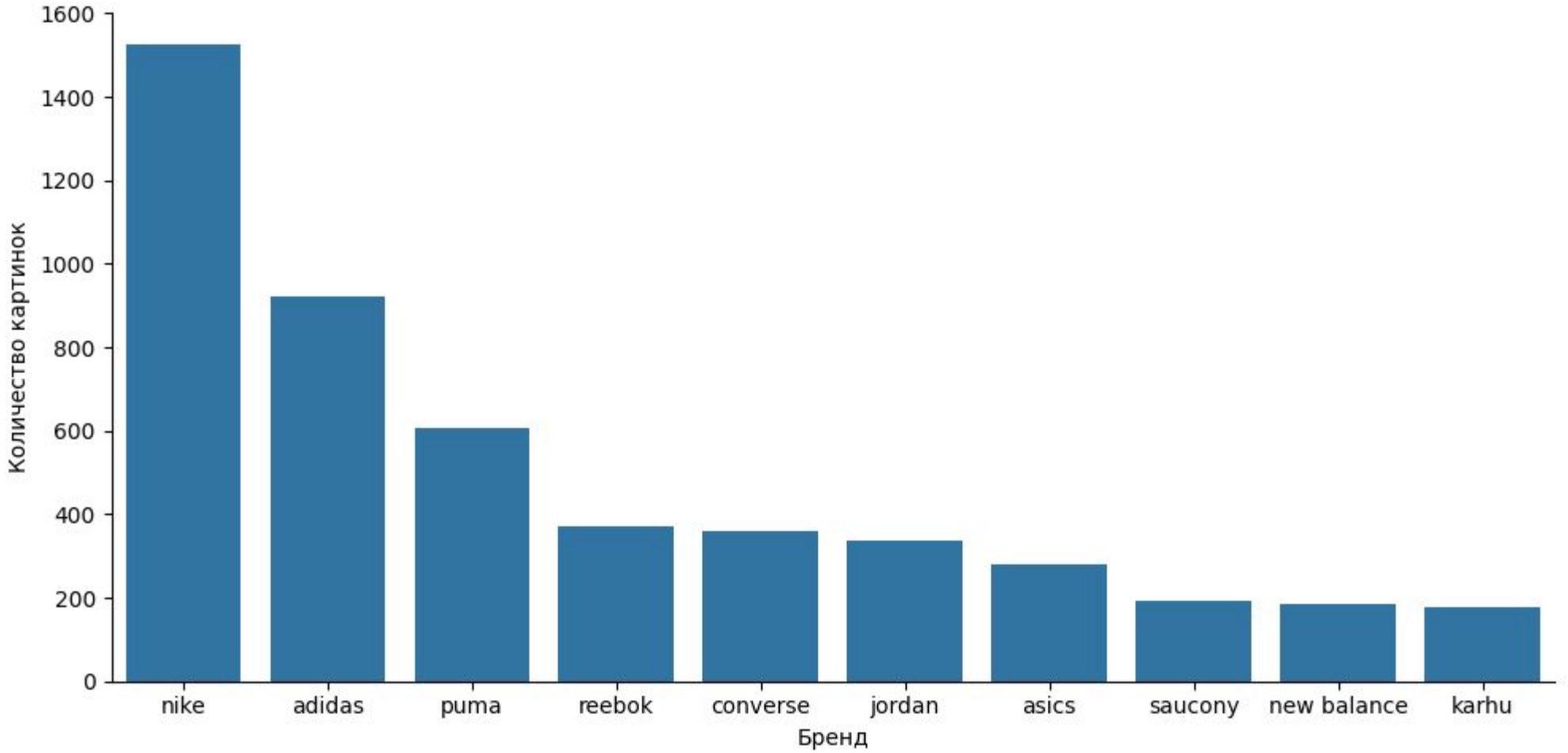
- Провели базовую предобработку каждого набора метаданных
  - Колонки: удалили ненужные, привели к одному названию
  - Строки: удалили дубликаты, почистили от лишних символов
- Привели название и бренд к одному формату
- После объединения получили два датасета
  - По моделям: 2487 моделей (для поиска похожих моделей)
  - По брендам: 30 классов (для классификации)
- Предобработка картинок
  - Удалили идентичные картинки
  - Перевели в RGB
  - Привели к одному формату .jpeg



