

Начальным значением для процедуры примем присутствие одного GSM модема (одной Q - связи). На каждом этапе рекурсивной процедуры происходит увеличение числа GSM модемов. Условием выхода из процедуры будет наличие всех возможных связей между всеми М и МК.

Предложенный выше алгоритм позволит проектировать РАСУ гибридных топологий с минимальными финансовыми затратами при допустимых параметрах времени доступа и географической распределенности элементов системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плющев В. Мерзляков В. Система дистанционного мониторинга и управления объектами. //Современные технологии автоматизации. 2003. №2. С. 6-16.
2. Жиленков Н. Новые технологии беспроводной передачи данных. //Современные технологии автоматизации. 2003. №4. С. 44-48.

УДК 681.3.001.63

Б.К. Лебедев, О.Б. Лебедев

ТРТУ, г. Таганрог

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ПОИСКОВАЯ АДАПТАЦИИ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ АВТОМАТОВ¹

В 1948 году У. Эшби предложил аналоговое электромеханическое устройство – **гомеостат**, моделирующее свойство живых организмов поддерживать некоторые свои характеристики (например, температуру тела, содержание кислорода в крови и т.д.) [1]. Гомеостат Эшби представляет собой динамическую систему $dU/dt = F(U, X, E)$.

Состояние системы описывается вектором U и определяется как вектором управляемых параметров X , так и вектором неуправляемых параметров, характеризующих стохастические свойства среды. Изменение состояния U гомеостата осуществляется с помощью управляющего воздействия на параметры X , причем целью управления является выведение гомеостата в заданное состояние U^* , т.е. минимизация показателя $Q = |U - U^*|$.

Процесс выведения гомеостата в заданное состояние производится методом проб и ошибок, который фактически сводится к случайному перебору управляющих воздействий на X с последующей проверкой их эффективности и реакции. При этом возможны два вида реакции. Отрицательная реакция $R-$ возникает в ответ на управляющее воздействие, не приводящее к уменьшению показателя Q . Эта реакция, в соответствии с алгоритмом гомеостата, вызывает выбор очередного случайного воздействия. Положительная реакция $R+$ следует при уменьшении показателя Q . Она вызывает повторение воздействия, приведшего к положительному результату. Поведение гомеостата целесообразно и направлено на поиск и сохранение в системе состояния, которое обеспечивает положительную реакцию $R+$.

Как правило, под адаптивной системой понимают систему, которая работает при наличии априорной неопределенности и изменяющихся внешних условий, а получаемую в процессе работы информацию об этих условиях используют для повышения эффективности работы системы. Основные цели адаптации связаны с

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке программ развития научного потенциала высшей школы РНП.2.1.2.2238 и РНП.2.1.2.3193

экстремальными требованиями, предъявляемыми к объекту адаптации в виде максимизации эффективности его функционирования. Здесь адаптация рассматривается как оптимизация.

Значительным шагом в развитии технических устройств для имитации адаптации был предложенный М.Л. Цетлиным подход, основанный на использовании вероятностных обучающихся автоматов [2].

Представим работу гомеостата как функционирование некоторого вероятностного автомата, действующего в случайной среде. Тогда гомеостат распадается на два компонента – среду и управляющее устройство. Под средой понимается объект управления (объект оптимизации), а управляющее устройство работает в соответствии с алгоритмом случайного поиска.

Основываясь на этой идее, М.Л. Цетлин поместил в среду, характеризующуюся случайной реакцией, вероятностный **автомат адаптации** (АА) для реализации функции управляющего устройства. Адаптация автомата производится путем самообучения в процессе его функционирования.

На каждом такте работы адаптивной системы в соответствии со значениями A выхода автомата адаптации (АА) формируется управляющее воздействие U , приводящее к изменению состояния объекта оптимизации S и показателя $F(S)$ (рис.1).

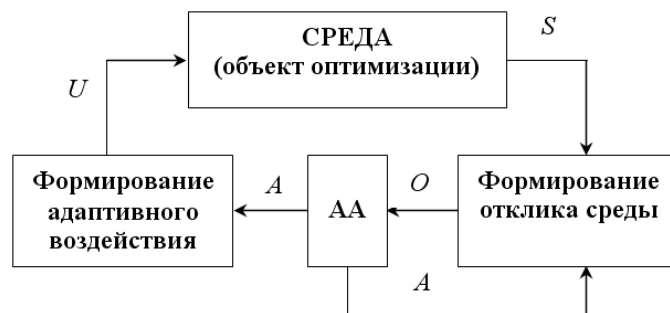


Рис.1

O является откликом среды на реализацию управляющего воздействия. Под действием O автомат переходит в новое состояние и вырабатывает новые выходные значения A .

