

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курейчик В.В., Бушин С.А. Размещение узлов и блоков радиоэлектронной и электронно-вычислительной техники на основе бионических методов // Программные продукты и системы. – 2010. – № 1 (89). – С. 12-15.
2. Кныш Д.С., Курейчик В.М. Проблемы, обзор и параллельные генетические алгоритмы: состояние // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2010. – № 4. – С. 72-82.
3. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М., Сороколетов П.В. Биоинспирированные методы в оптимизации. – М.: Физматлит, 2009. – 384 с.
4. Курейчик В.В., Курейчик Вл.Вл. Архитектура гибридного поиска при проектировании // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 7 (132). – С. 22-27.
5. Курейчик В.В., Запорожец Д.Ю. Современные проблемы при размещении элементов СБИС // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 68-73.
6. Курейчик В.М., Кажаров А.А. Использование роевого интеллекта в решении NP-трудных задач // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 30-37.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор Л.С. Лисицына.

Запорожец Дмитрий Юрьевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: elpilasgsm@gmail.com; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП-17А; тел.: 88634371651; кафедра систем автоматизированного проектирования; аспирант.

Заруба Дарья Викторовна – e-mail: daria_zaruba@nxt.ru; кафедра систем автоматизированного проектирования; аспирант.

Лежебоков Андрей Анатольевич – e-mail: legebokov@gmail.com; кафедра систем автоматизированного проектирования; к.т.н.; ассистент.

Zaporozhets Dmitry Yur'evich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: elpilasgsm@gmail.com; GSP-17A, 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371651; the department of computer aided design; postgraduate student.

Zaruba Daria Viktorovna – e-mail: daria_zaruba@nxt.ru; the department of computer aided design; postgraduate student.

Lezbokov Andrey Anatol'evich – e-mail: legebokov@gmail.com; the department of computer aided design; cand. of eng. sc.; assistant.

УДК 621.3.049.771.14:004.023

Э.В. Кулиев, А.А. Лежебоков

О ГИБРИДНОМ АЛГОРИТМЕ РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ СБИС*

В работе рассматривается алгоритм решения задачи размещения компонентов сверх-больших интегральных схем, на основе адаптивных процедур. Рассматривается роевой алгоритм размещения, приводится схема поиска и определения окрестности. Приводится описание разработанного алгоритма размещения на основе моделирования адаптивного поведения пчелиной колонии. Предложена гибридная схема поиска решений задачи размещения на основе разработанных алгоритмов, позволяющая управлять процессом поиска для получения более качественных решений. Приведены параметры программной реализации разработанных моделей и алгоритмов.

Размещение; адаптивные процедуры; моделирование эволюции; генетический алгоритм; гибридный поиск; программная реализация.

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 12-01-31356).

E.V. Kuliev, A.A. Lezhebokov

ON THE HYBRID ALGORITHM OF COMPONENT PLACEMENT VLSI

In this paper the algorithm for solving the component placement VLSI, based on adaptive procedures. Considered swarming placement algorithm, a diagram of the search and definition of the neighborhood. The description of the algorithm by modeling placement adaptive behavior of the bee colony. Proposed a hybrid scheme to find solutions to the problem of locating the basis of the developed algorithms, allows you to manage the process of searching for better solutions. Shows the parameters of a software implementation of the developed models and algorithms.

Accommodation; adaptive procedure; modeling of evolution; genetic algorithm; the hybrid search; software implementation.

Введение. На сегодняшний день эффективным направлением в эволюционном моделировании являются вероятностные алгоритмы, основанные на процессах, происходящих в живой природе. Проецируя закономерности окружающего мира на определенные сферы деятельности человека, мы получаем эффективный инструмент для решения задач проектирования СБИС.

Роевой интеллект (англ. Swarm intelligence) описывает коллективное поведение децентрализованной самоорганизующейся системы. Системы роевого интеллекта, как правило, состоят из множества агентов (Многоагентная система) локально взаимодействующих между собой и с окружающей средой. Сами агенты обычно довольно просты, но все вместе, локально взаимодействуя, создают, так называемый, роевой интеллект. Примером в природе может служить колония муравьев, рой пчел, стая птиц, рыб [1, 5–7].

В данной работе предлагается гибридный алгоритм размещения элементов СБИС. Данный метод является композицией трех алгоритмов: алгоритма, основанного на поведении колонии пчел, модифицированных генетического и эволюционного алгоритмов.

Основу поведения пчелиного роя составляет самоорганизация, обеспечивающая достижение общих целей роя на основе низкоуровневого взаимодействия. Основная идея парадигмы пчелиной колонии заключается в использовании двухуровневой стратегии поиска [1, 5–7]. На первом уровне с помощью пчел разведчиков формируется множество перспективных областей, на втором уровне с помощью пчел фуражиров осуществляется исследование окрестностей данных областей. Цель пчелиной колонии найти источник, содержащий максимальное количество нектара.

