

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УЧАСТКОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ ФОНОМ

Муравьева М.В.

Муравьева Маргарита Владимировна – магистрант,
факультет автоматизации и информационных технологий в управлении,
Рязанский государственный радиотехнический университет, г. Рязань

Аннотация: рассматривается алгоритм обнаружения и выделения объектов для подвижного фона. Проведено исследование работы алгоритма при различных условиях.

Ключевые слова: выделение объектов, корреляционные алгоритмы, слежение за объектом.

Введение

Цифровая обработка изображений является одной из наиболее актуальных и быстро развивающихся областей науки и техники. Это связано с тем, что существует множество задач, которые требуют анализа визуальной информации. Одной из важных задач является обнаружение и выделение изменяющихся участков в последовательности изображений.

Для получения информации о положении объекта в поле зрения оптической следящей системы используют разнообразные устройства: от наиболее простых, содержащих несколько расположенных рядом фотоприемников, до достаточно сложных устройств со сканированием изображения и модуляционной обработкой применяемого сигнала. При этом в подавляющем большинстве практических приложений приходится решать задачу определения координат объекта на изображении.

Для устойчивого слежения за объектом решающее значение имеет выбор алгоритма определения координат объекта. Выбор конкретного алгоритма ограничен необходимостью учета следующих основных особенностей указанной задачи:

1) наличие на естественных изображениях сложного, неоднородного фона сильно затрудняет обнаружение и оценку параметров объекта, особенно при слабых контрастах и малых отношениях сигнал-шум;

2) малый объем или полное отсутствие априорных сведений об объекте (из-за огромного разнообразия всевозможных объектов) сильно затрудняет разработку алгоритма отделения потенциального объекта от фона.

Так как из априорных сведений имеются только минимальные и максимальные размеры объекта, то такой алгоритм можно построить с помощью корреляционно-экстремального алгоритма определения координат объекта, основанного на использовании разностной критериальной функции.

Этот алгоритм получил распространение по той причине, что позволяет с наименьшими вычислительными затратами наиболее просто оценивать координаты объекта.

1. Алгоритм выделения изменяющихся участков в последовательности изображений для подвижного фона

Для данного алгоритма исходными данными являются последовательность изображений, предполагаемые максимальные размеры изменяющегося участка и сдвига фона.

Из-за того, что фон смещается (из-за движения искомого объекта относительно фона), то первоначально стоит задача найти соответствующие участки $(i+1)$ -го и i -го изображений. Если удастся определить, на сколько сдвигается фон из кадра в кадр, то можно найти эти соответствующие участки.

Алгоритм выделения изменяющихся участков в последовательности изображений для подвижного фона разработан на основе использования функции вида [1, 5]:

$$F(m, n, \alpha, \beta) = (F_1 - F_2) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где

$$F_1(m, n) = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N |I_1(j + m, k + n) - I_2(j, k)|, \quad (2)$$

где значения выступают в $m, n = \overline{0 \div 2P + 1}$ качестве координат соответствующего участка фона;

$$F_2(\alpha, \beta) = \sum_{h=1}^M \sum_{s=1}^M |T_1(h + \alpha, s + \beta) - T_2(h, s)| \rightarrow \max, \quad (3)$$

где $\alpha, \beta = \overline{0 \div M - L + 1}$ значения, при которых достигается максимум функции F_2 , принимаются за координаты участков двух кадров, наиболее отличающихся друг от друга.

Для того чтобы сравнить два изображения и найти изменяющийся участок, выполняется ряд действий:

1. задается величина P - это максимально возможное смещение фона $i+1$ -го кадра относительно i -го кадра.
2. выделяется часть i -го изображения - D_1 , то есть такая часть, отступы которой от границ изображения будут равны P . Эта часть выделена пунктирной рамочкой на рис. 1.

