

Нижегородский государственный технический
университет им. Р. Е. Алексеева

МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОКАЛЬНОГО ПРИЗНАКОВОГО ОПИСАНИЯ

Выполнила: Домнина Н.А., М17-ИВТ-3

Научный руководитель: к.т.н., доцент, Гай В.Е.

Цель и задачи работы

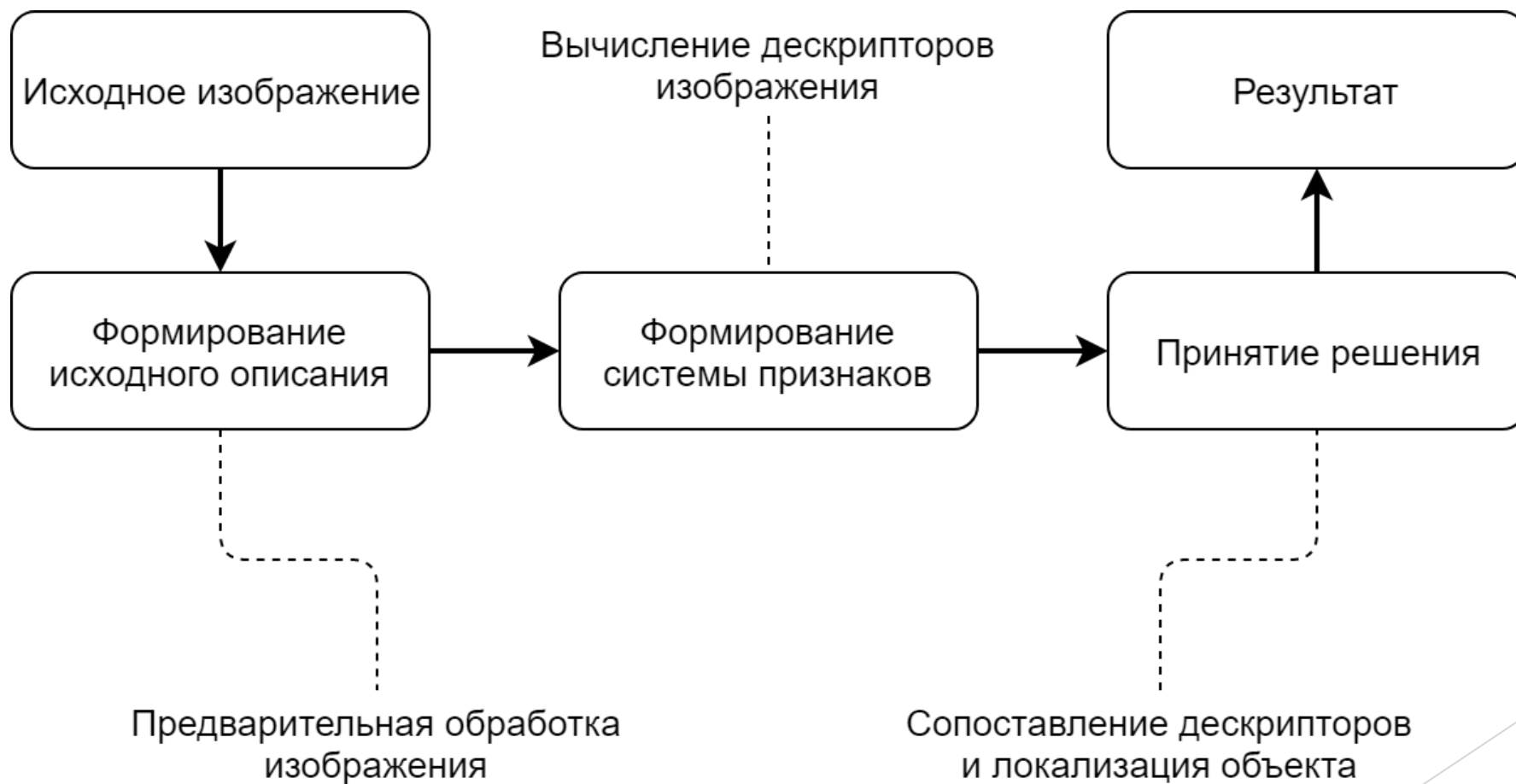
Цель:

- Разработка нового подхода к решению задачи обнаружения объектов на изображении с использованием локального признакового описания

Задачи:

- Обзор существующих методов, определение их достоинств и недостатков
- Создание модели системы обнаружения объекта на изображении
- Создание алгоритма формирования признакового описания изображения
- Проведение вычислительного эксперимента для созданного алгоритма, сравнение результатов с существующими методами

Этапы решения задачи



Этапы системы обнаружения объектов

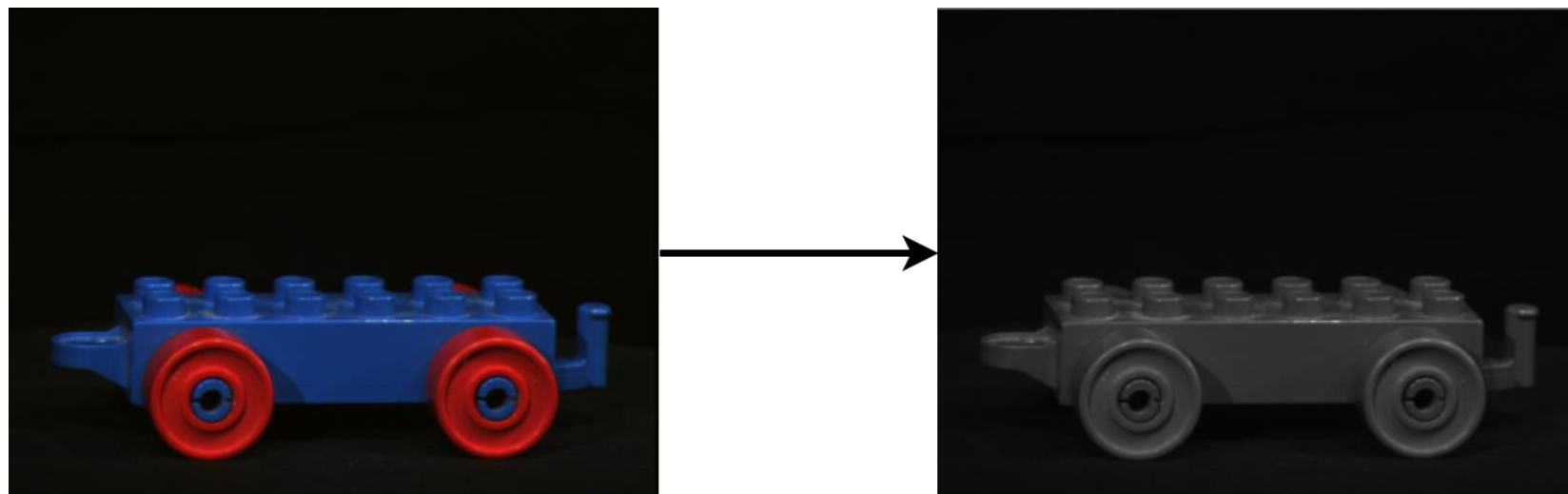
- Формирование исходного описания
- Формирование системы признаков
- Принятие решения