Пусть $S = \{S_i \mid i=1,2,\dots\}$ – пространство возможных состояний (возможных решений задачи).

М.Л. Цетлиным [2] были предложены структура и механизм поведения автоматов, адаптирующихся к среде, и впервые формализована эта проблема.

АА способен воспринимать два входных сигнала: поощрения при удаче (+) и наказания при неудаче (-). Под действием этих сигналов осуществляется переход АА в новые состояния. В зависимости от состояния АА на его выходе может быть один из выходных сигналов A_1, \dots, A_n , соответствующий альтернативной структуре или действию, число которых не должно быть большим $n=2\div 5$. Задача адаптации состоит в том, чтобы поддерживать в объекте ту структуру, которая обеспечивает максимальную эффективность объекта при соблюдении заданных ограничений, и иметь возможность переходить на другую альтернативную структуру, если в результате изменения условий она окажется лучше.

Автомат адаптации определяется следующей пятеркой: $(\{S\}, \{I\}, \{A\}, \Phi, f)$.
 $S(t+1) = \Phi(S(t)), I(t+1); \quad A(t) = f(S(t)).$

Здесь $S(t)$ – внутреннее состояние автомата в момент t ; $I(t)$ – вход автомата (отклик среды – сигнал “поощрения” или “наказания”); Φ – функция перехода из

состояния в состояние, $\Phi: \{S\} \times \{I\} \rightarrow \{S\}$; $A(t)$ – выход автомата в момент времени t , т.е. его альтернатива (стратегия); f – функция выхода, $f: \{S\} \rightarrow \{A\}$.

Характеристикой среды является вектор, имеющий n компонентов: $C = (P_1, P_2, \dots, P_n)$. При этом P_i есть вероятность того, что за действия или структуру A_i автомат адаптации получит от среды сигнал поощрения, а с вероятностью $\bar{P}_i = (1 - P_i)$ – наказания.

В последнее время большое внимание уделяется разработке методик представления процессов решения оптимизационных задач и задач принятия решений в виде адаптивных процессов на основе самообучения и самоорганизации, моделируемых интеллектуальными многоагентными системами, использующими в качестве агентов – вероятностные автоматы адаптации с механизмами коллективного функционирования [3].

Концептуальная схема решения рассматриваемых проблем такова. Задача представляется в виде интеллектуальной многоагентной системы (МАС), состоящей из простейших реактивных агентов, которые способны достигать поставленных целей, согласовывать индивидуальные цели с общими целями всего коллектива, осуществлять распределение функций и ресурсов реализовывать процессы саморегулирования.

Идея коллективной адаптации позволяет свести эволюционную адаптацию к альтернативной.

Объект можно разбить на подобъекты, которые могут существовать в альтернативных состояниях. Состояние объекта и его оценка полностью определяются комбинацией состояний подобъектов.

Оценка состояния подобъекта зависит как от собственного состояния, так и от состояния всех связанных с ним подобъектов, а также от структуры и свойств этих связей.

Альтернативная коллективная адаптация подобъектов приводит к эволюционной адаптации всего объекта в целом.

Этот подход можно расширить, т.е. использовать многоуровневую иерархическую структуру объекта.

При организации процесса коллективной адаптации важной проблемой является соотнесение локальных целей отдельных объектов и глобальной цели коллектива объектов

Локальная цель объекта адаптации x_i – достижение такого состояния, которое способствует достижению общей цели. Другими словами в процессе адаптации минимизируется оценка косвенным образом связанная с общим критерием оптимизации $F(S)$.

Глобальная цель коллектива объектов адаптации заключается в достижении коллективом такого состояния S , при котором $F(S) \rightarrow \min$.

Возможно использование мета-автомата адаптации, который меняет локальные цели подобъектов в процессе эволюционной адаптации всего объекта.

Будем в дальнейшем объект в целом называть коллективом, а подобъекты – просто объектами.

Например, при решении методами коллективной адаптации задачи размещения элементы являются объектами адаптации [3]. Если два элемента a_i и a_j , расположенные в позициях с координатами (x_i, y_i) , (x_j, y_j) , связаны одной цепью, то между

ними по осям X и Y действуют силы притяжения. Под воздействием серии адаптирующих воздействий, характер и величина которых меняется на каждой итерации, элементы (коллектив) последовательно перемещаются по коммутационному полю от позиции к позиции. Цель конкретного объекта достичь состояния (занять позицию), при котором суммарный вектор сил, действующий на него, равен нулю. Целью же коллектива объектов является достижение такого размещения элементов в позициях, которое обеспечивает благоприятные условия для последующей трассировки.