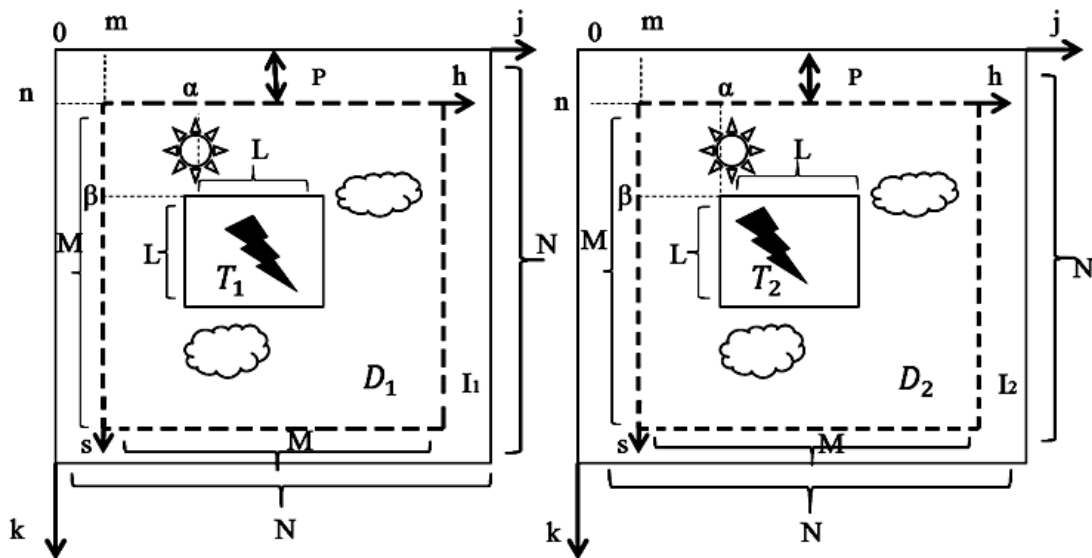


Рис. 1. Сравнение изображений

3. Далее сравнивается с помощью функции (2) изображение D_1 с некоторым участком ($i+1$ -го) изображения, который имеет такие же размеры $m \times n$.
4. Задаются максимальные возможные размеры поиска изменяющегося участка - $L \times L$.
5. Изменяя координаты этого участка (α, β) изображений D_1 и D_2 , с помощью функции (3) находятся такие значения координат (α, β), в которых эти участки T_1 и T_2 наиболее согласуются.
6. Пункты 3, 4, 5 повторяются для всех возможных значений (m, n), определяя минимум функции (1). Минимизируя значение функции (1) одновременно находится смещение фона (m, n) и координаты участка в этих кадрах (α, β), которые наиболее отличаются друг от друга

В итоге работы этого алгоритма будут найдены значения смещения фона в i -м и ($i+1$ -м) кадрах (m, n) и координаты участков в этих кадрах, которые наиболее отличаются друг от друга (из-за наличия в них движущегося объекта).

Таким образом, данный алгоритм напоминает классический корреляционный разностный алгоритм, вычисляющий минимум отличия изображений D_1 и D_2 , но при вычислении разностной критериальной функции не учитываются точки небольших участков T_1 и T_2 этих изображений, которые наиболее сильно отличаются друг от друга, тем самым, удается снизить влияние движущегося объекта в этих изображениях на точность совмещения соответствующих участков фона. Совместив соответствующие участки фона в i -ом и $i+1$ -ом кадрах в дальнейшем можно перейти к вычислению разностного изображения, бинарного разностного изображения, как это было в алгоритме для неподвижного фона.

2. Экспериментальные исследования

Для исследования разработанного алгоритма рассматриваются 3 варианта последовательностей: с чёрным объектом, с серым объектом и с белым объектом. В каждой последовательности по 70 кадров. Известны реальные координаты объекта в каждом кадре.

Во время проведения экспериментального исследования загружаются i -е и ($i+1$ -е) изображения. Идет поиск объекта на ($i+1$ -м) изображении. Находятся координаты объекта. Считается ошибка нахождения координат объекта. Выводятся графики.



i -тое исходное изображение



$i+1$ исходное изображение



i -тое изображение

Выберите номер первого изображения (от 1 до 94)

Выберите номер последнего изображения (от 3 до 95)