Представление изображения в градациях серого

Формула для перевода изображения в градации серого:

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.144 * B,$$

где R , G , B - красный, зеленый и синий каналы исходного изображения соответственно



Результат преобразования

Трансформирование изображения



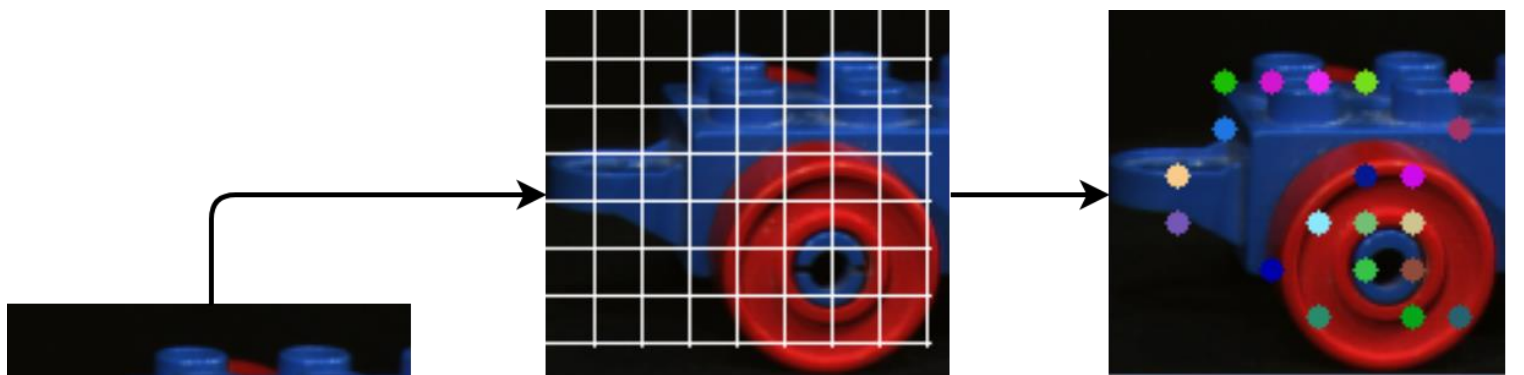
Коэффициенты масштаба: 0.8, 0.6, 0.4

Углы поворота: -30, -20, -10, 10, 20, 30

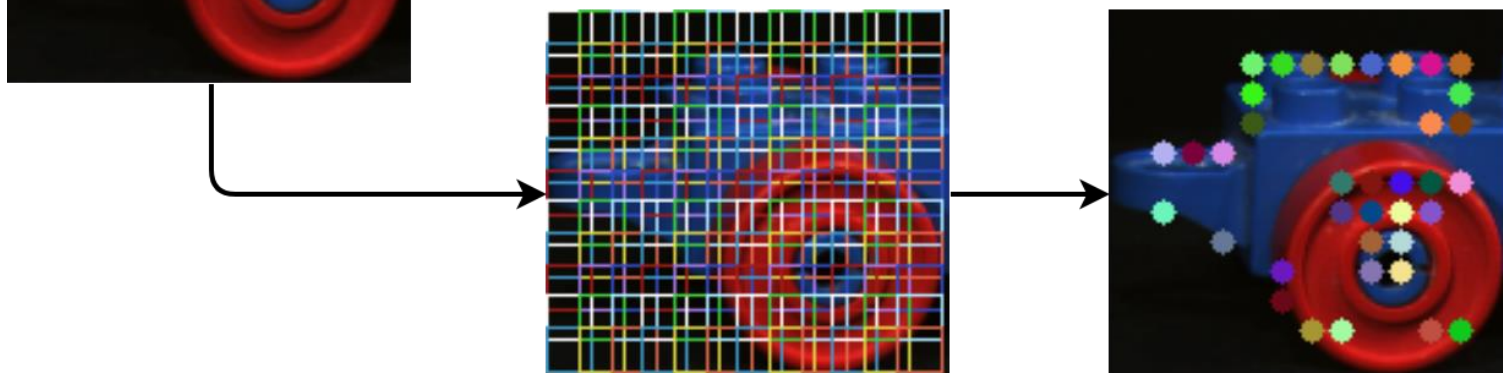
Этапы системы обнаружения объектов

- Формирование исходного описания
- Формирование системы признаков
- Принятие решения

