

УДК 004.75+004.416.3

К.С. Ткаченко, инженер 1-й кат., аспирант*Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053, Российская Федерация**E-mail: tkachenkokirillstanislavovich@mail.ru, tkachenkokirillstanislavovich@gmail.com***АДАПТИВНОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ АВТОМАТНЫМИ АЛГОРИТМАМИ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА ПРЕДЕЛЬНЫХ СРЕДНИХ ПОТЕРЬ**

Предлагается программно-инструментальное средство, позволяющее выполнять адаптивное принятие решений автоматными алгоритмами и решать задачу безусловной минимизации по критерию минимума предельных средних потерь.

Ключевые слова: *автоматные алгоритмы, принятие решений.*

В настоящее время важным является решение задач построения различных параметрических и непараметрических систем управления динамическими объектами, принятия решений, динамической реструктуризации. Научными и практическими примерами этого являются кодирование и декодирование дискретной информации, управление критическими объектами производственных процессов и их испытание, диспетчеризация и выполнение процессов, складская логистика, управление в режиме разделения времени.

Адаптивному управлению стохастическими системами с конечным множеством управляющих воздействий посвящен ряд трудов [1 – 3]. В этих работах начато решение задач построения адаптивных систем, когда априорные сведения о входных данных объекта управления, повышения эффективности методов адаптивного выбора вариантов, адаптивные алгоритмы поиска. Перешенной прежде частью общей проблемы, которым посвящена данная работа, является рассмотрение с позиций модельных спецификаций программных средств адаптивного выбора.

Целью данной статьи является приведение модельных спецификаций программно-инструментального средства адаптивного принятия решений адаптивными алгоритмами, что позволяет решать задачи безусловной минимизации по критерию минимума предельных средних потерь.

При использовании автоматных оптимизационных алгоритмов непрерывное время функционирования объекта управления разбивается на последовательные интервалы длительности T , каждому из которых присваивается номер $n = 1, 2, \dots$. Каждому интервалу ставится в соответствие вектор $x_n = (x(1), \dots, x(N))$, где N — количество возможных вариантов выбора, а $x(i) = 0$, если вариант не выбирается и $x(i) = 1$, если вариант выбирается. Тогда для отыскания минимума функции значения текущих средних потерь используются [1] обучающиеся стохастические автоматы, в основе которых лежат рекуррентные рандомизированные процедуры. Принято [1, ..., 3], что рандомизированные стратегии используют рекуррентные правила вида

$$p_{n+1} = R_n(x_1, \dots, x_n; p_1, \dots, p_n; \xi_1, \dots, \xi_n), \quad n = 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где R_n — вектор-функция движения со значениями в симплексе S^N , p_n — вектор условных вероятностей выбора вариантов $x(1), \dots, x(N)$ в момент времени t_n .

Перед выбором очередного варианта x_{n+1} происходит расчет непосредственно следующих значения вероятностей выбора вариантов p_{n+1} по (1). Выбор варианта осуществляется методом деления отрезка.

Метод деления отрезка состоит в том, что, если известно значение α_n , полученное с выхода генератора псевдослучайной последовательности (закон распределения случайных величин равномерный) в момент времени t_n , то $x_n = x(i)$, причем номер i определяется, исходя из соотношения

$\sum_{j=1}^{i-1} p_n(j) \leq \alpha_n < \sum_{j=1}^i p_n(j)$. Потому подход и называется рандомизированным.

Удобно использовать обозначения: $e_i^N = \left(\underbrace{0, \dots, 0}_i, \underbrace{1, 0, \dots, 0}_{N-i} \right)$; $e^N = (1, \dots, 1) \in R^N$;

$e(x) = \sum_{i=1}^N e_i^N \chi(x = x(i))$, если $X = \{x(1), \dots, x(N)\}$; ω — элементарный исход.

Пусть для любого $q \in R^N$ вектор-столбец $p = \pi_\varepsilon^N \{q\}$, принадлежащий $(N-1)$ -мерному единичному ε -симплексу

$$S_\varepsilon^N = \left\{ p = (p_1, \dots, p_N) \mid p \in R^N, \sum_{i=1}^N p_i = 1, p_i \geq \varepsilon (i = 1, \dots, N) \right\}, \quad (2)$$

определяется условием $\|\pi_\varepsilon^N \{q\} - q\| = \min_{p \in S_\varepsilon^N} \|p - q\|$.

Для любого $q \in R^N$ вектор $\pi_\varepsilon^N \{q\}$ существует и единственен и $q = \pi_\varepsilon^N \{q\}$ тогда и только тогда, когда $q \in S_\varepsilon^N$.

