



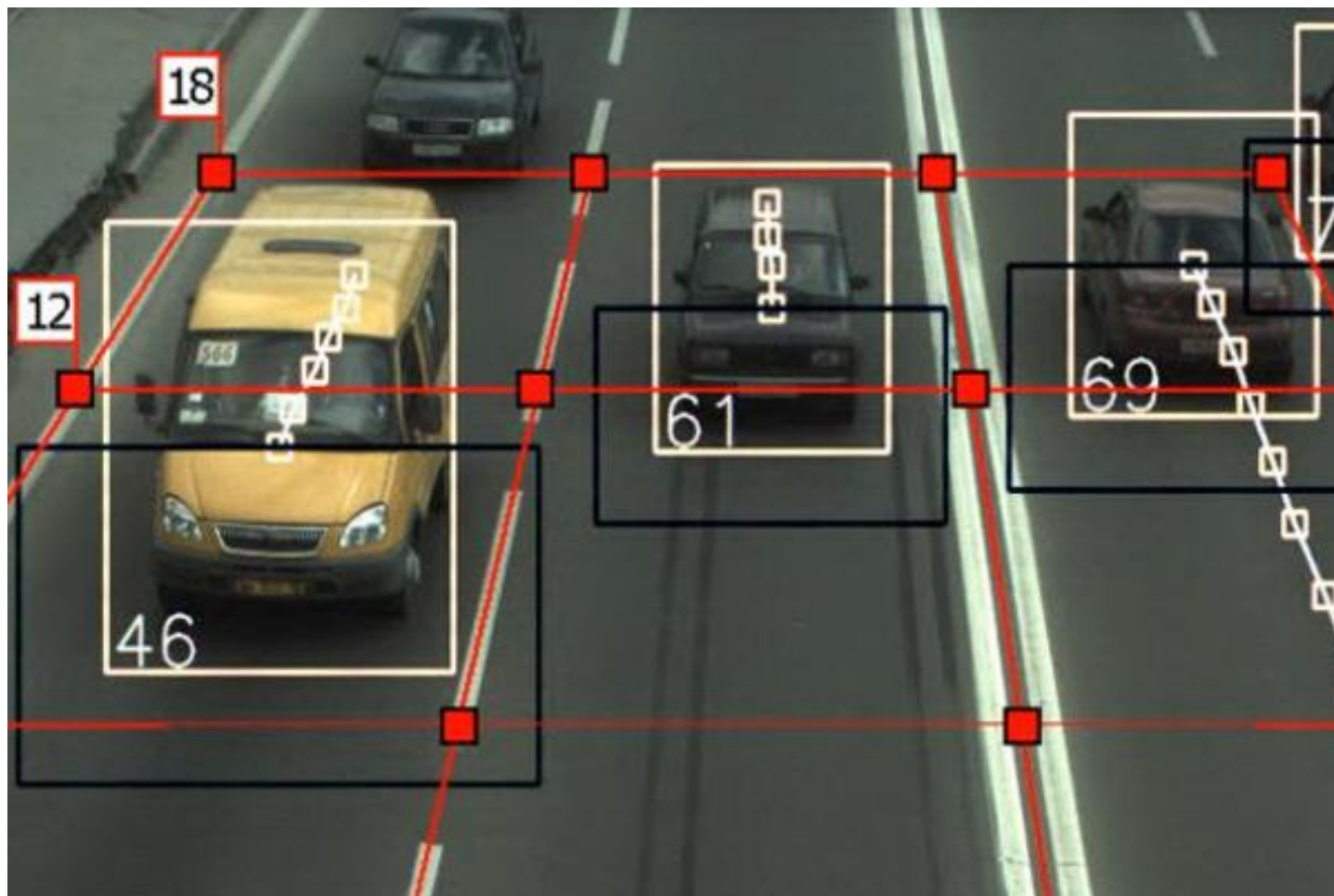
Вятский Государственный университет,
г. Киров



МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ИХ ГРАНИЦ

Медведева Елена Викторовна, д.т.н., профессор
Карлушин Константин Александрович, аспирант
Курбатова Екатерина Евгеньевна, к.т.н., доцент

1. Системы выделения и отслеживания транспортных средств



2. Математическая модель ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Пусть цифровые полутоновые изображения (ЦПИ) в видеопоследовательности представлены g -разрядными двоичными числами.