Скользящее окно

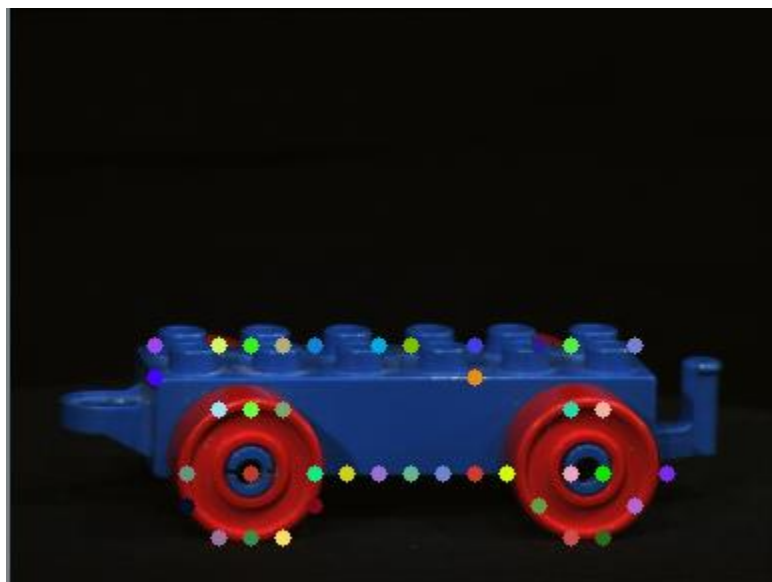


Размер окна - 16x16px, смещение - 0px

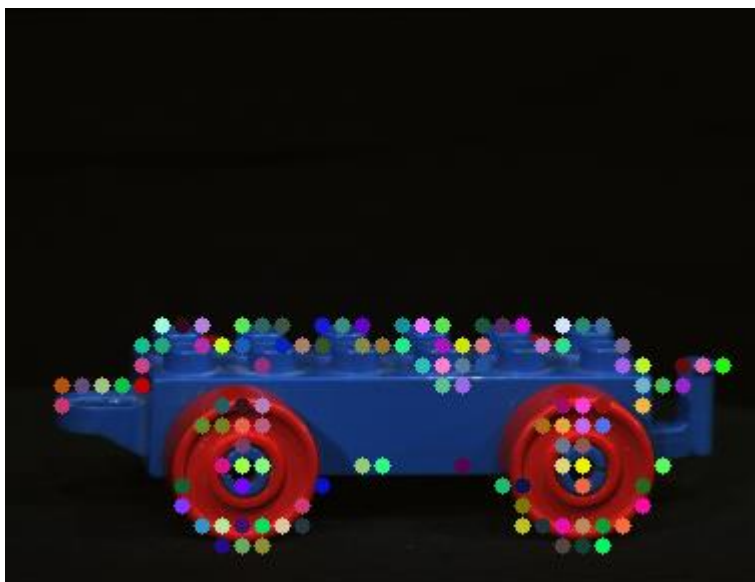


Размер окна - 16x16px, смещение - 6px

Результат поиска ключевых точек

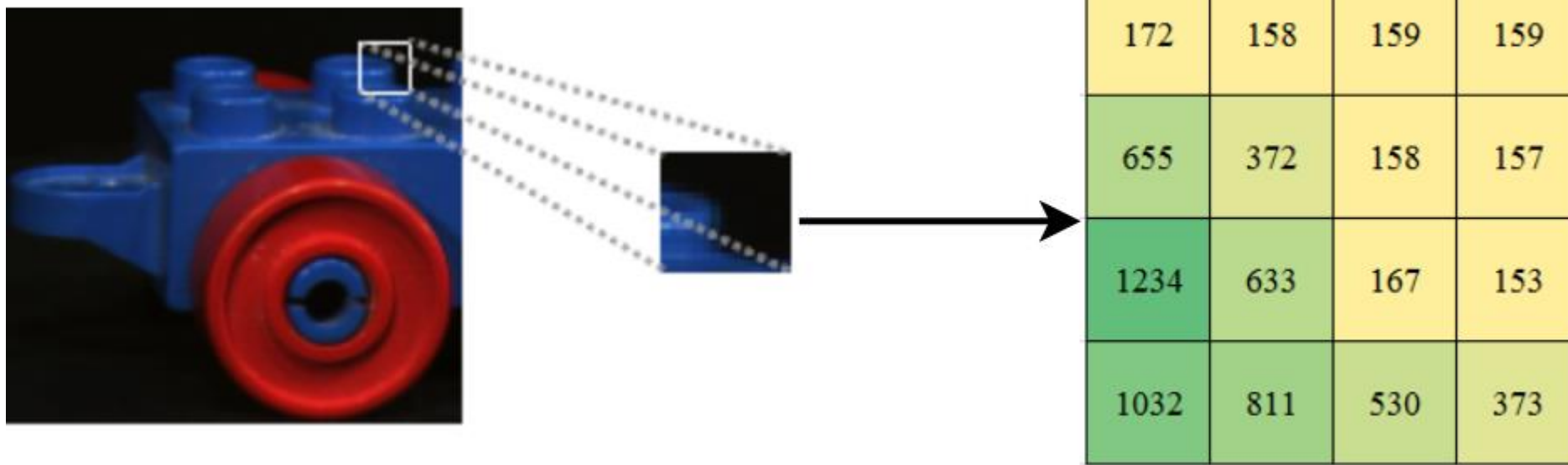


Найденные ключевые точки
при смещении 0px



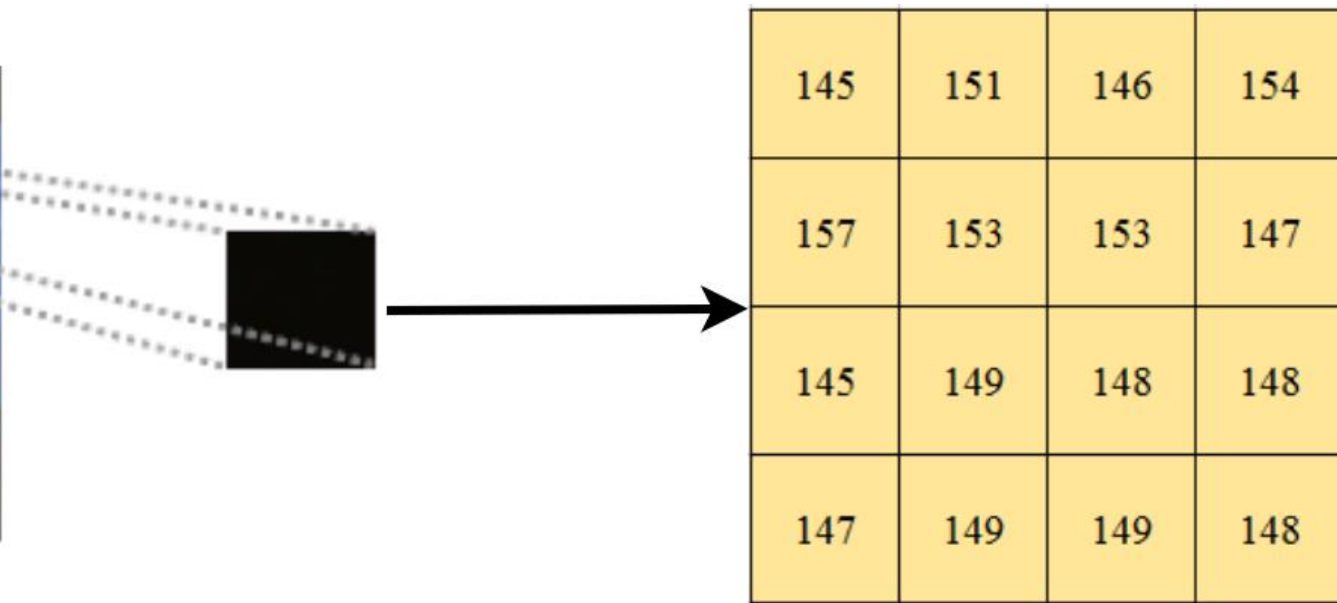
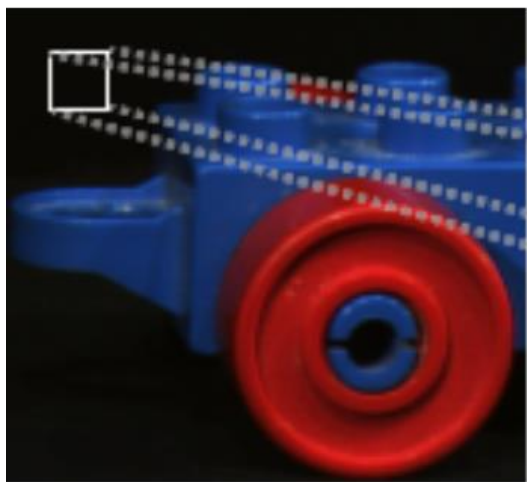
Найденные ключевые точки
при смещении 6px

