

УДК 004.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УЧЕБНОЙ СИСТЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

Николаенко Денис Владимирович, Струнилин Владимир Николаевич, Пшеничный Дмитрий Викторович

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк)

E-mail: dimon11_22@mail.ru

Аннотация:

Исследование и разработка учебной системы размещения элементов на печатной плате с использованием метода ветвей и границ. Рассмотрена тема по исследованию и разработке учебной системы размещения элементов на печатной плате с использованием метода ветвей и границ. Сообщается о этапах проектировки печатных плат. Определена структура учебная система САПР.

Ключевые слова: ЭВМ, САПР, Microsoft Visual Studio, C#, печатная плата.

Annotation:

Research and development of an educational system for placing elements on a printed circuit board using the branch and bound method. The topic of research and development of an educational system for placing elements on a printed circuit board using the branch and bound method is considered. The stages of PCB design are reported. The structure of the educational CAD system has been determined.

Keywords: computer, CAD, Microsoft Visual Studio, C #, printed circuit board.

Введение

В настоящее время происходит стремительное развитие систем автоматизированного проектирования (САПР). Основной задачей САПР является упрощение и повышение эффективности работы инженеров с помощью взаимодействия с ЭВМ. САПР используется для проведения различных технических работ, облегчения процессов конструирования в различных отраслях, повышение качества результатов проектирование, сквозного автоматизированного проектирования и другое.

Под системой автоматизированного проектирования (САПР) понимается организационно–техническая система, состоящая из совокупности комплекса средств автоматизации проектирования и коллектива специалистов подразделений проектной организации, способную решать задачи проектирования [1].

Размещение элементов – это задача определения их местоположения на коммутационном поле в конструктивном модуле такого, при котором создаются наилучшие условия для решения последующей задачи трассировки соединений с учётом конструктивно–технологических требований и ограничений. Среди существующих алгоритмов размещения группа последовательных алгоритмов в наибольшей степени имитирует действия инженера проектировщика, рассчитывая при этом локальный критерий оптимальности.

Размещение элементов на печатной плате

Исходной информацией при решении задач размещения элементов являются:

- данные о конфигурации и размерах коммутационного пространства, определяемые требованиями установки и крепления данной сборочной единицы в аппаратуре;
- количество и геометрические размеры конструктивных элементов, подлежащих размещению;
- схема соединений, а также ряд ограничений на взаимное расположение отдельных элементов, учитывающих особенности разрабатываемой конструкции.

Задача сводится к отысканию для каждого размещаемого элемента таких позиций, при которых оптимизируется выбранный показатель качества и обеспечиваются наиболее благоприятные условия для последующего электрического монтажа. Особое значение эта задача приобретает при проектировании аппаратуры на печатных платах [2].

Основная сложность в постановке задач размещения заключается в выборе целевой функции. Связано это с тем, что одной из главных целей размещения является создание наилучшего условия для дальнейшей трассировки соединений, что невозможно проверить без проведения самой трассировки. Любые другие способы оценки качества размещения, хотя и позволяют создать благоприятные для трассировки условия, но не гарантируют получение оптимального результата, поскольку печатные проводники представляют собой криволинейные отрезки конечной ширины, конфигурация которых определяется в процессе их построения и зависит от порядка проведения соединений.

Следовательно, если для оценки качества размещения элементов выбрать критерий, непосредственно связанный с получением оптимального рисунка металлизации печатной платы, то конечный результат может быть найден только при совместном решении задач размещения, выбора очередности проведения соединений и трассировки, что практически невозможно вследствие огромных затрат машинного времени [3].

Поэтому все применяемые в настоящее время алгоритмы размещения используют промежуточные критерии, которые лишь качественно способствуют решению основных задачи: получению оптимальной трассировки соединений. К таким критериям относятся:

- минимум суммарной взвешенной длины соединений;
- минимум числа соединений, длина которых больше заданной;
- минимум числа пересечения проводников;
- максимальное число соединений между элементами, находящимися в соседних позициях либо в позициях, указанных разработчиком;
- максимум числа цепей простой конфигурации.

Наибольшее распространение в алгоритмах размещения получил первый критерий, что объясняется следующими причинами: уменьшение длин соединений улучшает электрические характеристики устройства, упрощает трассировку печатных плат; кроме того, он сравнительно прост в реализации.

Реализация метода размещения ветвей и границ

Для построения математической модели электрической схемы используется теория графов. Электрическая схема интерпретируется в виде ненаправленного графа $G(X, U)$, в котором множество вершин графа X – конструктивные элементы схемы, а множество рёбер U – электрические связи. В связи с трудностями, при разработке программного продукта, которые вызывает описание схем с помощью графов, для выполнения задач используется матрица смежности R и матрица геометрии Q [4].

Проектирования печатных плат можно разделить на пять этапов.

- проектирование схемы, редактор;
- компоновка печатных плат;
- размещение элементов печатной платы;
- трассировка модулей печатной платы;
- расслоение печатной платы.

В результате выполнения компоновки определяется, какие элементы схемы будут находиться в каждом конструктивном узле, а также связи внутри каждого узла и связи между узлами.

Существуют два варианта компоновки:

- компоновка схем типовой конструкции, не имеющие схемной унификации;
- компоновка схем в модуле заданного схемно-унифицированного набора.

Использование последовательного и итерационного алгоритмов компоновки обеспечивает лучшие результаты, чем их использование по одному и обеспечивает результаты при выполнении следующего этапа – этапа размещения.

После компоновки конструктивных элементов для каждой ячейки, платы и так далее, происходит этап размещение элементов в узле.

Цель размещения заключается в определении наилучшего расположения элементов и связей между ними в монтажном пространстве конструкции. Обязательно должны быть соблюдены конструктивно-технологические ограничения.

