

УДК 621.3.049.73.75:001.2(024)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ПО ПЕЧАТНЫМ ПЛАТАМ

**Шандриков А.С.¹, преп., Клименкова С.А.², ст. преп.,
Куксевич В.Ф.², ст. преп.**

¹ *Витебский государственный политехнический колледж учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь*

² *Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрено математическое моделирование распределения радиоэлектронных компонентов по печатным платам радиоэлектронных средств с многоуровневой конструктивной иерархией для случаев, когда основным критерием качественной компоновки является минимум внешних связей между скомпонованными печатными платами.

Ключевые слова: компоновка, радиоэлектронный компонент (РЭК), радиоэлектронное средство (РЭС), граф, печатная плата.

На этапе компоновки радиоэлектронных средств (РЭС) решается задача распределения элементов i -го уровня по элементам $(i + 1)$ -го уровня конструктивной иерархии. На самом низком – первом уровне, находятся минимальные конструктивные единицы – радиоэлектронные компоненты (РЭК) – микросхемы, транзисторы, конденсаторы и т. п., которые в процессе эксплуатации РЭС можно заменить в случае их выхода из строя [1]. На втором уровне – коммутационное поле (печатная плата), на котором размещаются РЭК, соединённые между собой печатными проводниками в соответствии с принципиальной электрической схемой. Как правило, для каждой печатной платы задают определённое количество РЭК.

Наряду с этим на практике часто встречаются ситуации, когда распределение РЭК осуществляют, не задаваясь их конкретным количеством на каждой плате, учитывая при этом требования стандартов на типоразмерные параметры печатных плат и ограничивая только минимальное N_{min} и максимальное N_{max} допустимое количество РЭК на плате. Одновременно стремятся к тому, чтобы на каждой печатной плате было расположено приблизительно одинаковое количество РЭК [2]. Такой подход применяется в тех случаях, когда главным критерием оптимизации компоновки РЭС является минимум внешних соединений между печатными платами.

Решение задачи компоновки осуществляется с использованием математической модели принципиальной электрической схемы, представленной в виде графа $G = (X, U)$, где множество вершин X – совокупность всех РЭК, входящих в состав проектируемого РЭС, а множество U – совокупность соединений между РЭК в соответствии с принципиальной электрической схемой. Моделирует процесс компоновки разрезание графа на отдельные связанные между собой подграфы. Учитывая условия компоновки оптимально будет разрезать граф на два подграфа, но получаемое при этом количество вершин может превысить допустимое значение N_{max} для размещения на платах. По этой причине в процессе разрезания графа необходимо фиксировать каждое возможное решение и выбирать вариант с минимальным количеством соединений между сформированными подграфами.

Разрезание графа как моделирование процесса компоновки РЭС не может иметь общего алгоритма автоматизированного проектирования из-за большого количества и разнообразия условий компоновки, а также из-за трудности формализации совокупности критериев, используемых для оценки качества полученных результатов [3, 4]. По этой причине разработка новых методик представляет большой интерес как с теоретической, так и с практической точек зрения.

В данной работе описывается разрезание графа итерационным методом сечений [5]. Разработанный метод включает три этапа:

- отображение графа в одномерную координатную решётку размерностью $n \times 1$, где n – количество вершин графа;
- оптимизация текущего размещения графа, руководствуясь критерием минимума суммарной длины соединительных рёбер;
- разделение графа на подграфы в сечениях с минимальным количеством соединительных рёбер.

Рассмотрим порядок реализации данного метода.

1. Исходный граф произвольно отобразить в одномерную координатную решётку $n \times 1$, где n – количество вершин графа.

2. По матрицам смежности R и расстояний D вычислить величины приращений суммарной длины связей для всех возможных парных перестановок.

3. По результатам вычислений построить матрицу приращений суммарной длины связей для всех возможных парных перестановок.

4. Из множества пар вершин, перестановка которых даёт отрицательные приращения суммарной длины связей, выбрать двухэлементное подмножество или несколько таких подмножеств, обеспечивающих выполнение следующих условий:

- а) выбранное подмножество перестановок максимально уменьшает суммарную длину связей;
- б) любая пара вершин из выбранного подмножества не должна иметь связей с другими парами.

Несоблюдение указанных условий может ухудшить результат размещения по сравнению с первоначальным на любой итерации.

В [6] приводится ещё одно условие: любая вершина может менять свою позицию только один раз, однако в процессе изучения темы «Алгоритмизация размещения РЭС» учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» было неоднократно доказано, в том числе и на примерах, что данное условие деструктивно.

Недопустимой следует считать повторную перестановку одной и той же пары вершин. Такая перестановка свидетельствует о заиклиивании программы для автоматизированного решения задачи размещения, например, из-за ошибки написания её кода. Повторная и, возможно неоднократная, перестановка одной вершины с вершиной из другой пары способствует минимизации суммарной длины связей между размещаемыми элементами любого иерархического уровня.

5. Выполнить перестановку выбранных подмножеств. В матрице смежности разрезаемого графа переставить строки и столбцы, соответствующие переставляемым вершинам.