Вычисление суммы пикселей контрастной области



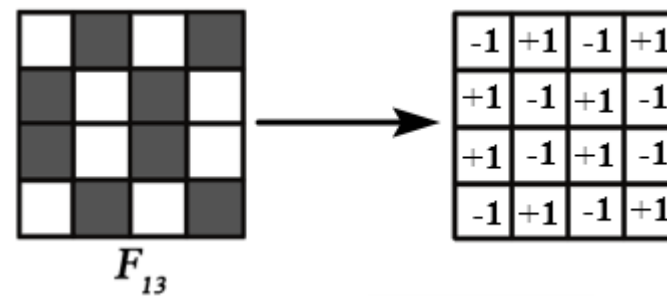
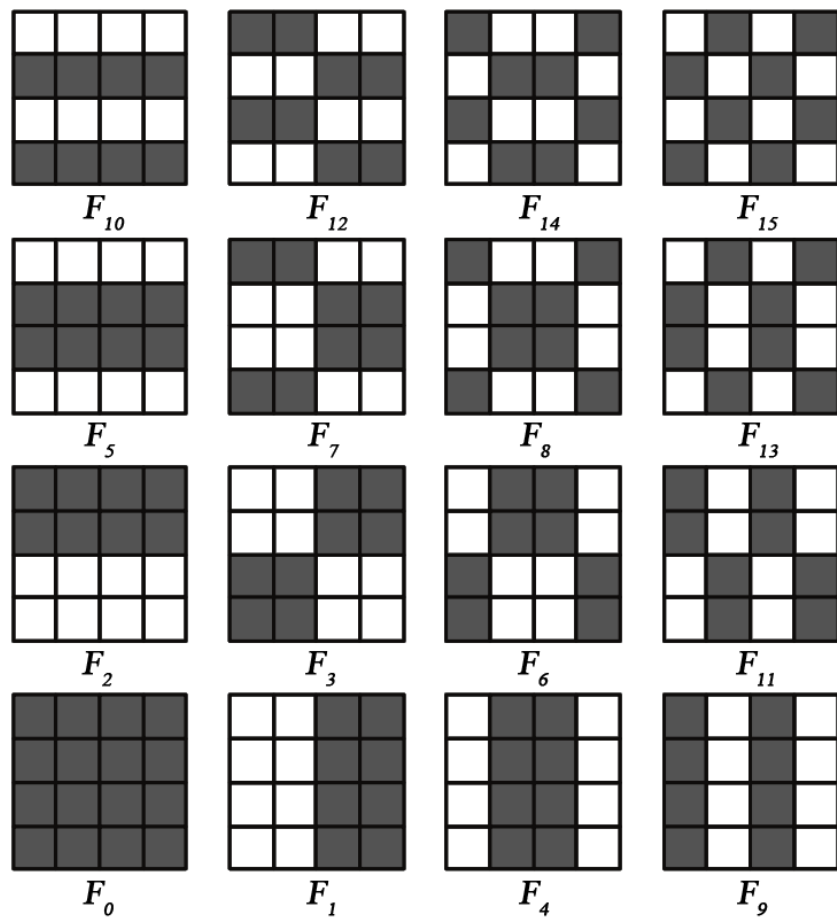
Представление области в качестве суммы яркостей пикселей

Вычисление суммы пикселей неконтрастной области

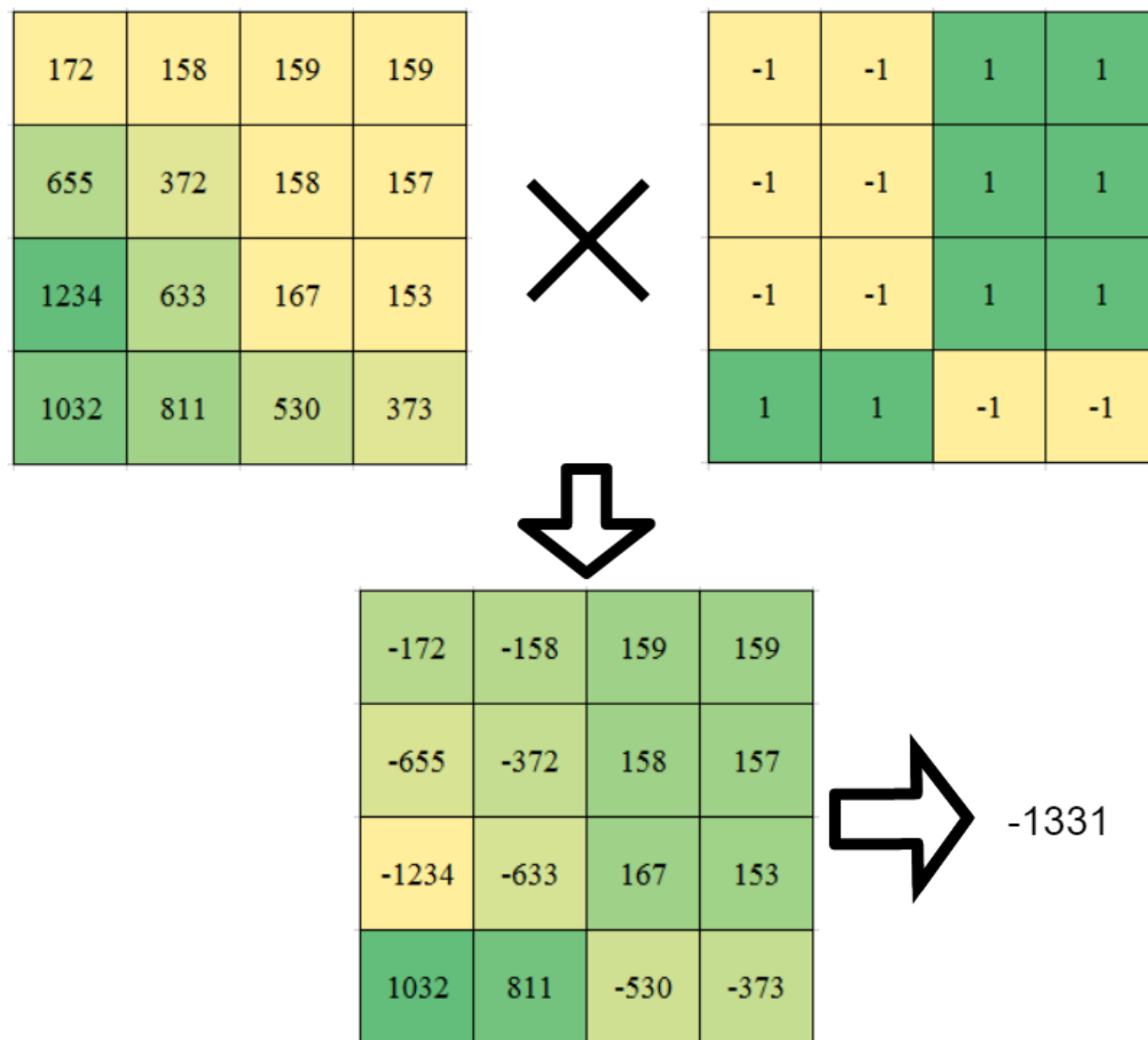


Представление области в качестве суммы яркостей пикселей

Фильтры Уолша системы Хармута



Пример вычисления отклика одного фильтра



Среднеквадратическое отклонение

Формула для вычисления СКО спектральных коэффициентов области P_{ij} :

$$s_{ij} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (d_i - d_{cp})^2}$$

где $n = 15$ - количество учитываемых коэффициентов спектрального представления;

d_i - i -й спектральный коэффициент;

d_{cp} - среднее арифметическое спектральных коэффициентов.

