

Фролов С.Н., Алёшина В.И., Макарецва М.М.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ РАЗНОГАБАРИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БМК

В НИК «Технологический центр» традиционно специализирующемся на разработке микросхем на основе БМК при разработке используется САПР «Ковчег» [1]. В рамках маршрута САПР «Ковчег», предназначенной для проектирования БИС на БМК, в подсистеме размещения ячеек реализовано два метода размещения. Первая версия подсистемы размещения была основана на размещении ячеек с фиксированной высотой, в дальнейшем для новых конструкций БМК возникла потребность в разработке нового алгоритма, позволяющего работать с ячейками переменной высоты.

Алгоритм имитации отжига для размещения стандартных ячеек (Standard Cells или SC) был успешно применен в пакете TimberWolf (TW) [2,3]. В конструкции SC ячейки имеют одинаковую высоту и разную ширину и размещаются по строкам (рис. 1а). Новые БМК имеют конструкцию «море вентиляей» (Sea Of Gates или SOG), где ячейки в отличие от SC могут занимать N строк (рис. 1б), где значение N может быть не более 6. Здесь мы рассмотрим, как можно использовать преимущества алгоритма TW, описанного в [2,3], при размещении для конструкции SOG.



а) Стандартные Ячейки (SC)



б) Море Вентиляей (SOG)

Рис. 1. Типы конструкций БМК

В алгоритме TW случайно выбранная ячейка может перемещаться или попарно переставляться на новую позицию. Эта позиция выбирается случайно в пределах заданного окна. Размер окна аналогичен температуре в процессах отжига металлов, поэтому процесс постепенного уменьшения этого окна называется здесь процессом охлаждения. Режим охлаждения для TW описан в [2,3]. Для этой операции ПЕРЕНОС/ПЕРЕСТАНОВКА вычисляется стоимостная функция C :

$$C = WL + OP + RL,$$

где WL – Оценка длины межсоединений,
 OP – штрафная функция для контроля перекрытий элементов,
 RL – штрафная функция для контроля длины строки.

ПЕРЕНОС/ПЕРЕСТАНОВКА применяется, если она приводит к уменьшению стоимостной функции. Эта операция иногда случайным образом также применяется и в случае когда, стоимостная функция увеличивается. Это позволяет алгоритму выбираться из локальных минимумов. При высоких вычислительных затратах данный алгоритм приводит к качественным решениям.

Применение данного алгоритма к конструкции SOG становится проблематичным, когда оба габарита ячеек являются переменными. Чтобы данные подходили под условия алгоритма, представление ячейки изменяется следующим образом. Используем построчную структуру как в SC, тогда ячейку для SOG мы будем рассматривать как множество N одностроковых элементов таких, как в SC (рис. 2).

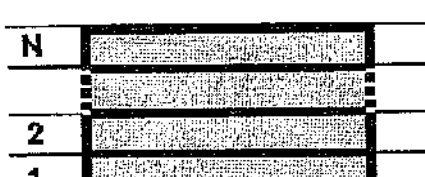


Рис. 2 Представление SOG ячейки в реализации SC.

Тогда для выполнения над ячейкой операции ПЕРЕНОС/ПЕРЕСТАНОВКА необходимо выполнить эту операцию синхронно для всех строковых частей ячейки. Стоимостная для такой операции функция будет вычислена по формуле.

$$C = \sum_{i=1}^N C_i$$

где C_i – стоимостная функция перестановки для i -ой строковой части элемента.

При переносе ячейки на новое место мы можем получить не один как для SC, а несколько ячеек (до N), которые надо поменять местами с данной ячейкой. Для каждой ячейки из этого множества рассчитаем стоимостную функцию и запланируем перестановки только тех, которые дают улучшение стоимостной функции.

После завершения процесса охлаждения необходимо раздвинуть ячейки для удаления перекрытий. Для SC это простая процедура выполняется для каж-

дой строки отдельно. Для случая SOG эта процедура выполняется итерационно и рекурсивно. Каждое смещение ячейки в строке приводит к смещению и в соседних строках, которые занимает этот элемент. В САПР «Ковчег» применяется принцип равномерного распределения при размещении. На этапе планировки для модулей схемы выделяются плановые области, размер которых определяет коэффициент заполнения. Алгоритм размещения заполняет эти области ячейками по возможности равномерно. Для этого перед размещением все ячейки масштабируются по одной координате (вдоль строки) так, чтобы коэффициент заполнения был 100%. После размещения всем ячейкам возвращается исходный размер. Таким образом, вместо результата на рис.3а, мы получим размещение рис.3б. Равномерное распределение размещения значительно облегчает процедуру удаления перекрытий, а также улучшает разводимость.



а) Результат, полученный TW
делением

б) результат с равномерным распре-

Рис.3. Применение метода равномерного распределения

Алгоритм, описанный в данной статье, позволяет использовать все преимущества проверенного алгоритма, изначально разработанного для SC, и для SOG. Объединяя надёжность и хорошие результаты, новый алгоритм выбран оптимальным для использования в САПР БИС «Ковчег» и реализован в подсистеме размещения.

Статья подготовлена в ходе выполнения соглашения о предоставлении субсидии №14.578.21.0061 при финансовой поддержке Минобрнауки РФ.

Литература

1. Проектирование БИС на БМК с помощью САПР Ковчег: <http://www.asic.ru/images/stories/publ/120.pdf>
2. C.Sechen and A.Sangiovanni-Vincentelli, The TimberWolf Placement and Routing Package, IEEE Journal of Solid-State circuits 20, 2 (April 1985), p.510
3. C.Sechen and A.Sangiovanni-Vincentelli. «TimberWolf3.2: A New Standard Cell Placement and Global Routing Package». In Design Automation Conference, p.432-439. IEEE/ACM, 1986.