

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧЕ ПОИСКА ПОХОЖИХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Тарасова Валентина Юрьевна

старший преподаватель

Кафедра ЭВМ, РГРТУ, Рязань, Россия

E-mail: valentina2008.91@mail.ru

Научный руководитель — Костров Борис Васильевич

В данной работе рассматривается задача сопоставления фрагментов изображений поверхности Земли, полученных в различных условиях съемки. Предлагается подход, основанный на разделении снимка на фрагменты и извлечении векторов признаков для вычисления меры схожести. Исследуется применение свёрточных нейронных сетей для выявления значимых характеристик изображений, что позволит проводить их сопоставление. Целью является формирование одномерного вектора фиксированной длины (не более 1024 значений) для сравнения пар изображений, где схожими считаются пары с минимальным показателем СКО. Решение задачи поиска похожих изображений состоит из следующих этапов:

1. Формирование вектора числовых значений признаков изображения $\Phi(a) = \langle \varphi_1^a, \varphi_2^a, \dots, \varphi_N^a \rangle$, где a – исходное изображение, N – мощность пространства признаков R^N .
2. Численная оценка визуального сходства на основе сформированных векторов s_{ab} – показатель сходства, который измеряет насколько подобны два изображения $a \in I$ $b \in I$, I – множество изображений в поисковой коллекции. Показатель сходства, основываясь на векторах числовых значений признаков, определяется следующим образом:

$$s_{ab} = S(\Phi(a), \Phi(b)) \geq s_{\min}$$

, где $s_{\min}$ – пороговое значение сходства, I – множество изображений в поисковой коллекции. Показатель сходства, определяется следующим образом: if $s_{ab} < s_{ac}$ then $a, b \in I$ are more similar than $a, c \in I$

Задача усложняется из-за значительных различий в условиях съемки: время суток, сезон, облачность, угол наклона сенсора и масштаб

съемки. Поэтому невозможно оценить схожесть изображений без использования векторов признаков [1], [2]. Для обучения применялась удвоенная архитектура, аналогичная сямским нейронным сетям, состоящая из двух нейронных сетей с парными весами и общим слоем для расчета СКО. Обучающий набор включал пары изображений от разнородных сенсоров с аффинными преобразованиями и изменениями яркости. В качестве опорных данных использовались спутниковые снимки, изображения с беспилотников и данные аэрофотосъемки, в общей сложности около 3000 изображений. Из них было получено 6000 пар с идентичными координатами и 6000 пар с различными расположениями. Для оценки эффективности выбранной архитектуры оценивались 2 параметра: скорость обработки фрагмента и точность работы на валидационной выборке [4]. Скорость оценивалась на микрокомпьютере Raspberry Pi 4B (Raspberry Pi OS 64 бита, PyTorch, веса без квантования).

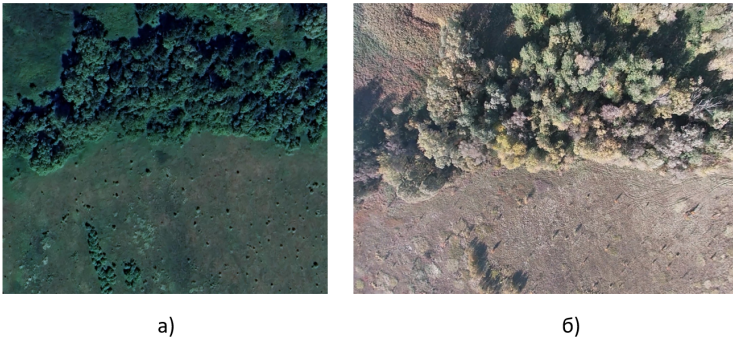


Рис. 1. Пример пары изображений. а) - спутниковые снимки; б) - фрагменты со съёмки на небольшой высоте.

Результаты работы представлены в таблице 1.

модель	время	ошибка (СКО)	кол-во весов (млн)
MobileNet v2	27 мс	0.7557	3.5
Xception	192 мс	0.5487	22.9
VGG16	867 мс	0.2695	138.4
VGG19	892 мс	0.2311	143.7
Предложенное решение	32 мс	0.1729	0.358

Предлагаемая модель нейронной сети позволяет эффективно выделять значимые характеристики аэрофотоснимков, обладая преимуществом над известными глубокими моделями [3], [4]. Данные факторы делают возможным применение подобных архитектур на встраиваемых решениях, а также позволяют получить в кратчайшие сроки метрики для существующих изображений.

Литература

1. Гора С.Ю., Довгаль В.М. Об одном подходе к поиску изображений по содержимому // В мире научных открытий. Красноярск: научно-инновационный центр. - 2013. - №6.1(42). - С. 23-38.
2. Жукова К.С., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Система контекстного поиска видео-изображений // Вестник Технологического университета. - 2018. - Т. 21. - № 9. - С. 154-157.
3. Noa Garcia, George Vogiatzis. Learning non-metric visual similarity for image retrieval// Image and Vision Computing Volume 82 Issue CFeb 2019pp 18-25. DOI: 10.1016/j.imavis.2019.01.001
4. Keras Applications [электронный ресурс] // URL: <https://keras.io/api/applications/> (дата обращения 09.03.2025)