

Бова Виктория Викторовна

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

E-mail: vvbova@yandex.ru.

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

Тел.: 88634371651.

Курейчик Владимир Викторович

E-mail: vkur@tsure.ru.

Нужнов Евгений Владимирович

E-mail: nev@tsure.ru.

Тел.: 88634371625.

Bova Viktoria Viktorovna

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

E-mail: vvbova@yandex.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371651.

Kureichik Vladimir Viktorovich

E-mail: vkur@tsure.ru.

Nuzhnov Eugene Vladimirovich

E-mail: nev@tsure.ru.

Phone: +78634371625.

УДК 681.3

Ю.О. Чернышев, Н.Н. Венцов

**ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТА АДАПТАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ДОСТУПА К ДАННЫМ***

Приведено описание адаптивного алгоритма решения задачи выбора оптимального порядка соединения отношений, использующего автомат адаптации. Особенность данного алгоритма – возможность адаптации вычислительного процесса под обрабатываемые информационные массивы.

Адаптация; оптимизация; информационные массивы.

Y.O. Chernyshev, N.N. Vencov

**APPLICATION OF THE AUTOMATIC MACHINE OF ADAPTING
BY DEVELOPMENT OF ADAPTIVE ALGORITHM DATA ACCESS
OPTIMIZATION**

In work the description of adaptive algorithm of the decision of a problem of a choice of an optimum order of connection of the relations using the automatic machine of adaptation is resulted. Feature of the given algorithm – possibility of adaptation of computing process under processed information files.

Adaptation; optimization; information files.

* Работа выполнена при поддержке: РФФИ (грант № 10-01-00481-а), г/б № 2.1.2.1652.

Введение. Адаптация по своей сути сопутствует максимизации эффективности функционирования различных систем, в том числе, и информационных. В этой связи актуальной научной задачей является разработка адаптивных систем доступа к данным. Под адаптивной понимают систему обработки запросов, имеющую следующие признаки [1]:

- ◆ получение информации из среды;
- ◆ использование полученной информации для корректировки своего поведения;
- ◆ периодическое чередование процессов сбора информации о состоянии среды и корректировки собственного состояния на основе использования обновленной информации.

Необходимость разработки адаптивных алгоритмов решения ресурсоемкой задачи выбора оптимального порядка соединения отношений обусловлена отсутствием в ряде случаев достоверных статистических характеристик отношений, входящих в базу данных. Отсутствие адекватной математической модели, а также большая область поиска, являются предпосылкой к использованию методов поисковой адаптации, основанных на использовании обучающих автоматов, моделирующих поведение объекта (процесса) оптимизации в некоторой среде [2].

Алгоритм взаимодействия объекта оптимизации и автомата адаптации (АА) заключается в следующем, на первом этапе случайным образом или по результатам работы какого либо алгоритма реализуется начальная альтернатива. В последующем на каждом шаге (итерации) адаптивного алгоритма выполняется 4 такта [2]:

- ◆ на первом такте рассчитываются параметры среды и объекта адаптации (ОА) после реализации ранее выбранной альтернативы;
- ◆ на втором этапе по параметрам оценивается состояние ОА в среде, на основании чего вырабатывается управляющий сигнал «поощрения» или «наказания»;
- ◆ на третьем такте под действием управляющего сигнала АА переходит в новое состояние;
- ◆ на четвертом такте реализуется альтернатива, соответствующая состоянию АА.

Описание задачи и известные алгоритмы ее решения. Введем обозначения: R – множество отношений, подлежащих соединению $R = \{r_0, r_1, r_2, \dots, r_{n-1}\}$, где $i, j, m, d, g = \overline{1, n-1}$ порядок соединения отношений полученный на k -ой итерации алгоритма, обозначим как $P_k = \langle r_i, r_j, r_m, \dots, r_d, \dots, r_g \rangle$. Если на k -ой итерации алгоритма известны точные статистические характеристики отношения r_i , то в кортеж P_k r_i записывается как \bar{r}_i , $P_k = \langle \bar{r}_i, r_j, r_m, \dots, r_d, \dots, r_g \rangle$. На первом этапе формирование начального порядка соединения отношений происходит на основе статистических (приближенных) характеристик соединяемых отношений т.е. $P_1 = \langle r_i, r_j, r_m, \dots, r_d, \dots, r_g \rangle$. После того как определен начальный порядок соединения отношений $P_1 = \langle r_i, r_j, r_m, \dots, r_d, \dots, r_g \rangle$ происходит соединение первых двух отношений r_i и r_j из кортежа P_1 . В результате соединения становятся известны точные статистические характеристики r_i и r_j , а кортеж P_1 записывается в виде $P_k = \langle \bar{r}_i, \bar{r}_j, r_m, \dots, r_d, \dots, r_g \rangle$. В зависимости от текущей альтернативы следующий шаг заключается либо в присоединении к отношению полученному в результате соединения r_i и r_j очередного отношения r_m , либо в генерации нового порядка со-

