

Лебедева Ольга Анатольевна,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: kravhome@mail.ru

Савватеева Екатерина Юрьевна,
бакалавр, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: savvateeva.ket@gmail.com

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НИЗКОГО КАЧЕСТВА

Lebedeva O.A., Savvateeva E.Yu.

TRAFFIC FLOW EVALUATION USING LOW-QUALITY VIDEO SURVEILLANCE DATA

Аннотация. В работе приведен подход к интеллектуальным транспортным системам, основанный на передовых алгоритмах машинного обучения, целью которого является оценка транспортного потока на улично-дорожной сети.

Ключевые слова: транспортный поток, оценка интенсивности, данные низкого качества, видеонаблюдение, алгоритм.

Abstract. The paper presents an approach to intelligent transport systems based on advanced machine learning algorithms, the purpose of which is to estimate the traffic flow throughout the entire road network.

Keywords: traffic flow, intensity estimation, low quality data, video surveillance, algorithm.

Рассмотрим вариант интеллектуальной транспортной системы на основе веб-камер, который прост, имеет минимальные затраты и предлагает достаточные функциональные возможности [1]. Подход к безкалибровочному анализу изображений низкого качества для подсчета транспортных средств состоит из двух этапов: извлечение данных и их подсчет. Так как веб-камеры анализируются независимо, алгоритм разберём для изображений с одной веб-камеры.

Первый этап – извлечение данных. Пусть N – количество изображений камеры (все изображения имеют одинаковые M пикселей, и каждый из пикселей принимает целое число из 256 уровней яркости). Набор данных представлен как:

$$\mathcal{D}_0 = \{z^{(n)} \in \{0,1,2, \dots, 255\}^M | n = 1, \dots, N\} \quad (1)$$

Целью этапа является извлечение данных $x \in R$ из необработанного изображения $z \in \{0, \dots, 255\}^M$ такого, что x соответствует грубой оценке количества транспортных средств. Исходное изображение переводят в бинарное. После этого функция x вычисляется как отношение белых пикселей к общему количеству пикселей:

$$x = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M I(z_i \geq k^*), \quad (2)$$

где k^* – порог бинаризации, $I(\cdot)$ – индикаторная функция, которая дает 1, когда аргумент верен, и 0 – в противном случае.

Оптимальный порог k^* определяется путем решения следующей оптимизационной задачи:

$$k^* = \arg \max_k \left[[\ell_1(k) - \bar{\ell}]^2 P_1(k) + [\ell_2(k) - \bar{\ell}]^2 P_2(k) \right], \quad (3)$$

где ℓ – значение яркости; $\bar{\ell}$ – средние значения яркости.

Рассмотрим второй этап: схему вероятностного подсчета. Учитывая оптимизированный порог k^* , данные \mathcal{D}_0 преобразуются в:

$$\mathcal{D} \equiv \{x^{(n)} \in R | n = 1, \dots, N\} \quad (4)$$

На практике рекомендуется дополнительно стандартизировать функцию до подгонки модели. Часть подсчета транспортных средств состоит из двух этапов. Во-первых, находим прогностическое распределение для признака x в форме смешанной модели Гаусса:

$$p(x/\mathcal{D}) = \sum_{d=0}^{\mathcal{D}} \pi_d(x) \mathcal{N}(x | m^\top \phi_d, \sigma_d^2), \quad (5)$$

где d – количество транспортных средств; \top – транспонирование; $\phi_d \equiv \left(\frac{1}{d}\right)^\top$; \mathcal{N} – Гауссово распределение.

Функция $\pi_d(x)$, и коэффициенты m определяются по данным. Количество \mathcal{D} рассматривается как заданная константа и в дальнейшем фиксируется как $\mathcal{D} = \mathcal{N}$, для достижения достаточно большого значения. Дисперсия σ_d^2 задается как функция других параметров модели.

Во-вторых, для нового наблюдения $x = x'$ соответствующее количество транспортных средств d' определяется выражением:

$$d' = \arg \max_d \{ \pi_d(x') \mathcal{N}(x' | m^\top \phi_d, \sigma_d^2) \} \quad (6)$$

В результате байесовского подхода компоненты, не относящиеся к данным, автоматически удаляются из модели [2]. Функция максимизации одномерно оценивает результаты всего около десяти раз, что незначительно с точки зрения вычислительных затрат. Алгоритм может работать в режиме реального времени при обновлении изображений, которое обычно происходит каждые несколько секунд. Уравнения для нахождения параметров модели включают только простые операции с матрицей и вектором, и их чрезвычайно легко реализовать.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лебедева, О. А.** Повышение эффективности работы транспортной сети посредством применения интеллектуальных систем / О. А. Лебедева // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2018. № 12. С. 189-191.
2. **Лебедева, О. А.** Байесовский метод оценки матрицы корреспонденций / О. А. Лебедева, А. Ю. Михайлов // Сборник научных трудов № 6 «Технология, организация и управление автомобильными перевозками. Теория и практика». ФГБОУ ВПО «СибАДИ». 2013. С. 56-58.