

## СЕРВИС ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ И ОЦЕНКИ ЕГО СТОИМОСТИ

Артиш В.О., студент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Жвакина А.В. – канд. техн. наук, доцент

**Аннотация.** Представлено программное средство для автоматического распознавания марки и модели автомобиля по изображению с последующей оценкой его рыночной стоимости на основе EfficientNet для выделения признаков и CatBoost для регрессии. Для повышения интерпретируемости применён метод Grad-CAM++, позволяющий визуализировать значимые области изображения.

В условиях развития цифровых технологий возрастает потребность в интеллектуальных системах, способных автоматически анализировать визуальные данные и извлекать из них прикладную информацию. Одной из актуальных задач является распознавание автомобилей по изображениям и оценка их рыночной стоимости, что особенно востребовано на вторичном автомобильном рынке.

Решение данной задачи осложняется высокой степенью сходства между различными моделями автомобилей и влиянием внешних факторов, таких как освещение, ракурс и качество изображения, что требует применения моделей машинного обучения, устойчивых к искажениям входных данных.

Функциональные возможности разработанного программного средства включают:

- прием изображения автомобиля;
- предварительную обработку изображений (масштабирование, нормализация);
- автоматическое распознавание марки и модели автомобиля;
- визуализацию значимых для распознавания областей изображения;
- сбор и обработку актуальных рыночных данных;
- формирование признаков и прогнозирование стоимости автомобиля;
- вывод результатов пользователю.

Для решения задачи распознавания используется архитектура EfficientNet, представляющая собой семейство сверточных нейронных сетей, основанных на принципе Compound Scaling. В отличие от традиционного масштабирования моделей, при котором увеличивается только один из параметров (глубина, ширина или разрешение), EfficientNet использует согласованное масштабирование всех трёх параметров. Это позволяет более эффективно использовать вычислительные ресурсы и достигать высокой точности при меньшем количестве параметров [1].

Преимуществом EfficientNet является использование базовой архитектуры MBConv (Mobile Inverted Bottleneck Convolution) и механизма Squeeze-and-Excitation, что способствует более эффективному выделению значимых признаков. Благодаря этому модель демонстрирует высокую обобщающую способность и устойчивость к вариативности входных изображений, что критически важно при распознавании автомобилей в реальных условиях.

Задача оценки стоимости автомобиля формализуется как задача регрессии и решается с использованием алгоритма градиентного бустинга CatBoost. Данный алгоритм основан на построении ансамбля решающих деревьев, где каждая последующая модель корректирует ошибки предыдущих. Особенностью CatBoost является поддержка категориальных признаков без необходимости их предварительного кодирования [2].

Для повышения интерпретируемости результатов применяется метод Grad-CAM++, являющийся развитием метода Grad-CAM. Он основан на использовании градиентов целевого класса по отношению к картам признаков сверточной сети и позволяет более точно определять вклад каждого пикселя изображения в итоговое решение модели. В отличие от базовой версии, Grad-CAM++ учитывает более сложные зависимости и обеспечивает лучшую локализацию значимых областей [3].

Использование Grad-CAM++ позволяет визуализировать области изображения, на которые модель опирается при классификации, что повышает прозрачность работы системы и доверие со стороны пользователя.

В результате разработанное решение демонстрирует высокую точность распознавания автомобилей и приемлемую ошибку прогнозирования стоимости. Использование современных методов компьютерного зрения и машинного обучения позволяет создать эффективный инструмент, обладающий практической значимостью и потенциалом дальнейшего развития.

### Список использованных источников:

1. Что такое EfficientNet? Краткий обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ultralytics.com/ru/blog/what-is-efficientnet-a-quick-overview>.
2. CatBoost [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/778714>.
3. Grad-CAM++: White Box Explainability for Image Classification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.aiensured.com/gradcam-plus-plus>.