Вектор спектральных коэффициентов

Значения фильтров области
с перепадом яркости:

Фильтр	Значение фильтра на исходном изображении
0	6923
1	-3211
2	2943
3	1763
4	-947
5	1291
6	355
7	-1331
8	-791
9	135
10	1253
11	-695
12	-93
13	507
14	255
15	33

Значения фильтров области
без перепада яркости:

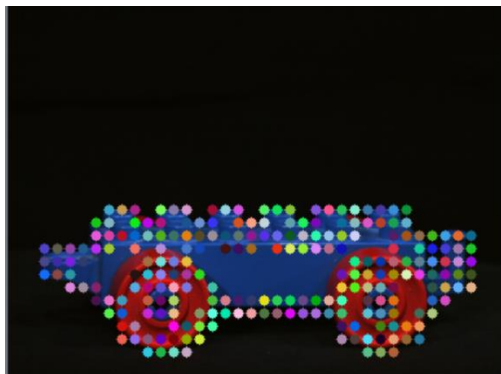
Фильтр	Значение фильтра на исходном изображении
0	2380
1	-12
2	14
3	-19
4	19
5	0
6	2
7	-4
8	-4
9	20
10	26
11	10
12	-6
13	12
14	-6
15	18

Коэффициент отбора ключевых точек

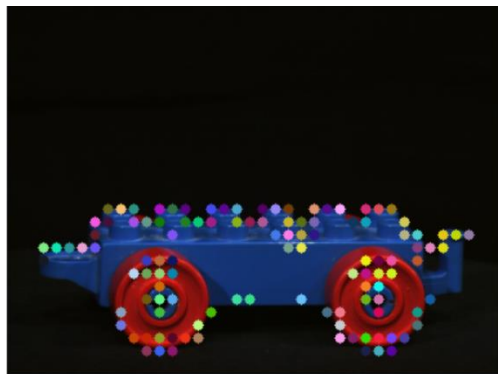
Порог для расчета порога ключевых точек:

$$s_{ij} > k_{kp} * s_{max}$$

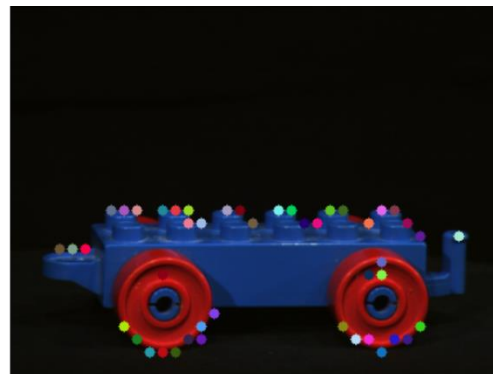
где k_{kp} - задаваемый коэффициент отбора точек, s_{max} - максимальное значение СКО по всем областям изображения.



$k = 0.3$



$k = 0.5$



$k = 0.7$

Этапы системы обнаружения объектов

- Формирование исходного описания
- Формирование системы признаков
- Принятие решения

Евклидово расстояние

Для последовательностей $p = (p_1, \dots, p_n)$ и $q = (q_1, \dots, q_n)$ евклидово расстояние определяется следующим образом:

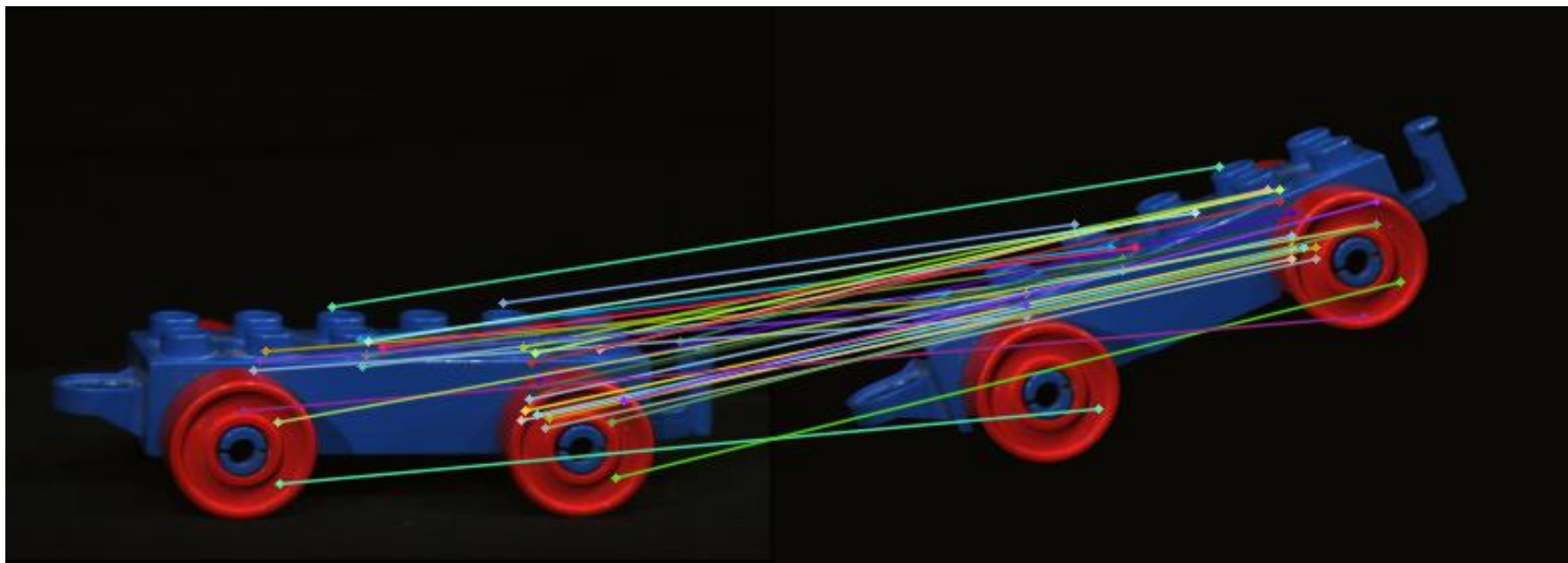
$$(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2}$$