EDA

- Вывели как выглядят метаданные и основные статистики
- Убедились, что в данных нету пропусков
- Убедились, что все картинки в одинаковом формате
- Сравнили размеры картинок - они различные, от 400x400 до 2000x2000
- Общее количество изображений: **30022**

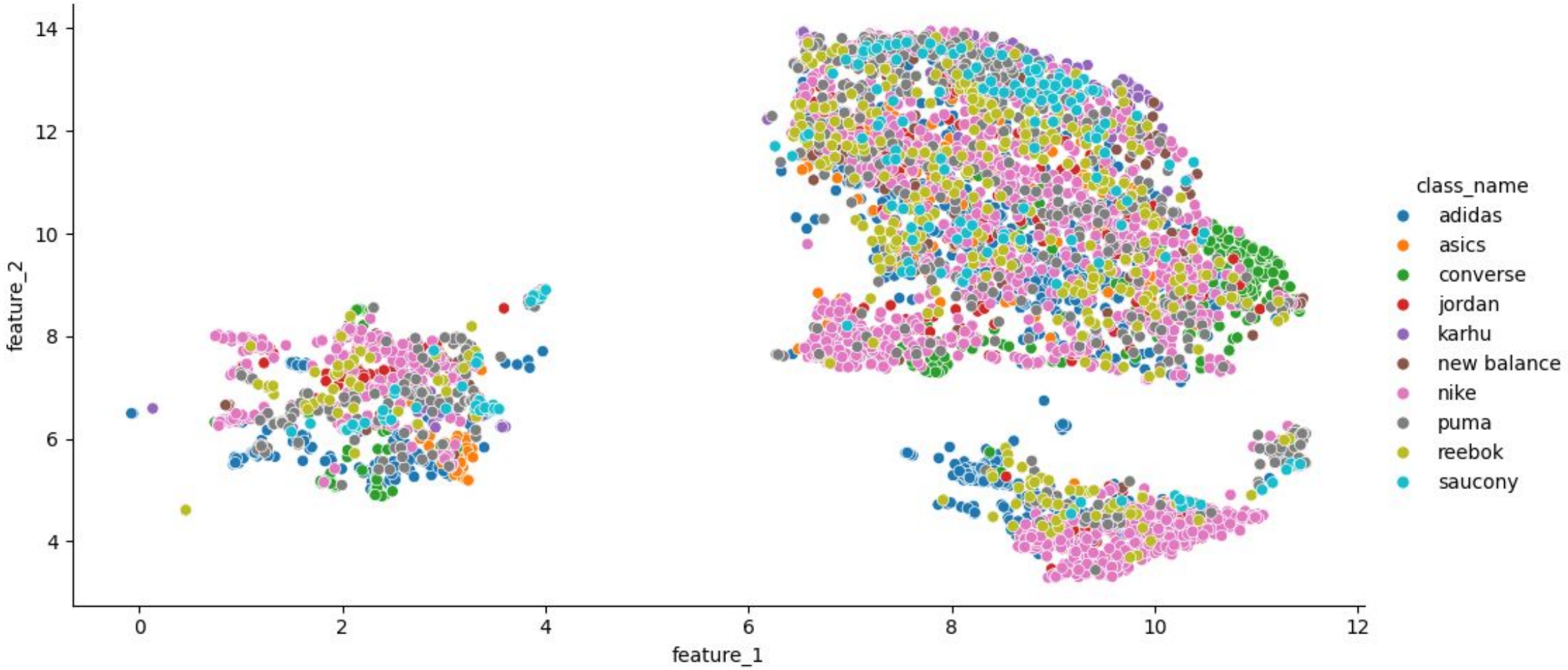
Классификация брендов



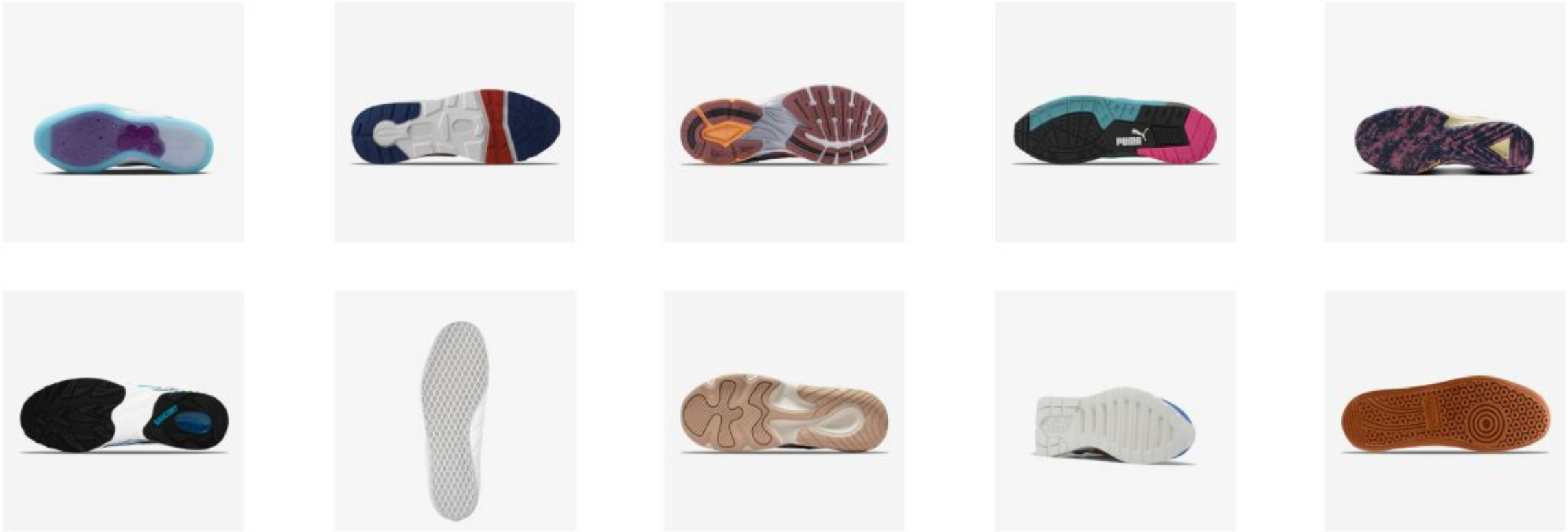
Зависимость числа картинок от бренда - наблюдается дисбаланс классов

ML Features

- Поделили датасет на train/val/test в пропорциях 60/20/20
- Отобрали только те бренды, у которых больше 100 картинок
- Получилось 13 брендов для классификации
- Для всех картинок взяли эмбеддинги с помощью ResNet152, HOG, SIFT
- Для визуализации эмбеддингов использовали SVD, T-SNE, PCA, UMAP



Визуализация ResNet features с помощью UMAP. Картинки кластеризуются по ракурсам изображений



Визуализация ResNet features с помощью UMAP - левый кластер

Метрики и классические ML-модели

