

Отчет по преддипломной практике

Подготовка выпускной квалификационной работы бакалавра
на тему:

Определение параметров механического движения по
видеоматериалу

по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и
информатика»

(профиль «Системное программирование»)

Студент группы 3630102/60201 _____<подпись>_____ А.К. Жуков

Оценка научного руководителя ВКР: <оценка>_____<подпись>_____ А.Н. Баженов

Оглавление

Оглавление	2
Список иллюстраций	3
Постановка задачи	4
Теория.....	4
Сложность алгоритма преобразования Хафа	4
Реализация	5
Результаты	5
Поиск окружностей на исходных кадрах.....	5
Обсуждение.....	7
Литература.....	7

Список иллюстраций

Рисунок 1. Окружности на 1 кадре	5
Рисунок 2. Окружности на 2 кадре	5
Рисунок 3. Окружности на 5 кадре	6
Рисунок 4. Окружности на 10 кадре	6
Рисунок 5 Окружности после обрезания видео.....	6

Постановка задачи

Формулировка задачи - определение параметров механического движения по видеоматериалу для оценки качества работы заказных двигателей и обеспечения проведения испытаний

Обоснование актуальности – математическое обеспечение испытаний изделий, разрабатываемых в РосАтом для токамака ИТЭР

Теория

Вращающаяся часть двигателя содержит 4 круглых отверстия, по которым можно определить параметры вращения, поэтому будем использовать преобразование Хафа для обнаружения окружностей на изображении[3].

Для его работы необходимо задать несколько параметров:

- Минимальный радиус окружности
- Максимальный радиус окружности
- Минимальное расстояние между центрами окружностей
- Верхний и нижний порог для детектора Canny[4] (задается только верхний, а нижний берется в два раза меньше)
- Порог накопления центров окружностей на этапе обнаружения, чем он меньше, тем больше ложных кругов можно обнаружить.

Сложность алгоритма преобразования Хафа

В общем случае сложность алгоритма $O(M^{n-1})$, где n – количество параметров, задающих кривую, которую требуется выделить на изображении, каждый из параметров принимает M дискретных значений.

Для каждой краевой точки, необходимо перебрать M^{n-1} вариантов значения вектора параметров ($n - 1$ т.к. значение одного из параметров всегда высчитывается, через $n - 1$ оставшихся параметров и текущую точку x).

Таким образом, если окружность задается следующей функцией

$$F(a, b, R, x, y) = (x - a)^2 + (y - b)^2 - R^2,$$

то пространство параметров будет трехмерным (a, b, R) .

В реализации OpenCV у алгоритма поиска окружностей повышена эффективность при помощи использования градиента яркости изображения. Преобразование Хафа применяется не к исходному изображению, а к изображению, полученному при помощи оператора выделения краев. В таких случаях, обычно известно направление градиента яркости изображения для каждой точки края, что позволяет существенно снизить количество кривых, потенциально проходящих через данную точку изображения, если рассматривать только кривые, касательная которых перпендикулярна градиенту яркости изображения в рассматриваемой точке. Таким образом, можно свести задачу поиска окружностей к двумерному пространству параметров[5].

Реализация

Работа реализована при помощи языка программирования Python и среды разработки PyCharm. При помощи библиотеки OpenCV, из которой использовались функции: `HoughCircles(..)` для обнаружения окружностей.

Результаты

Поиск окружностей на исходных кадрах

Для поиска маленьких окружностей минимальный радиус равен 8, а максимальный 11. Для большой окружности радиусы от 120 до 150.



