

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА И ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЛАСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ, СОДЕРЖАЩЕЙ СИГНАЛ С ПОСТОЯННЫМ ТАКТОМ

Е. С. ИЛЬИНА¹, С. В. БЫСТРОВ¹, А. А. БЛИННИКОВ²

¹Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: kateglebova@rambler.ru

²Научно-технический центр „Прибор“, 199034, Санкт-Петербург, Россия

Решается задача определения размера и локализации области маркировки объекта по его изображению. На основе найденной частоты следования текстонах метки определен размер области, содержащей рисунок маркировки. Для определения локализации области метки разработан новый вид матричного фильтра, построенного на основе полученных данных о размере искомой области и априорных знаний о количестве и длине штрихов метки. Такой фильтр позволяет определить центр метки по максимальной яркости пиксела.

Ключевые слова: локализация, матричный фильтр, маркировка, фильтрация, частота, цифровая обработка сигналов и изображений

В работе [1] был предложен способ маркировки сталеразливочного ковша, заключающийся в построении матрицы с диагонально расположенными элементами (штрихами), соответствующими, в зависимости от их наклона, нулю и единице. Для идентификации номера ковша предлагается рассматривать изображение, содержащее маркировку (метку), как два независимых сигнала, используя методы спектрального анализа и фильтрации в частотной области. С помощью рекуррентного применения преобразования Фурье определена частота следования полос метки [2]

$$f_k = \frac{f_d}{\left(\frac{if_d}{N_2} N_1\right)} = \frac{N_2}{iN_1}, \quad (1)$$

где f_d — частота дискретизации; i — индекс спектрального отсчета; N_1, N_2 — количество спектральных отсчетов для первого и второго преобразований Фурье соответственно [3].

При повороте изображения с меткой на угол, равный углу наклона ее штрихов, в полученном изображении будут наблюдаться k горизонтальных (и вертикальных) полос, следующих с постоянным шагом:

$$f_k^{-1} = \frac{iN_1}{N_2}.$$

Поскольку количество штрихов в метке заранее известно, размер ее диагонали вычисляется как произведение количества всех интервалов между полосами k на шаг их следования. Отсюда определяем размер области метки X :

$$X \approx \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (k+1) f_k^{-1}. \quad (2)$$

Расчет размера метки позволяет осуществить ее распознавание независимо от масштаба, а следовательно, нет необходимости учитывать расстояние, на котором расположена видеокамера относительно объекта.

В основе решения задачи определения локализации метки лежит построение матричного фильтра Φ_X с размерами, равными размерам метки, и состоящего из $n \times n$ блоков (ячеек) M_X . Такой фильтр служит для определения центра области метки. Схематично вид фильтра Φ_X показан на рис. 1.

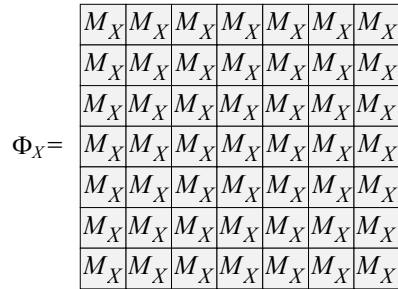


Рис. 1

Для реализации фильтра Φ_X в качестве априорных значений необходимо и достаточно знать количество штрихов метки и длину штриха относительно диагонали ячейки (принятое соотношение составляет 70 %).