По результатам EDA решили попробовать удалить картинки из кластера “подошвы”, так как по подошве вряд ли можно определить бренд

- Считали метрику *F1-weighted* и *F1-macro*
- Baseline модель предсказывает самый частый класс
- Использовали модели *SVM*, *SGD*, *LogReg*, *DecisionTree*, *RandomForest* из sklearn и *CatBoost* над эмбеддингами *ResNet152*, *HOG*, *SIFT*
- Перебирали параметры по сетке с кросс-валидацией
- Лучшее качество среди ML-моделей показывает *HOG-SVM*

Результаты ML-моделей

Датасет со всеми картинками

Эмбеддинг-модель	f1-macro	f1-weighted
baseline	**0.03**	**0.13**
hog-log_reg	0.72	0.76
hog-random_forest	0.54	0.63
hog-decision_tree	0.34	0.45
hog-svm	**0.78**	**0.81**
hog-sgd	0.72	0.75
hog-catboost	0.67	0.71
sift-log_reg	0.29	0.36
sift-random_forest	0.18	0.29
sift-decision_tree	0.17	0.24
sift-svm	0.37	0.44
sift-sgd	0.26	0.34
sift-catboost	0.29	0.39
resnet152-log_reg	0.71	0.73
resnet152-random_forest	0.41	0.51
resnet152-decision_tree	0.27	0.36
resnet152-svm	0.76	0.76
resnet152-sgd	0.72	0.74
resnet152-catboost	0.64	0.68