$i+1$ изображение

F= 7

X= 15

Y= 15

Ошибка по X= 2

Ошибка по Y= 2

Рис. 2. Последовательность изображений с белым объектом

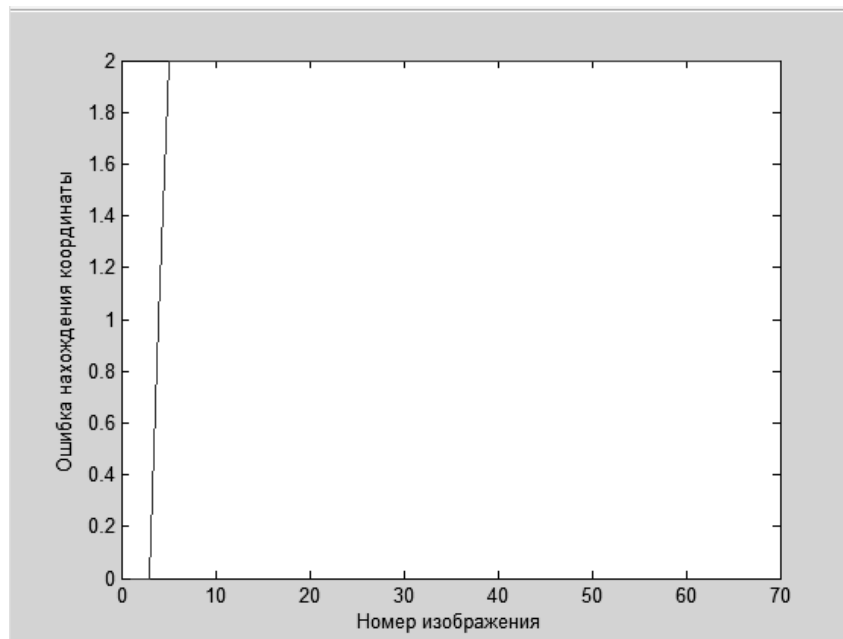


Рис. 3. Ошибка по оси X

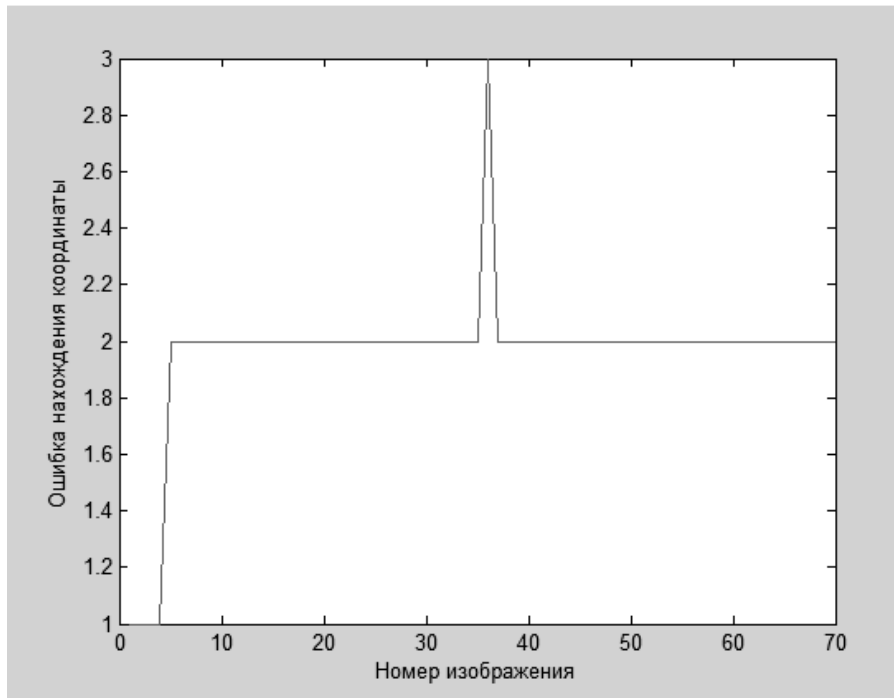


Рис. 4. Ошибка по оси Y

На графиках представлена ошибка обнаружения в пикселях.

В ходе проведения экспериментального исследования срыва работы алгоритма не было обнаружено.

Для исследования помехоустойчивости разработанного алгоритма будут рассматриваться 3 варианта последовательностей: с чёрным объектом, с серым объектом и с белым объектом. В каждой последовательности по 70 кадров. Известны реальные координаты объекта в каждом кадре.

Во время проведения экспериментального исследования загружаются i -е и $(i+1)$ -е изображения. Искажаются шумом. Идет поиск объекта на $(i+1)$ -м изображении. Находятся координаты объекта.

Считается ошибка нахождения координат объекта. Выводятся графики.

i -тое исходное изображение

$i+1$ исходное изображение

i -тое изображение

Выберите номер первого изображения (от 1 до 94)

Выберите номер последнего изображения (от 3 до 95)