Различают [1] беспроекционные алгоритмы адаптивного выбора вариантов вида $p_{n+1} = p_n - \gamma_n R(x_n, p_n, \xi_n)$ и проекционные алгоритмы адаптивного выбора вариантов вида $p_{n+1} = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^N \{p_n - \gamma_n R(x_n, p_n, \xi_n)\}$, где $R(x_n, p_n, \xi_n) = R_n$ — вектор движения алгоритма; $\gamma_n > 0$ — скалярный множитель — длина шага; $n = 1, 2, \dots$ — номер шага; $\varepsilon_n \in [0, N^{-1})$ — параметр проектора $\pi_{\varepsilon_n}^N$ (2) на n -ом шаге.

Если мы имеем $\xi_n = \xi_n(x_n, \omega)$ — случайные потери за выбор варианта x_n , произведенный в момент времени t_n , и ω — элементарный исход, то алгоритмы могут обеспечивать безусловную оптимизацию по критерию минимума ν предельных значений средних текущих потерь Φ_n :

$$\Phi_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \xi_t; \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \Phi_n \rightarrow \nu. \quad (3)$$

Считается, что проекционные алгоритмы объективно лучше беспроекционных за счет потенциала их использования для решения более обширного класса задач, чем беспроекционными, по критериями (3), а именно при присутствии как бинарных, так и с небинарных потерь ξ_n в силу обеспечения нормировки применением оператора проектирования.

Известные алгоритмы адаптивного выбора с приведением необходимых для описания рекуррентных последовательностей приведены в [1 — 3]. Стоит отметить, что для их сравнительной оценки помимо использования данных реальных систем можно ограничиться тестовой задачей [2], в которой число вариантов $N=5$, потери ξ_n при выборе варианта распределены по нормальному закону со средними значениями, определенными вектором $(-2, -1, 0, 1, 2)$, и дисперсиями — $(1, 2, 1, 2, 1)$, где номер варианта соответствует номеру элемента в векторе.

Программно-инструментальное средство обеспечивает решение задач адаптивного принятия решений автоматными алгоритмами, что является по своей сути безусловной минимизацией по критерию минимума предельных средних потерь. Пользователь выбирает алгоритм оптимизации, задает число шагов, параметры алгоритма и значения функции текущих потерь на каждом шаге оптимизации. Система получает для каждого шага алгоритма номер следующего варианта управления и величины текущих средних потерь. Помимо этого строится график величины текущих средних потерь в зависимости от шага алгоритма и производится расчет описательной статистики для значений текущих средних потерь. Перечень наиболее важных функций системы: расчет описательных статистик, реализация одного шага алгоритмов оптимизации [1 — 3], получение бинарных и небинарных потерь, выбор варианта методом деления отрезка, выполнение оптимизации для заданного числа шагов и заданных параметров алгоритмов, обеспечение обработки ошибок и исключений, работа с визуальными компонентами и поддержка пользовательского интерфейса. При этом используется язык программирования высокого уровня *Java* и реализуются алгоритмы стохастической оптимизации: Нарендры-Шапино, Льюса, Варшавского-Воронцовой, Буша-Мостеллера и др. При разработке программного средства, определения функциональных задач, декомпозиции системы на подсистемы и определения связей между ними используются принципы системного подхода.

Для достижения интероперабельности (возможности взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа и реализации) программно-инструментальной системы целесообразно придерживаться принципов модельно-ориентированного подхода (*Model Driven Architecture, MDA*) при проектировании [4]. При этом происходит разделение бизнес-логики проектируемой системы и конкретной технологии ее реализации. Построение модели системы, проверка корректности, отображение в модели других уровней производится с использованием

унифікованого мови *UML*. Для представлення поведінкової моделі програмної системи можна використовувати засоби діаграм взаємодії (*collaboration*), задаючи відносини частинної упорядкованості подій в різних компонентах системи. Ці засоби зображають потік повідомлень між об'єктами системи та основні асоціації між ними в динаміці. Діаграма функціонування системи зображена на рисунку 1.

