

8. *Levine J., Ducatelle F.* Ant Colony Optimization and Local Search for Bin Packing and Cutting Stock Problems. Centre for Intelligent Systems and their Applications, School of Informatics, University of Edinburgh, 2003.
9. *Falkenauer E.* A hybrid grouping genetic algorithm for bin packing. *Journal of Heuristics*, 2:5 – 30, 1996.
10. *Reeves C.* Hybrid genetic algorithms for bin-packing and related problems. *Annals of Operations Research*, 63:371–396, 1996.
11. *Vink M.* Solving combinatorial problems using evolutionary algorithms, 1997. Available from <http://citeseer.nj.nec.com/vink97solving.html>.
12. *F. Vanderbeck.* Computational study of a column generation algorithm for bin-packing and cutting stock problems, *Math. Programming A* 86(1999). – С. 565-594.

С.Н. Ищенко

МОДИФИЦИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОИСКА

При проектировании СБИС одним из основных этапов является конструкторское проектирование, основными этапами которого являются компоновка элементов и трассировки СБИС. В настоящее время существует большое количество алгоритмов и архитектур генетического поиска, поэтому возникает необходимость в их модернизации для уменьшения времени и улучшения качества поиска решения. В архитектурах генетического поиска для улучшения качества решения оптимизационной задачи используется понятие адаптации. Адаптация – это процесс, а также и результат приспособления строения и функций организмов к условиям внешней среды, в данном случае способность технической системы изменять свое состояние и поведение (параметры, структуру, алгоритм и функционирование) в зависимости от изменения условий внешней среды путем накопления и использования информации о ней. В процессе изменения внешних условий, полученную информацию в процессе работы об этих условиях используют для повышения эффективности работы системы.

Групповой генетический алгоритм с направленной мутацией алгоритм состоит из двух уровней. Верхний уровень алгоритма выполняет групповой, а нижний – индивидуальный поиск. На первом этапе берется популяция размером в несколько раз больше чем в простом ГА с целью большего охвата пространства поиска. Элементы в популяции оцениваются, затем хромосомы со значением ЦФ меньше средней отбрасываются, а из оставшихся составляются подпопуляции. Далее поиск ведется внутри отдельных групп.

На основе рассмотренных архитектур генетического поиска предлагается упрощенная модифицированная схема последовательного эволюционного поиска [1], показана на рис.1.

Опишем работу упрощенной схемы эволюционного поиска.

Конструируется начальная популяция $|P| = N_p$, $P_i \in P$, $i = \overline{1, N_p}$, а затем:

1. Определяется значение ЦФ для всех хромосом популяции, которое также зависит от конкретной задачи.
2. Производится применение генетических операторов к хромосомам в популяции (кроссинговера и мутации).
3. Производится вычисление ЦФ популяции хромосом после применения операторов кроссинговера и мутации, а также среднее значение ЦФ.
4. К потомкам, на основе взаимодействия с внешней средой, блоками адаптации и ЭС применяется модель эволюции Дарвина. Если получено за-

данное решение или значение критерия останова алгоритма, то переход к п. 6, иначе – к п.5.

5. Производится селекция, оставляя количество потомков равное размеру начальной популяции.
6. Конец работы алгоритма.

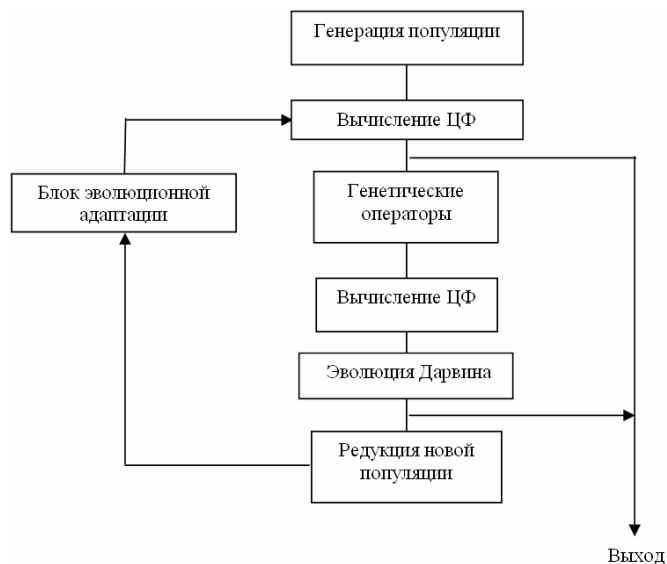


Рис.1. Модифицированная архитектура генетического поиска

В схеме эволюционного поиска после селекции популяции будут применяться операторы кроссинговера и мутации до тех пор, пока не будет найдено заданное решение.

