

Л.А. Гладков

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПО ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА*

Введение. Проектирование СБИС представляет собой многоуровневый процесс, в котором каждый уровень характеризуется своим математическим и программным обеспечением. В функциональном проектировании выделяют системный, функционально-логический (регистровый и логический), схмотехнический и компонентный уровни. Как правило, используется нисходящий стиль проектирования, при котором последовательно выполняются процедуры системного, регистрового и логического уровней [1].

После получения результатов функционально-логического проектирования приступают к конструкторско-технологическому проектированию, синтезу тестов и окончательной верификации принятых проектных решений.

Верхний иерархический уровень называют системным или архитектурным. На системном уровне формулируют требования к функциональным и схемным характеристикам, определяют общую архитектуру построения СБИС, выделяют операционные и управляющие блоки. Составляют расписание операций заданного алгоритма, т.е. распределяют операции по временным тактам (scheduling) и функциональным блокам. Тем самым, принимают решения по распараллеливанию и (или) конвейеризации операций, реализуемым в СБИС [2].

Очевидно, что при нисходящем проектировании, как правило, используют ориентировочные значения данных, в то время, как их истинные значения становятся известными только после выполнения последующих процедур. Это обуславливает итерационный характер процесса проектирования с возвратами от последующих этапов к предыдущим, что, естественно, существенно увеличивает затраты на проектирование. Поэтому продолжается поиск методов сокращения числа итераций в цикле проектирования СБИС.

Нечеткие генетические алгоритмы. Согласно определению [3] нечеткий генетический алгоритм – это генетический алгоритм, в котором некоторые компоненты реализованы с использованием инструментов нечеткой логики. Такими компонентами можно считать нечеткие операторы и нечеткие правила для создания генетических операторов с различными свойствами; системы нечеткого логического контроля параметров ГА в соответствии принятыми критериями; нечеткие критерии остановки процесса генетического поиска. Математический аппарат теории нечетких систем используется в данном случае для кодирования, подбора оптимальных параметров генетических алгоритмов, значений вероятности генетических операторов, выбора функции пригодности и критерия останова, создания нечетких генетических операторов.

Постановка задачи. Задача распределения проектных операций по времени может быть интерпретирована как задача составления временного графика, когда набор из n операций должен быть выполнен на m рабочих местах в течение определенного ограниченного промежутка времени [4]. Каждая операция требует определенного фиксированного времени на определенном рабочем месте.

Задача составления временного графика привлекает внимание исследователей достаточно давно. Однако она является чрезвычайно актуальной и в настоящее время. Это объясняется тем, что при планировании необходимо учесть большое

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 05–01–18115 и программы развития научного потенциала высшей школы 2006–2008 гг. (РНП.2.1.2.3193).

число различных факторов, многие из которых не всегда могут быть описаны с помощью инструментария классической детерминированной теории расписаний. К таким факторам относится, прежде всего, так называемый человеческий фактор. Использование для решения данной задачи методов, основанных на сочетании нечетких математических моделей и эволюционных методов поиска, является весьма перспективным. Нечеткие множества и нечеткая логика уже давно используется при обработке неточной или неполной информации. Эволюционные методы, в свою очередь, являются эффективным средством поиска оптимальных решений.

Время выполнения проектных операций точно неизвестно из-за итерационного характера процесса проектирования, возможных возвратов, а также субъективных факторов. Следовательно, время завершения каждой операции является неопределенным. Кроме того, не всегда возможно создать график, в котором все операции завершаются в срок. Математическая модель, которая используется при решении такой задачи, должна позволить лицу, принимающему решения (ЛПР), выразить свою оценку относительно опоздания каждого задания. Нечеткие множества при этом используются для того, чтобы моделировать неопределенное время выполнения заданий и приоритеты ЛПР по отношению к возможному опозданию завершения каждой операции.

В отличие от условного четкого набора, который предписывает или принадлежность или непринадлежность объекта в множестве, нечеткое множество позволяет задавать степень принадлежности в множестве. Нечеткое множество определяется функцией принадлежности $\mu_{\tilde{A}}(x)$, которая назначает каждому объекту x в области исследования X , значение, представляющее его степень принадлежности этому нечеткому множеству [13]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0, 1].$$

Также при решении задачи необходимо учитывать ряд ограничений: (1) последовательность выполнения должна соответствовать определенному порядку, (2) на каждом рабочем месте можно выполнять только одно задание одновременно и процесс его выполнения не может быть прерван.

