



УДК 681.32

А. В. Бессонов, С. Ю. Лузин
ООО «ЭРЕМЕКС» (Санкт-Петербург)

Ю. Т. Лячек
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Определение окрестностей многополюсника

Предложен метод локальной оптимизации размещения компонентов, основанный на выявлении в окрестности многополюсника связанных непосредственно с ним двухполюсников и образовании при этом группы «виртуальный многополюсник». Такой подход позволяет снизить размер общей задачи размещения и упростить процесс размещения компонентов самой группы с учетом требуемого ресурса для трассировки соединений.

Печатный монтаж, размещение компонентов, виртуальный многополюсник

Скорость и качество трассировки печатной платы во многом определяются качеством размещения элементов на ней. Оптимальное размещение элементов обеспечивает повышение надежности устройства, уменьшение массогабаритных характеристик, минимизацию взаимных наводок и задержек сигналов, уменьшение общей длины проводников.

Задача размещения обычно сводится к нахождению варианта отображения графа схемы $G = (X, U)$ в решетку G_r монтажного пространства, при котором минимизируется суммарная длина соединений

$$L(G) = \sum_{i < j} d_{i,j} \times c_{i,j}$$

или суммарное число пересечений

$$P(G) = \sum_{i < j} p(u_{i,j}) \dots,$$

где $d_{i,j}$ – расстояние между вершинами x_i, x_j ; $c_{i,j}$ – число ребер между вершинами x_i, x_j ; $p(u_{ij})$ – число пересечений ребра $u_{i,j}$.

Методы размещения компонентов электронных схем можно условно разделить на две группы: алгоритмы, создающие начальное размещение, и алгоритмы, улучшающие уже существующее.

Улучшающие методы, в основном, сводятся к перестановкам элементов – парным или групповым.

Несмотря на важность проблемы и обилие числа публикаций по теме, до настоящего времени отсутствуют эффективные алгоритмы, позволяющие получать качественные решения даже для упрощенных вариантов постановки задачи. Это – одна из главных причин, по которым разработчики предпочитают не использовать программные средства автоматического размещения, а искать решение вручную – несмотря на очевидную высокую трудоемкость такой задачи.

Чем же принципиально отличается «ручной подход» от автоматического?

Из рекомендаций опытного конструктора: «Если посмотреть схему, то видно, что она состоит из отдельных узлов, и, естественно, компоненты, входящие в них, должны быть рядом. Подсвечиваете их на схеме и на плате собираете их “в кучку”. Потом стараетесь для этой “кучки” найти оптимальное расположение деталей и после этого трассируете только этот кусок. Так же поступаете и с остальными. Затем компоуете куски между собой и трассируете связи между каскадами, не трогая самих узлов. Уточняете расположение деталей внутри узлов для достижения оптимальности связей».

Из изложенного следует, что ручной подход предполагает выделение групп сильносвязанных компонентов, нахождение вариантов компактного размещения компонентов внутри группы (формирование блока) и затем размещение блоков. Подобный подход позволяет снизить размер общей задачи, а также существенно уменьшить площадь, занимаемую компонентами, входящими в блок, по сравнению с размещением их по отдельности, тем самым освобождая пространство для прокладки соединений между блоками.

Оригинальный алгоритм выделения кластеров (групп сильносвязанных вершин) в графе предложен в работе [1]. Однако при наличии в схеме цепей, соединяющих более двух компонентов, графовая модель схемы в общем случае не является адекватной [2], что не позволяет использовать указанный алгоритм для выделения функциональных узлов на схеме, за исключением специальных случаев (например, когда схема не содержит многоконтактных цепей или когда в схеме все компоненты – двухполюсники).

Второй важный момент ручного подхода – трассировка соединений внутри блока, благодаря чему точнее определяются размеры блока, поскольку учитываются не только габариты входящих в него компонентов, но и наличие межсоединений. Задача учета трассировки соединений при определении положения двухполюсников, входящих в окрестность многополюсника, рассмотрена в работах [3], [4].

Для автоматической кластеризации наиболее сложный случай представляют схемы с большим содержанием двухполюсников, когда доля непосредственных соединений между многополюсниками мала и сигнал от контакта одного многополюсника до контакта другого проходит через ряд двухполюсников (рис. 1). В этом случае традиционные критерии выделения подсхем (максимум количества внутренних электрических цепей подсхемы, минимум количества внешних электрических цепей, максимум разности количества внутренних и внешних электрических цепей и т. д.) не работают, поскольку большинство «претендентов» на добавление в подсхему будут иметь одинаковые значения указанных критериев. Более того, двухполюсники в этом случае маскируют возможную сильную связность многополюсников.

