

## 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
2. *Shervani N.* Algorithms for VLSI physical design automation. – USA, Kluwer Academy Publisher, 1995. – p. 538.
3. *Ginneken L.P.* Buffer placement in distributed RC-tree networks for minimal Elmore delay // In Proc. IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems. 1990. – p. 865-868.
4. *Cong J., He L., Koh C. and Pan Z.* Global interconnect sizing and spacing with consideration of coupling capacitance // In Proc. Int. Conf. on Computer Aided Design. 1997. – p. 570-573.
5. *Cong J., Koh C. and Leung K.* Simultaneous buffer and wire sizing for performance and power optimization // In Proc. Int. Symp. on Low Power Electronics and Design. Aug. 1996. – p. 271-276.
6. *Tetsushi Koide, Mitsuhiro Ono,* A New Performance Driven Placement Method with the Elmore Delay Model for Row Based VLSIs, 2003.
7. *Shantanu Dutt, Huan Ren, Fenghua Yuan and Vishal Suthar,* “A Network-Flow Approach to Timing-Driven Incremental Placement for ASICs, ICCAD 2006.

УДК 681.3

Е.Е. Курносова

**ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПОСТРОЕНИЮ ИНТЕГРИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ\***

**Введение.** В последние годы, реализовано множество алгоритмов, в основу которых положена модель эволюционного развития [1]. Исследователи экспериментировали с различными типами представлений, операторов кроссинговера и мутации, специальных операторов, и различных подходов к воспроизводству и отбору [2]. Результатом данных экспериментов является разработка новых интегрированных алгоритмов, которые с успехом применяются для решения широкого класса прикладных задач, включая те, которые трудно, а иногда и вовсе невозможно, решить другими методами [3, 4]. Поэтому в работе предлагается новая архитектура эволюционно-генетического поиска и на её основе интегрированный алгоритм, способный преодолевать локальные оптимумы при помощи двух различных процедур.

**Архитектура интегрированного алгоритма.** При решении конструкторских задач САПР интегрированные алгоритмы, по мнению автора, дают преимущественно новые по показателям эффективности и качества решения. Большинство реальных задач можно сформулировать как поиск оптимального решения, в качестве которого выступает сложная функция, зависящая от определенных входных параметров. Одно из главных преимуществ интегрированных алгоритмов заключается их способности манипулировать одновременно некоторым множеством этих параметров. Таким образом, альтернативные решения в интегрированных алгоритмах формируются на основе предварительного анализа множества входных параметров оптимизационной задачи проектирования. Немаловажными факторами, также оказывающими существенное влияние на качество решения, являются

---

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 07-01-00174, № 08-01-00473).

методы кодирования решений, выбор операторов, а также поиск оптимальных параметров решаемой задачи.

Интегрированный алгоритм сочетает в себе специальные процедуры и операторы генетического поиска (генетические алгоритмы), а также эволюционные методы (эволюционные алгоритмы), в основе которых лежат эвристические подходы по построению и оптимизации структуры допустимых решений исходной задачи.

Генетические алгоритмы (ГА) – это поисковые алгоритмы, применяемые для поиска локальных (глобальных) экстремумов функции многих переменных. В основе генетического поиска лежат механизмы формирования генотипов отдельных особей популяции, путем объединения генетического материала родительских хромосом, а также путем случайных необратимых изменений в генотипах этих особей.

В то время как ГА моделирует эволюцию на уровне генотипов, эволюционные алгоритмы направлены на эволюцию фенотипов, т.е. ЭА работает не с отдельными особями (объектами), а с популяциями этих объектов. Иначе говоря, эволюционные алгоритмы (ЭА) – это обобщенное название компьютерных алгоритмов, использующих некоторые формализованные принципы естественного эволюционного отбора в качестве ключевых структурных элементов.