Любое решение, удовлетворяющее всем перечисленным ограничениям, будет считаться допустимым графиком.

Функция принадлежности может принимать различные формы: треугольную, трапецидальную, в виде колокола или s-образную. Выбор формы, как правило, субъективен и позволяет ЛПР выразить свое предпочтение.

Неопределенное время выполнения \tilde{p}_{ij} моделируется треугольной функцией принадлежности, представленной триплетом $(p_{ij}^1, p_{ij}^2, p_{ij}^3)$, где p_{ij}^1 и p_{ij}^3 – нижняя и верхняя граница времени выполнения, в то время как p_{ij}^2 – так называемая модальная точка. Пример нечеткого времени выполнения показан на рис.1. Трапецидальное нечеткое множество используется, чтобы моделировать срок \tilde{d}_j выполнения каждой операции (рис.2). Функция принадлежности представленный в этом случае двойкой (d_j^1, d_j^2) , где d_j^1 – четкий срок завершения операции, а верхняя граница d_j^2 показывает максимально допустимый срок опоздания, т.е. не должна превышать, например 10% от значения d_j^1 .

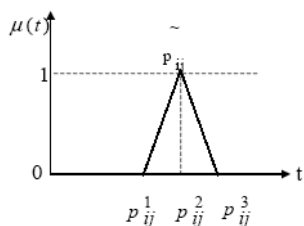


Рис.1. Нечеткое время выполнения операции

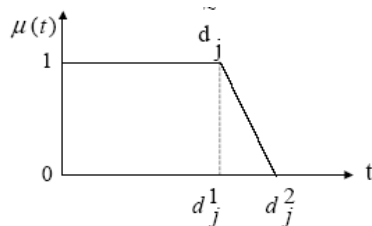


Рис.2. Нечеткий срок опоздания операции

Кроме обработки неточных и неуверенных данных, нечеткие множества и нечеткая логика допускают многоцелевую оптимизацию, когда учитывается одновременно множество несопоставимых целей. Так, например, для данной задачи в качестве критериев могут быть использованы: количество проектных операций завершающихся с нарушением графика, среднее время опоздания и др. Очевидно, что эти критерии имеют разные единицы измерения, но должны использоваться одновременно, для получения достоверной оценки качества построенных графиков. Приоритеты относительно важности используемых критериев могут найти отображение в степени удовлетворения, значения для которой задаются на интервале $[0,1]$ и могут быть объединены в общий интегральный показатель.

В качестве инструмента решения поставленной задачи может быть использован нечеткий генетический алгоритм, описанный в [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Норенков И.П.* Основы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002.
2. *Казеннов Г.Г.* Основы проектирования интегральных схем и систем. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
3. *Galantucci L.M., Percoco G., Spina R.* Assembly and Disassembly Planning by using Fuzzy Logic & Genetic Algorithms. // International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 1, № 2, 2004. – p. 67 – 74.
4. *Fayad C., Petrovic S.* A Genetic Algorithm for the Real-World Fuzzy Job Shop Scheduling. School of Computer Science and Information Technology University of Nottingham, <http://www.cs.nott.ac.uk/~cxf/~sxp>
5. *Гладков Л.А.* Решение задач и оптимизации решений на основе нечетких генетических алгоритмов и многоагентных подходов. // Известия ТРТУ. Тематический выпуск "Интеллектуальные САПР". – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. №8(63). – С. 83-88.

И.А. Шкамардин

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ С ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ

Введение. В процессе развития науки и техники радиоэлектронные системы становятся все более сложными, а постоянно увеличивающийся уровень конкуренции налагает жесткие ограничения, предъявляемые к срокам проектирования. В таких условиях традиционные методы проектирования являются малоэффективными, а отсутствие в используемых моделях и алгоритмах возможности изменения системы ограничивает область поиска решения только типовыми схемами. Одним из решений данной проблемы является использование эволюционного проектирования при раз-