единения отношений P_2 . Если в результате повторной оптимизации получен кортеж $P_2 \neq P_1$, например, $P_2 = \langle \bar{r}_i, \bar{r}_j, r_d, \dots, r_m, \dots, r_g \rangle$ то к отношению полученному в результате соединения r_i и r_j присоединяется отношение r_d . Таким образом, процесс адаптивного решения задачи является итеративным и заключается в следующем:

1. Формирование начального порядка (плана) соединения отношений.
2. Частичное выполнение плана соединения отношений (присоединение очередного отношения).
3. Повторная оптимизация (при необходимости) невыполненной части плана соединения отношений.
4. Чередование п. 2 и п. 3 до тех пор, пока не будут соединены все отношения.

Таким образом, необходимо найти такой порядок соединения отношений, т.е. найти такую перестановку на множестве R , чтобы выполнялось условие:

$$\sum_{i=0}^{n-1} T_i(r^{(i)} \diamond R_0[i]) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $r^{(i)}$ – отношение, стоящее в кортеже P_k на i -ой позиции;

$R_0[i]$ – отношение, полученное в результате реализации альтернатив на предшествующих итерациях;

$|T_i(r^{(i)} \diamond R_0[i])|$ – мощность отношения полученного в результате соединения отношений $r^{(i)}$ и $R_0[i]$.

Разработанные ранее алгоритмы [3] адаптивного управления выбором оптимального порядка соединения отношений используют автомат адаптации (АА) [2,4], поддерживающий две альтернативы: $A1$ – перед присоединением очередного отношения необходимо произвести дополнительную оптимизацию невыполненной части запроса и $A2$ – выполнять план соединения, полученный ранее (рис. 1).

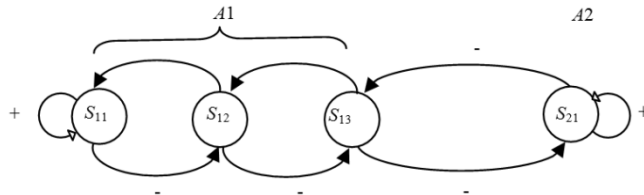


Рис. 1. Граф-схема предлагаемых автоматов адаптации

Для повторной оптимизации невыполненной части запроса, т.е. повторного поиска оптимального порядка, на основе уточненных характеристик уже присоединенных отношений, данные алгоритмы используют алгоритм случайного поиска с нелинейной тактикой и релаксационный алгоритм случайного поиска с линейной тактикой.

Описание предлагаемого алгоритма. В качестве процедуры поиска оптимального порядка соединения могут быть использованы [4-8]:

- ◆ алгоритмы случайного поиска (АСП), позволяющие получать субоптимальные решения с вероятностью 0,4-0,5 за полиномиальное время;
- ◆ методы динамического программирования (МДП), гарантирующие получение оптимального решения за экспоненциальное время;
- ◆ генетические алгоритмы (ГА), позволяющие получать более предпочтительные по сравнению с АСП решения, и обладающие меньшей вычислительной сложностью по сравнению с алгоритмами, основанными на динамическом программировании.

На основании выше изложенного можно утверждать:

- ◆ АСП целесообразнее всего использовать, когда объемы соединяемых отношений априори значительно меньше объемов доступной оперативной памяти;
- ◆ МДП целесообразно использовать, когда количество соединяемых отношений не велико ($N < 6..8$), а объемы соединяемых отношений соизмеримы либо превосходят доступные пространственные ресурсы;
- ◆ ГА являются некоторым компромиссом между АСП и МДП, варьируя параметрами ГА, можно наделять его свойствами в некотором роде характерными, как для АСП (полиномиальная временная сложность), так и ДП (высокая вероятность получения субоптимального/оптимального решения).

По этой причине в данной работе предлагается расширить число альтернатив, поддерживаемых АА до четырех:

- ◆ А1 – перед выполнением очередной части запроса необходимо осуществить переоптимизацию при помощи АСП;
- ◆ А2 – перед выполнением очередной части запроса необходимо осуществить переоптимизацию при помощи ГА;
- ◆ А3 – перед выполнением очередной части запроса необходимо осуществить переоптимизацию при помощи ДП;
- ◆ А4 – выполнять план соединения, полученный ранее.