Определим, какие двухполюсники принадлежат окрестностям многополюсника, и создадим виртуальный компонент, соответствующий подсхеме, содержащей многополюсник и его окрестность. Представим подсхему из двухполюсников как «виртуальный многополюсник». В результате

сократится диаметр схемы, причем реальные и «виртуальные» многополюсники будут связаны непосредственно, что существенно повысит эффективность использования известных критериев и алгоритмов.

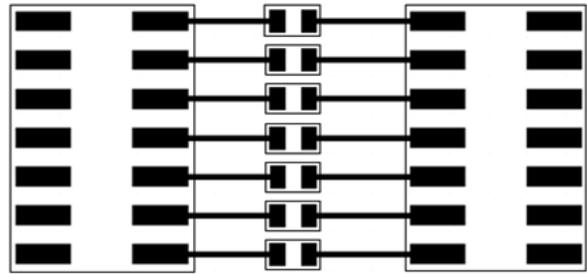


Рис. 1

Очевидно, что к окрестности некоторого многополюсника можно отнести малоcontactные компоненты из цепей, инцидентных многополюснику. Однако эти же цепи (или их часть) могут быть инцидентны другому многополюснику, и в этом случае принадлежность конкретного двухполюсника окрестности некоторой микросхемы становится неочевидной.

Воспользуемся используемым в САПР ТороR понятием «сигнальный кластер». Сигнальный кластер – это подсхема, содержащая все возможные пути от выбранного источника к приемникам, за исключением путей, включающих фрагменты силовых цепей. В сигнальный кластер попадают все цепи, кроме силовых, связанных с цепью источника через пассивные компоненты.

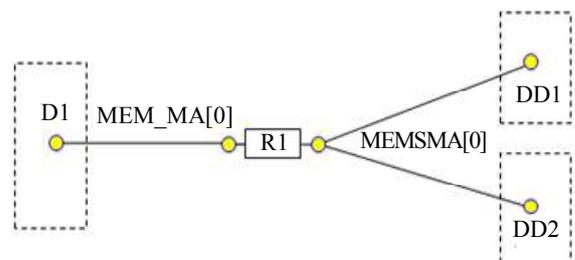


Рис. 2

На рис. 2 показан сигнальный кластер, содержащий источник сигнала D1, пассивный элемент R1, цепи ‘MEM_MA[0]’ и ‘MEMSMA[0]’, а также 2 сигнала с общим источником и приемниками в контактах компонентов ‘DD1’ и ‘DD2’.

Будем рассматривать каждый контакт многополюсника в качестве условного источника сигнала и выделять для каждого сигнала сигнальный кластер. То, что в реальности выбранный контакт может являться не источником, а приемником, не принципиально, поскольку на выделении подсхемы (сигнального кластера) это никак не сказывается.

Выделение подсхемы (кластера). Для построения кластера будем распространять волну от источника к приемникам.

Первая цепь кластера – цепь источника сигнала. Фронт волны состоит из узлов – всех контактов цепи источника, за исключением других эквипотенциальных контактов компонента источника.

Для каждого узла текущего фронта:

– если контакт принадлежит двухполюснику, то в новый фронт добавляется узел, соответствующий второму контакту двухполюсника (а в кластер добавляется цепь этого контакта, если она не входит в список силовых цепей);

– если новый фронт не пуст, сделать его текущим и перейти к формированию следующего фронта.

Распространение волны в некотором направлении заканчивается, если инцидентная двухполюснику цепь является силовой или очередной контакт цепи принадлежит многополюснику (такой контакт не включается во фронт).

В результате будет сформирована подсхема, содержащая двухполюсники, представляющая собой один компонент связности и подключенная к одному или нескольким многополюсникам.

Эту подсхему следует разбить на части таким образом, чтобы число общих цепей для частей подсхемы было меньше, чем число внешних цепей подсхемы.

Окрестности каждого из многополюсников наращиваются последовательно.

Некоторые правила:

– многополюсник, имеющий только одну многоконтактную общую цепь с выделенной подсхемой, можно исключить из рассмотрения;

– одноконтактный компонент (например, контрольная точка), по-видимому, должен быть расположен в непосредственной близости от эквипотенциального контакта многополюсника, в том числе в многоконтактных цепях, т. е. входить в окрестность многополюсника;

– двухполюсник, оба контакта которого соединены с многополюсником (или окрестностью многополюсника) цепями, не являющимися силовыми, принадлежит окрестности многополюсника;

– двухполюсник, один контакт которого соединен с многополюсником (двухконтактная цепь), а другой – принадлежит силовой цепи («земля» или «питание»), очевидно, может быть причислен к окрестности многополюсника.