Преимущество рассмотренной схемы эволюционного поиска является использование меньшего числа генетических операторов, в отличие от всех известных архитектур поиска.

При решении задач компоновки элементов и трассировки СБИС, по мнению автора, будут иметь преимущества разработанные генетические алгоритмы, основанные на применении модифицированных генетических операторов кроссинговера и мутации, описанные ниже. При использовании разработанного ГА популяция является базой знаний, которую можно анализировать, дополнять и изменять применительно к условиям и виду решаемой задачи. Другое преимущество предлагаемого ГА является возможность увеличения популяции для нахождения заданного решения за счет применения модифицированного оператора кроссинговера (работа которого описана ниже), который работает с некоторым множеством решений, что позволит быстрее получить необходимый результат.

Автором предлагается модифицированный ГА, состоящий из четырех основных блоков. Первый блок называется блоком моделей, в котором осуществляется построение графовых и гиперграфовых моделей коммутационных, электрических и функциональных схем для дальнейшей компоновки элементов. Для задачи трассировки СБИС этот блок задает количество узлов и их размещение на коммутационном поле. Второй блок называется генератором, в котором производится создание одной начальной популяции решения компоновки элементов либо трассировки СБИС.

Третий блок – блок генетического поиска, в котором осуществляется:

- ♦ выбор представления решения;
- ♦ разработка модифицированных генетических операторов случайных, направленных и комбинированных изменений входной информации;
- ♦ определение закона выживания;
- ♦ рекомбинация.

Четвертый блок называется блоком анализа полученного решения. Здесь реализуются принципы адаптации полученных решений к внешней среде. Это обобщенная горизонтально организованная архитектура генетического поиска при компоновке элементов и трассировки СБИС, показанная на рис.2. Ее преимуществом является то, что в ней все уровни связаны с уровнем внешней среды и могут общаться между собой.

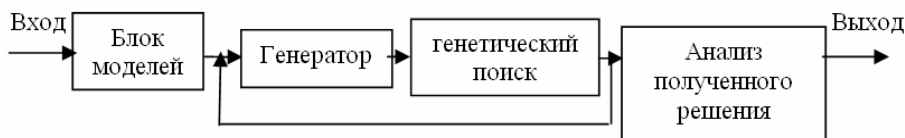


Рис.2. Обобщенная архитектура генетического поиска

Приведем основные принципы генетического поиска, ориентированные на решение задач компоновки элементов и трассировки СБИС [2-4]:

- ♦ **Принцип целостности.** В задачах разбиения графа и гиперграфа на части значение целевой функции (отношение числа внутренних ребер к внешним) альтернативного решения не сводится к сумме целевых функций частичных решений.
- ♦ **Принцип упрощения.** При росте сложности анализируемой задачи компоновки элементов СБИС резко увеличивается сложность точной модели. Поэтому используются приближенные модели на основе графов и гиперграфов.
- ♦ **Принцип соответствия.** Описание исходной задачи компоновки элементов СБИС (а также и трассировки) на языке графов и гиперграфов должно соответствовать наличию имеющейся информации о конструктивно-технологических ограничениях.
- ♦ **Принцип иерархии управления.** Генетические алгоритмы и алгоритмы эволюционного поиска могут надстраиваться сверху вниз и снизу вверх под управлением внешней среды.
- ♦ **Принцип «Бритвы Оккама».** Нежелательно увеличивать сложность моделей, количество конструкторско-технологических ограничений, число частичных целевых функций, эвристик проектирования, генетических и эволюционных алгоритмов без необходимости.
- ♦ **Принцип баланса.** Генетические алгоритмы компоновки конструируются таким образом, чтобы любое полученное решение не выходило из области допустимых.

С учетом сказанного базисную структуру генетического алгоритма для решения задач разбиения графа и гиперграфа на части представим следующим образом:

I. Построение графовых и гиперграфовых моделей схем СБИС.

II. Генератор:

1. Создание начальной популяции задачи компоновки элементов СБИС.

2. Определение ЦФ начальной популяции.
3. Реализация оператора кроссинговера (какой либо из описанных ниже).
4. Определение максимальных, минимальных и средних значений ЦФ для каждой хромосомы и популяции с учетом приведенных принципов.

III. Генетический поиск.

5. Если критерий компоновки достигнут, то переход п. 11, иначе – к п. 6.
6. Применение оператора мутации к популяции потомков.
7. Если заданный критерий компоновки достигнут, то переход к п. 11, иначе – к п. 8.
8. Рекомбинация популяции потомков для создания новой генерации.
9. Приведение размера популяции к заданному виду.
10. Реализация новой генерации. Если получен необходимый критерий компоновки то переход к п. 11, иначе – к п. 3.
11. Конец работы алгоритма.

