

УДК 004.89

## ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ГРУПП ТОЧЕК, ОБЪЕДИНЕННЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬЮ К ПРЯМЫМ ЛИНИЯМ

Ососков Геннадий Алексеевич<sup>1</sup>, Руденко Михаил Олегович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Доктор физико-математических наук, профессор;  
Государственный университет «Дубна»;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: ososkov@jinr.ru.

<sup>2</sup>Студент;  
Государственный университет «Дубна»;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: michadas@yandex.ru.

*В работе представлен новый алгоритм нахождения отрезков прямых линий на множестве координат измеренных точек. Разработанный метод соседствующих точек является модификацией преобразования Хафа, для ускорения вычислений в прикладной задаче. Авторами представлено подробное описание работы алгоритма. Таким образом, предложенный авторами метод соседствующих точек является еще одной из множеств альтернатив оригинальному преобразованию Хафа, но неоспоримым плюсом является его простота реализации, как при использовании интерпретируемых, так и компилируемых языков программирования. Инструмент показывает перспективные результаты для возможного использования в будущих задачах обработки данных ядерной физики.*

Ключевые слова: преобразование Хафа, алгоритм, программирование, прямые линии, метод соседствующих точек.

### Для цитирования:

Ососков Г. А., Руденко М. О. Об одном методе обнаружения групп точек, объединенных принадлежностью к прямым линиям // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2021. № 1. С. 41–44. URL : <http://sanse.ru/download/425>.

## ABOUT ONE METHOD FOR DETECTING POINT GROUPS, UNITED BY BELONGING TO STRAIGHT LINES

Ososkov Gennady A.<sup>1</sup>, Rudenko Mikhail O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor;  
Dubna State University;  
19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
e-mail: ososkov@jinr.ru.

<sup>2</sup>Graduate student;  
Dubna State University;  
19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;  
e-mail: michadas@yandex.ru.

*The paper presents a new algorithm for finding straight line segments on the set of coordinates of the measured points. The developed method of adjacent points is a modification of the Hough's transform to speed up calculations in an applied problem. The authors provide a detailed description of the algorithm. Thus, the method of adjacent points proposed by the authors is another of the many alternatives to the original Hough's transform, but the undeniable advantage is its ease of implementation, both when using interpreted and compiled programming languages. The tool shows promising results for possible use in future nuclear physics data processing tasks.*

Keywords: Hough transform, algorithm, programming, straight lines, method of neighboring points.

**For citation:**

Ososkov G., Rudenko M. About one method for detecting point groups, united by belonging to straight lines. *System Analysis in Science and Education*, 2021;(1):41–44(In Russ). Available from: <http://sanse.ru/download/425>.

**Введение**

В различных системах, связанных с обработкой изображений, необходимо решать задачи поиска или идентификации некоторых объектов на этих изображениях. Одним из ранних инструментов для решения подобных задач стало преобразование Хафа, введенное в 1962 г. [1]. Оно позволяет выделять на изображениях прямые отрезки и другие аналитические объекты, даже если изображения зашумлены или объекты имеют разрывы. Модификации оригинального преобразования Хафа применяются для определения линий горизонта, распознавания контуров зданий, нахождения дорожной разметки, в задачах реконструкции событий в ФВЭ [2], в задачах ядерной физики [3]. Почти для каждой прикладной задачи такого рода вводится свой усовершенствованный метод, основанный на преобразовании Хафа [4].

Одной из таких модификаций является метод поворотных гистограмм (МПГ) [5]. Это быстрый алгоритм, который позволяет находить прямолинейные отрезки под любым углом на координатах измеренных точек. МПГ использовался, в частности, для нахождения характеристик будущей модели «тонкой структуры» в корреляционно-массовом распределении осколков деления ядра Калифорния  $^{252}\text{Cf}(sf)$ .

В данной статье предлагается еще один алгоритм поиска прямых линий, для подобной задачи, где как это видно на рис. 1, человек может сразу выделить несколько групп точек, лежащих на прямых, но МПГ напрямую оказывается неприменим для распознавания сразу всех этих групп точек из-за небольших случайных вариаций по наклону и разбросу точек (т.е. ширины коридоров МПГ). Предложенный нами метод соседствующих точек (МСТ) оказался в состоянии покрыть узкими прямолинейными коридорами 91% групп измеренных точек, выбранных методом, как соседствующие.