Порог для расчета порога ключевых точек:

$$r_{ij} < k_m * r_{min}$$

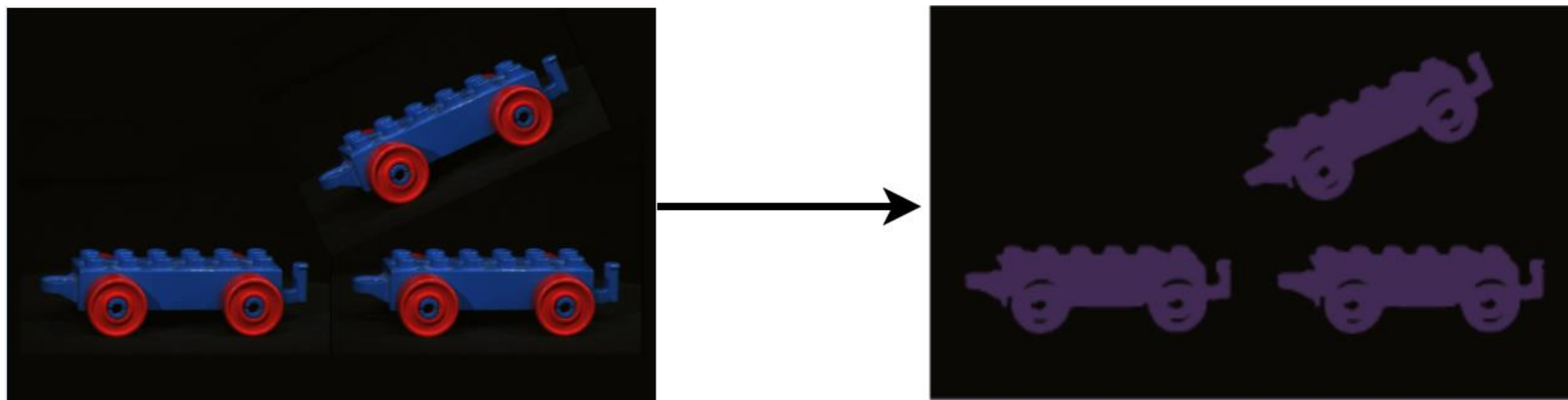
где k_m - задаваемый коэффициент отбора расстояний, r_{min} - минимальное значение расстояния