Главное отличие ГА от ЭА заключается в том, что в то время, как в ГА особи для рекомбинации выбираются пропорционально значению ЦФ и заменяют особи из предыдущей популяции, в ЭА особи для репродукции выбираются с равными вероятностями, а формирование следующей популяции базируется на значениях ЦФ.

Другой особенностью отличающей ГА от ЭА являются дифференциация в использовании генетических операторов. В отличие от ГА, где основным средством формирования генотипов является оператор кроссинговера, в большинстве ЭА единственным эволюционным оператором является мутация.

Таким образом, в работе рассматривается новый интегрированный (эволюционно-генетический) алгоритм, который путем использования различных эволюционных методов эффективно решает проблему предварительной сходимости и повышает скорость обработки информации, не ухудшая при этом качества решений.

На рис. 1 представлена структурная схема интегрированного алгоритма поиска решений.

Опишем более подробно принцип работы интегрированного алгоритма. Используя макроэволюцию, формируем начальное множество популяций. После инициализации динамических параметров  $K1 = K2 = 7$ , определяющих число запусков генетического и эволюционного алгоритмов, выполняется генетическая часть интегрированного алгоритма: осуществляется формирование начальной совокупности решений, воспроизводство новых решений, путём использования модифицированных генетических процедур, оценка качества полученных решений и селекция. Стоит отметить, что в каждой популяции выполняется своя искусственная селекция. В первой популяции, например, выполняется селекция на основе рулетки. Во второй используется селекция на основе заданной шкалы и т.д. Дальнейший поиск осуществляется путём объединения наилучших решений из различных популяций.

Основной трудностью, с которой приходится сталкиваться при разработке алгоритмов для решения оптимизационных задач является их преждевременная сходимость, т.е. попадание алгоритма в локальный оптимум, и, зачастую, не в самый лучший. Для решения этой проблемы предлагается использовать процедуру *генетического «всплеска»*, основная идея которой заключается в коррекции части популяции путём генерации случайного набора хромосом, после чего размер популяции корректируется путём элитной селекции, которая способствует максимально

быстрой сходимости за счёт манипулирования только особями, обладающими лучшей приспособленностью. При этом более «слабые» члены популяции не участвуют в формировании родительских пар и не выживают после процедуры отбора. Далее значение параметра  $K_1$ , отвечающего за количество запусков генетического алгоритма, уменьшается на единицу и проверяются условия окончания выполнения алгоритма.

Поскольку в результате элитной селекции происходит вырождение популяции, т.е. существует потенциальная опасность преждевременной сходимости, то необходимо разработать альтернативный метод, способный предотвратить эту возможность. То есть в случае, если алгоритм не достигает локального оптимума в процессе выполнения ГА, запускается эволюционная часть интегрированного алгоритма. Основной процедурой выполняемой на этом шаге является мутация отдельных особей, что также позволяет разнообразить генофонд популяции новыми решениями, и, как следствие, повысить вероятность нахождения глобального оптимума.