Процесс заполнения матрицы M_X элементами показан на рис. 2, размеры элементов вычисляются на основе выражения (2) по следующим формулам:

— размер M_X одной ячейки

$$x_1 \approx \frac{2X}{k+1};$$

— размер области ячейки с текстом

$$x_2 \approx 0,7x_1;$$

— размер отступа

$$r = x_1 - x_2.$$

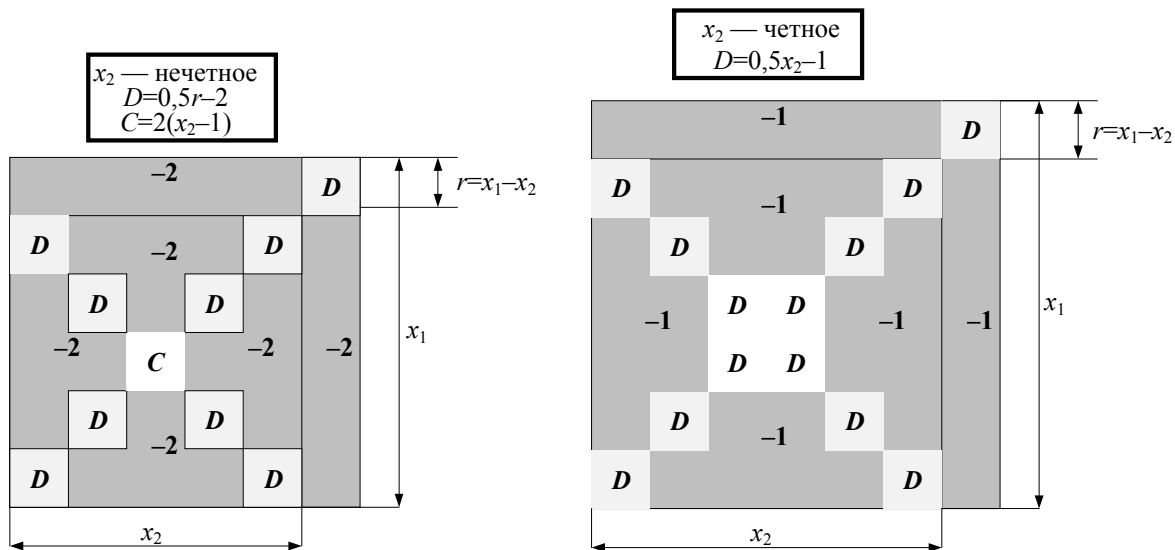


Рис. 2

Фильтрация представляет собой свертку исходного изображения $I[i, j]$, содержащего метку, с матричным фильтром Φ_X :

$$(I \cdot f)[m, n] = \sum_i \sum_j \Phi_X[m-i, n-j] I[i, j],$$

где $\Phi_X[m-i, n-j]$ — ядро матричного фильтра [4—6].

Для примера на рис. 3, а показан результат фильтрации изображения сталеразливочного ковша с нанесенной на его поверхность меткой (для сравнения на рис. 3, б приведено исходное изображение с указанием центра метки). После применения фильтра Φ_X посторонних откликов на фильтр, кроме точек центров полос, не наблюдается.

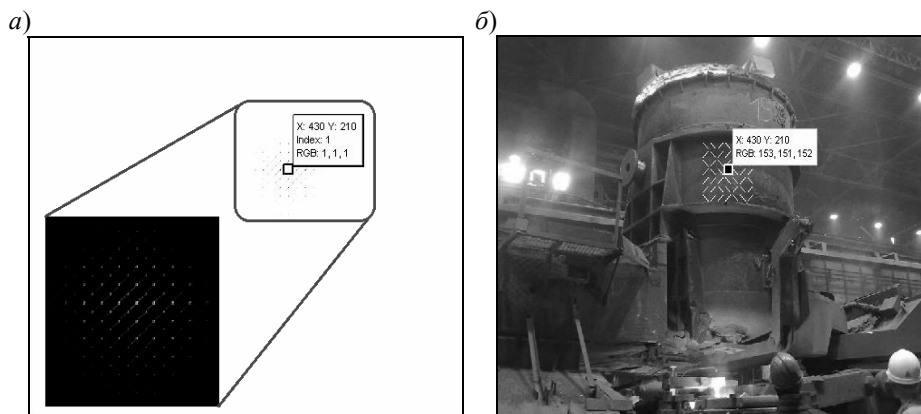


Рис. 3

Координаты области положения метки определяются по двум сигналам, построенным путем суммирования яркости пикселей по столбцам и строкам (рис. 4, а, б соответственно); по осям ординат отложены количество строк и столбцов изображения.