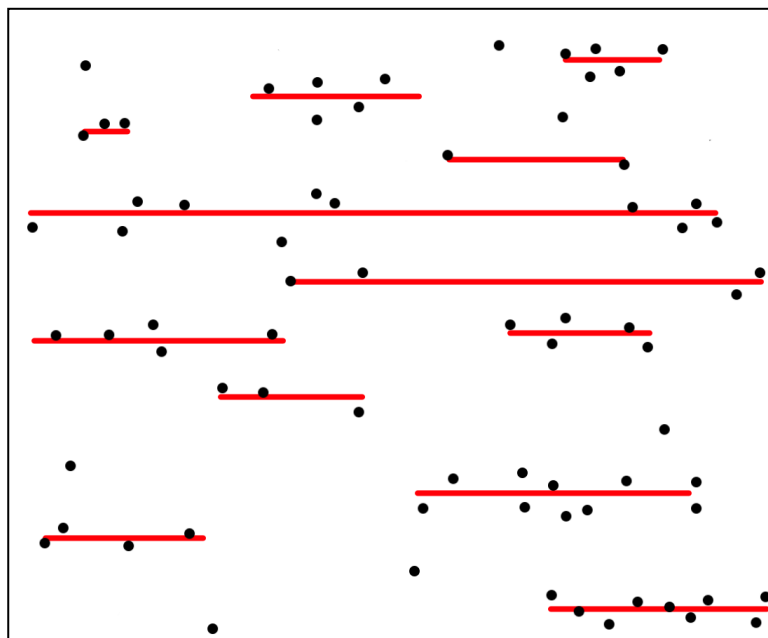


Рис. 1. Пример с группами точек, объединяемых по близости к прямым линиям

**Метод соседствующих точек**

МСТ основан на МПГ, вначале так же все точки проецируются под нужным углом и задается минимальное количество точек, чтобы идентифицировать структуру как линию и ширину отрезка. Далее, определяются проекции всех точек и слева-на-право подбираются ближайшие соседи. Если

расстояние от первой точки до ближайшей меньше заданного порога, то точки считаются соседями и идет расчет расстояния до следующей, найденной точки. Если полученное расстояние больше порогового, то рассчитывается дистанция уже от первого соседа самой первой точки, и если полученное значение уже меньше порога, то первая точка перестает считаться соседом (см. рис. 2). Если же оба условия не проходят проверку, то идет проверка на количество соседей, при превышении ими минимального порога, можно судить о том, что нужная линия найдена. Алгоритм останавливается, когда обойдет все точки.

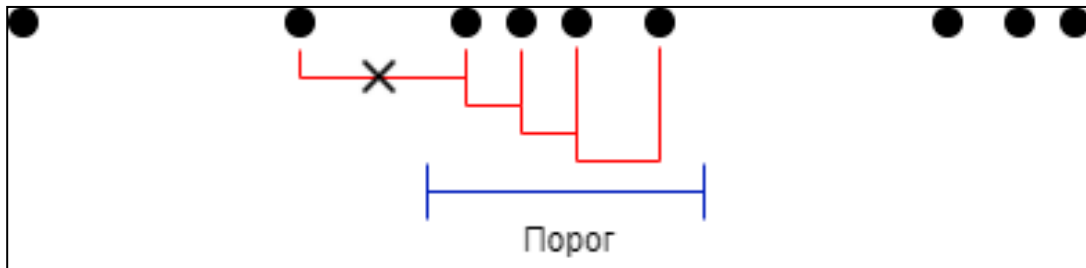


Рис. 2. Иллюстрация работы МСТ

Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 3.

