

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.
Тел.: 88634310597.
Кафедра систем автоматизированного проектирования.

Erkin Sergei Nikolaivich

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".
E-mail: erkins@list.ru.
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.
Phone: 88634310597.
Department of Computer Aided Design.

УДК 681.3.001.63+007.52:611.81

С.В. Баринов

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СЕЛЕКЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАЗБИЕНИЯ СХЕМ*

Рассматриваются методы селекции решений в генетических алгоритмах (ГА). Предлагается новый способ выбора решений на основе распределения Больцмана.

Механизмы селекции; турнирная селекция; генетические алгоритмы; сходимость; распределение Больцмана; моделирование отжига; принятие решений.

S.V. Barinov

DEVELOPING NEW HYBRID SELECTION PROCEDURE BASED ON BOLTZMANN FUNCTION

Various selection method are researched in this paper. The new hybrid selection procedure is proposed. It's based on Boltzmann function and simulating annealing.

Multicriterion choice; decision making; preference relation; classification model; situation class; fuzzy sets; representative situation; linguistic variable; criterion; situations comparison; similarity; distance; representative number

Управление системой, комплексом, процессом можно рассматривать как последовательность процедур принятия решений на всех этапах жизненного цикла объекта управления. В генетических алгоритмах (ГА) проблема выбора лучших решений является одной из наиболее важных.

Генетические алгоритмы (ГА) отличаются от других оптимизационных и поисковых методов и алгоритмов [1-3]:

- ◆ анализируют и преобразуют закодированное множество исходных параметров;
- ◆ осуществляют поиск из части популяции, популяции или множества популяций (множества альтернативных решений), а не из одного решения;
- ◆ используют целевую функцию (ЦФ), а не ее различные приращения для оценки качества альтернативных решений;
- ◆ используют детерминированные, вероятностные и комбинированные правила анализа оптимизационных задач.

* Работа выполнена при поддержке: РФФИ (гранты № 10-01-00115; № 09-01-00509), г/б № 2.1.2.1652.

Селекция – это механизм выбора пары хромосом для выполнения скрещивания. Селекция как наука создана Ч. Дарвином, который выделял три формы отбора [1]:

- ◆ естественный отбор, вызывающий изменения, связанные с приспособлением популяции к новым условиям;
- ◆ бессознательный отбор, при котором в популяции сохраняются лучшие экземпляры;
- ◆ методический отбор, при котором проводится целенаправленное изменение популяции в сторону установленного идеала.

Давление селекции – это степень, с которой поддерживаются лучшие хромосомы. Чем больше давление селекции, тем более качественные решения выбираются посредством селекции. Интенсивность селекции определяет амплитуду давления выбранного метода селекции, т.е. это ожидаемое среднее значение ЦФ популяции после выполнения селекции в популяции, ЦФ которой подчиняется закону единичного нормального распределения [1-5].

Сходимость ГА во многом зависит от интенсивности селекции. Чем выше интенсивность, тем быстрее сходится алгоритм. Однако, если давление селекции слишком велико, существует большая вероятность преждевременной сходимости. Кроме достаточного давления, методы селекции должны поддерживать разнообразие в популяции для предупреждения сходимости в локальный оптимум [2].

Кроме выбора хромосом для применения ГО, селекция используется для формирования новой популяции для следующей генерации алгоритма. Рассматривается общее множество хромосом, т.е. множество всех родителей и их потомков. Это способствует выживанию «перспективных» решений и исключению «плохих» и нереальных решений [3].

Существует множество различных методов селекции, которые можно классифицировать на две группы: селекция, пропорциональная ЦФ и селекция на основе ранжирования.

Механизмы селекции, пропорциональные ЦФ, выбирают хромосомы с вероятностью, зависящей от доли ЦФ хромосомы и среднего значения ЦФ популяции. Это простой вид селекции. Примерами являются селекция на основе колеса рулетки [4], стохастическая вычитающая селекция [5] и стохастическая универсальная селекция [6]. Пропорциональная селекция (на основе колеса рулетки) – наиболее часто используемый механизм выбора хромосом для скрещивания. Каждая хромосома имеет свой сектор на рулетке, согласно значению ЦФ. При повороте рулетки с большей вероятностью выбираются те хромосомы, у которых больше значение ЦФ.

Селекция на основе ранжирования выбирает хромосомы не на основе значения ЦФ, а согласно их рангу в популяции. Особи ранжируются в популяции на основе значения ЦФ. Это означает, что давление селекции не зависит от распределения значений ЦФ в популяции, а основано на относительном упорядочивании (ранжировании) популяции. Число копий каждой особи, введенных в родительскую популяцию, рассчитывается по априорно заданной функции в зависимости от ранга особи [7]. Пример такой функции показан на рис. 1.