6. Повторно вычислить величины приращений суммарной длины связей для всех возможных парных перестановок.

Описанные действия повторяются до тех пор, пока в матрице приращений суммарной длины связей не останется ни одного отрицательного перестановочного коэффициента.

7. Провести сечения между всеми рядом расположенными узлами координатной сетки и отсечь подграфы, расположенные левее или правее проведённого сечения, количество вершин в которых находится в пределах заданного диапазона.

Список использованных источников

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств : учеб. пособие для вузов / О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров [и др.] ; под ред. О. В. Алексеева. – М. : Высш. шк., 2000. – 479 с. : ил. – ISBN 5-06-002691-4.
2. Мелихов, А. Н. Применение графов для проектирования дискретных устройств [Текст] / А.Н. Мелихов, Л.С. Бернштейн, В.М. Курейчик. — Москва : Наука, 1974. – 204 с.
3. Абрайтис, Л. Б. Автоматизация проектирования ЭВМ : Автоматизированное техническое проектирование конструктивных узлов цифровых устройств / Л.Б. Абрайтис, Р. И. Шейнаускас, В.А. Жилевичюс ; под ред. Л.Б. Абрайтиса. – М. : Сов. радио, 1978. – 272 с. : ил.
4. Автоматизация схемотехнического проектирования : Учеб. пособие для вузов / В. Н. Ильин, В. Т. Фролкин, А. И. Бутко [и др.] ; под ред. В. Н. Ильина. – М. : Радио и связь, 1987. – 368 с. : ил.
5. Шандриков, А. С. Разрезание графа итерационным методом сечений [Текст] /А. С. Шандриков // IX Всероссийская конференция по математическому моделированию и

информационным технологиям (с участием иностранных учёных) : Тезисы докладов. Кемерово, 28-30 октября 2008 г. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2008.

6. Конструирование и технология печатных плат : Учеб. пособие для радиотехнических специальностей вузов / А. Т. Жигалов, Е. П. Котов, К. Н. Шихаев [и др.]. – М. : Высш. шк., 1973. – 216 с. : ил.

УДК 677.11:620.1

ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН С ПРИМЕНЕНИЕМ ИХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Орлов А.В.¹, к.т.н., Пашин Е.Л.², д.т.н. проф.

¹*Костромской государственной университет (КГУ),
г. Кострома, Российская Федерация*

²*Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
п. Караваново, Костромская обл., Российская Федерация*

Реферат. В статье указаны недостатки стандартного метода определения линейной плотности лубяных волокон по их расщепленности. Для его совершенствования сформулирована целесообразность использования систем технического зрения. Осуществлен выбор степени разрешения исходного цифрового с позиций минимизации: расхождения геометрических размеров фактических и синтетических волокон, а также проявления дефектов подложки. Установлено, что при разрешении сканирования 300 DPI искомые условия являются рациональными.

Ключевые слова: лубяное волокно, длина, дефекты, цифровое изображение, техническое зрение, степень разрешения.

Одним из важнейших свойств текстильного сырья и полуфабрикатов является толщина волокон. В случае анализа лубяных волокон определение линейной плотности производится методом, основанном на учёте расщеплённости волокнистых комплексов. Для этого формируют пробу волокон (масса 100 мг) в виде отрезков длиной 10 мм и производят подсчёт количества единичных волокон с учетом их ответвлений [1]. Однако при реализации данного метода проявляются его недостатки, обусловленные особенностями структуры волокон [2]. Прежде всего, это касается невозможности учета размеров внутренних расщеплений и ответвлений волокон.

Альтернативой ручному подсчёту в данном методе может являться использование систем «Computer vision», основанных на анализе цифровых изображений [3], полученных, например, с применением типовых сканирующих средств. Такой подход сравнительно дешёв в реализации, но требует контроля условий съёмки и предварительной подготовки цифрового изображения для уменьшения искажений по геометрическим параметрам волокон.

Значительная доля алгоритмов анализа изображений работает только с бинарными (черно-белыми без полутонов) изображениями. Поэтому одной из задач явился выбор степени разрешения исходного изображения (количество точек на дюйм, DPI). Дело в том, что изменение детализации изображения может оказывать неоднозначное влияние на полученный результат: чрезмерно низкая детализация не позволит произвести оценку геометрических параметров волокон с достаточной степенью точности, а чрезмерно высокая – потребует значительных вычислительных ресурсов для обработки изображения. Это подтверждается предварительным анализом цифровых изображений волокон льна, полученных с разным разрешением (величиной DPI) (рис. 1).

Для оценки влияния величины DPI пробу отрезков льняных волокон сканировали с применением сканера SonoScan-4400F. Полученное изображение преобразовывали в оттенки серого и подвергали пороговому преобразованию с величиной порога, равной средней яркости всего изображения. В качестве критерия совпадения параметров отдельных случайно выбранных волокон на изображении (синтетические волокна) с их реальными параметрами была выбрана относительная погрешность в определении