$i+1$ изображение

F= 5

X= 57

Y= 51

Ошибка по X= 0

Ошибка по Y= 6

Рис. 5. Последовательность изображений с черным объектом

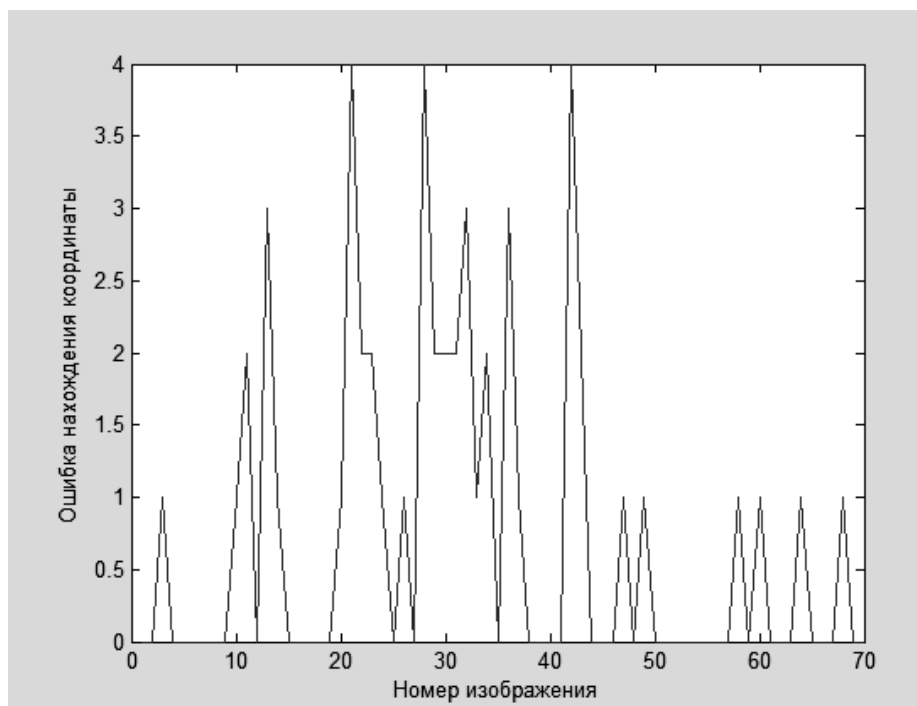


Рис. 6. Ошибка по оси X

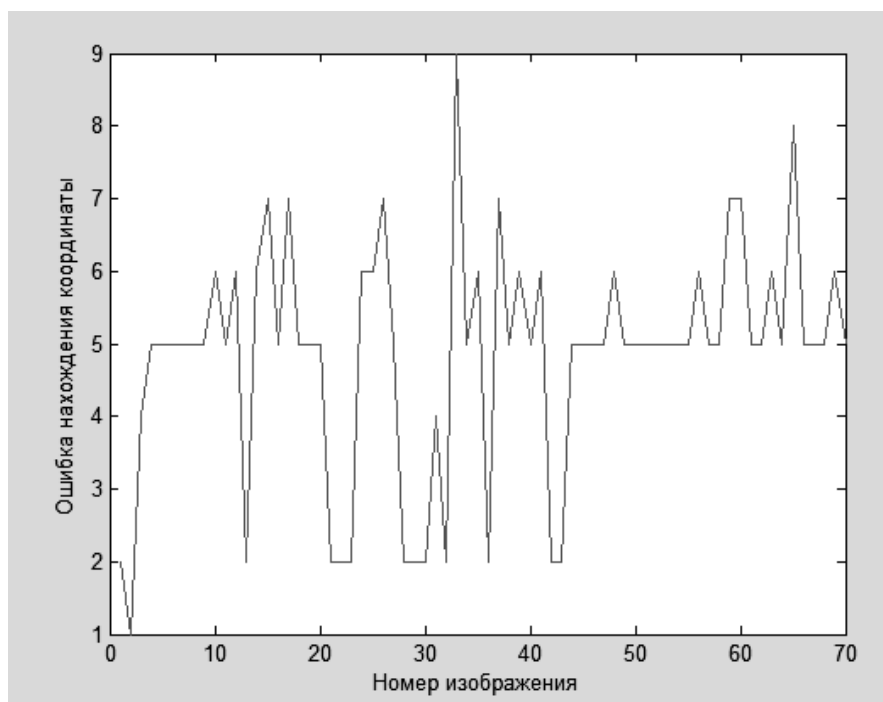


Рис. 7. Ошибка по оси Y

На графиках представлена ошибка обнаружения в пикселях.

Алгоритм работоспособный при СКО до 0.1. При большей СКО происходит срыв.

Выводы

В данной статье рассмотрен корреляционно-экстремальный алгоритм определения координат объекта, основанного на использовании разностной критериальной функции с помощью программы (m-функций) в системе Matlab, с помощью которой были реализованы два алгоритма выделения изменяющихся участков в последовательности изображений и произведено экспериментальное исследование алгоритмов.

Используемый алгоритм совмещения сдвинутых участков фона позволяет эффективно выделять на нём движущиеся объекты, однако, он требует большого количества операций и его целесообразно использовать в тех случаях, когда отсутствуют жесткие ограничения на быстродействие алгоритма.

Данный алгоритм хорошо работает для неоднородного фона. Другим условием его эффективного функционирования является наличие исходной информации о максимально возможном сдвиге фона в разных кадрах и максимально возможных размерах предполагаемого движущегося объекта.

Список литературы

1. *Алпатов Б.А., Либияйнен Э.Т., Селяев А.А.* Алгоритм выделения изменяющихся участков изображения. Рязань: РРТИ, 1989 г.