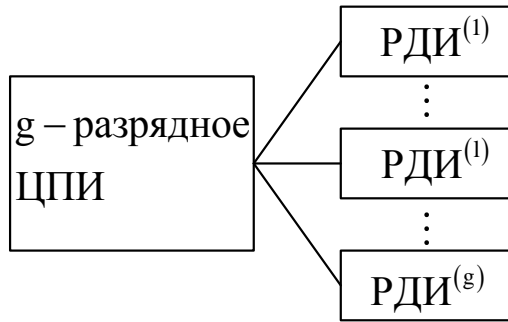


Рис.1

Это позволяет разбить видеопоследовательность ЦПИ на последовательности g разрядных двоичных изображений (РДИ), каждое из которых является суперпозицией трех простых цепей Маркова с двумя равновероятными значениями $M_1^{(l)}$ и $M_2^{(l)}$

и матрицами вероятностей переходов по горизонтали, вертикали и времени ($l = \overline{1, g}$):

$${}^1\Pi^{(1)} = \left\| \begin{array}{cc} {}^1\pi_{11}^{(1)} & {}^1\pi_{12}^{(1)} \\ {}^1\pi_{21}^{(1)} & {}^1\pi_{22}^{(1)} \end{array} \right\|, {}^2\Pi^{(1)} = \left\| \begin{array}{cc} {}^2\pi_{11}^{(1)} & {}^2\pi_{12}^{(1)} \\ {}^2\pi_{21}^{(1)} & {}^2\pi_{22}^{(1)} \end{array} \right\|, {}^4\Pi^{(1)} = \left\| \begin{array}{cc} {}^4\pi_{11}^{(1)} & {}^4\pi_{12}^{(1)} \\ {}^4\pi_{21}^{(1)} & {}^4\pi_{22}^{(1)} \end{array} \right\| \quad (1)$$

3. Трехмерная математическая модель l -й последовательности РДИ

Количество информации в $v_4^{(l)}$:

$$I(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_2^{(l)}, v_3^{(l)}) = I(v_4^{(l)}) - I(v_1^{(l)}, v_2^{(l)}, v_3^{(l)}, v_4^{(l)}) = -\log \frac{w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_2^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_3^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_2^{(l)}, v_3^{(l)})}{w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_2^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_3^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_2^{(l)}, v_3^{(l)})}, \quad (2)$$

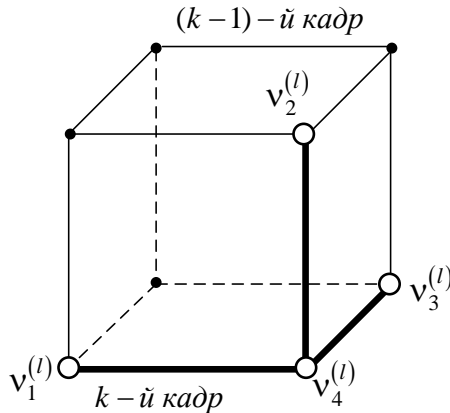


Рис.2

$$\mathbf{\Pi} = \begin{pmatrix} \pi_{iii}^{(l)} & \pi_{ijj}^{(l)} \\ \pi_{iji}^{(l)} & \pi_{ijj}^{(l)} \\ \vdots & \vdots \\ \pi_{jji}^{(l)} & \pi_{jjj}^{(l)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1^{(l)} & \alpha_1'^{(l)} \\ \alpha_2^{(l)} & \alpha_2'^{(l)} \\ \vdots & \vdots \\ \alpha_8^{(l)} & \alpha_8'^{(l)} \end{pmatrix}, \quad i, j = \overline{1, 2}; i \neq j, \quad (3)$$

элементы матрицы симметричны и удовлетворяют условию нормировки $\alpha_q + \alpha_q' = 1$.

