

УДК 004.932.1

## СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ РАДИОКОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

К. т. н. А. В. Садченко, О. А. Кушниренко, Ю. А. Савчук, С. И. Шаргородский

Одесский национальный политехнический университет  
Украина, г. Одесса  
kuuk@mail.ru

Предложен алгоритм оптического распознавания типов компонентов, устанавливаемых на печатных платах, с низкой сложностью технической реализации за счет отсутствия операций умножения. Данный алгоритм не требует предварительной сегментации области размещения компонента благодаря процедуре свертки в «скользящем окне».

Ключевые слова: визуальная диагностика печатных плат, коэффициент корреляции, скользящая корреляция

Одним из важных этапов автоматической визуальной диагностики печатных плат является распознавание типа установленных элементов и их маркировки. В дальнейшем по этим данным может быть выполнена автоматическая генерация перечня элементов, реально установленных на плате.

Наиболее помехоустойчивым является корреляционный алгоритм распознавания символа либо контура радиоэлемента [1].

Структурная схема системы оптического распознавания шаблонов радиокомпонентов на печатных платах приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема системы оптического распознавания шаблонов радиокомпонентов на печатных платах

Для изображения принятого компонента вычисляются коэффициенты корреляции со всеми шаблонами, записанными в памяти. Решение принимается по абсолютному максимуму коэффициента корреляции.

Коэффициент корреляции вычисляется по формуле

$$R_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (X_{ij} - \bar{X})(Y_{ij} - \bar{Y})}{\sqrt{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (X_{ij} - \bar{X})^2 \right) \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (Y_{ij} - \bar{Y})^2 \right)}}, \quad (1)$$

где  $X$  — принятый сегментированный символ;

$Y$  — символ-шаблон;

$$\bar{X} = \frac{1}{n \times m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij}, \quad \bar{Y} = \frac{1}{n \times m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Y_{ij} \quad \text{— среднее значение выборок,}$$

$n \times m$  — размерность матрицы шаблона  $Y$ , где  $n$  — число строк,  $m$  — число столбцов.

Вычислительная сложность алгоритма составляет  $q_{\pm} = 10n \times m$  операций сложения и  $q_{\times} = 3n \times m$  операций умножения.

Кроме того, для применения данного алгоритма необходима ресурсоемкая операция сегментации символа либо контура.

Значительно снизить требования к элементной базе позволяет схема на рис. 2, построенная на основе алгоритма, приведенного в [2].



Рис. 2. Структурная схема системы оптической диагностики печатных плат

Для простоты восприятия, число шаблонов выбрано равным десяти. В качестве шаблонов могут быть цифры, символы, контуры корпуса радиоэлемента.

Цветное изображение, полученное с аналоговой видеокамеры, после аналого-цифрового преобразования преобразуется последовательно в черно-белое, и, наконец, в бинарное. Шаблоны изображений компонентов и символов хранятся в памяти также в бинарной форме. Решение принимается по максимуму совпадений принятого изображения и шаблона при поэлементном сравнении в режиме скользящей корреляции. Вычисление корреляции в «скользящем окне» позволяет исключить блок предварительной сегментации символа.

Коэффициент скользящей корреляции  $R$  вычисляется по формуле (2) [2].

Операции умножения в данном алгоритме отсутствуют, так как изображение и шаблон бинарные.

Использование предложенной схемы позволяет существенно снизить требования к элементной базе системы оптической диагностики благодаря отсутствию блока сегментации и операций умножения.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Садченко. А. В., Кушниренко О.А., Пындык М.П. Алгоритм распознавания символьной информации, обладающий относительной простотой технической реализации // Труды 14-й МНПК «СИЭТ-2013». Т. 1. — Украина, г. Одесса. — 2013.— Стр. 248.

2. Кушниренко О.А., Садченко А.В., Троянский А.В. Корреляционный алгоритм распознавания символьной информации с низкой сложностью технической реализации // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013.— № 3/9 (63).— Стр. 42.

A.V. Sadchenko, O.A. Kushnirenko, Y.A. Savchuk, S.I. Shargorodskiy.

#### System of optical recognition of types of radio components on printed circuit boards.

The authors propose an algorithm for optical recognition of components mounted on printed circuit boards with low-complexity technical implementation due to lack of multiplication operations. The algorithm does not require pre-segmentation of the area of component placement due to the convolution in the "sliding window".

Keywords: *visual diagnostics of PCB, correlation coefficient, sliding correlation.*