

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНИИ НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ

<sup>1</sup>Калмыков А.А., Баранов О.А., Саган А.В.,

<sup>1</sup> ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Екатеринбург, Россия (620002, Екатеринбург, ул. Мира, 32)

**Аннотация:** Настоящая статья посвящена разработке и реализации алгоритма определения лазерной линии на изображении с субпиксельной точностью. В основе работы алгоритма лежит нахождение субпиксельных координат точек, относящихся к искомой линии, и последующая их аппроксимация методом наименьших квадратов. Субпиксельная точность достигается путем построчного считывания значений яркости пикселей изображения, построению распределения яркостей по ширине линии, нахождению максимума в каждом распределении. Работа алгоритма была протестирована на реальных изображениях лазерной подсветки.

Ключевые слова: распознавание прямых, субпиксельная точность, лазерная подсветка, аппроксимация

## IMPROVE THE ACCURACY OF LINE ON THE IMAGE FOR OPTIC METER

<sup>1</sup> Kalmykov A.A., Baranov O.A., Sagan A.V.,

<sup>1</sup>The Ural Federal University named after the first President of Russian B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia (620002, Russia, Yekaterinburg, street Mira, 32)

**Abstract:** This article is devoted to the development and implementation of the algorithm for determining the laser line in the image with sub-pixel accuracy. The basis of the algorithm is to find the subpixel coordinates of the points related to the desired line, and their subsequent approximation method of least squares. Sub-pixel accuracy is achieved by progressive reading luminance values of pixels of the image, the construction of the brightness distribution over the width of the line, finding the maximum in each distribution. The algorithm has been tested on real images of laser illumination.

Key words: detection of direct, subpixel accuracy, laser lights, approximation

### Введение.

Целью данного исследования является нахождение способа увеличения точности определения вертикальной линии на изображении для оптического измерителя. Необходимо разработать и реализовать такой алгоритм, который позволил бы находить на изображении прямую и определять ее уравнение с субпиксельной точностью (в координатах, не привязанных к пикселям).

### Основная часть.

Для нахождения вертикальных линий был разработан алгоритм. На первом шаге изображение разбивается на несколько участков (Рис. 1а). На втором шаге происходит построчное считывание яркости пикселей. Так как анализируется лазерная линия, то распределения яркостей по строкам дают нормальное распределение (значения яркостей

тем ниже, чем дальше от центра линии). На этом шаге мы получаем распределения яркости для каждой строки (Рис. 1б). Затем усредняются распределения по разбитым на первом шаге зонам и определяются их максимумы. После усреднения получается набор точек, который аппроксимируется методом наименьших квадратов (Рис. 2а). Если на изображении будут присутствовать световые пятна, то они могут сместить найденную линию после аппроксимации. Для этого процедура аппроксимации повторяется еще раз, но уже без точек, которые лежат на расстоянии большем, чем среднее отклонение от найденной линии после первой аппроксимации. Это дает нам искомое уравнение (Рис. 2б).