Роевой алгоритм размещения. В основном под задачей размещения подразумевается определение взаимного расположения элементов на плоскости в соответствии с заданным критерием или несколькими критериями. На основе критериев предлагается целевая функция. Сформулируем задачу размещения.

Пусть задано множество элементов и множество позиций на коммутационном поле (КП) [1, 5, 6]. Необходимо назначить элементы в позиции в соответствии с критерием (критериями) таким образом, чтобы целевая функция имела значение наиболее приближенное к оптимальным. В качестве модели представления цепи был выбран звездный граф. Центром графа является вершина находящаяся наиболее близко к геометрическому центру области, описывающей все вершины графа.

В алгоритме размещения каждое решение представляется в виде точки (позиции) x_s в многомерном пространстве, где каждая координата позиции x_i представляет собой один параметр функции F_s , которую надо оптимизировать. Каждая позиция является аналогией источника нектара. Количество нектара содержащегося в некотором источнике определяется координатами соответствующей позиции. Найденное количество нектара представляет собой значение целевой функции в этой точке.

Разработка поведенческой модели самоорганизации колонии пчёл, заключаются в разработке методов и механизмов:

- ◆ формирования роя агентов разведчиков и роя агентов фуражиров;
- ◆ поиска перспективных позиций разведчиками;
- ◆ выбора базовых позиций среди перспективных для исследования их окрестностей;
- ◆ передачи информации между разведчиками и фуражирами;
- ◆ выбора фуражирами базовых позиций;
- ◆ выбора фуражирами позиций в окрестности базовой позиций;
- ◆ общей структуры оптимизационного процесса [2].

Рассмотрим организацию поисковой процедуры на основе моделирования адаптивного поведения пчелиной колонии.

Ввод схемы и параметров алгоритма. Посадочные места под компоненты имеют фиксированные габариты в виде прямоугольников. Вначале вводятся параметры поля x и y , где x – количество посадочных мест по горизонтали, y – количество посадочных мест по вертикали. После чего вводятся количество деталей размещенных в этих ячейках. Количество посадочных мест должно быть меньше чем количество компонентов. Также вводиться матрица связности. В нашем случае можно выбрать вариант: генерировать матрицу связности случайным образом (random) или корректировать в ручном режиме. Матрица связности определяет привязку компонентов к посадочным местам. Схема генерируется случайным образом, поскольку задачи связывать программу с какой-то конкретной схемой не стоит. Так же вводим данные для бионспирированного алгоритма. Это число итераций, число разведчиков и число фуражиров (пчелы сборщики).

Разведка формирование случайных решений R . Разведчики вылетают из улья, тем самым, формируют строку решения для каждой целевой функции, в области поиска. После чего, они возвращаются в улей и сообщают фуражирам о найденных решениях (значение целевой функции в нашей задачи – это минимальное число связей между элементами). После чего, пропорционально значению целевой функции вылетают фуражиры. Весь процесс формирования показан на рис. 1.

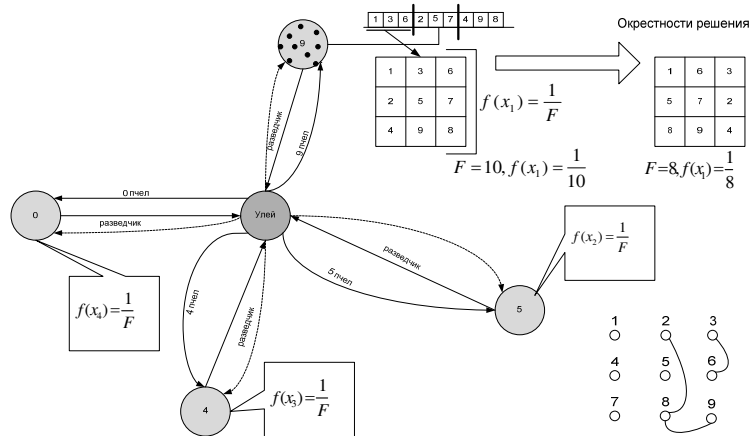


Рис. 1. Схема поиска и определение окрестности

Рассмотрим схему работы роевого алгоритма. Число итераций задается в исходных данных. По достижении этого параметра наилучшие значения фиксируются. Поиск новых решений в окрестностях намеченных точек. После того, как фу-

ражиры вылетели из улья, они начинают обследовать окрестности намеченных возможных точек решений, производя поиск наилучшего решения целевой функции в новых точках.