Датасет с удаленными подошвами

Эмбеддинг-модель	f1-macro	f1-weighted
baseline	**0.03**	**0.13**
hog-log_reg	0.73	0.77
hog-random_forest	0.51	0.62
hog-decision_tree	0.34	0.44
hog-svm	**0.79**	**0.82**
hog-sgd	0.71	0.75
hog-catboost	0.66	0.71
sift-log_reg	0.28	0.37
sift-random_forest	0.15	0.3
sift-decision_tree	0.16	0.25
sift-svm	0.36	0.43
sift-sgd	0.25	0.36
sift-catboost	0.32	0.43
resnet152-log_reg	0.74	0.75
resnet152-random_forest	0.4	0.51
resnet152-decision_tree	0.28	0.36
resnet152-svm	0.74	0.75
resnet152-sgd	0.67	0.7
resnet152-catboost	0.64	0.69

Результаты DL-моделей

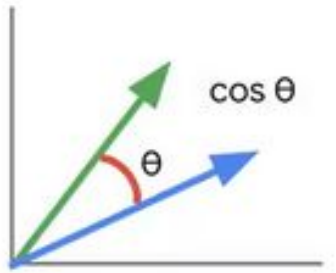
- Используем полный датасет (26 брендов)
- Для DL части решили файнтюнить *ResNet152* и *Visual Transformer*
- Использовали Pytorch, Hugging Face Transformers
- По итогу выбрали *ResNet152* в качестве основной модели для классификации

Модель	f1-macro	f1-weighted
ResNet152	**0.85**	**0.88**
Visual Transformer	0.83	0.87

Поиск похожих кроссовок

Image similarity search (image2image)

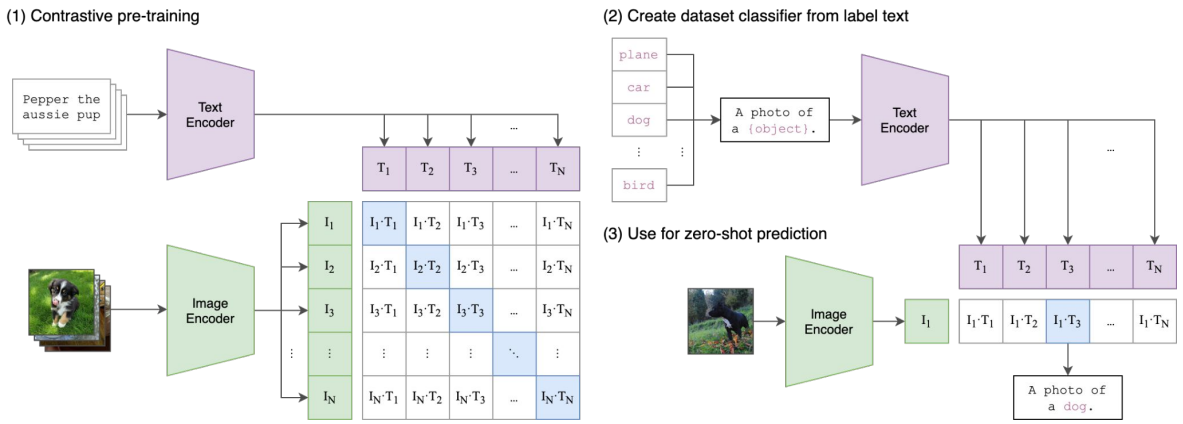
- Для поиска похожих изображений изначально использовали эмбеддинги из *ResNet152*
- Подаем на вход изображения и получаем похожие модели кроссовок из датасета
- Похожесть картинок считаем по косинусному расстоянию



cosine similarity

Text to image search (text2image)

- Для поиска изображений по тексту используем *CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining)*
- Подаем на вход текстовый запрос и получаем релевантные модели кроссовок из датасета
- Тоже используем косинусную близость
- Поняли, что эмбеддинги CLIP можно использовать заместо Resnet в image2image



Qdrant

Qdrant — это векторная база данных, разработанная для высокоэффективного поиска и управления векторными представлениями.

