

ЭТАПЫ ПРОГРАММНОЙ ОТБРАКОВКИ ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕНАДЕЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ ПОРОГОВОЙ ЛОГИКИ

На сегодняшний день проблема повышения надежности радиоэлектронной аппаратуры не теряет актуальности. Технический прогресс в сфере радиоэлектроники приводит к стремительному росту сложности аппаратуры, который намного опережает рост качества элементной базы.

Качество и надежность элементов радиоэлектроники контролируется по множеству электрических параметров, являющихся критериальными в определении функциональной пригодности изделия. Как правило, эти параметры указываются в технических условиях на изделия [1].

На основе соответствия рассматриваемых критериальных параметров (x_1, \dots, x_k) их пороговым значениям (x_{i0}) методом пороговой логики определяется один из двух классов элемента: K_1 – класс надежных экземпляров, K_2 – класс потенциально ненадежных экземпляров.

Двоичное представление признаков существенно упрощает прогнозирование надежности элементов и устройства в целом. В статье [2] признаки x_1, \dots, x_k предложено преобразовывать в двоичные сигналы z_1, \dots, z_k так, чтобы значения $z_i=1$ в основном соответствовали экземплярам класса K_1 .

Для обеспечения этого могут использоваться выражения

$$\left. \begin{aligned} z_i &= 1, \text{ если } x_i \geq x_{i0}; \\ z_i &= 0, \text{ если } x_i < x_{i0}; \end{aligned} \right\} \quad 1)$$
$$\left. \begin{aligned} z_i &= 1, \text{ если } x_i \leq x_{i0}; \\ z_i &= 0, \text{ если } x_i > x_{i0}; \end{aligned} \right\} \quad 2)$$

где x_{i0} – пороговый уровень (кратко – порог) i -го признака, определяемый экспериментально с использованием результатов обучающего эксперимента.

Одним из важнейших этапов программной отбраковки элементов является обучение решающей функции. Для нахождения решающего правила через обучающий эксперимент необходимо предварительно обработать входные данные, используя выражения (1) и (2). Далее каждому из параметров элемента присваивается весовой коэффициент и устанавливается пороговое значение.

На основе имеющихся данных формируется прогнозирующее правило в форме логической таблицы [2]: для k признаков количество сочетаний (комбинаций) N двоичных сигналов z_i равно: $N=2^k$.

Подсчет значений решающей функции осуществляется по формуле

$$F_1(Z_1^i, Z_2^i, \dots, Z_k^i) = \sum_{j=1}^k \alpha_j (Z_j^i), \quad 3)$$

где $\alpha_j(Z_j^i)$ – вес j -го двоичного сигнала, взятый для i -го элемента.

Далее определяется порог разделения классов. И затем рассчитывается расчетный класс.

Для всех последующих элементов, не принимавших участие в эксперименте, прогнозирование осуществляется в три этапа:

1. Измерение значений параметров i -го контролируемого изделия.
2. Преобразование полученных значений во входные двоичные сигналы.
3. Поиск в логической таблице набора, соответствующего контролируемому изделию и определение класса.

В качестве инструмента автоматизации метода пороговой логики был использован язык программирования *Python*, как один из наиболее популярных языков для задач, связанных с классификацией данных.

Литература:

1. Горлов, М. И. Современные диагностические методы контроля качества и надежности полупроводниковых изделий / М. И. Горлов, В. А. Сергеев; под науч. ред. М. И. Горлова. – 2-е изд. – Ульяновск : УлГТУ, 2015. – 406 с.
2. Прогнозирование надежности изделий электронной техники методом пороговой логики / С. М. Боровиков и [др.]. – Минск. – Доклады БГУИР №2, 2006. – С. 49–55.