Выражения для вычисления элементов первой строки матрицы:

$$\alpha_1^{(l)} = \pi_{iii}^{(l)} = \frac{{}^1\pi_{ii}^{(l)} \cdot {}^2\pi_{ii}^{(l)} \cdot {}^4\pi_{ii}^{(l)} \cdot {}^7\pi_{ii}^{(l)}}{{}^3\pi_{ii}^{(l)} \cdot {}^5\pi_{ii}^{(l)} \cdot {}^6\pi_{ii}^{(l)}}, \quad \alpha_1'^{(l)} = \pi_{ijj}^{(l)} = \frac{{}^1\pi_{ij}^{(l)} \cdot {}^2\pi_{ij}^{(l)} \cdot {}^4\pi_{ij}^{(l)} \cdot {}^7\pi_{ii}^{(l)}}{{}^3\pi_{ii}^{(l)} \cdot {}^5\pi_{ii}^{(l)} \cdot {}^6\pi_{ii}^{(l)}}, \quad (4)$$

где ${}^r\pi_{ii}^{(l)} (r = \overline{1, 7})$ - элементы матриц в одномерных цепях Маркова с двумя состояниями: по горизонтали ${}^1\mathbf{\Pi} = \|{}^1\pi_{ij}^{(l)}\|_{2 \times 2}$, вертикали ${}^2\mathbf{\Pi} = \|{}^2\pi_{ij}^{(l)}\|_{2 \times 2}$, времени ${}^4\mathbf{\Pi} = \|{}^4\pi_{ij}^{(l)}\|_{2 \times 2}$ и четырех сопутствующих матриц: ${}^3\mathbf{\Pi}^{(l)} = {}^1\mathbf{\Pi}^{(l)} \cdot {}^2\mathbf{\Pi}^{(l)}$; ${}^5\mathbf{\Pi}^{(l)} = {}^1\mathbf{\Pi}^{(l)} \cdot {}^4\mathbf{\Pi}^{(l)}$; ${}^6\mathbf{\Pi}^{(l)} = {}^2\mathbf{\Pi}^{(l)} \cdot {}^4\mathbf{\Pi}^{(l)}$; ${}^7\mathbf{\Pi}^{(l)} = {}^3\mathbf{\Pi}^{(l)} \cdot {}^4\mathbf{\Pi}^{(l)} = {}^1\mathbf{\Pi}^{(l)} \cdot {}^2\mathbf{\Pi}^{(l)} \cdot {}^4\mathbf{\Pi}^{(l)}$.

4. Зависимости вероятностей переходов между состояниями элементов в последовательности РДИ