Опишем базисную структуру модифицированного генетического алгоритма построения дерева Штейнера, на основе изложенных принципов:

- I. Задание количества узлов трассируемых соединений, их количество и расположение на коммутационном поле.
- II. Генератор:
 1. Создание начальной популяции альтернативных решений трассировки СБИС.
 2. Оценка расстояния начальной популяции на коммутационном поле (ЦФ).
 3. Реализация модифицированных генетических операторов.
 4. Определение максимальных, минимальных и средних значений ЦФ для каждой хромосомы с учетом приведенных принципов.

III. Генетический поиск.

1. Рекомбинация потомков, для их дальнейшего построения на коммутационном поле.
2. Если заданный критерий трассировки выполнен, то переход к п. 9, иначе – к п. 3.
3. Реализация новой генерации. В случае получения заданного критерия трассировки переход к п. 8, иначе – к п. 3.
4. Конец работы алгоритма.

Отметим, что обе архитектуры реализованы по иерархическому принципу. Здесь подразумевается использование только двух операторов - модифицированного оператора кроссинговера и модифицированного оператора мутации [5]. Выбор определенного оператора зависит от сложности задачи. В рассмотренных архитектурах используется только одна эволюция – эволюция Ч. Дарвина. Данные архитектуры отличаются от известных тем, что используют меньшее количество генетических операторов, и отличаются своей простотой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М.* Генетические алгоритмы: Учебное пособие / Под ред. В.М. Курейчика. – Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2004. – 400 с.
2. *Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М.* Генетические алгоритмы: Учебное пособие / Под ред. В.М. Курейчика. – Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2004. – 400 с.

3. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003.
4. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. – М.: Радио и связь, 1985. – 376 с.
5. Ищенко С.Н. Эффективные генетические операторы. Труды международных научно-технических конференций “Интеллектуальные системы(IEE AIS’05)” и “Интеллектуальные САПР (CAD’05)”. Научное издание. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005, Т.4. – С.63-64.

Б.К. Лебедев, О.Б. Лебедев

РАЗБИЕНИЕ КАК ПРОЦЕСС ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ*

Введение. Одной из широко востребованных задач целочисленного программирования является задача разбиения, рассматриваемая в комбинаторном направлении теории графов. Современная СБИС может содержать десятки миллионов транзисторов, поэтому в связи с ограниченными возможностями вычислительных средств (память, скорость) не может быть спроектирована топология всей схемы в целом. Нормальным является разбиение схемы группированием компонентов в блоки. В результате разбиения формируется множества блоков и межсоединений между блоками. В очень больших схемах используется иерархическая структура разбиения.

Большинство разработанных к настоящему времени алгоритмов разбиения используют в качестве модели схемы граф или гиперграф. Процедура разбиения графа входит в состав большого числа алгоритмов, решающих различные задачи. Часто эта процедура используется в итерационных структурах. Это предъявляет повышенные требования к качеству и времени решения задачи нахождения максимального паросочетания.

Существующее в настоящее время большее количество алгоритмов разбиения обеспечивают приемлемые результаты при решении задач малой и средней сложности. Возникшие потребности в решении задач большой и очень большой размерности является побудительным мотивом исследований и разработок новых эффективных алгоритмов. Анализ литературы показывает, что наиболее успешными в этих условиях являются методы, основанные на моделировании эволюционных процессов.

В работе излагается методика символьного представления решения задачи разбиения на базе матрицы смежности графа, адаптивные механизмы видоизменения матрицы смежности, и рассматривается структура процесса эволюционной модификации матрицы смежности для решения задачи нахождения разбиения.

1. Основные положения. Задача разбиения гиперграфа с взвешенными вершинами и ребрами формулируется следующим образом.

Пусть задан гиперграф $H=(X,E)$, где $X=\{x_i / i=1,2,\dots,n\}$ – множество вершин, а $E=\{e_j / e_j \subset X, j=1,2,\dots,m\}$ – множество ребер (каждое ребро – подмножество связываемых им вершин). Вес вершин задается множеством $\Phi =\{\varphi_i / i=1,2,\dots,n\}$, а вес ребер – множеством $\Psi=\{\psi_i / i=1,2,\dots,n\}$. Необходимо сформировать K -узлов, т.е. множество X разбить на K непустых и непересекающихся подмножеств X_v , $X=\cup X_v$, $(\forall i,j) [X_i \cap X_j =\emptyset]$, $X_v \neq \emptyset$.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 07-01-00511, № 06-01-00272) и программ развития научного потенциала высшей школы 2006-2008 гг. (РНП.2.1.2.3193, РНП 2.1.2.2238).