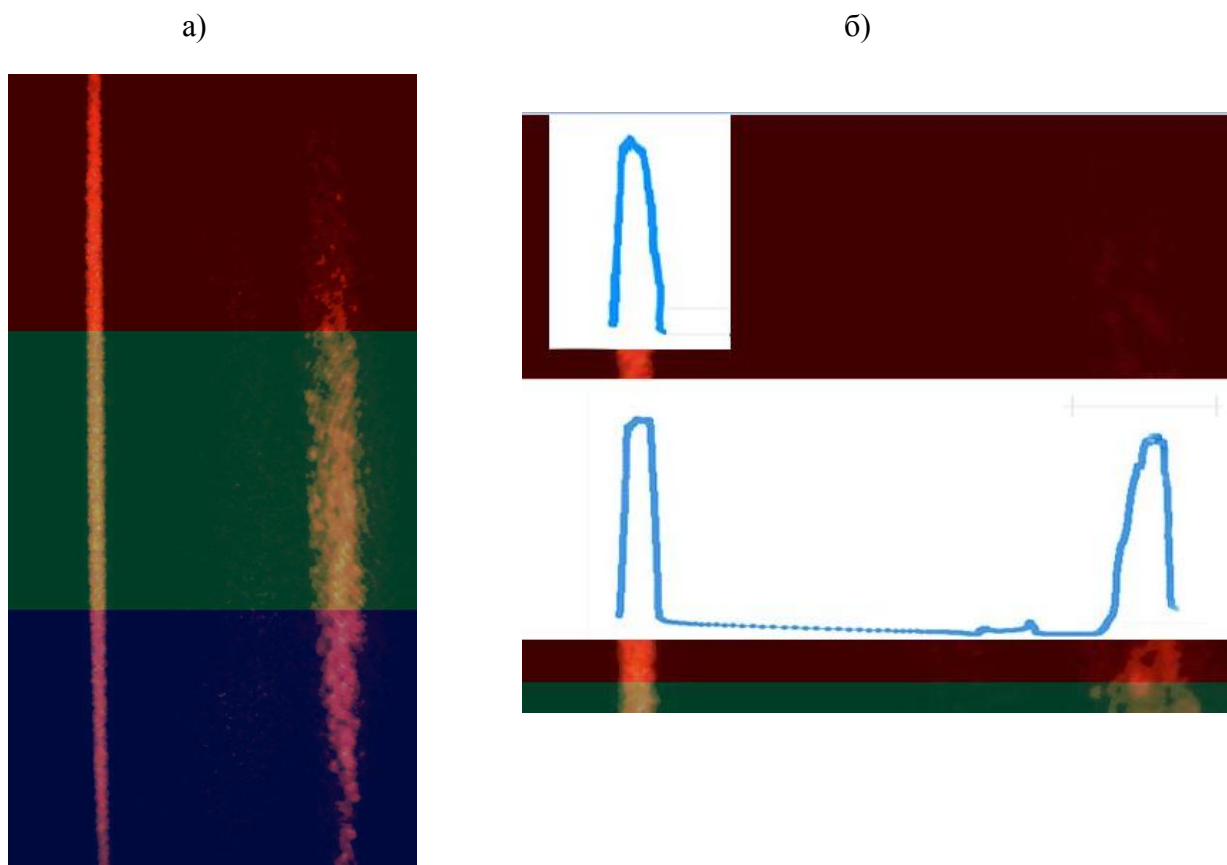
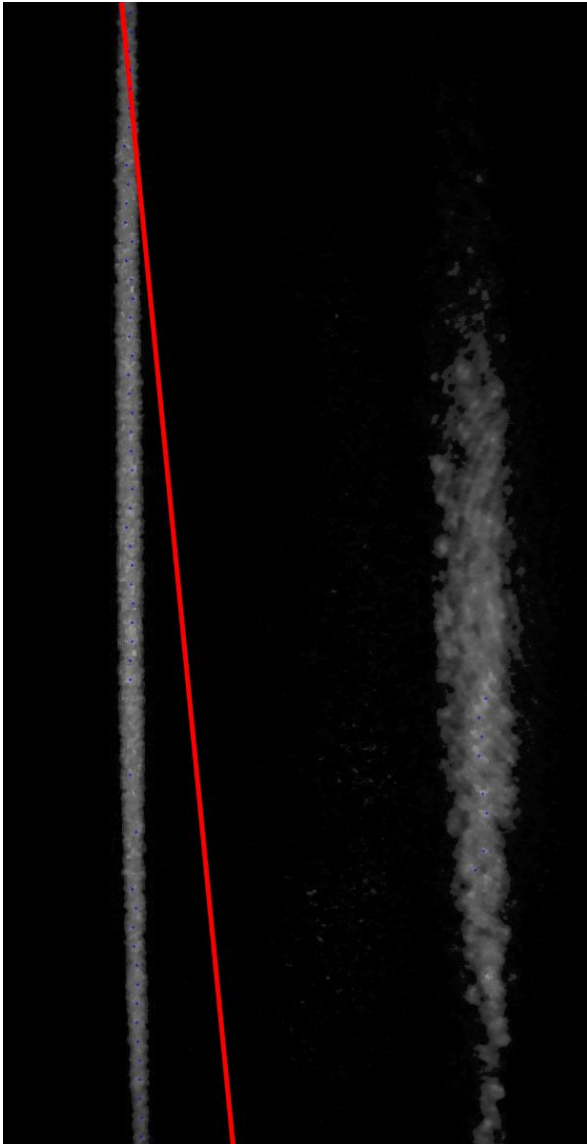