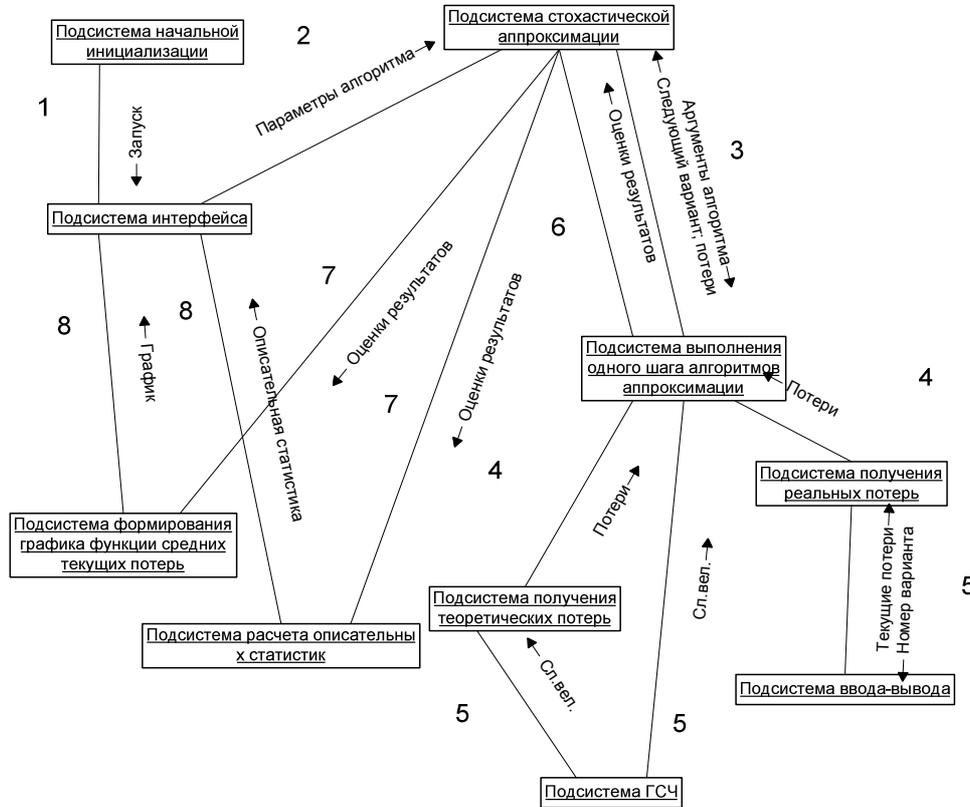


Рисунок 1 — Діаграма функціонування програмної системи

Вікно програмної системи в процесі роботи показано на рисунку 2 (діалог вибору параметрів) і на рисунку 3 (результуючий графік).

К.С. Ткаченко. Інструментальні засоби інформаційного забезпечення прийняття рішень в розподілених середовищах

Проекційний алгоритм стохастическої апроксимації по Назіну-Позняку	Алгоритм Нарендры-Шапіро	Алгоритм Льюса	Алгоритм Варшавського-Воронцової
Алгоритм Буша-Мостеллера	Без адаптації	Алгоритм 12VRS	Результати роботи
		Графік функції середніх потерь	

Параметр	Значення
Число варіантів	5
Число шагів	50
delta	0,5
gamma початкове	0,5
epsilon початкове	0,1
hi	0,5
nu	0,4
A	0,1
B	0,1
d	0,1

Теоретическі потери [Расчет]

Рисунок 2 — Вікно програмної системи з відображенням діалогу вибору параметрів



Рисунок 3 — Окно программной системы с отображением графика величины текущих средних потерь

Таким образом, в работе приводятся модельные спецификации программно-инструментального средства адаптивного принятия решений адаптивными алгоритмами, что позволяет решать задачи безусловной минимизации по критерию минимума предельных средних потерь.

Перспективой дальнейших изысканий по данной проблеме является развитие программного средства с использованием принципов системного подхода.

Библиографический список использованной литературы

1. Назин А.В. Адаптивный выбор вариантов: Рекуррентные алгоритмы / А.В. Назин, А.С. Позняк. — М.: Наука, 1986. — 288 с.
2. Назин А.В. О повышении эффективности автоматных алгоритмов адаптивного выбора вариантов / А.В. Назин // Адаптация и обучение в системах управления и принятия решений. — Новосибирск, 1982. — С. 40–46.
3. Ткаченко К.С. Программная система адаптивного принятия решений при априорной неопределенности входных данных / К.С. Ткаченко // Вісник СевНТУ. Серія: Інформатика, електроніка, зв'язок: зб. наук. пр. — Севастополь, 2012. — Вип. 131. — С. 78–81.
4. Волков А. Использование ролей в сценариях взаимодействия / А. Волков // Труды Института системного программирования РАН. — Москва, 2006. — Том 9. — С. 193–222.

Поступила в редакцию 30.01.2013 г.

Ткаченко К.С. Адаптивне прийняття рішень автоматними алгоритмами за критерієм мінімуму граничних середніх втрат

Пропонується програмно-інструментальне засіб, що дозволяє виконувати адаптивне прийняття рішень автоматними алгоритмами і вирішувати задачу безумовної мінімізації за критерієм мінімуму граничних середніх втрат.

Ключові слова: автоматні алгоритми, прийняття рішень.

Tkachenko K.S. Adaptive automata algorithms decision making by the criterion of minimum limit average loss

This article offers a software-tool that allows performing of adaptive decision making automata algorithms and solving the unconstrained minimization by the criterion of minimum limit of average losses.

Keywords: automata algorithms, decision-making.