Отдельная проблема – размещение развязывающих конденсаторов. Зачастую это большое количество одинаковых элементов, принадлежащих паре цепей («земля» и «питание»), так что автоматическое размещение их на основе информации о связности с минимизацией суммарной длины проводников приводит к тому, что все они компактно располагаются в минимальном прямоугольнике в какой-либо части платы. В то же время, зная число таких конденсаторов, число микросхем и число контактов питания в каждой из микросхем, нетрудно назначить конкретный конденсатор окрестности конкретной микросхемы и разместить его рядом с конкретным контактом питания.

В качестве примера практического применения описанных процедур на рис. 3 представлен фрагмент, содержащий многополюсник, а также 13 двухполюсников и 9 контрольных точек, принадлежащих его окрестности. Соединения, заканчивающиеся межслойными переходами, принадлежат цепям «земли» и «питания». Фрагмент, в котором 23 компонента, имеет только 3 внешних соединения (незавершенные соединения представлены слева).

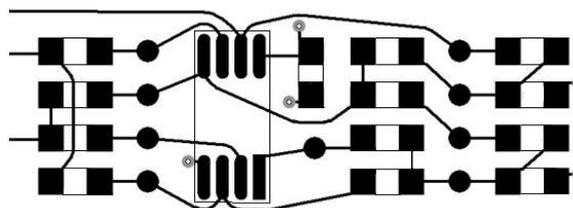


Рис. 3

Описанный подход реализован в САПР ТороR. Он не гарантирует оптимального размещения, однако может быть получен быстро (и автоматически), а значит, может использоваться конструктором в качестве «отправной точки» для дальнейших улучшений и существенного сокращения общего времени проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sangiovanni-Vincentelli A., Chen L.-K., Chua L.O. An Efficient Heuristic Cluster Algorithm for Tearing Large Scale Networks // IEEE Transactions on Circuits and Systems. 1977. Vol. CAS24, №. 12. P. 709–717.

2. Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры / С. Ю. Лузин, Ю. Т. Лячек, Г. С. Петросян, О. Б. Полубасов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 224 с.

3. Определение минимальной ширины канала между парой компонентов при топологической трассировке / А. В. Бессонов, К. А. Кноп, Ю. Т. Лячек, Ю. И. Попов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2013. № 10. С. 31–34.

4. Бессонов А. В., Кноп К. А., Лячек Ю. Т. Декомпозиция задачи размещения компонентов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 1. С. 11–15.

A. V. Bessonov, S. Yu. Luzin
Ltd. «Eremex» (Saint-Petersburg)

Yu. T. Lyachek
Saint-Petersburg state electrotechnical university «LETI»

DEFINITION OF NEIGHBORHOODS MULTIPOLE

A method is proposed for local optimization of component placement. The method is based on the determination two-pole components in the neighborhood of a multiterminal and creation a united group – “a virtual multiterminal component”. This approach reduces the overall size of the location problem and simplify the process of placing the components of the group to the required resource tracing connections.

Printed circuit board, autoplacement, virtual multiterminal component

УДК: 20.53.19, 28.23.13

Е. Г. Воробьев
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Сжатие двоичных кодов на основе традиционных методов и использования псевдорегулярных чисел

Проведен сравнительный анализ существующих методов сжатия и нового, основанного на использовании чисел с псевдорегулярной двоичной структурой. Предложен подход, позволяющий решить проблему хранения резервной информации больших объемов, что характерно для облачных структур и кластерных систем центров обработки данных.

Сжатие информации, псевдорегулярная двоичная структура, методы и алгоритмы сжатия, уменьшение воздействия на объем хранимой информации

С каждым годом растет объем хранимой, передаваемой и обрабатываемой информации в информационных системах. При этом основной вклад вносят данные, в то время как системное и прикладное программное обеспечение меняется очень медленно.

В связи с высокой компьютеризацией общественной жизни возникает проблема сохранения больших объемов используемой и резервной информации, а также передачи ее потребителю, причем особенностью современного периода является то, что информация, накопленная в базах данных центральных серверов министерств и ведомств, насчитывает сотни терабайт и эта цифра постоянно растет каждый день. При этом воздействие на

информационные системы антропогенных, техногенных и стихийных факторов приводит к потерям, которые могут сделать невозможной любую целенаправленную деятельность с применением указанной вычислительной техники.

Концепция хранения, обработки данных в условиях недостаточных объемов памяти вычислительных средств и передачи их в условиях недостаточной пропускной способности базируется на методах и алгоритмах сжатия информации. Сжатие данных – это процедура перекодирования данных, позволяющая уменьшить их объем, которая применяется для более рационального использования устройств хранения и передачи данных.