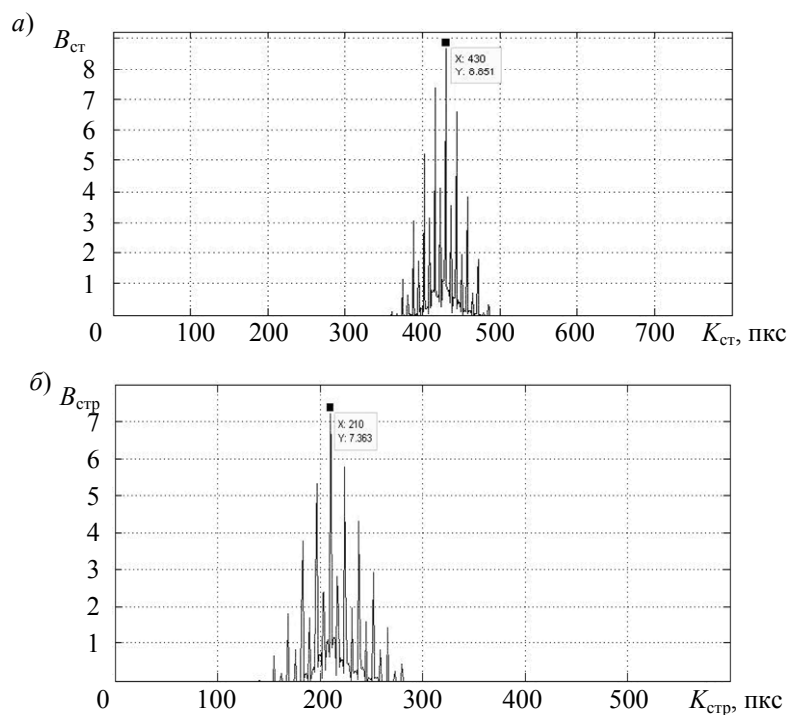


Рис. 4

Координаты максимумов функций соответствуют максимальному значению яркости (см. рис. 3) и, как следствие, координатам центра метки. Выделенное изображение метки впоследствии применимо для перевода в матричный вид и дальнейшего декодирования [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глебова Е. С., Блинные А. А. Модификация меток сталеразливочных ковшей в задаче автоматизации их оборота // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 9. С. 765—769.
2. Ильина Е. С., Быстров С. В. Определение частоты сигнала с постоянным тактом на изображении // Сб. тез. докл. конгресса молодых ученых [Электронный ресурс]: <http://kmu.ifmo.ru/collections_article/4959/opredelenie_chastoty_signala_s_postoyannym_taktom_na_izobrazhenii.htm>, 10.06.2018.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1070 с.
4. Иванов Н. Р., Лукьянов Е. Н., Матвеева Т. А., Светличная В. Б. Матричные фильтры обработки изображений // Материалы X Междунар. студ. электронной науч. конф. „Студенческий научный форум“ [Электронный ресурс]: <<http://www.scienceforum.ru/2018/3185/5143>>, 18.06.2018.
5. Основы обработки изображений [Электронный ресурс]: <http://courses.graphicon.ru/files/courses/vision/2012/lectures/cv2012_02_ip_web.pdf>, 18.06.2018.
6. Бутенко В. В. Особенности применения фильтров обработки изображений перед поиском объектов на изображениях // Технические науки: теория и практика: Материалы III Междунар. науч. конф., Чита, апр. 2016 г. Чита: Изд-во „Молодой ученый“, 2016. [Электронный ресурс]: <<https://moluch.ru/conf/tech/archive/165/9629/>>, 31.05.2018.
7. Блинные А. А., Быстров С. В., Ильина Е. С. Распознавание меток сталеразливочных ковшей с помощью свертки изображения с матричным фильтром // Prospero. 2015. № 5(17). С. 25—29.