Такой подход к этапу размещения сводится к нахождению наилучшего положения элементов и контактов в монтажной области конструкции. В определенных алгоритмах размещение элементов происходит без учёта связности с внешними выводами, поэтому имеющие внешние выводы элементы могут попасть на значительное удаление от них, что способствует затруднению последующей трассировки соединений.

Этап трассировки соединений, чаще всего является заключительным этапом проектирование схемы. Он состоит в определении линий, которые соединяют контакты элементов и компонентов, которые являются составляющими проектируемого устройства.

Математическая точка зрения трассировки определяется как задача выбора наилучшего решения из многочисленного числа вариаций. Учебная САПР состоит из пяти подсистем (рисунок 1).

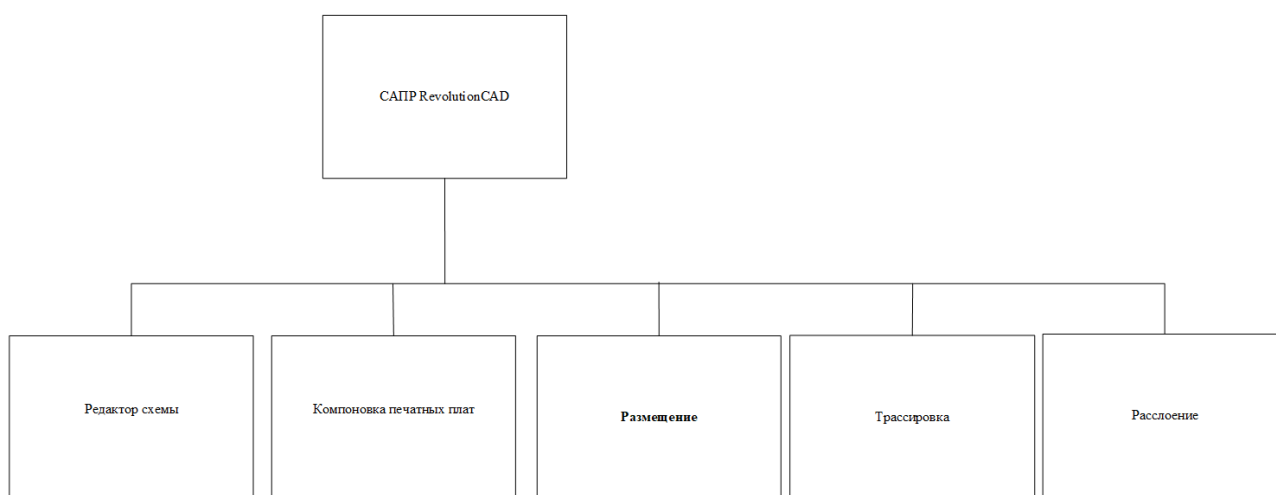


Рисунок 1 — Структура схемы учебной САПР

Задача трассировки является одной из самых трудоёмких задачи, которые возникают при автоматизации проектирования. Сложность заключается в многообразии методов конструктивно-технологической реализации соединений. Для каждого из этих методов при решении задачи применяются специальные критерии оптимизации и ограничений.

Основная задача состоит в том, чтобы на проектируемой схеме проложить необходимые проводники на плате так, чтобы была возможность реализовать заданные технические соединения с учётом ранее заданных ограничений. Основные ограничения — это ограничения на ширину проводников и на расстояние между ними.

Этап расслоения (рисунок 2) последовательно по слоям и по мере заполнения очередного слоя происходит переход на другой слой, либо проводится предварительное расслоение; все соединения между парами контактов пролагаются только в одном слое.



Рисунок 2 — Структура схемы учебной САПР Размещения

Основная идея метода заключается в разбиении всего множества допустимых решений на подмножества и просмотра каждого подмножества с целью выбора оптимального. Для всех решений вычисляется нижняя граница минимального значения целевой функции. Как только нижняя граница становится больше значения целевой функции для наилучшего из ранее известных, подмножество решений, соответствующее этой границе, исключается из области решений. Это обеспечивает сокращение перебора.

Поиск продолжается до тех пор, пока не будут исключены все решения, кроме оптимального.

Различные модификации общего метода отличаются способом расчёта нижних границ и способом разбиения поля решений. Для описания процесса поиска оптимального размещения строится дерево решений.

Разработка

Для разработки и отладки была выбрана среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio - используется для создания различных типов приложений, от приложений для частного использования и простых мобильных приложений, до коммерческих программ и больших и сложных систем предприятий и корпораций.

Для разработки подсистемы размещения используется язык программирования C#.

Выводы

Рассмотрены определённые задачи для размещения элементов на плате. Особое значение это имеет при проектировании аппаратуры на печатных платах.

Учитывая вышесказанное можно сделать вывод, что для построения математической модели электрической схемы используется теория графов. В результате выполнения компоновки определяется, какие элементы схемы будут находиться в каждом конструктивном узле, а также связи внутри каждого узла и связи между узлами.

Литература

1. Муленко, В.В. Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении: учебное пособие / В.В. Муленко. – РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, М., 2015. – 73 с.
2. Бондарик, В.М. Система автоматизированного проектирования: Учебное пособие / В.М. Бондарик – Мн.: БГУИР, 2006 - 50 с.

3. Зыков, А.Г. Алгоритмы конструкторского проектирования ЭВМ: Учебное пособие / А.Г. Зыков, В.И. Поляков. – СПб.: Университет ИТМО, 2014. - 136 с.
4. Алексеев, В.Е. Графы. Модели вычислений. Структуры данных. Учебник / В.Е. Алексеев, В.А. Таланов. - Нижний Новгород, 2005. – 307 с.