Стандартный вероятностный АА определяется следующей пятеркой [2]: $(\{S\}, \{I\}, \{A\}, \Phi, f)$. Переход АА из состояния t в состояние $t+1$ осуществляется по правилу [2]:

$$S(t+1) = \Phi(S(t), I(t+1)), \tag{2}$$

$$A(t) = f(S(t)),$$

где $S(t)$ – внутреннее состояние автомата в момент t ; $I(t)$ – отклик среды на сигнал поощрения или наказания; Φ – функция перехода из состояния в состояние; $A(t)$ – выход автомата в момент времени t ; f – функция выхода.

Граф-схема переходов предлагаемого АА приведена на рис. 2.

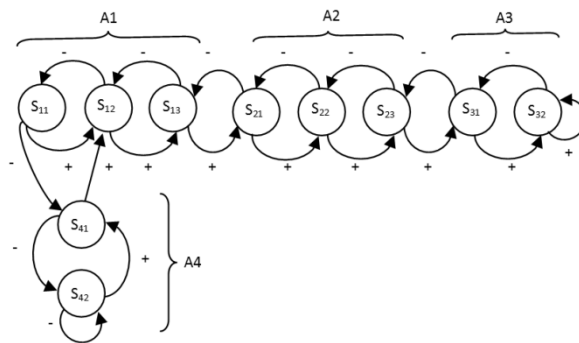


Рис. 2. Граф-схема переходов предлагаемого АА

Правила выработки управляющих сигналов, под действием которых АА переходит в новое состояние, приведены в таблице.

Используемый в таблице оператор “not” является оператором логического отрицания, функция “abs(x)” возвращает модуль переменной x , $|S_k|$ – суммарная мощность промежуточных отношений образованных после реализации k -ой итерации алгоритма т.е. $S_k = \sum_{i=0}^k T_i(r^{(i)} \diamond R_0[i])$.

Таблица

Правила выработки управляющих сигналов

№ п/п	Реализованная альтернатива	Отклик среды	Управляющий сигнал
1	A_1	$P_k = P_{k-1}$	-
2	A_1	$\text{not}(P_k = P_{k-1})$	+
3	A_2	$P_k = P_{k-1}$	-
4	A_2	$\text{not}(P_k = P_{k-1})$	+
5	A_3	$(n-k) > 6$	-
6	A_3	$(n-k) < 6$	+
7	A_4	$\text{abs}\left(\frac{ S_k - S_{k-1} }{ S_k }\right) \leq \alpha$	-
8	A_4	$\text{abs}\left(\frac{ S_k - S_{k-1} }{ S_k }\right) \geq \alpha$	+

Работа предлагаемого адаптивного алгоритма начинается с выбора и последующей реализации начальной альтернативы A_i (рис. 3). В случае, если соединяемые отношения полностью могут быть размещены в оперативной памяти, то в качестве начальной альтернативы используется A_1 , если число соединяемых отношений не велико (5-6), но они превышают доступные пространственные ресурсы – A_3 , в оставшихся случаях – A_2 . На основе текущего состояния АА и вновь рассчитанных параметров среды осуществляется выработка отклика среды, заключающаяся в генерировании сигнала «поощрения» (+) или «наказания» (-).

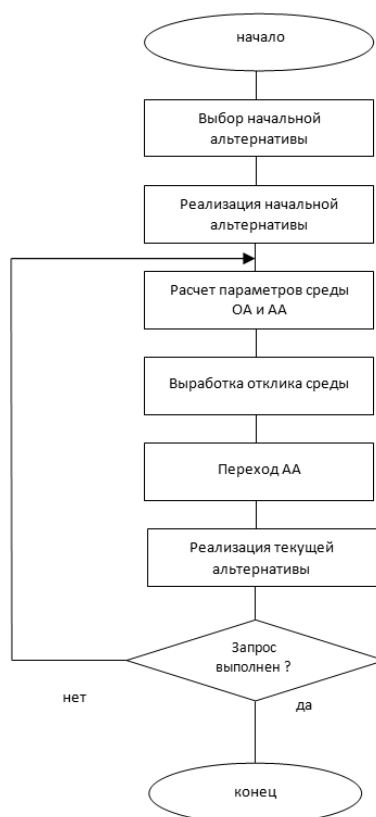


Рис. 3. Структурная схема предлагаемого алгоритма

Выработка сигнала “+” является признаком того что:

- ◆ при реализации альтернатив A_1 - A_3 проведенная повторная оптимизация принесла некие позитивные результаты;
- ◆ при реализации альтернативы A_4 существуют предпосылки к проведению повторной оптимизации.

В свою очередь, выработка сигнала “-” может быть следствием того что:

- ◆ проведенная повторная оптимизация (при реализации альтернатив A_1 - A_3) не принесла положительного результата;
- ◆ необходимо провести повторную оптимизацию (при реализации альтернативы A_4).