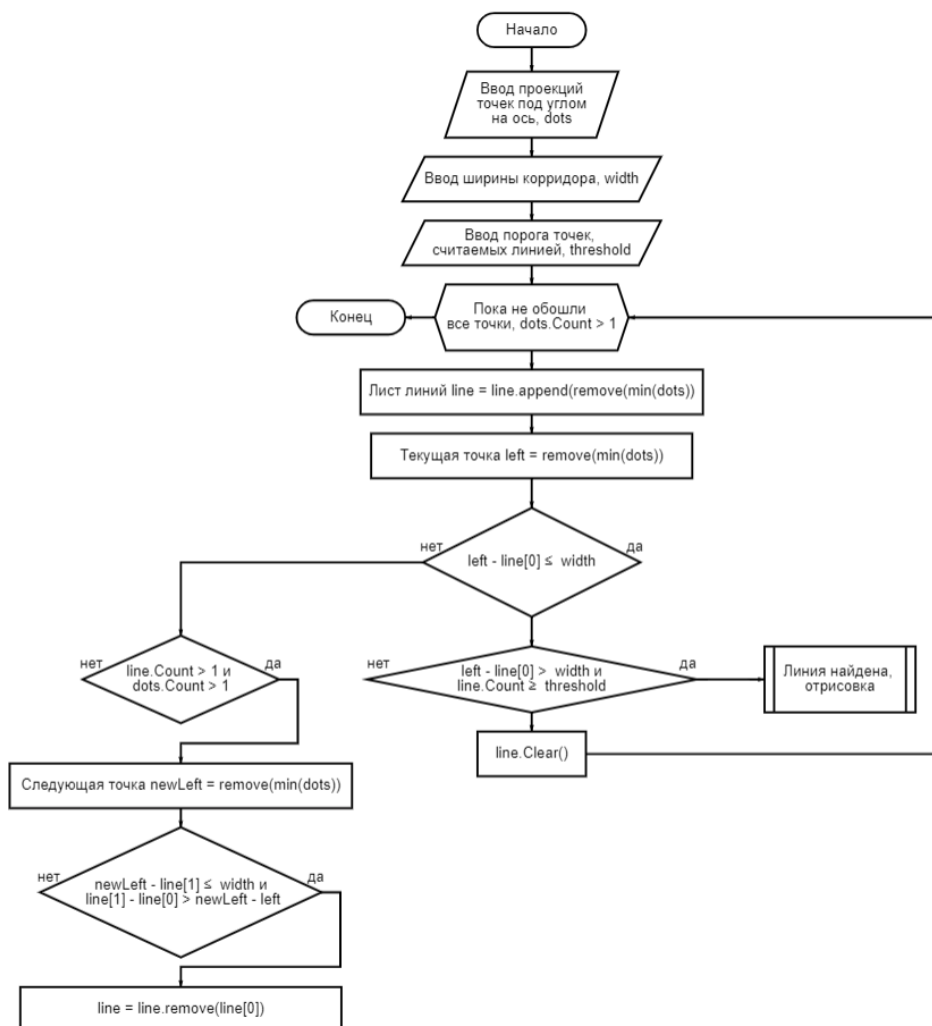


Рис. 3. Блок-схема МСТ

Плюсами данной реализации является то, что в случае с МПП необходимо дополнительно решать проблему с перекрытием точек друг друга в разных столбцах гистограммы, иначе будет возможность потерять прямолинейный отрезок, либо не установить такой вовсе. МСТ лишен данного недостатка, довольно прост в реализации, а по скорости выполнения не уступает МПП.

Первоначально метод соседствующих точек был реализован с помощью языка программирования *Java SE 15.02*, а далее повторен на *Python 3.6*, с использованием библиотек *NumPy* [6], из-за предоставления возможности работы с массивами и функцией тангенса, для просчета проекций, и *Matplotlib* [7], для получения графиков.

## Заключение

Таким образом, предложенный нами метод соседствующих точек является еще одной из множеств альтернатив оригинальному преобразованию Хафа, но неоспоримым плюсом является его простота реализации, как при использовании интерпретируемых, так и компилируемых языков программирования.

Инструмент достаточно гибок, если не получается найти нужную прямую сразу, всегда можно подкрутить настройки так, чтобы найти ее, но точность при этом снизится, возможны появления линий там, где их при маленьком значении ширины коридора не было бы. Но это относится ко всему семейству алгоритмов работающих подобным способом.

В будущем в соответствии с запросом на обработку реальных измерений корреляционно-массового распределения осколков деления тяжелых элементов планируется создание модели таких наборов точек, принадлежащих прямым, со случайными углами наклона в небольшом диапазоне около 45 градусов, случайным числом точек, распределенным по закону Пуассона, и случайно отступающих от своих прямых по нормальному закону. На этой модели планируется провести статистический анализ данного метода поиска таких групп точек.

## Список литературы

1. Hough P. V. C. A Method and Means for Recognizing Complex Patterns. US Patent: 3,069,654, 1962.
2. Lebedev S., Hoehne C., Ososkov G. Fast Ring Recognition in the RICH detector of the CBM Experiment at FAIR // Bulletin of PFUR Series Mathematics. Information Sciences. Physics. 2010, Vol. 1. N. 2(2). P. 94–98.
3. Ососков Г. А., Пятков Ю. В., Руденко М. О. Моделирование тонких структур в распределениях продуктов ядерных реакций по массе и их распознавание методами машинного обучения // Системный анализ в науке и образовании. 2020. № 1. С. 20–29.
4. Вершок Д. А. Алгоритмические средства обработки и анализа изображений на основе преобразования Хафа. URL : [http://neuroface.narod.ru/files/vershok\\_autoref.pdf](http://neuroface.narod.ru/files/vershok_autoref.pdf) (дата обращения 27.03.2021).
5. Никитин В. А., Ососков Г. А., Автоматизация измерений и обработки данных физического эксперимента. М. : Изд. МГУ, 1986. 185 с.
6. NumPy. Fundamental package for scientific computing with Python. URL : <https://numpy.org> (дата обращения 20.03.2021).
7. Matplotlib: Visualization with Python. URL: <https://matplotlib.org> (дата обращения 20.03.2021).