Рисунок 1. Окружности на 1 кадре

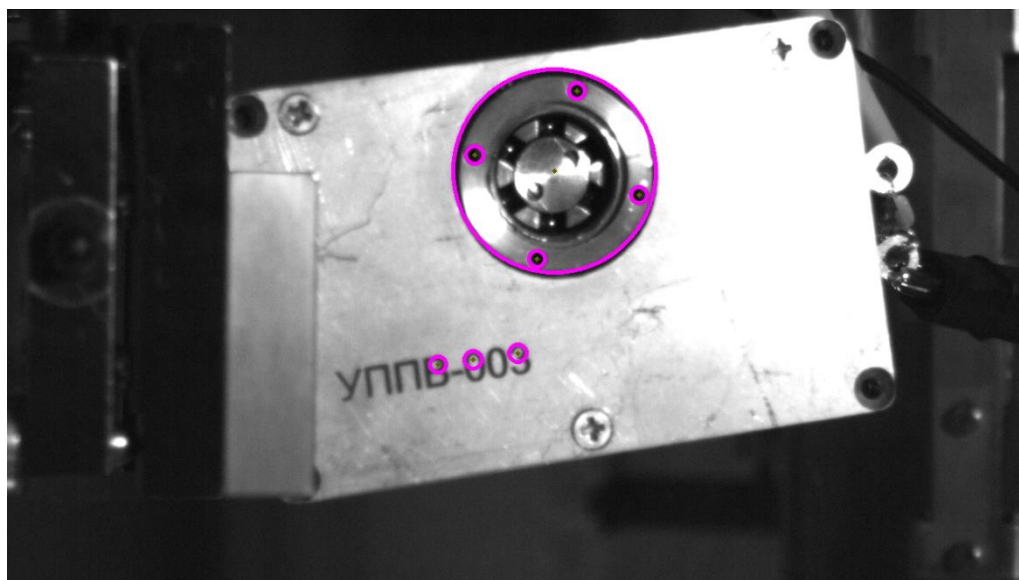


Рисунок 2. Окружности на 2 кадре



Рисунок 3. Окружности на 5 кадре

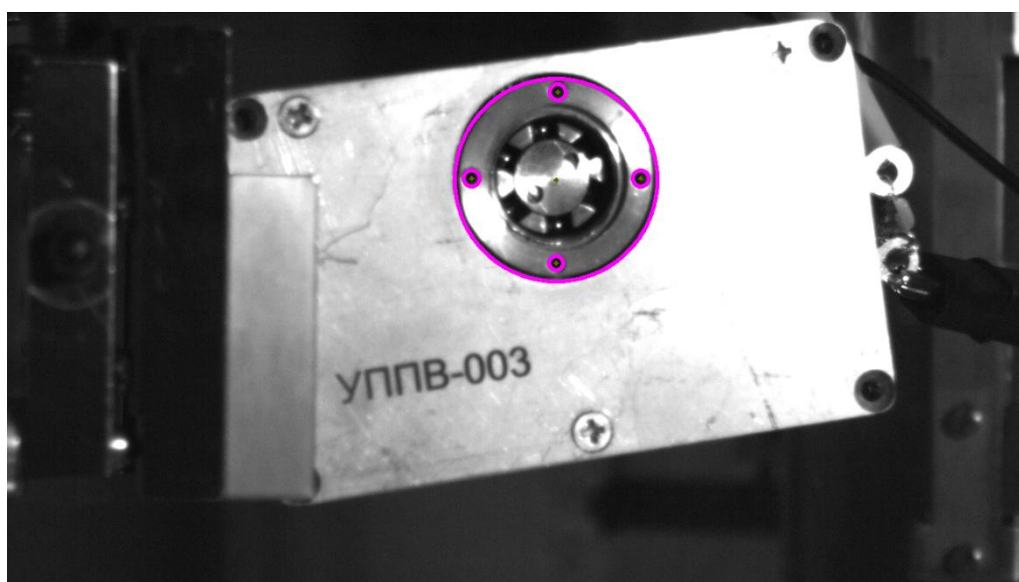


Рисунок 4. Окружности на 10 кадре

Заметим, что в некоторых случаях алгоритм Хафа находит лишние окружности, поэтому было решено обрезать видео по большой окружности.

