

РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ НА ГИБКО-ЖЕСТКОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Галимов И.Р.

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 задача размещения элементов на гибко-жесткой печатной плате с учетом теплового критерия с использованием генетического алгоритма. Представлен генетический алгоритм решения задачи, а также алгоритм теплового анализа для нахождения значений температур элементов. Показан пример оптимального размещения, реализованный в программном модуле.

Ключевые слова: гибко-жесткая печатная плата, тепловой критерий качества, генетический алгоритм, размещение элементов.

Введение. Высокая плотность размещения элементов электронно-вычислительной аппаратуры создает большие трудности при конструктивной реализации соединений между ними. В этой связи задача размещения элементов на плоскости определяет быстроту и качество трассировки [1].

Анализ тепловой совместимости является важным критерием в данной задаче, так как эффекты, вызванные тепловыми процессами при функционировании готового устройства, могут привести к выходу его из строя.

Целью данной работы является разработка алгоритма, реализующего размещение элементов на гибко-жесткой печатной плате (ГЖПП) с учетом теплового критерия.

Основная часть. Содержательной постановкой задачи является определение координат размещения элементов на жестких частях печатной платы с учетом ограничений и выбранного теплового критерия качества.

Для оценки качества размещения выбирается решение с минимальной максимальной температурой элементов на ГЖПП. Температура элементов определяется исходя из решения дифференциального уравнения теплопроводности Фурье-Киргофа (формула 1).

Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье-Киргофа для решения задачи теплового анализа [2]:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + q, \quad (1)$$

где ρ – плотность материала,

C_p – теплоемкость материала,

∂T – изменение функции температуры за временной шаг,

∂t – шаг исследования по времени,

∂x – шаг исследования по координате x ,

λ – коэффициент теплопроводности платы,

∂y – шаг исследования по координате y ,

q – количество теплоты, выделенной в единицу времени, в единицу объема.

При рассмотрении задачи размещения элементов на ГЖПП, в отличие от обычной печатной платы, необходимо учитывать ряд других ограничений. Так при размещении элементов на жестких частях платы необходимо проверять как отсутствие пересечений с другими уже размещенными на данной плате элементами, так и с элементами, расположенными на другой жесткой части ГЖПП. Введение данного ограничения связано с тем, что размещенные элементы не должны мешать сгибанию ГЖПП.

Таким образом ограничениями данной задачи являются: взаимное не пересечение посадочных мест элементов друг с другом; размещение элементов в пределах монтажной плоскости ГЖПП; не пересечение посадочных мест элементов с запрещенными зонами; не пересечение элементов при сгибании ГЖПП.

В качестве алгоритма был выбран генетический алгоритм. Данный алгоритм основан на 5-ти процедурах: генерация начальной популяции, формирование родительских пар, скрещивание, мутация, селекция. Популяция содержит множество решений, т.е. особей. Каждая особь содержит в себе две хромосомы. Первая хромосома описывает порядок размещения элементов, а вторая хромосома описывает ориентацию элементов в пространстве (вертикальная, горизонтальная). В процедуре селекции происходит декодирование каждой особи, после чего проводится тепловой анализ каждой особи. После определения значений целевой функции каждой особи, с помощью элитной селекции выбираются лучшие из них.

Алгоритм дешифровки. Заранее, основываясь на второй хромосоме, все элементы принимают свое горизонтальное или вертикальное положение, затем начинается размещение элементов в том порядке, который указан в первой хромосоме особи. Размещение начинается с левого нижнего угла рассматриваемой жесткой части ГЖПП, размещение происходит слева-направо, снизу-вверх. Если элемент не удается разместить на текущей жесткой части, то размещение начинается с другой. Таким образом если все элементы не были размещены, то данную особь не удалось дешифровать, после чего она удаляется из рассматриваемого множества особей.

Например, проведем дешифровку особи с хромосомами: $\{1,5,7,3,8,6,2,4\}$; $\{0,0,1,0,1,1,1,0\}$. Максимальная высота размещаемых элементов на первой жесткой части: 20мм; на второй: любая. Высота элементов: элемент[1] = 15мм; элемент[2] = 10мм; элемент[3] = 5; элемент[4] = 15мм; элемент[5] = 5мм; элемент[6] = 25мм; элемент[7] = 25мм; элемент[8] = 10мм;

На рисунке 1 представлено дешифровка данной особи.

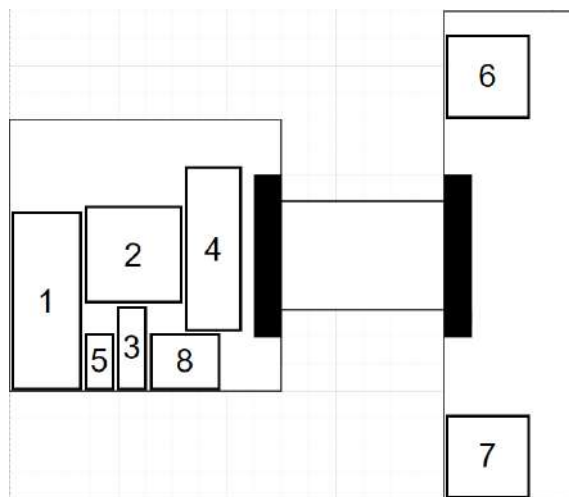


Рисунок 1 – Результат дешифровки особи

В ходе работы была создана программа на языке C#, реализующая работу данного алгоритма.

На рисунке 2 представлен пример размещения 8-ми элементов на ГЖПП. В результате работы генетического алгоритма был получен результат, при котором максимальное значение температуры элементов, размещенных на ГЖПП, составило 21,6 °С.



Рисунок 2 – Результат работы программы, реализующий генетический алгоритм размещения

Заключение. Разработан алгоритм размещения элементов на гибко-жесткой печатной плате с учетом теплового критерия. Выполнена реализация данного алгоритма в программном модуле на языке C#.

Список литературы

1. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР/ В.М. Курейчик. – Москва: Радио и связь, 1990. – 352 с.
2. Дроздинов В.А. Основы конструкторского проектирования и теплового моделирования электронных средств/ В.А. Дроздинов, В.Н. Невзоров. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2018. – 92 с.

UDC 621.3:658.512.2:004.021

PLACEMENT OF ELEMENTS ON A FLEXIBLE-RIGID PCB BASED ON A GENETIC ALGORITHM

Galimov I.R.

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 work, the problem of detecting elements on a light-rigid printed circuit board was identified using a genetic algorithm based on a thermal criterion. an algorithm for solving the problem, as well as an algorithm for obtaining map agreement to determine the value of the quality criterion. An example of a ubiquitous closure implemented in a program module is shown.

Keywords: flexible-rigid printed circuit board, thermal quality criterion, genetic algorithm, placement of elements.