Под действием сгенерированного сигнала происходит переход АА в новое состояние в соответствии с граф-схемой (см. рис. 2). Работа алгоритма повторяется итеративно (см. рис. 3) до тех пор, пока запрос не будет выполнен, т.е. до момента, когда будут соединены все необходимые отношения.

Заключение. На основании результатов проведенных экспериментов можно утверждать:

1. Разработанный адаптивный алгоритм решения задачи выбора оптимального порядка соединения отношений обладает полиномиальной вычислительной сложностью порядка $O(n) - O(n^4)$.
2. На степень полинома оказывают значительное влияние альтернативы, реализованные в процессе выполнения запроса.
3. При отсутствии достоверных статистических характеристик соединяемых отношений, предлагаемый алгоритм способен адаптивно корректировать свою работу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хеллерштейн Д., Франклин М., Чандрасекаран С., Дешпанде А., Хилдрум К., Медден С., Раман В., Шах М. Адаптивная обработка запросов: технология в эволюции. Открытые системы № 07-08/ 2000. – С. 32-36.
2. Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б., Чернышев Ю.О. Адаптация на основе самообучения. – Ростов-на-Дону: РГАСХМ ГОУ 2004. – 146 с.
3. Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.Б. Поисковая адаптация: теория и практика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
4. Венцов Н.Н. Применение методов адаптации для оптимизации информационного обеспечения САПР СБИС // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 9 (86). – С. 135- 138.
5. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analysis with Application to Biology, Control, and Artificial Intelligence. University of Michigan, 1975. – 210 p.
6. Цетлин М.Л. Исследования по теории автоматов и моделирование биологических систем. – М.: Наука, 1969.
7. Гарсиа–Молина Г., Ульман Д., Уидом Д. Системы баз данных. Полный курс. / Пер.с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003.
8. Чернышев Ю.О., Венцов Н.Н., Демчук Г.В. Адаптированная эвристика формирования стартовой популяции генетического алгоритма решающего задачу выбора оптимального порядка соединения отношений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 4 (81). – С. 135-138.

Чернышев Юрий Олегович

Донской государственный технический университет.

E-mail: pmivt@rgashm.ru.

344023, г. Ростов-на-Дону, пл. Страна Советов, 1.

Тел.: 88632589136.

Венцов Николай Николаевич

E-mail: vencov@list.ru

Chernyshev Jury Olegovich

Don State Technical University.

E-mail: vencov@list.ru

1, Strana Sovetov street, Rostov-on-Don, 344023, Russia.

Phone: 88632589136.

Vencov Nikolay Nikolaevich

E-mail: vencov@list.ru.

УДК 681.3

Ю.А. Кравченко

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ*

Описывается новый метод использования интеллектуальных агентов для построения имитационных моделей принятия решений. В основе метода лежит использование двух типов агентов: агент обучения классификатора и агент комбинирования классификатора. Каждый агент обучения классификатора отвечает за чтение вертикального среза выборок и обучение локального классификатора, в то время как агент комбинирования классификатора разработан для комбинации результатов классификации агентов обучения классификатора. Ключевым моментом метода является то, что каждое из подмножеств для агентов обучения классификатора образуется путем разделения признаков, а не серии выборок среды распределения.

Агент обучения классификатора; агент комбинирования классификатора; искусственный интеллект; интеллектуальные агенты; индивидуальные траектории; референтные группы.

Y.A. Kravchenko

THE METHOD OF SIMULATION MODELS CREATION BASED ON THE THEORY OF AGENTS FOR SUPPORT DECISIONS

The object of this paper attention is a new method of intellectual agents application for support decision simulation models creation. The method based on the usage of two types of agents: the classifier training agent and the classifier combining agent. Each classifier training agent is responsible to read a vertical slice of the samples and train the local classifier, while the classifier combining agent is designed to combine the classification results of all the classifier training agents. The key of our method is that the sub-datasets for the classifier training agents are obtained by dividing the features rather than by dividing the sample set in distribution environment.

Classifier training agent; classifier combining agent; artificial intelligence; intelligent agents; individual trajectories; reference groups.

Введение. В данной работе для реализации комбинации гиперплоскостных классификаторов (Hyper Surface Classifier – HSC) предлагается использовать технологию на базе многоагентных систем. Агенты могут имитировать принятие решений в референтной группе обучаемых для разрешения проблем или выполнения учебных проектов, подобно групповым консультациям экспертов. Известно, что модель гиперплоскости получают во время процесса обучения, затем она непо-

* Работа выполнена при поддержке: РФФИ (гранты № 08-01-00473, № 10-07-00538), г/б № 2.1.2.1652.