

УДК 004.89

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В.А. Величкин

Кандидат технических наук, доцент

Доцент кафедры «Автоматизации и Электроснабжения»

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет», г. Москва

129337, Россия, Москва, Ярославское ш. 26

VelichkinVA@mgsu.ru

И.А. Шиколенко

Аспирант кафедры «Автоматизации и Электроснабжения»

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет», г. Москва

129337, Россия, Москва, Ярославское ш. 26

zugrik@mail.ru

Аннотация

В данной статье рассматривается проблематика автоматизированной диагностики электронных схем с помощью экспертных систем, базирующихся на принципах машинного зрения. В материале концептуально приведены основные специфические этапы, через которые необходимо пройти для создания нейросети для поиска компонентов и анализа неисправностей печатной платы. Рассматриваются механизмы обучения нейросети, а также исследуются методы повышения точности распознавания отдельных компонентов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное зрение, алгоритм распознавания, нейросеть, электронные схемы, компоненты, диагностика неисправностей.

**RESEARCH AND DEVELOPMENT ALGORITHMS FOR VISUAL
ASSESSMENT MALFUNCTIONS OF ELECTRONIC CIRCUITS BY USING
ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES**

Vladimir A. Velichkin

Candidate of Technical Sciences

Associate Professor, Department of Automation and Power Supply, National Research Moscow State

University of Civil Engineering

129337, Russia, g. Moscow, ul. Yaroslavskoe Shosse, 26, of. 204

Il'ya A. Shikolenko

graduate student, Department of Automation and Power Supply, National Research Moscow State University of Civil Engineering

129337, Russia, Moscow, str. Yaroslavskoe Shosse, 26, room No. 204

ABSTRACT

This article discusses the problems of automated diagnostics of electronic circuits using expert systems based on the principles of machine vision. The material conceptually describes the main specific stages through which it is necessary to go through to create a neural network to search for components and analyze PCB malfunctions. The article explores the mechanisms of training a neural network and methods for increasing the accuracy of component recognition.

Keywords: artificial intelligence, machine vision, recognition algorithm, neural network, electronic circuits, components, fault diagnosis.

Введение

В настоящее время различные электронные устройства занимают все большее место в повседневном быту и хозяйственной деятельности. Не является исключением и сфера домашней автоматизации и проектов для радиолюбителей. Вместе с тем, необходимо отметить, что не всегда электронные изделия доступные широкому кругу потребителей в вышеуказанных сферах обладают высокими показателями надежности, как вследствие особенностей производства в некоторых странах азиатско-тихоокеанского региона [1], так и в силу объективных причин, вызванных применяемыми технологиями монтажа [2]. Тем не менее характер продукции зачастую применяемых для малобюджетных решений в вышеуказанных сферах зачастую позволяет самостоятельное восстановление электронных изделий в том числе путем обнаружения и замены, вышедших из строя электронных компонентов. Вместе с тем необходимо отметить, что на долю непосредственной замены неисправного компонента тратится меньшая часть времени в сравнении с трудозатратами на проведение диагностики и локализации неисправности [3]. Таким образом, проявляется потребность в повышении эффективности процесса диагностики, в условиях «бюджетного» сегмента электронных устройств целесообразно применение технологий машинного зрения на пользовательских мобильных или стационарных электронных вычислительных машинах общего применения.

Алгоритм распознавания дефектов

При решении задачи обнаружения дефектов традиционными методами целесообразным решением стало бы применение алгоритма, сравнивающего

обработанное изображение и его «маску» с эталонным [4], однако, учитывая специфику сегмента доступных устройств домашней автоматизации, при которой даже одинаковые номенклатурные единицы могут иметь некоторые отличия в элементной базе и её размещении на плате, целесообразен поиск альтернативного подхода. Современная практика применения алгоритмов распознавания изображений на базе нейронных сетей, в совокупности с увеличением вычислительной мощности доступных широкому пользователю персональных электронно-вычислительных машин свидетельствует о перспективности применения методов машинного зрения для решения задач распознавания объектов микроэлектроники. В основе своей алгоритмы для распознавания неисправных компонентов с помощью нейросети имеют много схожего с определением иных объектов [5], в том числе распознавания человеческих лиц [6].

Для разработки алгоритма удовлетворяющей вышеуказанной задаче было принято решение провести обучение сверхточной нейронной сети для анализа изображений [7] на ограниченной номенклатуре элементов. Для решения задачи в первом приближении были выбраны следующие элементы: - микросхемы, планарные резисторы, планарные резисторные сборки, планарные керамические конденсаторы, электролитические конденсаторы, расположенные на 5 различных печатных платах технически простых и экономически доступных изделий, предназначенных для целей разработки непрофессиональных систем домашней автоматизации. Не смотря на кажущуюся простоту распознавания выбранных компонентов существует большое количество их разновидностей, связанных с типоразмерами и маркировками. Маркировки компонентов могут быть указаны как в метрической системе, так и в соответствии со стандартом организации «Electronic Industries Alliance», прекратившей свое существование в 2010 году.

