

где

$AbsOtkl$ - абсолютное отклонение стоимости полученного решения от оптимального;

$Costed$ – стоимость оптимального решения;

$Costed'$ - стоимость полученного решения.

На рис.1. приведены результаты работы адаптивного генетического алгоритма полученные при решении одной из тестовых задач. В результате работы генетического алгоритма в 71 случае из 100 было получено оптимальное решение в 29 случаях было получено решение абсолютная погрешность которого превышает 0.6.

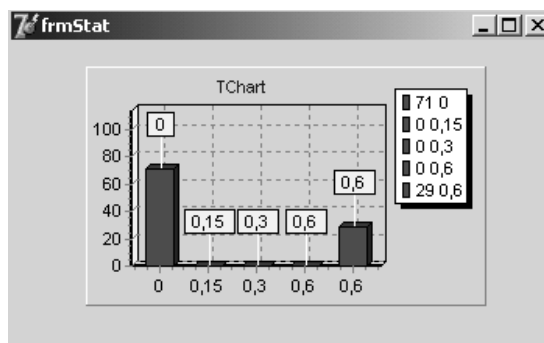


Рис.1. Результаты работы адаптивного генетического алгоритма.

На основании результатов полученных при проведении серии испытаний на задачах различной размерности (5-15) можно предположить что разработанный генетический алгоритм может определять оптимальное (либо субоптимальное) решение погрешность которого не превышает 15%) в среднем с вероятностью 70-80%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Венцов Н.Н. Разработка и исследование простого генетического алгоритма выбора оптимального порядка соединения отношений. Компьютерные и вычислительные технологии в задачах естествознания и образования // Сборник материалов Международной научно-технической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 35-38.
2. Джозеф Хеллерштейн, Майкл Франклин, Сириш Чандрасекар, Амол Дешпанде, Крис Хилдрум, Сем Медден, Виджайшанкар Раман, Мехул Шах. Адаптивная обработка запросов: технология в эволюции // Открытые системы, № 07-08, 2000, – С. 32-36.

С.А. Степаненко, В.Б. Лебедев

РАЗМЕЩЕНИЕ С УЧЕТОМ КРИТЕРИЕВ ТРАССИРУЕМОСТИ*

Задача размещения является одним из наиболее важных этапов в процессе проектирования СБИС, поскольку она определяет межсоединения, которые к настоящему времени стали «узким местом», определяющим производительность схем в субмикронных технологиях. Проблема размещения интенсивно изучается в течение последних 30 лет. За последние 5 лет был достигнут значительный про-

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №04-01-00174)

гресс в исследовании проблемы Размещения элементов СБИС. В 1980-х и ранних 1990-х годах при разработке топологии микросхем зачастую задачи размещения и трассировки решались одновременно. Тем не менее, по мере увеличения сложности этих задач, они стали рассматриваться отдельно в начале 1990-х годов. Такое разделение задач упрощает оценку и уменьшает время работы алгоритмов, но полученные результаты могут быть неокончательными и обманчивыми.

Широко распространенные критерии задачи размещения, основанные на длине проводников, грубым образом моделируют показатель трассируемости схемы. Эти критерии легко вычислимы и могут быть интегрированы в оптимизационный инструмент. Порой ошибки в этих метриках являются терпимыми. В самом деле, в методиках проектирования *variable-die* (в контексте переменной площади) которые используют канальную модель трассировки (распространенную в те времена, когда было доступно небольшое количество слоев металлизации) даже плохой вариант размещения может быть протрассирован, хотя и с потенциально более высокой стоимостью. В современных матричных (*fixed-die*) методологиях проектирования с высокой степенью использования (*utilization* - утилизации) и множеством слоев металлизации, в которых применяется надъязыечная модель трассировки, возникает новый феномен невозможности последующей трассировки полученного варианта размещения. Проблема заключается в том, что размещение с небольшой суммарной длиной проводников не обязательно является трассируемым, что было показано в последних исследованиях критериев трассируемости различных методов размещения [1]. Нужны метрики, позволяющие как можно более точно предсказывать трассируемость, что является особенно важным на ранних этапах размещения.

Размещение элементов, управляемое критериями трассируемости схемы включает в себя:

- 1) моделирование трассируемости;
- 2) применение методов оптимизации для контролирования трассируемости.

Обычно оптимизация с целью обеспечения контроля трассируемости выполняется на основе оценки скоплений проводников для заданной конфигурации размещения.

При моделировании трассировки обычно на область схемы накладывается опорная сетка. Для каждого ребра сетки моделируется трассировочный спрос и предложение. Моделирование трассируемости изучается достаточно давно. Выделяются две основные категории: 1) моделирование, не зависящее от топологии (*TP-free*), в котором явная трассировка не выполняется; 2) моделирование, основанное на топологии (*TP-based*), при котором выполняется построение трассировочных деревьев на трассировочной сетке [2].

Предлагаемый алгоритм размещения основан на моделировании отжига. Алгоритмы, основанные на моделировании отжига, являются одними из наиболее широко применяемых методов для решения задачи размещения элементов СБИС. Эти алгоритмы являются достаточно трудоемкими по времени, но дают при этом хорошие результаты. Алгоритмов размещения, основанных на моделировании отжига, разработано большое количество, но они отличаются способом представления размещения элементов. В нашем подходе представление плана топологии выполняется с помощью последовательностей пар (*Sequence-Pair representation*). Этот способ представления относительно расположения элементов хорошо подходит для алгоритмов моделирования отжига. Представление плана топологии с помощью последовательностей пар состоит из двух перестановок (расстановок блоков) N блоков. Две перестановки отражают геометрическое отношение между каждой парой блоков. Поскольку блоки не могут перекрываться, один из них должен быть

слева или ниже другого, или и сверху и снизу одновременно. Перемещениями могут быть (i) случайные обмены блоков в одной из двух последовательностей пар и (ii) изменение ориентации отдельных блоков. Последовательности пар модифицируются за постоянное время, но требуют пересчета после каждого шага. Поскольку не разработаны алгоритмы инкрементной переоценки последовательностей пар, моделирование отжига затрачивает наибольшее количество времени на оценивание последовательностей пар.

В данной работе, вместо того, чтобы использовать критерий суммарной длины проводников, производится точное планирование соединений и используется целевая функция, позволяющая более точно оценить скопление проводников. При планировании соединений сначала выполняется шаг назначения контактов блокам и производится простая геометрическая трассировка, основанная на прокладке проводников L или Z формы. Используя преимущества моделирования отжига, на различных диапазонах температур применяются различные методы планирования соединений, это делается с целью уменьшения времени работы алгоритма. В частности, когда температура велика, используется традиционная оценка длины проводников с помощью ограничивающего прямоугольника, когда температура находится в среднем диапазоне – используется оценка проводников на основе трассировки L-типа, и в итоге, когда температура опускается достаточно низко, используется трассировка Z-типа [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Adya S. N., Yildiz M., Markov I. L., Villarrubia P. G., Parakh P. N., Madden P. H.* Benchmarking for large-scale placement and beyond. In *Proceedings of the International Symposium on Physical Design*. ACM, Monterey, 2003, pp. 95-103.
2. *J. Cong, T. Kong, J. R. Shinnerl, M. Xie, and X. Yuan.* Large-scale circuit placement: Gap and promise. in *Proc. of the International Conference on Computer-Aided Design*, November, 2003.
3. *A. E. Caldwell, A. B. Kahng and I. L. Markov,* Can Recursive Bisection Alone Produce Routable Placements? *DAC 2000*, pp. 477-82.