

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАЙКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Елец А.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В.Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: 9753181@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена методика моделирования качества волновой пайки с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС) в сравнении с методом множественной линейной регрессии. Обе модели сопоставлены для выявления преимуществ ИНС.

1. Введение

Многослойный персептрон — искусственная нейронная сеть прямого распространения. Входной сигнал в такой сети распространяется в прямом направлении, от слоя к слою.

Каждый нейрон суммирует поступающие к нему сигналы от нейронов предыдущего уровня иерархии с определенными весовыми коэффициентами и формирует ответный сигнал (переходит в возбужденное состояние), если полученная сумма выше порогового значения. Персептрон переводит входной образ, определяющий степени возбуждения нейронов самого нижнего уровня иерархии, в выходной образ, определяемый нейронами самого верхнего уровня [1].

2. Основная часть

Многослойный персептрон для моделирования волновой пайки состоит из следующих элементов:

- технологических параметров процесса в качестве входных параметров;
- одного скрытого слоя с 15 скрытыми нейронами;
- выходного нейрона, который описывает предсказуемое число дефектов пайки.

Нейронная сеть обучается с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, когда выходные значения сравниваются с правильным ответом из исходных данных для вычисления значения некоторой предопределенной функции ошибки. Процесс обучения несколько раз повторяется, что в конечном итоге определяет набор значений, который минимизирует значение ошибки между фактическим и ожидаемым результатами для всех входных переменных.

В качестве передаточной функции скрытого слоя использована функция гиперболического сигмовидного тангенса, для выходного слоя — линейная передаточная функция. Надежность модели оценивали при помощи индекса согласия (IS):

$$IS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - M| + |O_i - M|)^2} = 1 - N \frac{mse}{PE},$$

где P_i — прогнозируемое значение;

O_i — текущее значение;

M — среднее значение;

PE — потенциальная ошибка, максимальное значение квадрата разности прогнозируемого и среднего значений;

mse — среднеквадратичная ошибка.

IS является относительной и безразмерной величиной, принимающей значение от 0 до 1. Хорошая модель имеет IS, близкий к 1.

Для моделирования процесса в качестве входных переменных экспериментально выбрано 23

технологических параметра. Результаты моделирования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Дефекты пайки	Метод множественной линейной регрессии		Метод искусственной нейронной сети	
	IS	Количество значимых входных переменных	IS	Количество значимых входных переменных
Плохое смачивание	0,62	14	0,85	16
Излишки припоя	0,80	15	0,93	7
Шарики припоя	0,71	17	0,91	13
Хвосты припоя	0,35	14	0,86	6
Остатки припоя	0,83	13	0,93	11
Перекрышки	0,69	15	0,91	13
Незапаянные чипы	0,56	14	0,89	14

3. Заключение

Таким образом, как показывают результаты моделирования, метод искусственной нейронной сети превосходит метод множественной линейной регрессии. Во-первых, у моделей, полученных с помощью метода нейронной сети, IS больше на (10 ... 33) % для каждой модели дефектов. Во-вторых, с помощью этого метода более достоверная модель может быть получена с меньшим числом переменных, что будет выгодно при использовании модели в промышленных приложениях.

4. Список литературы

- [1] Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов — М.: Горячая линия - Телеком, 2001. — 382 с.
- [2] Liukkonen M. Modeling of soldering quality by using artificial neural networks / M. Liukkonen, T. Hiltunen, E. Havia, H. Leinonen, Y. Hiltunen // IEEE Transactions on electronics packaging manufacturing. — 2009. — Vol. 32, № 2. — P. 13—18.

MODELING OF A SOLDERING PROCESS BY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Yelets A.A.

Scientific adviser: Lanin V.L.

Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics, Belarus

Abstract — The method of soldering using artificial neural networks (ANN) was compared with the method of a multiple linear regression. Both models are compared to identify the advantages of ANN.