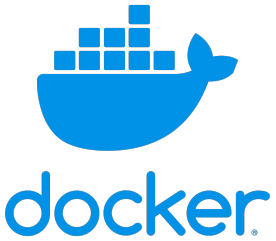
- Храним в базе эмбеддинги CLIP
- Используем встроенный функционал для эффективного поиска похожих векторов

Структура проекта

- Данные, эмбеддинги и модели храним с помощью DVC на S3
- Добавили различные линтеры и форматтеры
- В проекте настроили poetry и pre-commit
- Модели храним в onnx формате, pickle не используем
- Настроили конфигурацию с помощью Hydra
- Документация проекта в .md файлах в /docs
- Основной код в .py файлах, ноутбуки используем только как черновик
- Логирование метрик моделей делаем в WandB

MLOps

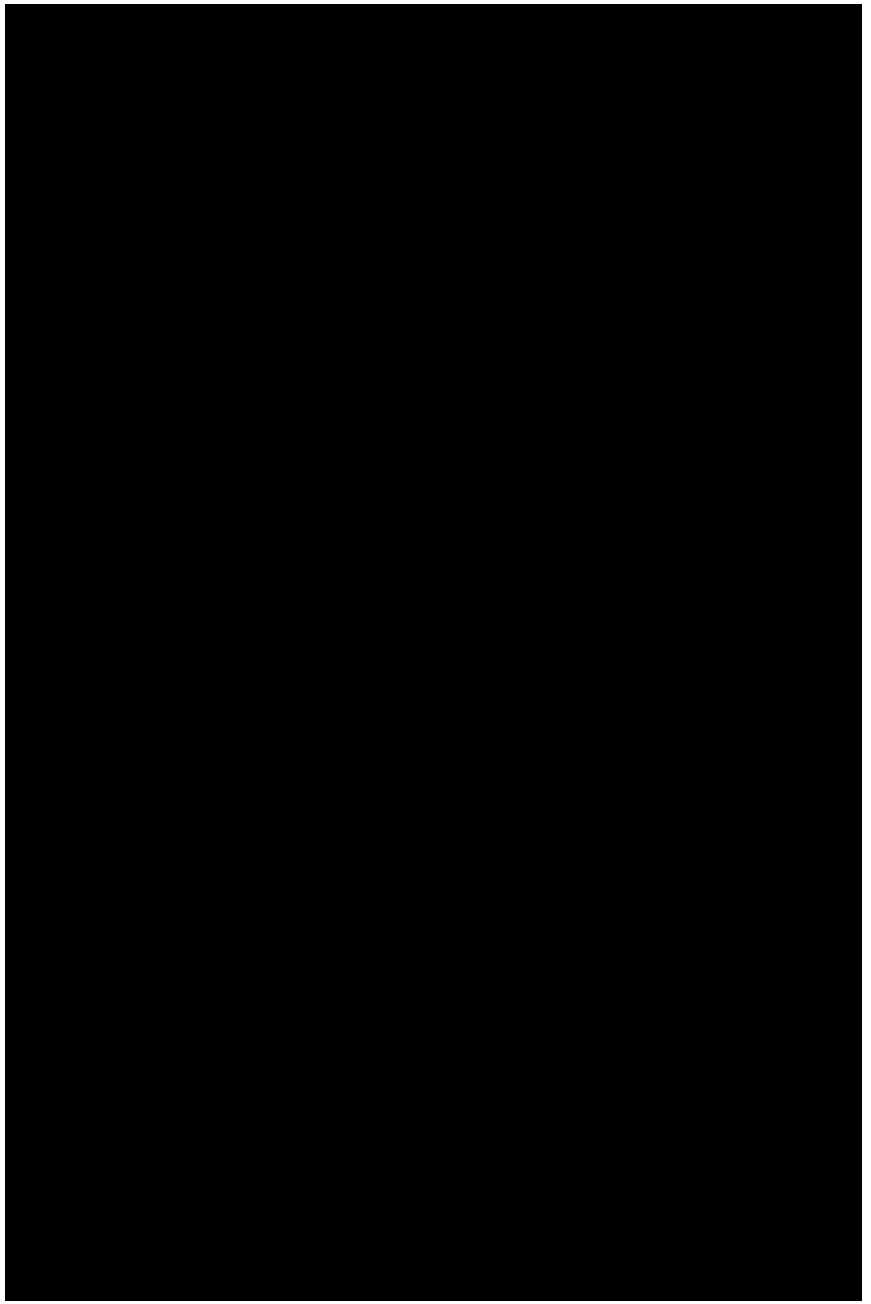
- Docker-compose запуск проекта одной командой
  - Qdrant
  - API
  - Бот
- CI/CD в Github Actions
- Простой DVC-пайплайн для сборки tar-архива обученных моделей
- Хостинг сервиса на Яндекс Облаке



