

**РАЗВИТИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ОБРАТНОГО
РАЗМЕЩЕНИЯ****Таушев В.В.****научный руководитель канд. техн. наук Носкова Е.Е.
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева**

При конструировании электронных устройств одной из основных задач синтеза конструкций является задача размещения элементов коммутационной схемы на заданном коммутационном поле. Среди существующих алгоритмов размещения группа последовательных алгоритмов в наибольшей степени имитирует действия инженера-проектировщика. Метод обратного размещения является одним из известных последовательных алгоритмов, формирующих приближенное решение задачи размещения. При его модификации можно существенно повысить качество получаемого проектного решения, сохранив при этом простоту алгоритмической реализации.

Коммутационная схема представлена взвешенным графом соединений, описываемым матрицей соединений:

$$R = \|r_{ij}\|_{n \times n},$$

где r_{ij} – число связей между e_i и e_j элементами, а n – количество элементов. Коммутационное поле описывается матрицей расстояний:

$$D = \|d_{ij}\|_{m \times m},$$

где d_{ij} – расстояние между i и j позициями, а m^2 – количество позиций коммутационного поля, такое что $m^2 \geq n$. Рассматриваемым критерием оптимальности при решении задачи размещения является минимизация суммарной длины соединений (СДС), представленная выражением:

$$F = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} d_{p(i)p(j)},$$

где $d_{p(i)p(j)}$ – расстояние между позициями, занимаемыми e_i и e_j элементами.

На первом шаге модифицированного алгоритма обратного размещения производится сортировка списка элементов в порядке убывания связности и сортировка списка свободных позиций в порядке возрастания суммы расстояний между рассматриваемой позицией и всеми остальными. На втором шаге из начала списка элементов все элементы с равной связностью переносятся в список размещаемых элементов (если он пуст) и все позиции с равным значением суммы расстояний переносятся из начала списка позиций в список позиций для размещения (если он пуст). На третьем шаге алгоритма из списка размещаемых элементов выбирается элемент, наиболее связанный с уже размещенными элементами, и в списке позиций для размещения происходит поиск позиции, при помещении в которую выбранного элемента обеспечивается минимальное значение СДС системы размещенных элементов. Соответствующие элемент и позиция переносятся из списков в матрицу размещения. Затем производится проверка, все ли элементы размещены. Если нет, тогда происходит переход ко второму шагу, иначе следует окончание алгоритма.

Основные достоинства модифицированного алгоритма обратного размещения – обеспечение направленности поиска позиции для каждого элемента и логическая обоснованность выбора. Рассматриваемый метод позволяет решить задачу комплексно, при этом контроль минимизации критерия оптимальности осуществляется непрерывно, что открывает возможности для решения многокритериальной задачи размещения.

Действительно, на третьем шаге частный критерий может быть заменен на аддитивный или мультипликативный. С другой стороны, на базе модифицированного алгоритма обратного размещения возможно осуществить параметрическое управление глубиной поиска оптимального решения, если внести изменения во второй шаг алгоритма. Из симметрии прямоугольного коммутационного поля следует, что отсортированный на первом шаге список позиций будет состоять в основном из групп по 4 или 8 позиций с равными значениями суммарной длины соединений. Задавая количество таких групп, которые следует переносить в список позиций для размещения можно управлять глубиной поиска оптимальной позиции для размещения элемента на третьем шаге. Таким образом, если полученное решение будет сочтено неудовлетворительным, можно увеличить глубину поиска и при этом время выполнения алгоритма будет прямо пропорционально этому параметру. Другой подход заключается в прямом указании пользователем количества позиций в списке позиций для размещения. Также можно регулировать длину списка размещаемых элементов. Эти усовершенствования могут позволить создать гибкий мощный инструмент для решения задачи размещения. При задании длин списков размещаемых элементов и позиций для размещения равными единице, модифицированный алгоритм обратного размещения превращается в алгоритм обратного размещения, а при длине списка размещаемых элементов равной общему количеству элементов и длине списка позиций для размещения равной общему количеству позиций модифицированный алгоритм обратного размещения превращается в алгоритм перебора. В первом случае решение задачи будет наиболее быстрым, во втором – точным. Таким образом, разработанный модифицированный алгоритм обратного размещения – универсальный алгоритм, сочетающий в себе скорость последовательных алгоритмов и точность итерационных.

Предложенный алгоритм обратного размещения в дальнейшем может получить развитие для применения его при решении задачи размещения конструктивов кратных размеров. При этом модель элемента может быть представлена виде нескольких квадратов, координаты которых могут описывать положение соответствующих выводов. Позиция на коммутационном поле выбирается такой, чтобы в нее мог поместиться один квадрат. Тогда на третьем шаге для элемента из списка размещаемых элементов для каждой из позиций может быть произведен перебор всех возможных положений, при которых элемент занимает позицию и определено положение обеспечивающие экстремум критерия.

Модифицированный алгоритм обратного размещения программно реализован на языке C# и интегрирован с САПР OrCAD посредством получения коммутационной схемы в одном из выходных форматов указанной системы автоматизированного проектирования. Предварительные испытания показали, что решения, полученные на основе модифицированного алгоритма обратного размещения обеспечивают уменьшение СДС на 2-15% по сравнению с традиционным алгоритмом обратного размещения, при этом выполнение модифицированного алгоритма занимает значительно большее время, если $n > 100$. Решение задачи размещения 300 элементов на коммутационном поле размером 20×20 позиций занимает приблизительно в 80 раз большее время, чем для 100 элементов. Время выполнения модифицированного алгоритма обратного размещения не зависит от количества связей элементов, что обеспечивает высокую применимость метода для проектирования электронных устройств, элементная база которых в значительной степени состоит из многовыводных интегральных микросхем. Модифицированный алгоритм может быть успешно применен для решения задачи размещения на ортогональном коммутационном поле с любым соотношением сторон, так как вся необходимая информация о форме коммутационного поля содержится в матрице расстояний.