Сопоставление ключевых точек

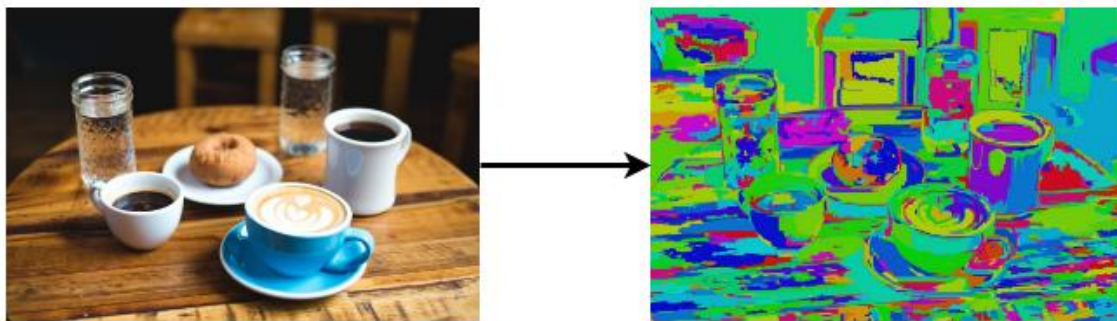


Результат сопоставления ключевых точек

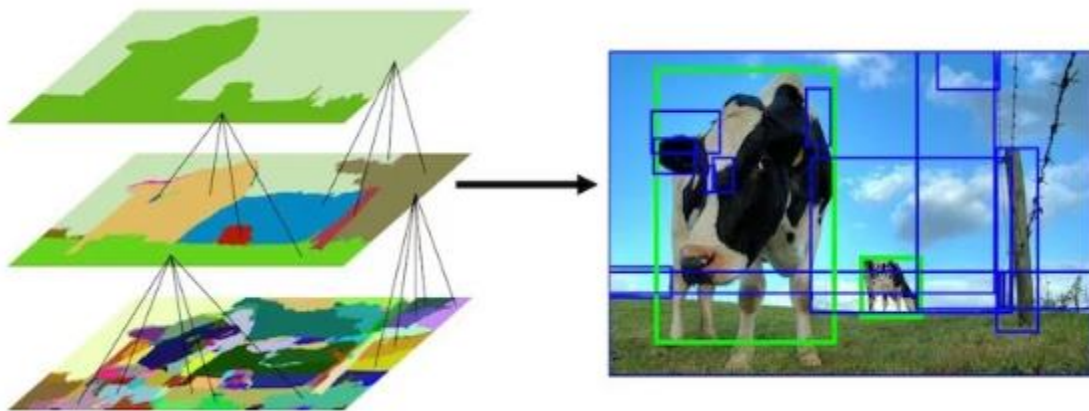
Сегментация. K-means



Сегментация. Метод выборочного поиска

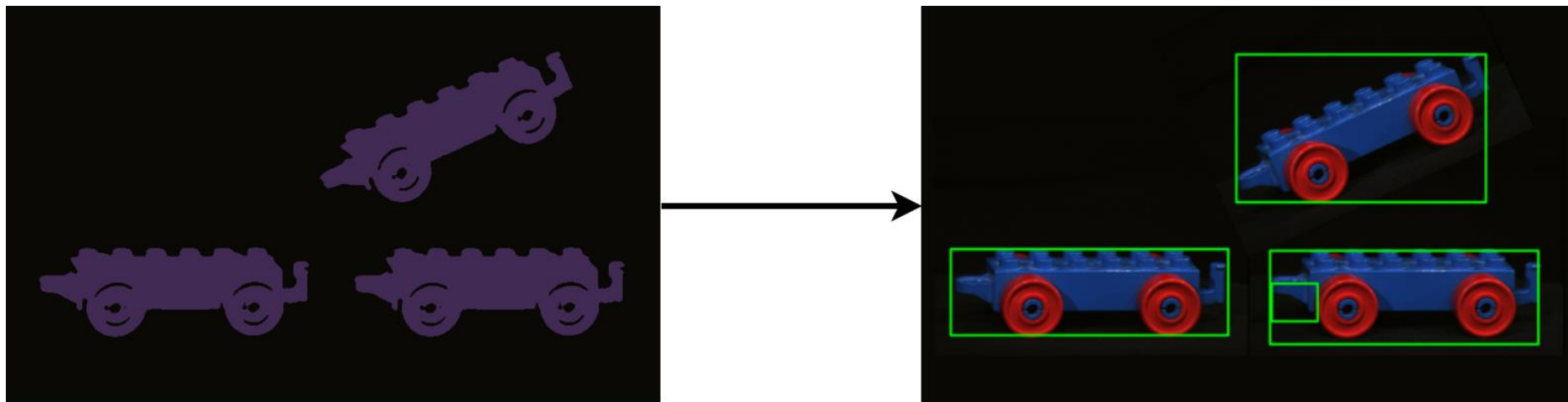


Чрезмерная сегментация



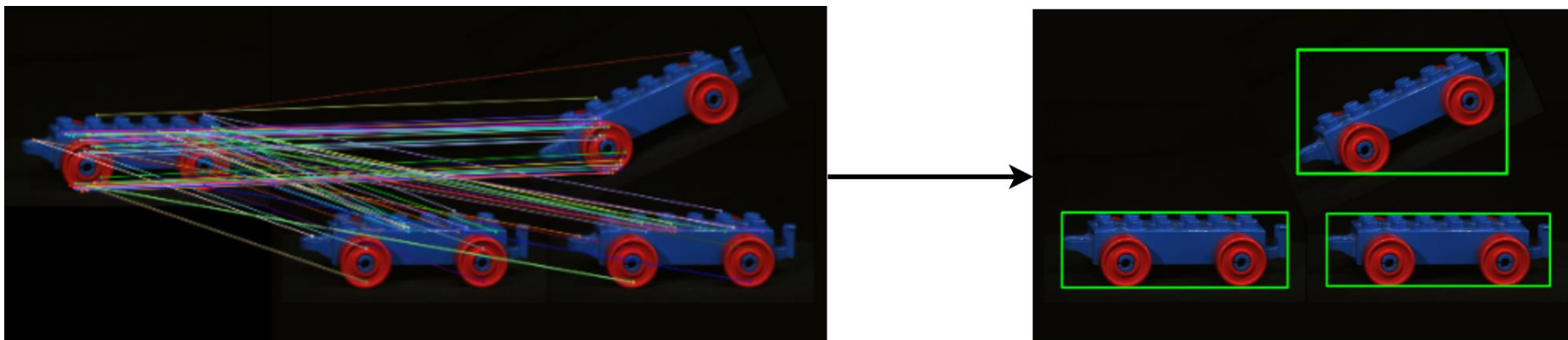
Иерархическая сегментация

Сегментация. Результат метода выборочного поиска



Выделение всех сегментов

Локализация объекта



Сегменты после сопоставления дескрипторов

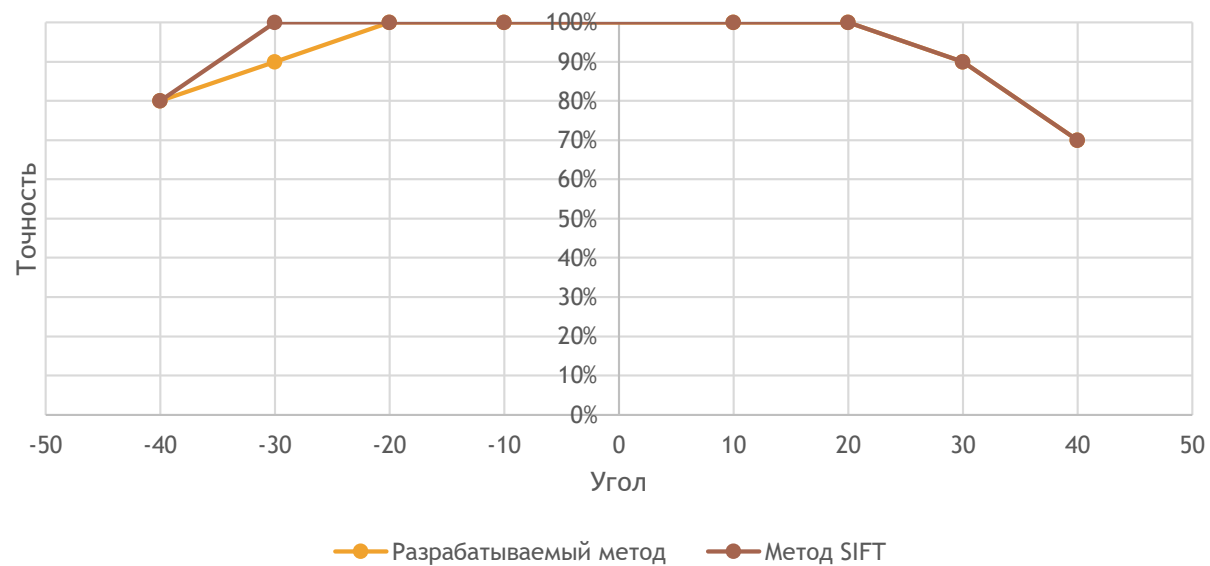
Вычислительный эксперимент

- Изображения из базы ALOI. Для тестовых объектов есть несколько типов изменений:
 - Угол обзора
 - Направление освещения
 - Цвет освещения
- Изображения, полученные на основе базы ALOI:
 - Несколько искомых объектов на тестовом изображении
 - Несколько объектов с наложенным шумом
- Изображения объектов в естественной среде

Изменение угла обзора

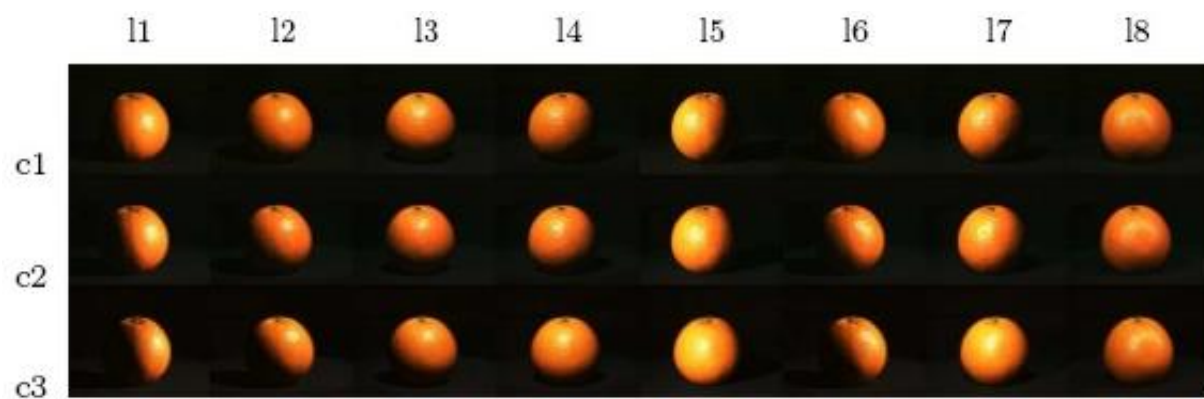
	Точность	Время работы
Разрабатываемый метод	96.67%	0.23 сек
Метод SIFT	98.30%	0.12 сек