Сведения об авторах

- Екатерина Сергеевна Ильина** — аспирант; Университет ИТМО; кафедра систем управления и информатики; E-mail: kateglebova@rambler.ru
- Сергей Владимирович Быстров** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО; кафедра систем управления и информатики; E-mail: sbystrov@mail.ru
- Андрей Алексеевич Блинные** — канд. техн. наук; НТЦ „Прибор“; E-mail: goofinator@mail.ru

Поступила в редакцию
19.06.18 г.

Ссылка для цитирования: Ильина Е. С., Быстров С. В., Блинные А. А. Определение размера и локализации области изображения, содержащей сигнал с постоянным тактом // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 8. С. 725—729.

**DETERMINATION OF SIZE AND LOCALIZATION OF IMAGE AREA
CONTAINING SIGNAL WITH CONSTANT CLOCK FREQUENCY**

E. S. Ilina¹, S. V. Bystrov¹, A. A. Blinnikov²

¹*ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia
E-mail: kateglebova@rambler.ru*

²*Scientific and Technical Center “Pribor” Ltd., 199034, St. Petersburg, Russia*

The problem of determining the size and localization of the marking area of the object is solved by analysis of the object image. Using the detected repetition frequency of text labels, the size of the area containing the marking pattern is determined. To localize the label area, a new type of matrix filter is developed, based on the obtained data on the size of the sought domain and a priori knowledge of the number and length of the label strokes. Application of the filter allows for determining the label center by maximal brightness of corresponding pixel.

Keywords: localization, matrix filter, marking, filtration, frequency, digital signal and image processing

REFERENCES

1. Glebova E.S., Blinnikov A.A. *Journal of Instrument Engineering*, 2015, no. 9(58), pp. 765–769. (in Russ.)
2. Ilina E.S., Bystrov S.V. http://kmu.ifmo.ru/collections_article/4959/opredelenie_chastoty_signala_s_postoyannym_taktom_na_izobrazhenii.htm. (in Russ.)
3. Gonzalez R.C., Woods R.E. *Digital Image Processing*, Prentice Hall, 2008, 954 p.

4. Ivanov N.R., Luk'yanov E.N., Matveyeva T.A., Svetlichnaya V.B. *Studencheskiy nauchnyy forum* (Student Scientific Forum), Materials of the X Intern. Student Electronic Science Conf., <http://www.scienceforum.ru/2018/3185/5143>. (in Russ.)
5. http://courses.graphicon.ru/files/courses/vision/2012/lectures/cv2012_02_ip_web.pdf. (in Russ.)
6. Butenko V.V. *Tekhnicheskiye nauki: teoriya i praktika* (Engineering: Theory and Practice), Materials of the III Intern. Scientific Conf., Chita, 2016. <https://moluch.ru/conf/tech/archive/165/9629>. (in Russ.)
7. Blinnikov A.A., Bystrov S.V., Il'ina E.S. *Prospero*, 2015, no. 5(17), pp. 25–29. (in Russ.)

Data on authors

- Ekaterina S. Ilina** — Post-Graduate Student; ITMO University, Department of Computer Science and Control Systems; E-mail: kateglebova@rambler.ru
- Sergey V. Bystrov** — PhD, Associate Professor; ITMO University, Department of Computer Science and Control Systems; E-mail: sbystrov@mail.ru
- Andrey A. Blinnikov** — PhD; Scientific and Technical Center "Pribor" Ltd.; E-mail: goofinator@mail.ru

For citation: Ilina E. S., Bystrov S. V., Blinnikov A. A. Determination of size and localization of image area containing signal with constant clock frequency. *Journal of Instrument Engineering*. 2018. Vol. 61, N 8. P. 725—729 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-8-725-729