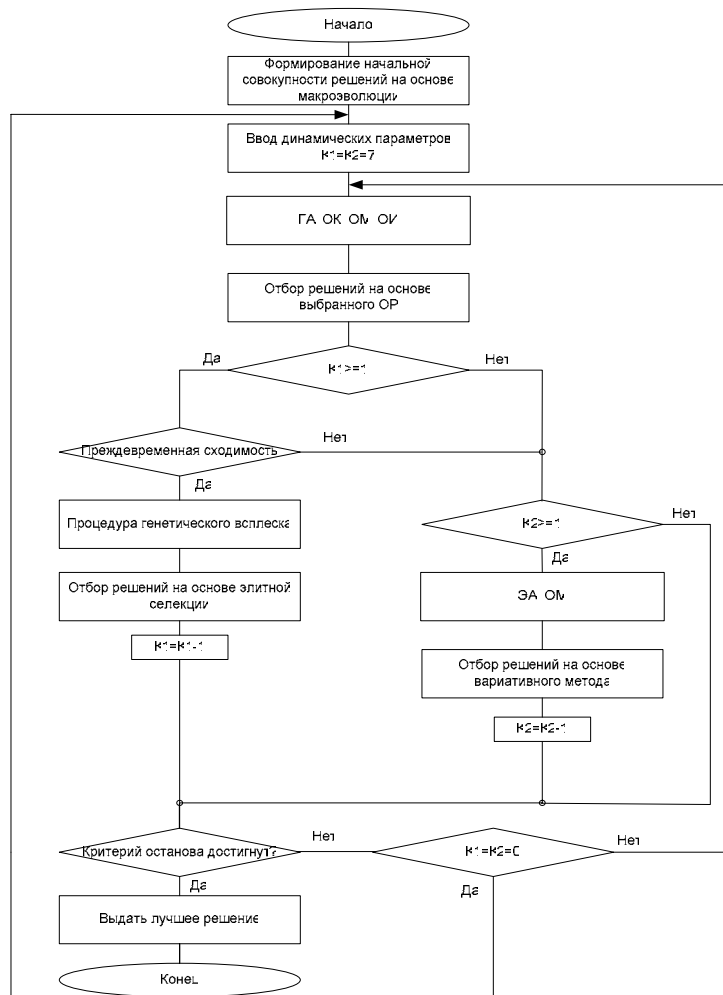


Рис. 1. Структурная схема интегрированного алгоритма

Также стоит обратить внимание на то, каким образом осуществляется селекция решений в новую популяцию. Здесь применяется, так называемый, *вариативный метод*, который позволяет сохранять достаточное генетическое разнообразие в популяции, т.е., в первую очередь, в новую популяцию попадают наиболее приспособленные особи, а также особи с отличными от оптимальных значениями целевых функций. Затем осуществляется уменьшение параметра дальнейшей работы эволюционного алгоритма K2 на единицу и проверка критерия останова. После чего проверяются значения динамических параметров K1 и K2. В случае обнуления обоих этих динамических параметров, происходит их повторная инициализация, и вся процедура повторяется, пока не пройдет заданное количество итераций или не будет найдено «оптимальное» решение.

**Заключение.** Предложена структурная схема интегрированного алгоритма поиска оптимальных решений и на её основе разработана программа в среде программирования Builder C++ 6.0.

Полученные в работе результаты экспериментальных исследований подтвердили эффективность предложенного метода. Временная сложность нового интегрированного алгоритма, в основном, совпадает со сложностью быстрых итерационных алгоритмов, т.е. интегрированные алгоритмы являются перспективным направлением для исследований. При этом, помимо определения локальных оптимумов, эволюционно-генетические алгоритмы дают возможность выделить и те решения, значения которых близки к глобальным.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курейчик, В.В., Полупанов А.А. Эволюционные методы разбиения схем на основе адаптивных генетических процедур: монография. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 160 с.
2. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы / Под ред. В.М. Курейчика. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.
3. Курейчик В.В., Мищенко М.Н. Бионический метод определения путей оптимальной длины в графовых моделях // III-й Международный научно-практический семинар «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте». – М: Изд-во Физматлит, 2005. – С. 261-266.
4. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2006. – 360 с.

УДК 658.512.2.011.5

Д.С. Кныш

#### АЛГОРИТМ ТРАССИРОВКИ В КОММУТАЦИОННОМ БЛОКЕ\*

**Постановка задачи трассировки цепей коммутационного блока в СБИС.** В классической постановке коммутационный блок представляет собой область, ограниченную с четырех сторон линейками контактов (терминалов) различных цепей. Задача трассировки в блоке состоит в проведении участков трасс одноименных цепей при заданных конструкторских и технологических ограничениях. Основными ограничениями являются ширина проводников, минимально допустимый интервал между цепями и фиксированный размер коммутационного блока. Терми-

---

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 07-01-00174).