Фиксирование лучшего полученного результата за все итерации. После нахождения лучшего решения целевой функции результат фиксируется в матрицу связности. Вывод решения на схему. Полученное решение выводится графически в виде размещения компонентов (деталей в посадочных местах). Те элементы, которые до этого были размещены, перераспределяются и устанавливаются в новые посадочные места, предварительно размещенные на коммутационном поле.

Схема гибридного поиска. В ходе разработки алгоритма использовался комбинированный подход, в результате которого был разработан гибридный алгоритм, сочетающий в себе преимущества пчелиного алгоритма, эволюционных методов и генетических алгоритмов. Предлагается гибридный алгоритм размещения элементов СБИС. Данный метод является композицией трех алгоритмов: алгоритма, основанного на поведении колонии пчел, генетического и эволюционного алгоритмов.

Идея заключается в разбиение процесса поиска на два этапа. На первом этапе реализуется пчелиный алгоритм, то есть подразумевается нахождение областей с потенциально высоким значением целевой функции и в зависимости от найденных значений формируются окрестности последующего поиска. На нулевой итерации множество решений формируется произвольно. На втором этапе осуществляется нахождение множества решений в каждой окрестности. Под окрестностью подразумевается множество альтернативных решений из заданной области решений. Поиск в каждой окрестности выполняется эволюционным алгоритмом (ЭА). Данный метод, в отличие от генетического алгоритма, работает только с оператором мутации, а, значит, на его выполнение затрачивается меньше времени. После работы ЭА проверяется выполнение определенных условий. Если, хотя бы одно решение, полученное в ходе работы эволюционного алгоритма, удовлетворяет условиям, то данное решение перемещается в буфер решений. Если таких решений несколько, то перемещается только лучшее решение. Иначе для данной окрестности инициализируется генетический алгоритм с такими же начальными условиями, как и эволюционный. Данный алгоритм имеет большую вычислительную сложность, однако гарантирует появления качественно новых оптимальных решений.



Рис. 3. Гибридная схема поиска

Для инициализации генетического и эволюционного алгоритмов формируется начальная популяция решений. Существует три широкоизвестных стратегии создания начальной популяции: «одеяло», «дробовик», «фокусировка» [3]. Для разработанного подхода целесообразно использование стратегии «фокусировка», как метода создания начальной популяции решений, так как окрестность, полученная в результате работы пчелиного алгоритма, представляет собой множество решений из заданной области решений. Укрупненная схема работы разработанного механизма поиска показана на рисунке (см. рис. 3).

Заключение. На основе сравнительного анализа существующих подходов и методов для решения задачи размещения использованы мультиагентные методы интеллектуальной оптимизации, базирующиеся на моделировании адаптивного поведения пчелиной колонии. В работе задача размещения представлена в виде модифицированного алгоритма, включающий в себя роевой интеллект, генетический и эволюционный алгоритмы.

Исследовались примеры, содержащие до 3000 элементов. Представленный роевой алгоритм размещения находит решения для задач большой размерности, не уступающие по качеству, а иногда и превосходящие своих аналогов с меньшими временными затратами. Сравнение с известными алгоритмами показало, что при меньшем времени работы у полученных с помощью пчелиного алгоритма решений значения целевой функции лучше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лебедев Б.К., Лебедев В.Б.* Размещение на основе метода пчелиной колонии // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 12 (113). – С. 12-19.
2. *Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М., Сороколетов П.В.* Биоинспирированные методы в оптимизации. – М.: Физматлит, 2009. – 384 с.
3. *Курейчик В.В., Запорожец Д.Ю.* Роевой алгоритм в задачах оптимизации // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 28-32.
4. *Курейчик В.В., Курейчик Вл.Вл.* Архитектура гибридного поиска при проектировании // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 7 (132). – С. 22-27.
5. *Курейчик В.М., Курейчик В.В., Родзин С.И.* Модели параллелизма эволюционных вычислений // Вестник ростовского государственного университета путей сообщения. Научно-технический журнал. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУПС, 2011. – № 3. – С. 91-96.
6. *Курейчик В.В., Запорожец Д.Ю.* Современные проблемы при размещении элементов СБИС // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 68-73.
7. *Курейчик В.М., Кажаров А.А.* Использование роевого интеллекта в решении NP-трудных задач // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 30-37.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор Л.С. Лисицына.

Кулиев Эльмар Валерьевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: elmar_2005@mail.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП-17А; тел.: 88634371651; кафедра систем автоматизированного проектирования; аспирант.

Лежебоков Андрей Анатольевич – e-mail: legebokov@gmail.com; кафедра систем автоматизированного проектирования; к.т.н.; ассистент.

Kuliev Elmar Valerievich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: elmar_2005@mail.ru; GSP-17A, 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371651; the department of computer aided design; postgraduate student.

Lezhebokov Andrey Anatol'evich – e-mail: legebokov@gmail.com; the department of computer aided design; cand. of eng. sc.; assistant.