Обширная номенклатура, небольшие габаритные размеры, а также их визуальная идентичность, усложняет дифференциацию и идентификацию отдельных компонентов. Так, базовая нейросеть, обученная на наборе, ограниченном несколькими сотнями изображений может с высокой долей вероятности совершить ошибку классификации, в том числе приняв за резистор совершенно чужеродные элементы, как показано на рисунке 1.

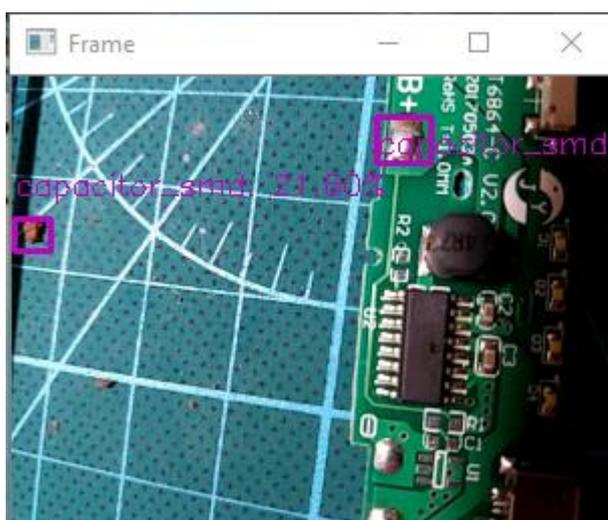


Рисунок 1. Ошибка в распознавании элемента

Именно по причине такой широкой номенклатуры типоразмеров, при тренировке нейросети и анализе полученных результатов возникает проблема масштабирования изображения. Для ее решения приходится применять различные методы - поиск базовых

неизменных компонентов (разъемы, выводные компоненты), геометрические характеристики (крепежные отверстия, шаг контактов, габаритные размеры платы), использование фона с градуированной шкалой (рис. 2), перекрестный анализ компонентов (при котором происходит двухфакторный анализ - сначала компонентов по отдельности, а потом всей платы в целом). Причем при использовании первых двух методов пользователю неизбежно придется вводить и корректировать вручную часть типоразмеров компонентов.

Кроме того, для идентификации компонентов может применяться анализ маркировки на корпусе компонента. В результате такого анализа, в сочетании с предыдущим методом тренировки на сериях масштабных изображений, можно значительно снизить. Так, например, SMD резистор имеет на корпусе числовое значение, в котором закодирован его номинал. На керамическом планарном конденсаторе аналогичного типоразмера такая маркировка отсутствует.



Рисунок 2. Изделие, размещенное на градуированной шкале

Учитывая вышеизложенное можно сделать заключение о необходимости применения комбинированного подхода при котором одна или несколько нейросетей производят поэтапное распознавание объекта в том числе на наличие дефектов, после чего на завершающем этапе могут быть подключены дополнительные алгоритмы распознавания дефектов реализованные на базе традиционных подходов не предусматривающих применения искусственного интеллекта, в том числе сочетание инструментария систем машинного зрения с базой данных по элементам микросхем для вышеуказанной номенклатуры компонентов.

Также в качестве дополнительного метода направленного на повышение качества распознавания объектов и их состояний может служить алгоритм постепенного дополнительного моделей нейронных сетей (рис. 3), как в процессе проведения исследования, так и в процессе эксплуатации прототипов решений пользователем.

