

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Иванов Д.В.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ,
г. Казань, Российская Федерация

Научный руководитель: Суздальцев И.В. – старший преподаватель кафедры САПР

Аннотация. В данной работе рассматривается применение генетического алгоритма для обучения нейронной сети в задаче распознавания дефектов печатных плат. Предложенная система распознавания дефектов печатных плат способна определять 6 видов дефектов печатных плат. Определены основные преимущества и недостатки применения генетического алгоритма для обучения нейронной сети.

Ключевые слова: распознавание дефектов печатных плат, нейронная сеть, генетический алгоритм.

Введение. В связи с увеличением плотности монтажа и уменьшением ширины токопроводящих дорожек при изготовлении печатных плат и фотошаблонов нередко возникают дефекты токопроводящего рисунка.

Визуальный контроль, выполняемый человеком-оператором с целью выявления дефектов, при высокой плотности размещения проводящих дорожек на подложках микросхем и печатных платах является недостоверным, трудоемким, имеет малую производительность и не эффективен, кроме того, рабочий не может делать никакого анализа, кроме как «брак» или «не брак, то есть не может выявлять причины возникновения дефектов, проводить необходимые для этого обобщения и анализ. [1].

Целью данной работы является разработка оптимального алгоритма обучения нейронной сети, способной распознавать дефекты печатных плат.

Содержательная постановка задачи. Нейронные сети — это алгоритмы оптимизации и обучения, в общих чертах основанные на концепциях, вдохновленных исследованиями в области природы головного мозга. На рисунке 1 показана схема нейронной сети.

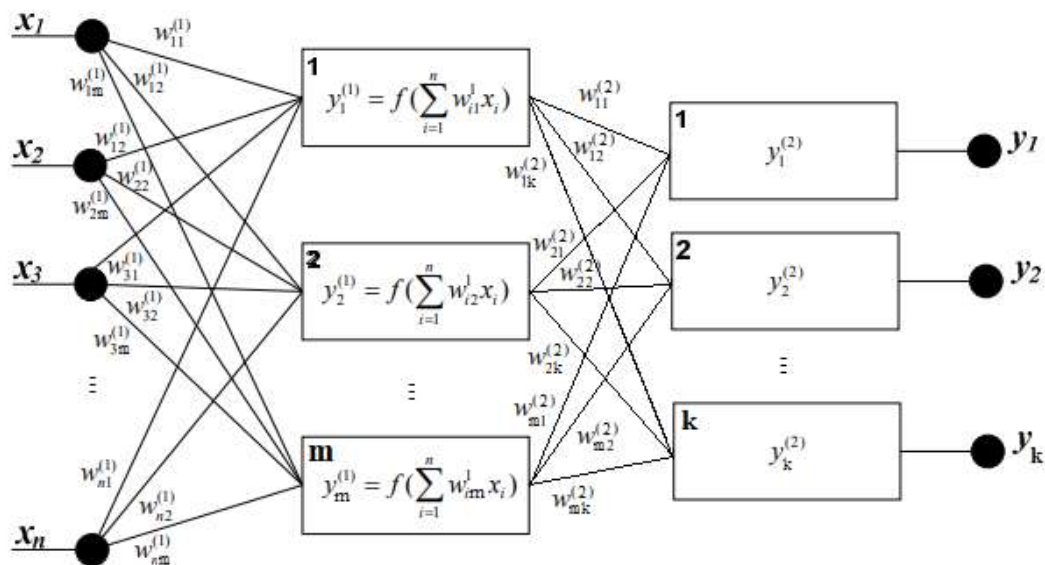


Рисунок 1 – Схема нейронной сети для решения задачи распознавания дефектов печатных плат

Базовым элементом нейронной сети является узел обработки. Каждый узел обработки суммирует значения своих входов. Затем эта сумма проходит через произвольную функцию активации для получения выходного значения узла. Состояние нейрона определяется по формуле:

$$y = \sum_{i=1}^n x_i \omega_i, \quad (1)$$

где x_i - значение i -ого входа нейрона;
 ω_i - вес i -ого синапса;
 y - значение состояния нейрона.

В задаче используется нейронная сеть, состоящая из $28 \times 28 = 784$ нейрона во входном слое, 128 нейронов в промежуточном слое и 10 нейронов в выходном слое. На вход нейронной сети подаются изображения 28×28 пикселей, каждый пиксель которых представлен в виде целого числа от 0 до 255, определяющий степень темноты пикселя. Нейроны выходного слоя представляют собой вероятность отнесения изображения к соответствующему виду дефектов.

Основная часть. Предложенная система распознавания дефектов печатных плат определяет 6 видов дефектов печатных плат: отсутствие необходимого отверстия; укус мыши (отсутствие кусочка токопроводящей дорожки); обрыв цепи (недостающее соединение между точками, которые необходимо соединить); короткое замыкание (непредусмотренное чертёжом электрическое соединение отдельных участков проводящего рисунка); шпора; паразитная медь (лишний кусок токопроводящей дорожки).