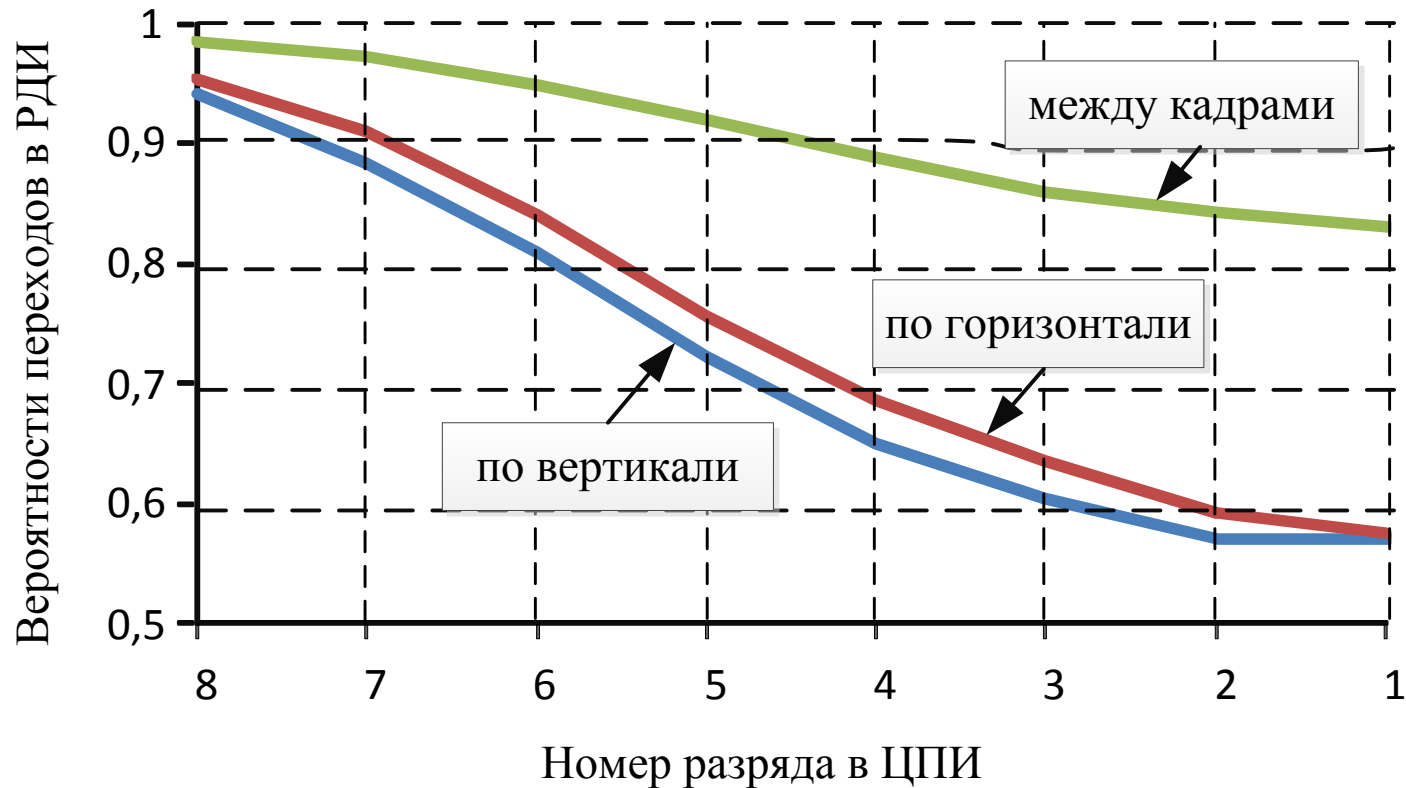


Рис. 3

5. Выделение контуров движущихся объектов

$$I(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_2^{(l)}, v_3^{(l)}) = -\log \frac{w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_2^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_3^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_2^{(l)}, v_3^{(l)})}{w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_2^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_1^{(l)}, v_3^{(l)}) w(v_4^{(l)} | v_2^{(l)}, v_3^{(l)})},$$

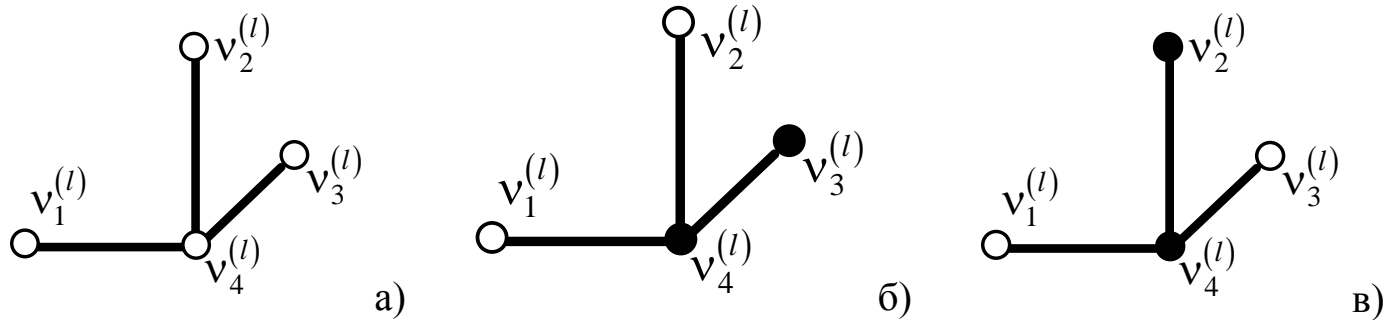


Рис. 4.