К классу ранговых селекций относятся: линейно-упорядочивающая селекция [6], турнирная селекция [5], $(\mu + \lambda)/(\mu, \lambda)$ селекция, и селекция усечения [3-5]. В линейно-упорядочивающей селекции вероятность выбора особей линейно пропорционально рангу особи в популяции. В качестве входных данных в алгоритм селекции поступает желаемое число лучших (n^+) и худших ($n^- = 2 - n^+$) хромосом. В турнирной селекции случайно выбирается S особей, ограниченное размером «турнира», и выбираются лучшие из них [8-12]. Этот процесс повторяется до

тех пор, пока не будет получено требуемое число потомков. В $(\mu + \lambda)$ селекции, от μ родителей получают λ потомков и выбирается μ лучших особей из множества родителей и их потомков. В (μ, λ) селекции ($\lambda \geq \mu$) выбирается μ лучших потомков. В селекции усечения выбираются первые $\frac{1}{\tau}$ особей популяции и создаются τ копий каждой из них [7-10].

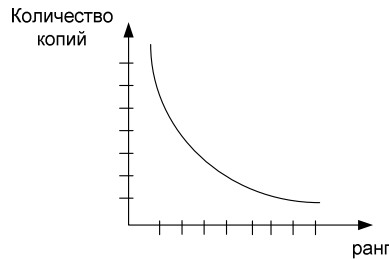


Рис. 1. Пример функции $\alpha = \frac{1}{\ln i}$, определяющей зависимость количества копий особи в множестве отобранных особей (для применения ГО)

При решении задачи компоновки СБИС, как и в случае решения других оптимизационных задач, необходимо разрабатывать модифицированные, композитные критерии отбора хромосом.

Автором разработан новый гибридный механизм селекции на основе распределения Больцмана. Этот закон используется в моделировании отжига. Этот алгоритм воспроизводит механизм отжига металлов и моделирует состояние равновесия сложных систем при заданной конечной температуре [2-5]. На начальных этапах работы алгоритма температура высока, что позволяет исследовать большее пространство поиска. Температура с каждым этапом уменьшается. В процессе охлаждения, система переходит из менее стабильного состояния в более равновесное, т.е. переходит из одного локального оптимума в другой. В итоге, алгоритм моделирования отжига позволяет получить хорошие локально-оптимальные решения поставленной задачи [2-4].

В сбалансированном множестве решений, полученных с помощью моделирования отжига, вероятность посещения точки пространства поиска X_j определяется следующим выражением [2]:

$$P(X_j) = \frac{e^{-u(X_j)/T}}{\sum_i e^{-u(X_i)/T}},$$

где знак в степени экспоненты указывает на задачу минимизации, T – температура, числитель содержит весовую функцию Больцмана, знаменатель – нормализующий коэффициент. Функция Больцмана имеет важное свойство – при высокой температуре вероятность выбора точки пространства поиска велика, тогда как при небольшой температуре вероятность посещения точки пространства меньше, чем вероятность того, что глобальный минимум ниже текущей точки.

Автором разработана селекция на основе функции Больцмана. Метод основан на турнирной селекции. Выбор хромосом для дальнейших преобразований основан на следующем выражении:

$$P(X_i) = e^{-f(X_i)/T},$$

где $P(X_i)$ – вероятность выбора хромосомы в «турнир» индивидов, $f(X_i)$ – значение ЦФ хромосомы, параметр T определяет толерантность ГА, как и температура в моделировании отжига.

Разработанный алгоритм селекции был использован при создании комплекса генетических алгоритмов разбиения схем.

Тестирование и экспериментальные исследования проводились с помощью программы, разработанной на объектно-ориентированном языке программирования Java версии 1.6 в среде NetBeans IDE 6.0. Для тестирования использовалась операционная система Microsoft Windows XP Professional™ Service Pack 3. Для экспериментов использовались следующие аппаратные средства: AMD Sempron™ 3500+ (2.16 ГГц), 1024 Мб оперативной памяти.

Исследования проведены на наборе тестовых схем ISPD98 [13]. Характеристики тестовых схем приведены в табл. 1. Результаты экспериментов отражены в табл. 2.

Таблица 1

Характеристики набора тестов ISPD98

Схема	Число элементов	Число цепей
ibm01	12506	14111
ibm02	19342	19584
ibm03	22853	27401
ibm04	27220	31970
ibm05	28146	28446
ibm06	32332	34826
ibm07	45639	48117
ibm08	51023	50513
ibm09	53110	60902
ibm10	68685	75196
ibm11	70152	81454
ibm12	70439	77240
ibm13	83709	99666
ibm14	147088	152772
ibm15	161187	186608
ibm16	182980	190048
ibm17	184752	189581
ibm18	210341	201920

Таблица 2

Зависимость времени работы алгоритма от метода свертки схемы

	Селекции на основе распределения Больцмана		Турнирная селекция	
	ЦФ	Время работы	ЦФ	Время работы
ibm01	435	990,1	432	1250,1
ibm02	781	961,5	775	1721,5
ibm03	824	1020,4	815	1870,4
ibm04	1020	1341,2	1029	1845,2
ibm05	1103	1480,3	1110	1930,3
ibm06	1198	1620,1	1195	2002,1
ibm07	1301	1615,8	1292	2045,8
ibm08	1352	1820,1	1346	2431,3
ibm09	1401	1886,5	1394	2651,5