В качестве алгоритма обучения нейронной сети был выбран генетический алгоритм. Генетический алгоритм – это адаптивный эвристический метод поиска, представляющий собой вероятностный алгоритм поиска, основанный на механике естественного отбора и естественной генетике. Он применяется для подстройки весов скрытых и выходных слоев нейронной сети.

Данный алгоритм содержит следующие процедуры: формирование начальной популяции, оператор кроссинговера, мутация, оценка приспособленности особей, селекция. Популяция содержит множество альтернативных решений, представленных в виде особей популяции. Алгоритм завершает свою работу, если значение погрешности распознавания лучшей особи популяции не изменяется n популяций. Чем больше n , тем меньше погрешность распознавания и точнее нейронная сеть.

Погрешность распознавания рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_i = 1 - \frac{y}{y_0} \quad (2)$$

где y_0 – эталонное значение выходного сигнала;

y – вычисленное значение выходного сигнала при распознавании дефекта печатной платы из обучающей выборки с данным набором весовых коэффициентов.

Представленная на рисунке 1 нейронная сеть, преобразуется в хромосому особи, заполняя ее весовыми коэффициентами (производя обход сверху вниз, слева направо). Таким образом, хромосома представляет собой набор генов – весовых коэффициентов [2]:

$$C = (w_{11}^{(1)}, w_{12}^{(1)}, \dots, w_{1m}^{(1)}, w_{21}^{(1)}, w_{22}^{(1)}, \dots, w_{2m}^{(1)}, \dots, w_{n1}^{(1)}, w_{n2}^{(1)}, \dots, w_{nm}^{(1)}, w_{11}^{(2)}, w_{12}^{(2)}, \dots, w_{1k}^{(2)}, w_{21}^{(2)}, w_{22}^{(2)}, \dots, w_{2k}^{(2)}, w_{m1}^{(2)}, w_{m2}^{(2)}, \dots, w_{mk}^{(2)}) \quad (3)$$

Заключение. К основным преимуществам генетических алгоритмов перед алгоритмами обратного распространения ошибки можно отнести: вычислительную малоинтенсивность (никаких расчетов по линейной алгебре не требуется. Единственные необходимые расчеты

машинного обучения — это прямые проходы через нейронные сети. Из-за этого системные требования очень широкие по сравнению с глубокими нейронными сетями); адаптивность (можно было бы адаптировать и внедрить множество различных тестов и способов манипулирования гибкой природой генетических алгоритмов).

Однако генетические алгоритмы занимают длительный период времени обучения (неудачные кроссоверы и мутации могут отрицательно сказаться на точности программы и, следовательно, замедлить сходимость программы или достичь определенного порога потерь).

Причина, по которой генетические алгоритмы настолько эффективны, заключается в том, что не существует прямого алгоритма оптимизации, позволяющего получать чрезвычайно разнообразные результаты. Кроме того, они часто предлагают очень интересные решения, которые часто дают ценное понимание проблемы.

Список литературы

1. Бухалто А. Н., Бурый В. И., Буянов А. А., Власов А. И. и др. «Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений». Кн. 7. / под общей редакцией Ю. В. Гуляева и А. И. Галушкина. – М.: Радиотехника, 2003. – 192 с: ил. (серия: Нейрокомпьютеры и их применение).
2. Prudencio, R.B.C. *Evolutionary Design of Neural Networks: Application to River Flow Prediction* / R.B.C. Prudencio, T.B. Ludemir // *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Applications*.-2001.- p. 56–66.
3. Carpenter G.A., Grossberg S. *Normal and amnesia learning, recognition, and memory by a neural model of corticohippocampal interactions*. *Trends in Neurosci.*, 16, pp. 131-137, 1993.
4. Richard P. Lippmann, *An Introduction to Computing with Neural Nets*, *IEEE Acoustics, Speech, and Signal Processing Magazine*, April 1987.

UDC 621.3:658.512.2:004.021

NEURAL NETWORK TRAINING USING GENETIC ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF RECOGNITION OF DEFECTS IN PRINTED CIRCUIT BOARDS

Ivanov D.V.

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev - KAI, Kazan, Russian Federation

Suzdaltsev I.V. – senior lecturer of the department of CAD

Annotation. In this paper, we consider the application of a genetic algorithm for training a neural network in the problem of recognizing defects in printed circuit boards. It is shown that the use of a genetic algorithm at the stage of training a neural network makes it possible to increase the speed of data processing and eliminate the disadvantages of the backpropagation method.

Keywords: neural network, genetic algorithm, PCB defect recognition.