Итог

- В финальный сервис входит:
  - FastAPI сервер
  - Telegram бот
  - Векторная база данных Qdrant
  - Модель ResNet152 для классификации изображений
  - CLIP для text2image и image2image search

Демонстрация работы бота



Ссылки

- Репозиторий: https://github.com/miem-refugees/sneakers-ml
- Телеграм-бот: https://t.me/sneakers_ml_bot

Конец

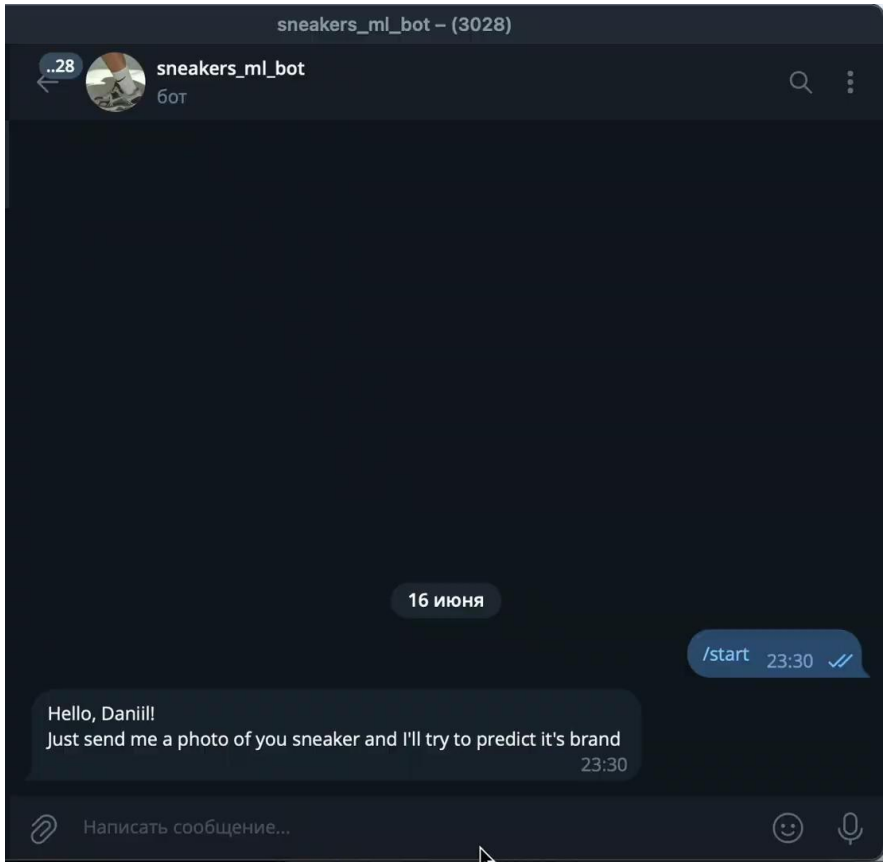
Что не успели сделать?

- получше интерфейс бота?
- pipeline airflow для обновления базы?