Окончание табл. 2

	Селекции на основе распределения Больцмана		Турнирная селекция	
ibm10	1475	1935,9	1471	2520,7
ibm11	1498	2153,2	1494	2631,1
ibm12	1576	2343,8	1573	2905,9
ibm13	1612	2578,3	1605	3317,3
ibm14	1645	2894,2	1638	3105,4
ibm15	1723	2942,2	1715	3620,1
ibm16	1856	3105,2	1851	5858,4
ibm17	1898	3302,7	1892	5820,7
ibm18	1981	3675,3	1978	7424,2

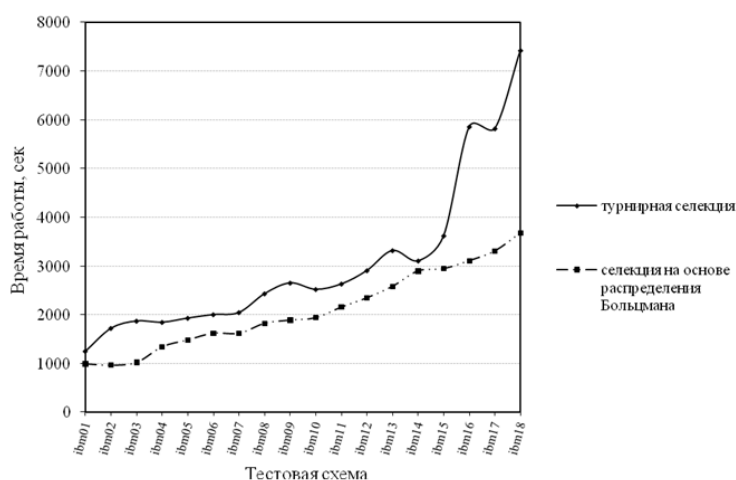


Рис. 2. Зависимость времени работы алгоритма от метода свертки схемы

Согласно результатам, полученным в ходе экспериментов, использование турнирной селекции позволяет в некоторых случаях получить решения лучше, чем в случае применения разработанного метода. Однако по графику зависимости времени работы программы (см. рис. 2), от выбранного метода селекции видно, что метод селекции на основе распределения Больцмана более предпочтителен. Таким образом, гибридный метод селекции является оптимальным выбором для получения качественных решений задач конструкторского проектирования СБИС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курейчик В.В. Эволюционные, синергетические и гомеостатические методы принятия решений. Монография. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001.
2. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. – М: Физматлит, 2006.
3. Курейчик В.В., Курейчик В.М., Родзин С.И. Концепция эволюционных вычислений, инспирированных природными системами // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 4 (93). – С. 16-25.
4. Курейчик В.В., Сороколетов П.В. Концептуальная модель представления решений в генетических алгоритмах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 9 (86). – С. 7-12.
5. Andreas Rummeler, Adriana Apetrei. Graph Partitioning Revised – a Multiobjective Perspective// In Proc. IEEE Intl. Conf. Computer-Aided Design. – 2001. – P. 45-51.
6. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с.

7. *Brindle A.* Genetic Algorithms for Function Optimization, Doctoral Dissertation, University of Alberta, Edmonton, 1981.
8. *Дубинин Н.П.* Избранные труды, Т.1. Проблемы гена и эволюции. – М.: Наука, 2000.
9. *Lawrence David Davis, Kenneth De Jong, Michael D. Vose L. Darrell Whitley.* Evolutionary Algorithms, Springer-Verlag New York, Inc., 1999. – 301 p.
10. *Baker, J.E.*, Adaptive Selection Methods for Genetic Algorithms, in Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1985. – P. 101-111.
11. *Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 452 с.
12. *Muhlenbein, H. and Schlierkamp-Vosen, D.*, Predictive Models for the Breeder Genetic Algorithm, Evolutionary Computation. – 1993. – Vol. 1, № 1. – P. 25-49.
13. *C.J. Alpert.* The ISPD-98 Circuit Benchmark Suite // in Proc. ACM/IEEE International Symposium on Physical Design, April 1998. – P. 80-85.

Баринов Сергей Владимирович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: barinov.sergei@gmail.com.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634360793.

Кафедра систем автоматизированного проектирования, ассистент.

Barinov Sergei Vladimirovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: barinov.sergei@gmail.com.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634360793.

Department of Computer Aided Design; assistant.

УДК 681.3.06

А.Е. Лисовцова

**РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЭВА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ВЕЩЕСТВЕННОГО КОДИРОВАНИЯ**

Одним из важных аспектов при проектировании и построении алгоритмов глобального поиска оптимальных решений является разработка эффективного способа кодирования, позволяющего сохранять разнообразие и гибко учитывать особенности распределения множества текущих решений в пространстве поиска. В статье предлагается такой подход к кодированию решений и построению генетических операторов на основе использования вещественного кодирования и методов локального поиска.

Имитационный алгоритм; вещественное кодирование; оператор кроссинговера на основе методов локального поиска.

A.E. Lisovcova

PLACEMENT CELL EVA USING REAL CODING

An important aspect of the memetic algorithm proposed is that it adaptively assigns different local search probabilities to individuals. It was observed that the algorithm adjusts the global local search balance according to the particularities of each problem instance.

Memetic algorithms; real-coding; crossover hill climbing.