Порог h :

$$h = \frac{I(v_4^{(l)} = M_i^{(l)} | v_1^{(l)} = M_i^{(l)}, v_2^{(l)} = M_j^{(l)}, v_3^{(l)} = M_j^{(l)}) + I(v_4^{(l)} = M_i^{(l)} | v_1^{(l)} = M_j^{(l)}, v_2^{(l)} = M_j^{(l)}, v_3^{(l)} = M_i^{(l)})}{2} \quad (5)$$

6. График оценок по времени обработки

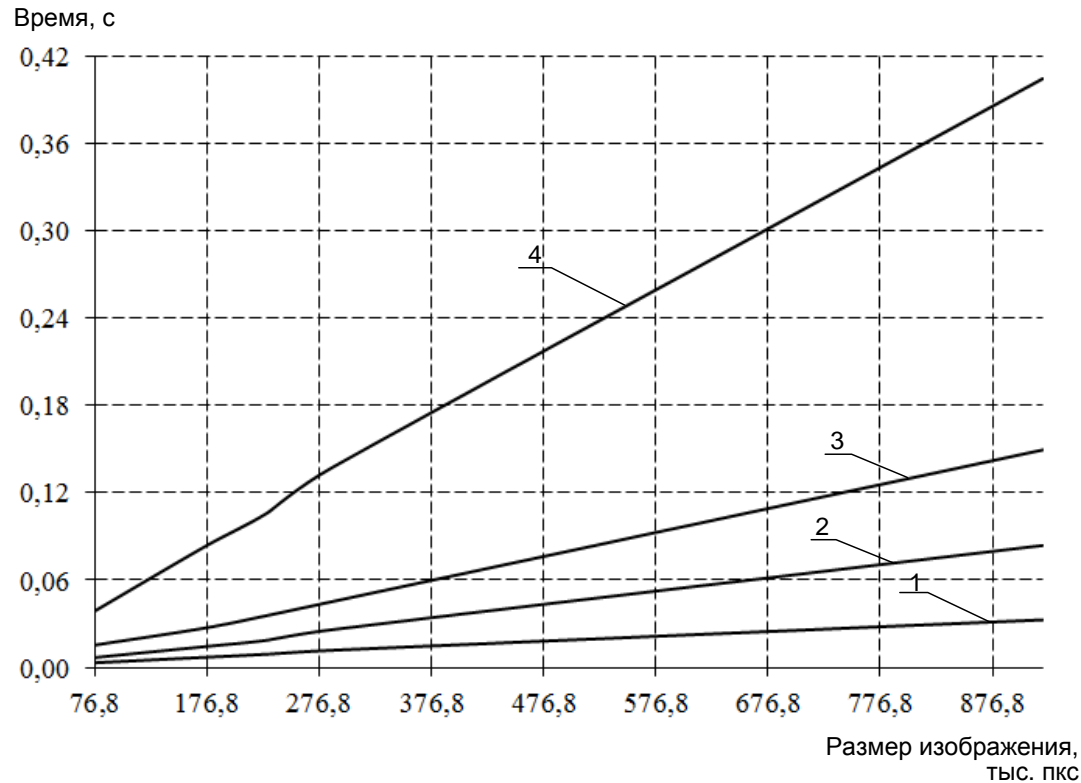


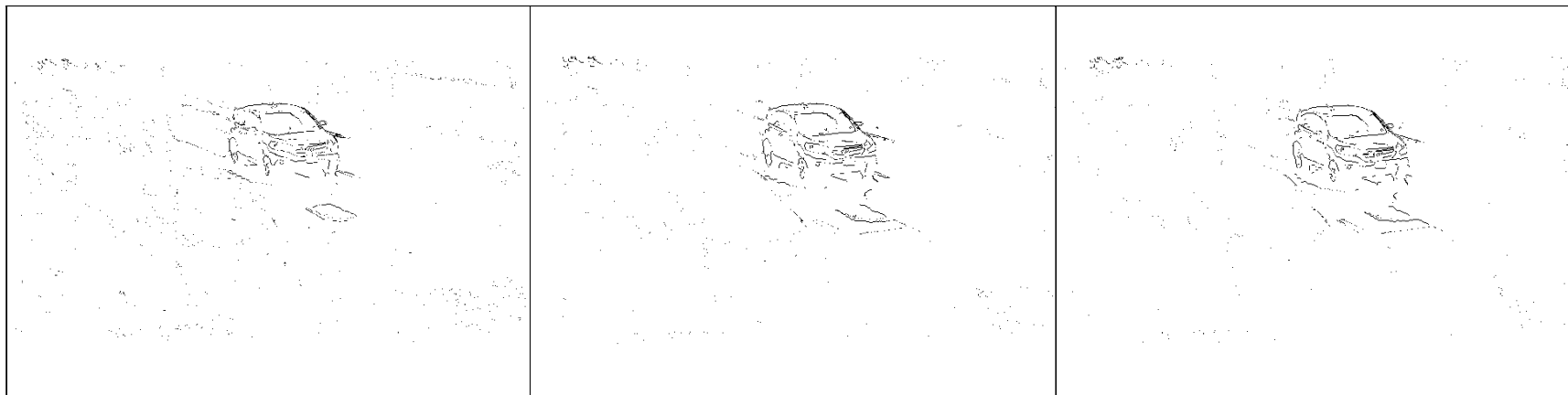
Рис. 5. Время обработки изображений методами: (1) – на основе двумерной цепи Маркова; (2) – на основе трехмерной цепи Маркова; (3) – Робертса, Превитта и Собела; (4) – Канни