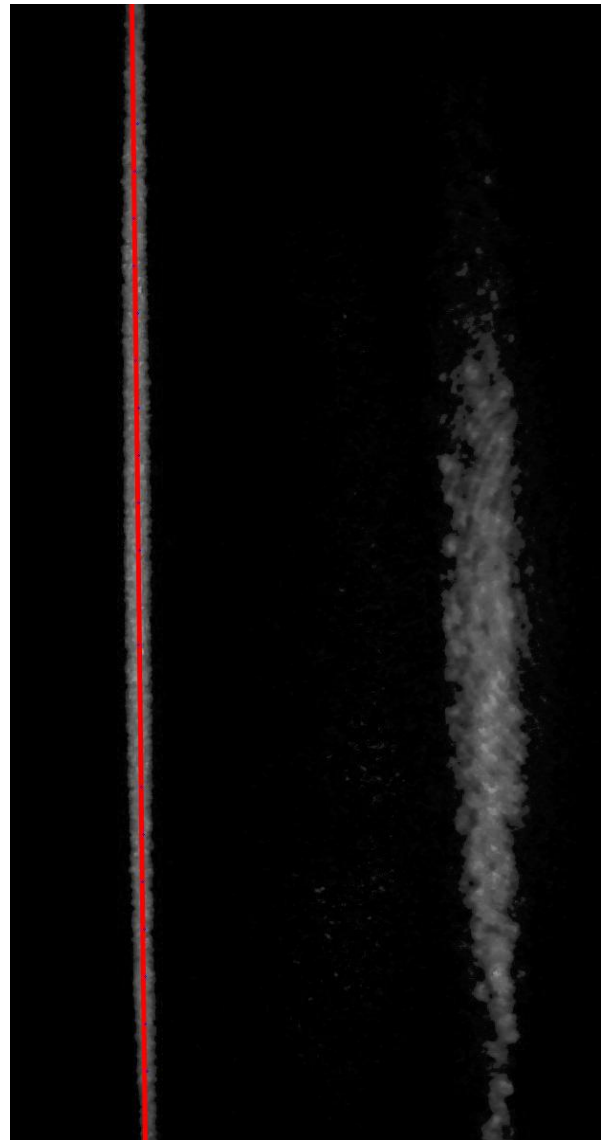