Представление исходной формулировки задачи в виде адаптивной системы, основанной на идеях коллективного поведения, предполагает решение следующих задач [3]:

- а) формирование моделей среды и объектов адаптации;
- б) формирование локальных целей объектов адаптации и глобальной цели коллектива;
- в) разработка альтернативных состояний объекта адаптации, структуры обучающегося автомата адаптации и механизмов переходов АА;
- г) разработка методики выработки управляющих сигналов поощрения или наказания в процессе работы адаптивного алгоритма;
- д) разработка общей структуры процесса адаптивного поиска.

В качестве объекта адаптации может выступать сам автомат адаптации, т.е. его структура и механизмы переходов [4].

Прежде всего, возможно использование мета-автомата адаптации (МАО), который меняет локальные цели подобъектов в процессе эволюционной адаптации всего объекта в целом. Можно также осуществлять частичную замену подобъектов и изменять структуру и свойства связей между объектами.

Возможно применение в процессе адаптации различных структурных элементов. В результате адаптации структуры и механизмов переходов в АА выбираются те элементы, которые дают наилучшие результаты. Наделенный такими свойствами АА называется развивающимся АА. Методы его развития составляют теорию развивающихся автоматов [5].

Повышение эффективности работы АА возможно с использованием принципов искусственного интеллекта [6].

После получения определенного числа наказаний и выходе из текущей группы состояний (альтернативы), при наличии числа альтернатив более двух, перед АА возникает проблема выбора группы состояний (альтернативы), в которую он должен перейти.

Механизмы логического вывода, в частности, нечеткого логического вывода, могут быть использованы для организации такого перехода.

Такой интеллектуальный автомат адаптации (ИАО) позволяет накапливать опыт проектирования, оценивать эффективность применения различных методик. Каждая альтернатива A_i , соответствующая определенной группе состояний ИАО, характеризуется в общем случае набором показателей $Q_i = \{q_{ij} / j = 1, 2, \dots, k\}$, которые составляют ядро глобальной базы данных ИАО. Для каждого конкретного объекта проектирования в ИАО формируется множество правил и процедур перехода из состояния в состояние. Разрабатываются стратегии управления, позволяющие путем использования правил и процедур к глобальной базе данных приходить к наиболее эффективной на данном этапе альтернативе. В этом случае сочетаются механизмы случайного поиска с механизмами вывода на основе индукции и дедукции.

Поскольку возможно использование нескольких стратегий управления, то предлагается использовать мета-АА (МАА), т.е. автомат, который позволяет осуществлять выбор наилучшего ИАА для данного набора альтернатив. В ИАА возможно использование некоторых наборов параметров, которые настраивают его. В этом случае МАА на одном ИАА осуществляет адаптацию к некоторому набору управляющих параметров.

В качестве оценки работы ИАА может случить частота переходов из состояния в состояние или число переходов в устойчивое состояние (скорость адаптации).

Подытоживая вышеприведенный материал, можно сказать, что адаптация – это высшая ступень автоматизации, характеризующаяся наличием не только обратных связей, но и устройств измерения и анализа, наделенных свойствами памяти и могущих принимать решения на основе аналитических построений и логических выводов.

Рассмотренные в работе теоретические положения, методы, алгоритмы позволяют в общем случае решать оптимизационные задачи на плохо формализованных и нечетких множествах альтернатив, решать задачи по созданию эффективных средств синтеза топологии СБИС с учетом современных тенденций, обладающих улучшенными характеристиками.

Предложенные методы поисковой адаптации, опирающиеся на сочетание принципов адаптации на основе самообучения, самоорганизации, генетического и интеллектуального поиска, являются мощным средством выхода из “локальных ям”, приводящим к синтезу решений, близких к оптимальным.

Несмотря на значительные достижения в области развития теории эволюционной адаптации они являются далеко не исчерпывающими. Основными направлениями дальнейших исследований являются новые технологии и средства повышения эффективности процесса альтернативной поисковой адаптации: подход на основе моделирования отжига для управления процессом адаптации; стохастические правила выработки управляющих сигналов; вероятностный характер выбора и реализации альтернатив; нечеткие правила переходов в автомате адаптации; многоуровневая адаптация, методы рефлексивного поведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Растринин Л.А.* Адаптивные компьютерные системы. М.: Знание, 1987.
2. *Цетлин М.Л.* Исследования по теории автоматов и моделирование биологических систем. М.: Наука, 1969.
3. *Лебедев Б.К.* Адаптация в САПР. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999.
4. *Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б. Чернышев Ю.О.* Адаптация на основе самообучения. РГАСХМ ГОУ, Ростов н/Д. 2004.
5. *Поспелов Д.А.* Фантазия или наука: на пути к искусственному интеллекту. М.: Наука, 1982.
6. Оптимизационные структуры при проектировании на основе методов гомеостатики, эволюционного развития и самоорганизации. //Под ред. В.М.Курейчика. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003.