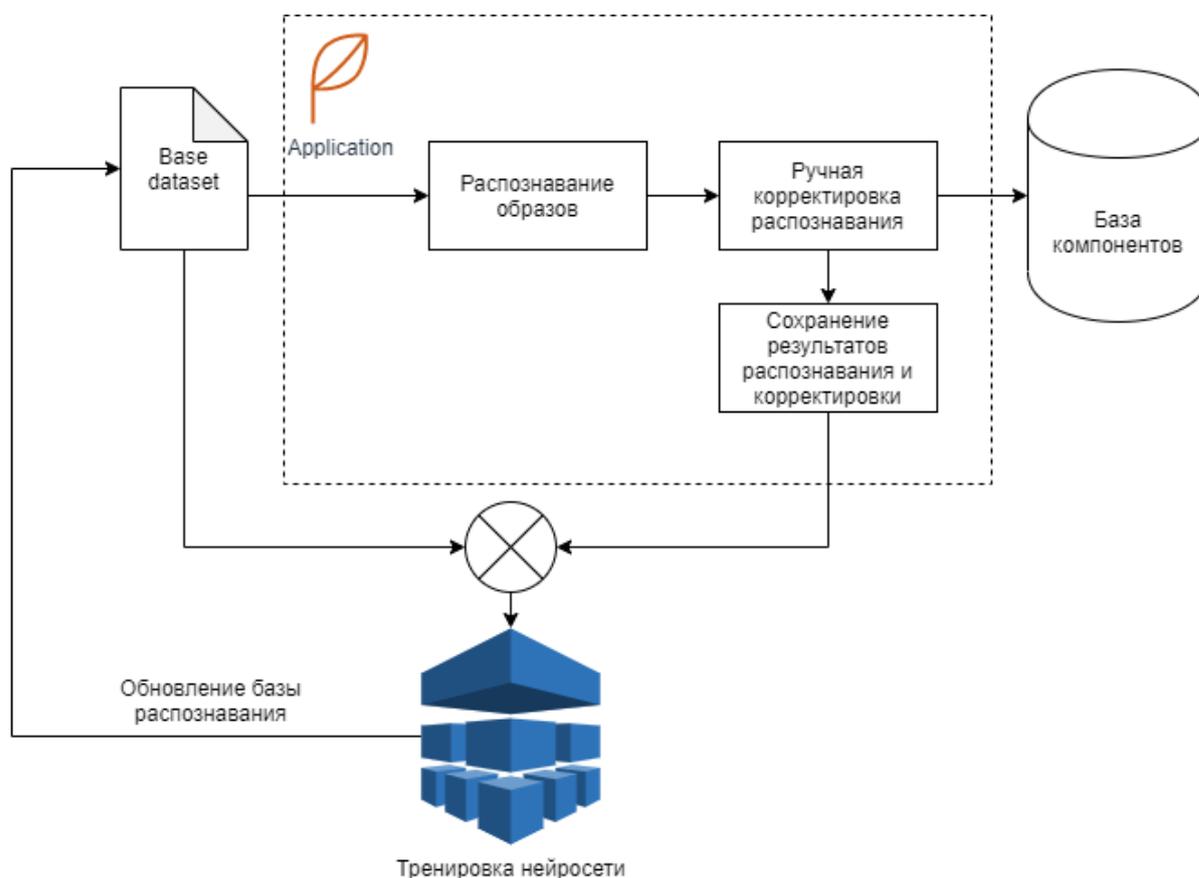


Рисунок 3. Алгоритм дополнительного обучения нейронной сети в процессе применения

Заключение

Доступность современных средства вычислительной техники и программные реализации алгоритмов распознавания объектов, позволяет применить ресурсоемкие программные методы к решению задачи распознавания неисправности электронных схем. При разработке алгоритмов распознавания целесообразно использовать комбинированный подход, основанный на применении одной или нескольких моделей нейронных сетей в сочетании с традиционными алгоритмами машинного зрения, в том числе связанными с базой данных компонентов.

Список литературы

1. Нырова Н. Н. Качество китайских товаров: проблемы и решения // Российский внешнеэкономический вестник. 2007. №5. С. 25-36.
2. Лима П., Ламбрино К. Вандевелде Б. и др. Анализ роста микротрещин в бессвинцовой пайке смонтированных SMD-компонентов // Технологии в электронной промышленности. 2013. № 6. С. 42-47.
3. Петрунин В. В. Построение автоматизированных систем диагностики радиоэлектронной техники // НиКа. 2005. №. 1 С. 373-375
4. Шлаин В., Глейбман А., Вагапов Д. Базовые алгоритмы системы автоматического обнаружения и классификации дефектов для управления производством полупроводниковых микросхем // Проблемы управления. 2006. №1. С. 47-51
5. Шустов В. А. Алгоритмы обучения нейронных сетей распознаванию изображений по равномерному критерию // КО. 2003. №25. С. 183-189
6. Мищенко Екатерина Сергеевна Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц // Вестник ВолГУ. Серия 9: Исследования молодых ученых. 2013. №11. С. 74-76

7. Сикорский О.С. Обзор свёрточных нейронных сетей для задачи классификации изображений // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2017. №20 С. 37-42

References

1. Ny`rova N. N. Kachestvo kitajskix tovarov: problemy` i resheniya // Rossijskij vneshnee`konomicheskij vestnik. 2007. №5. S. 25-36 [in Russian].
2. Lima P., Lambrino K. Vandeveldel B. i d.r. Analiz rosta mikrotreshhin v bessvinczovoj pajke smontirovanny`x SMD-komponentov //Texnologii v e`lektronnoj promy`shlennosti. – 2013. № 6. S. 42-47 [in Russian].
3. Petrunin V. V. Postroenie avtomatizirovanny`x sistem diagnostiki radioe`lektronnoj texniki // NiKa. 2005. №. 1 S. 373-375 [in Russian].
4. Shlain V., Glejbman A., Vagapov D. Bazovy`e algoritmy` sistemy` avtomaticheskogo obnaruzheniya i klassifikacii defektov dlya upravleniya proizvodstvom poluprovodnikovyy`x mikroshem // Problemy` upravleniya. 2006. №1. S. 47-51 [in Russian].
5. Shustov V. A. Algoritmy` obucheniya nejronny`x setej raspoznavaniyu izobrazhenij po ravnomernomu kriteriyu // KO. 2003. №25. S. 183-189 [in Russian].
6. Mishhenkova Ekaterina Sergeevna Sravnitel`ny`j analiz algoritmov raspoznavaniya licz // Vestnik VolGU. Seriya 9: Issledovaniya molody`x ucheny`x. 2013. №11. S. 74-76 [in Russian].
7. Sikorskij O.S. Obzor svyortochny`x nejronny`x setej dlya zadachi klassifikacii izobrazhenij // Novy`e informacionny`e texnologii v avtomatizirovanny`x sistemax. 2017. №20 S. 37-42 [in Russian].