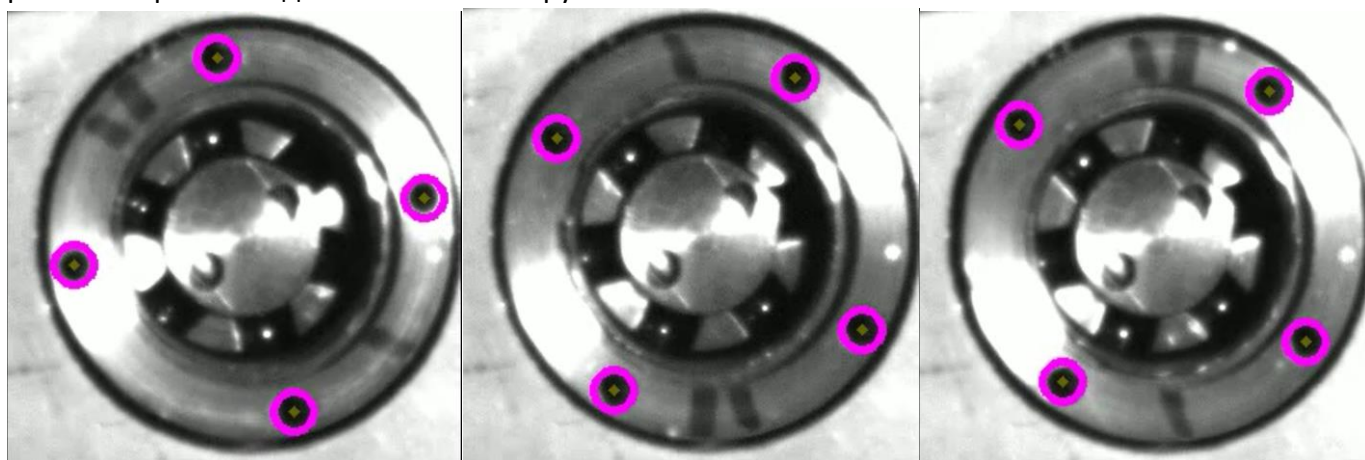


Рисунок 5 Окружности после обрезания видео

Обсуждение

- При поиске окружностей на исходном видео среднее время обработки кадра 0.05 секунды.
- Поэтому перед непосредственной обработкой всего видеоматериала покадрово необходимо выделить область с вращающимся элементом пьезодвигателя. Этот процесс занимает примерно 0.5 секунды.
- После выделения этой области алгоритм начинает значительно быстрее работать. Это достигается за счет уменьшения области обработки изображения, так как время работы алгоритма Хафа зависит от величины изображения. Для обработки 1 кадра в среднем требуется 0.01 секунды.
- Также выделение области позволяет избавиться от обнаружения лишних элементов.

Литература

[1] Ресурс с видеоматериалами [электронный ресурс, облачное хранилище]

Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/38Sb/3ippCDg4t>

(дата обращения: май 2020)

[2] Документация по OpenCV Python [электронный ресурс]

Режим доступа: <https://www.rupython.com/opencv-python-26-64383.html>

(дата обращения: май 2020)

[3] Преобразование Хафа для поиска окружностей [электронный ресурс]

Режим доступа:

[http://wiki.technicalvision.ru/index.php/Преобразование Хафа, его обобщения и модификации](http://wiki.technicalvision.ru/index.php/Преобразование_Хафа,_его_обобщения_и_модификации)

(дата обращения май 2020)

[4] Метод Санны детектирования контуров [электронный ресурс]

Режим доступа:

<http://www.ipol.im/pub/art/2017/216/>

(дата обращения май 2020)

[5] The Hough Transform [электронный ресурс]

Режим доступа:

http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL_COPIES/OWENS/LECT6/node3.html

(дата обращения май 2020)

[6] Видео, полученное после обработки исходного [электронный ресурс, облачное хранилище]

Режим доступа:

https://yadi.sk/i/7ngdqr9_vP3Wsg

(дата обращения май 2020)