Структура проекта

Описание	Путь в проекте
Модуль для парсинга, чистки, объединения данных и создания датасета	sneakers_ml/data
Модуль для получения эмбеддингов картинок с помощью различных методов (SIFT, HOG, ResNet152)	sneakers_ml/features
Модуль для тренировки и применения моделей	sneakers_ml/models
Модуль для telegram-бота	sneakers_ml/bot
Модуль для рантайм-хостинга моделей (API-сервис + Streamlit приложение)	sneakers_ml/app

Демонстрация работы бота со всеми моделями



Демонстрация работы бота (old)

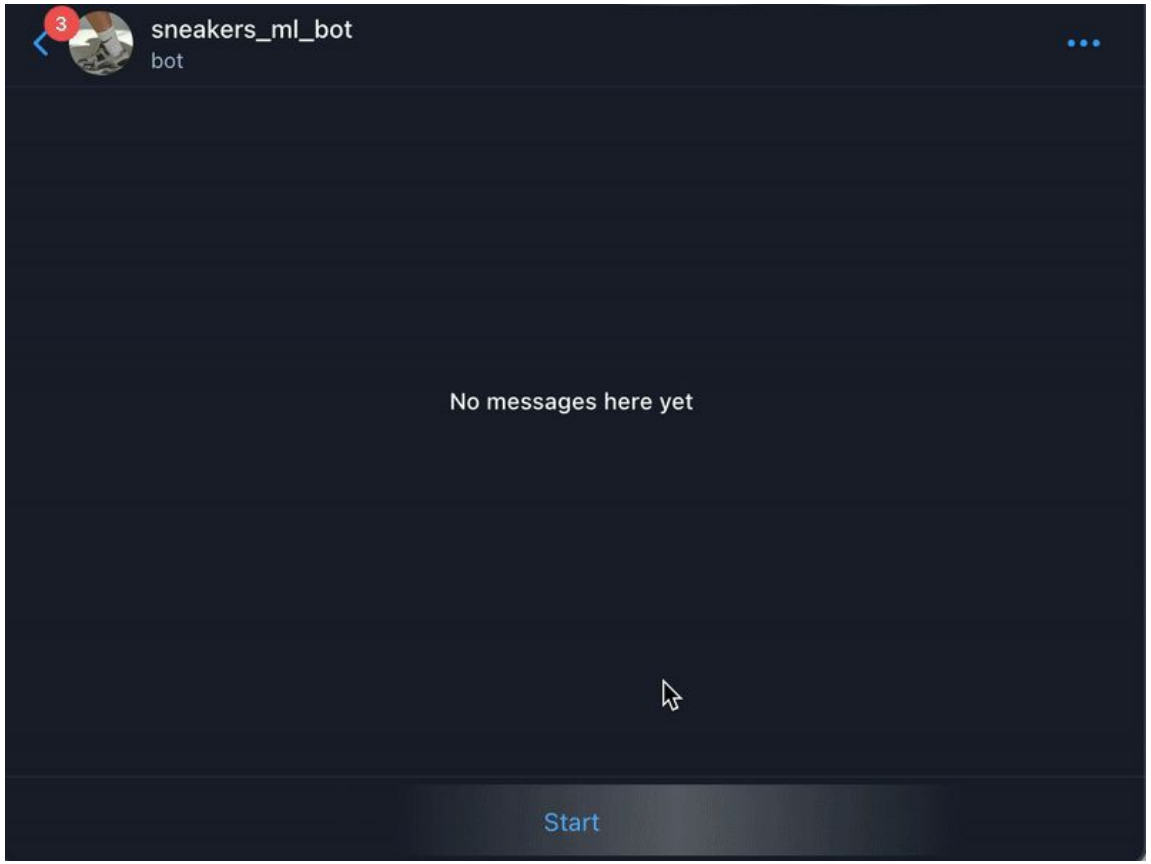
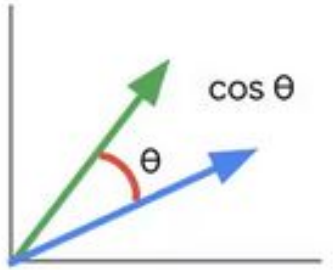


Image similarity search

- Для поиска похожих изображений пробовали эмбеддинги из *ResNet152* и *CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining)*
- Подаем на вход изображения и получаем похожие модели кроссовок из датасета
- Похожесть картинок считаем по косинусному расстоянию
- В качестве финальной модели используем *CLIP* (для экономии пам



cosine similarity