Зависимость точности от изменения угла обзора



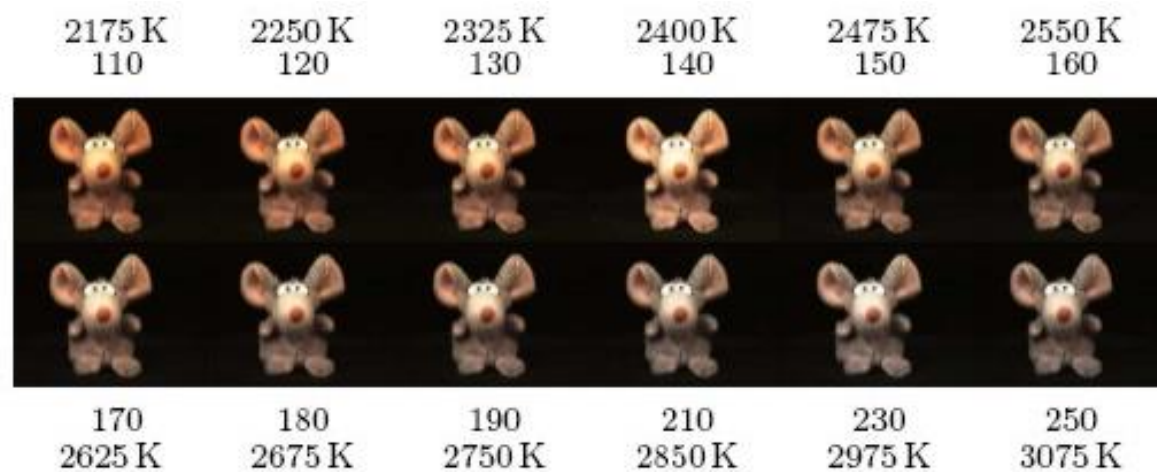
Изменение направления освещения

	Точность	Время работы
Разрабатываемый метод	100.00%	0.17 сек
Метод SIFT	100.00%	0.11 сек



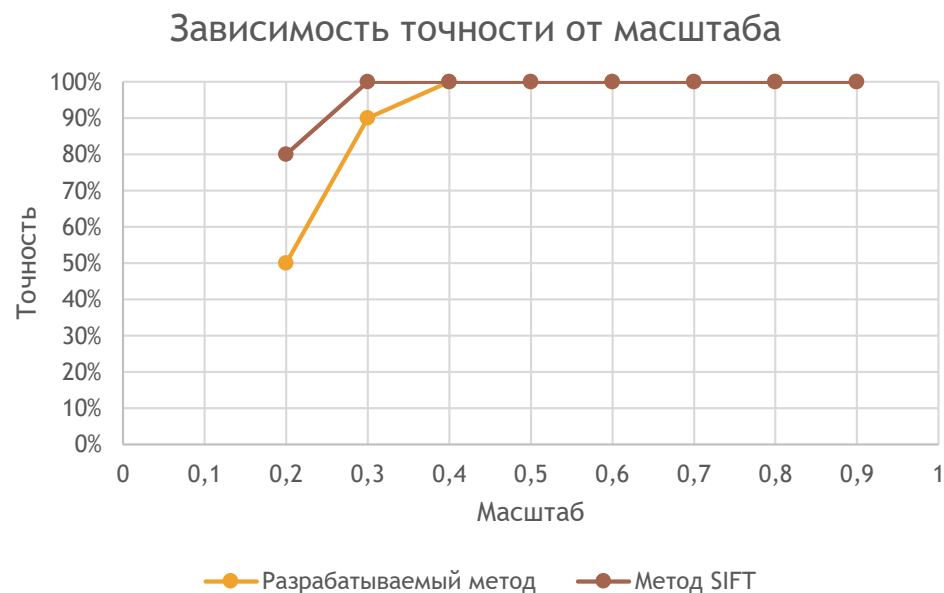
Изменение цвета освещения

	Точность	Время работы
Разрабатываемый метод	100.00%	0.19 сек
Метод SIFT	100.00%	0.10 сек



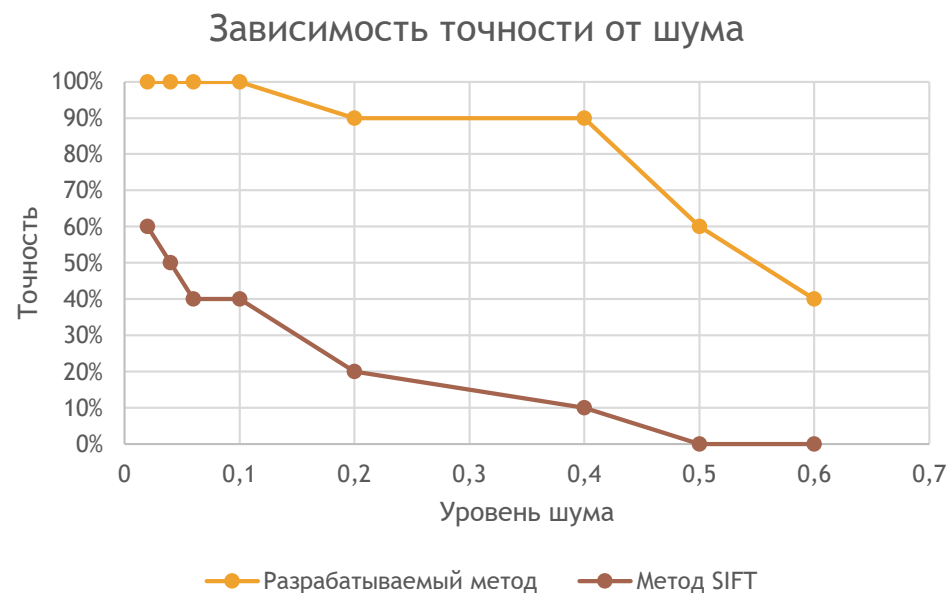
Два и более объекта с поворотом, наклоном, разным масштабом и углом обзора

	Точность (один объект)	Точность (все объекты)	Время работы
Разрабатываемый метод	100.00%	93.33%	0.20 сек
Метод SIFT	100.00%	-	0.11 сек



Два и более объекта с поворотом, наклоном, разным масштабом и углом обзора. Накладываемый шум

	Точность (один объект)	Точность (все объекты)	Время работы
Разрабатываемый метод	96.67%	90.00%	0.22 сек
Метод SIFT	38.33%	-	0.11 сек



Изображения объектов в естественной среде

	Точность (все изображения)	Точность (без изображений с шумом)	Время работы
Разрабатываемый метод	95.00%	96.67%	0.20 сек
Метод SIFT	85.00%	96.67%	0.11 сек

Итоги тестирования

Комбинация параметров, которая дает наибольшую точность:

- Коэффициент отбора ключевых точек (k_{kp}) - 0.5
- Коэффициент отбора расстояний (k_m)- 1.8
- Размер скользящего окна (n) - 16

Среднее время обработки изображения- 0.24 секунды.

Ограничения системы, выработанные в результате тестирования:

Угол обзора: -30..+30 градусов

Масштаб: 0.3..1

Процент зашумленности: 0%..40%

Итоги

- Произведен обзор существующих методов решения задачи
- Предложен новый алгоритм решения задачи обнаружения объекта на изображении
- Разработан программный продукт для проведения исследования
- Проведен вычислительный эксперимент, подтверждающий работоспособность предложенного метода

Публикации

Н.А.Домнина, В.Е.Гай «Модель и алгоритмы обнаружения объектов на изображении с использованием локального признакового описания». Материалы XXV Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии», 2019.

Спасибо за внимание