7. Выделение объекта интереса по контурным точкам

Использован плотностный алгоритм кластеризации DBSCAN который

- не требует априорного задания числа кластеров, что позволяет обнаруживать произвольное число объектов;
- позволяет выделять кластеры произвольной формы;
- требует задание двух параметров: максимальный размер области ϵ и требуемое количество точек, находящихся на расстоянии ϵ от текущей точки

8. Пример выделения движущихся объектов

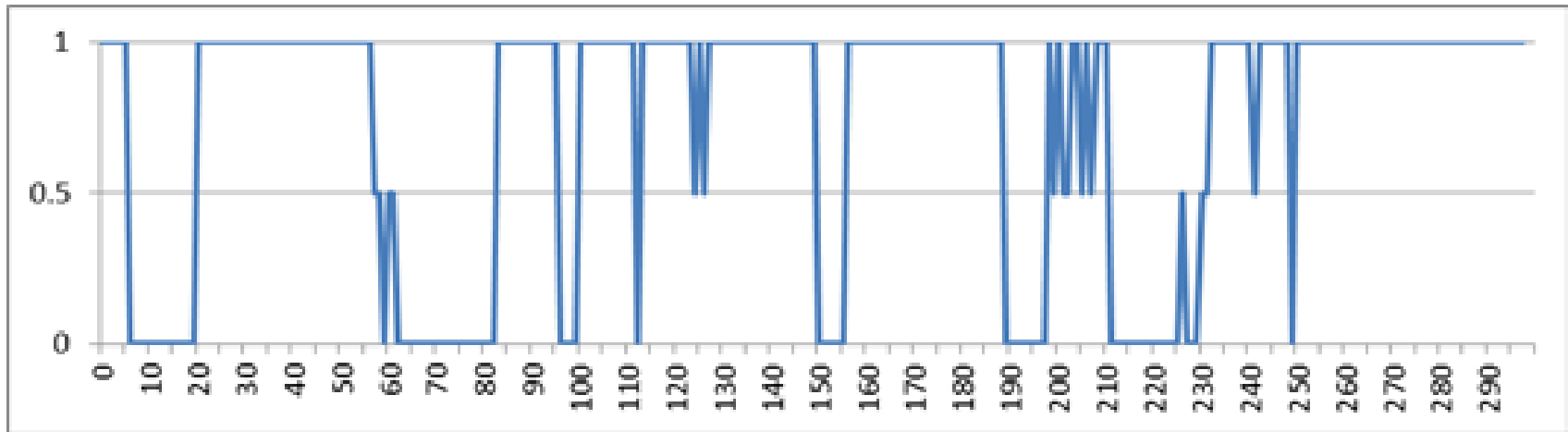


Контурные изображения

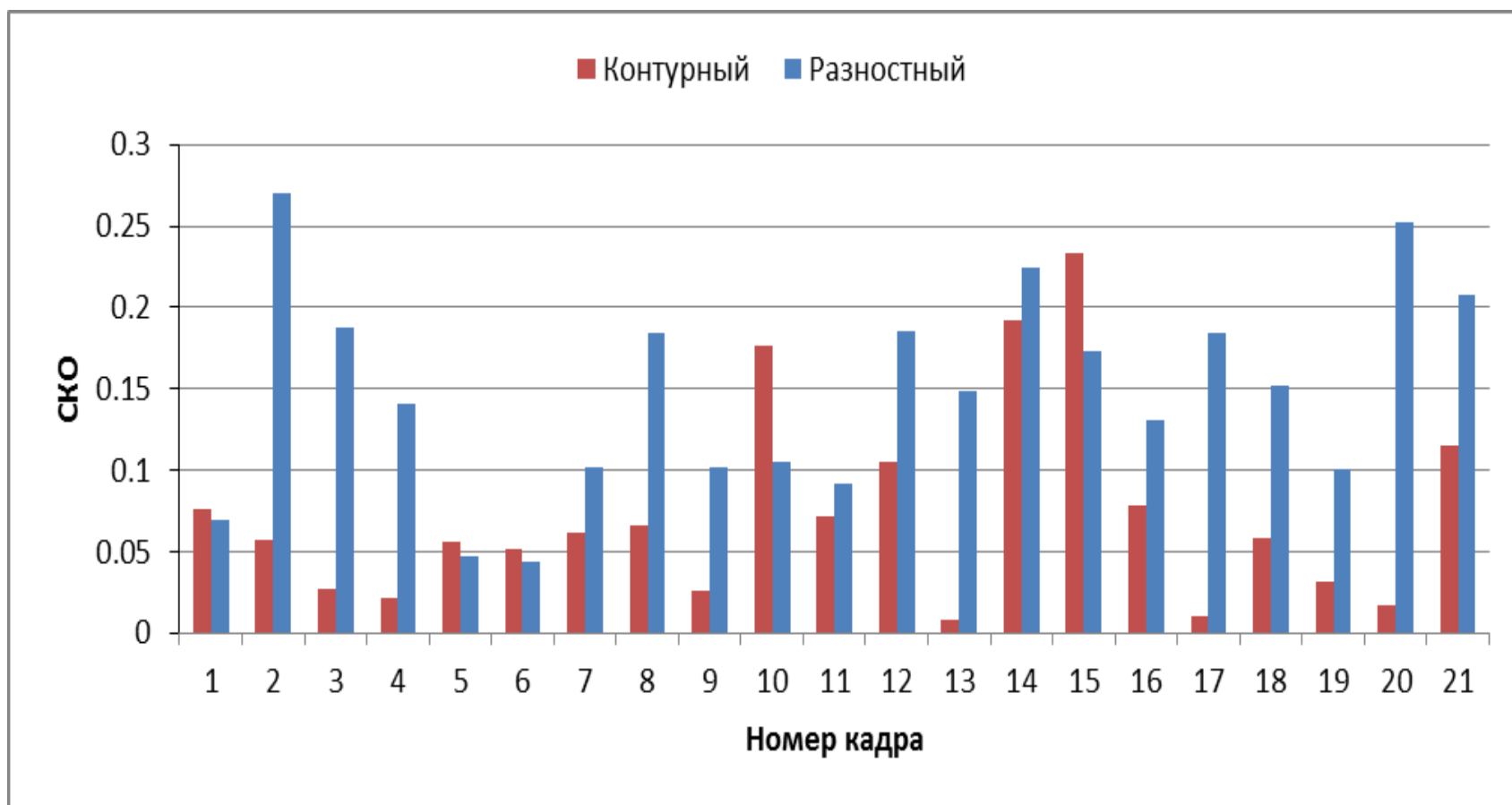


Изображения с выделенными объектами

9. Зависимость вероятности правильного выделения объекта от номера кадра



10. Среднеквадратическая ошибка определения координат объекта



11. Выводы

1. Разработанный метод требует небольших вычислительных ресурсов и позволяет обрабатывать данные в реальном масштабе времени;
2. Диапазон варьирования размеров объектов интереса в видеопоследовательности может быть большим, а количество движущихся объектов – априорно неизвестным;
3. Применим для выделения движущихся объектов в видеопоследовательности на сравнительно неподвижном фоне.