Рисунок 1 - Считывание яркостей

a)

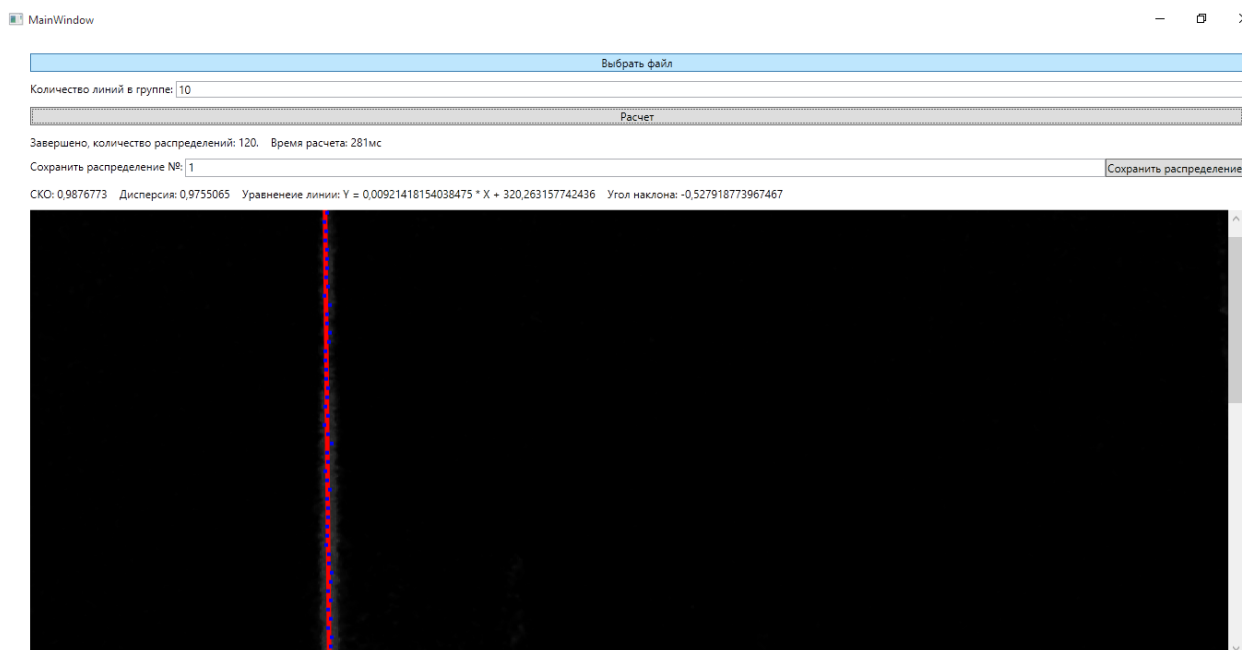


б)



**Рисунок 2 - Результат отсеивания лишних точек**

Для реализации алгоритма был выбран язык C#. Написана программа, которая позволяет определить линию на входном изображении при заданном количестве линий в группе (размер разбиения), вывести ее уравнение, а также посчитать СКО и дисперсию. Интерфейс программы представлен на Рис. 3.



**Рисунок 3 - Интерфейс программы**

Для оценки точности определения линии были получены несколько изображений с лазерной линией, расположенной вертикально, чтобы угловой коэффициент  $k$  в уравнении  $y=kx+b$  был приблизительно равен 0 (координатная плоскость на изображении повернута на 90 градусов). Таким образом можно оценивать точность определения линии по координате  $y$ . Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты испытаний.

СКО	ДИСПЕРСИЯ	ПАРАМЕТР $b$
0,98	0,97	320,26
0,97	0,95	320,31
0,97	0,95	320,18
0,94	0,89	320,66
0,94	0,88	320,24
0,92	0,84	320,36
0,90	0,82	320,19

Дисперсия параметра  $b$  равняется 0,0273; СКО 0,1651

### **Выводы.**

В ходе работы был разработан алгоритм, который позволяет определять уравнение линии на изображении с субпиксельной точностью. Из результатов испытаний видно, что точность определения линии выше, как минимум, в два раза, чем при определении координат в пикселях (разница между самым малым значением параметра  $b$  и самым большим равна 0,5 пикселя). Тот факт, что скорость работы алгоритма высокая и то, что дисперсия параметра  $b$  всего 0,0273, позволяет снимать подряд несколько изображений и усреднять по ним полученные результаты. Это также приведет к увеличению точности, так как позволит снизить влияние редких отклонений.

### **Список литературы**

1. Н. Н. Калиткин, Численные методы. М.: Наука, 1978

2. П. Ж. Лоран, *Аппроксимация и оптимизация*. М.: Мир, 1975
3. Л. В. Кудрявцев, *Краткий курс математического анализа*. М.: Наука, 1989
4. Д. Роджерс, Дж. Адамс, *Математические основы машинной графики*. М.: Мир, 2001
5. Б. В. Анисимов, *Распознавание и цифровая обработка изображений*. М.: Высш. школа, 1983

**References.**

1. N. N. Kalitkin, *Numerical methods*. М.: Nauka, 1978
2. P. J Laurent, *Approximation and optimization*. М.: Mir, 1975
3. L.V. Kudryavtsev, *A short course of mathematical analysis*. М.: Nauka, 1989
4. D. Rogers, J. Adams, *Mathematical foundations of computer graphics*. М.: Mir, 2001
5. B.V. Anisimov, *Detection and digital image processing*. М.: Higher. school, 1983