

УДК 004.75+004.416.3

К.С. Ткаченко, инженер 1-й кат.*Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 99053**E-mail: kvit@sevgtu.sebastopol.ua***ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПРИ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВХОДНЫХ ДАННЫХ**

Описаны разработанная программная система адаптивного принятия решений при априорной неопределенности входных данных, результаты применения системы. Приведены необходимые таблицы, рисунки.

Ключевые слова: программная система, адаптивное принятие решений.

Исследования, о которых идет речь в данной работе, относятся к информационным и компьютерным технологиям, теории вычислительных машин и систем. Адаптация требуется при проектировании и функционировании большого количества технических, программных и аппаратных систем и комплексов [1–4]. В результате интенсивного развития компьютерной техники требуется создавать алгоритмы, которые имеют возможность стабильно функционировать в ситуациях с априорной неопределенностью входных данных ограниченного объема, описывающих управляемый объект и окружающую среду. Поэтому задача разработки инструментального средства информационного обеспечения принятия решений является актуальной. Предлагается программная система, которая может позволить исследовать влияние использования адаптивных алгоритмов стохастической аппроксимации на процесс решения тестовых задач и управления имитационными моделями систем.

При функционировании разнообразных систем и их моделей возникает необходимость многократного выбора вариантов из конечного числа заранее заданных. В таких случаях может иметь место априорная неопределенность входной информации, а именно неполнота информации о ситуациях, при которых осуществляется выбор, из которой следует задача определения наилучшей стратегии выбора управляющих воздействий-вариантов — задача адаптивного выбора вариантов. Проблема — требуется разработать инструментальное средство информационного обеспечения принятия решений с использованием рекуррентных стохастических алгоритмов безусловной минимизации предельных значений текущих средних потерь. Важными научными и практическими задачами, где может потребоваться применение разработанного и описанного программного средства, являются задачи [1–4] (хотя в их постановку следует внести изменения): кодирования и декодирования информации, водоохлаждения химических реакторов, интенсификации производства, повышение эффективности использования имеющихся ресурсов, увеличение производительности механизмов и машин, повышения гарантоспособности сервисов в автоматизированных транспортно-производственных системах, обеспечения высокой терминальной готовности на основе информационных технологий распределения ресурсов и прочих.

В работах [1, 2] приведены постановки задач адаптивного выбора, оценки функционирования и рекомендации по повышению эффективности функционирования алгоритмов адаптивных рекуррентных последовательностей. В работе [3] предлагается концептуальная модель организации структуры автоматизированных транспортно-производственных систем и алгоритм оптимизации, рассматривается бинарная функция потерь. В работе [4] рассматривается стохастический автомат с переменной структурой с собственной рандомизированной стратегией. Нерешенной ранее частью общей проблемы является рассмотрение использования с единых позиций нескольких различных адаптивных рекуррентных последовательностей, как с бинарными, так и с небинарными функциями текущих потерь.

Целью данной работы является описание разработанного программно-инструментального средства информационного обеспечения принятия решений при априорной неопределенности входных данных. Обозначенное средство имеет вид автономной программы, написанной на объектно-ориентированном языке программирования высокого уровня *Java*, разрабатываемой с использованием свободной интегрированной среды разработки *NetBeans IDE*. Средство предусматривает использование алгоритмов Нарендры-Шапино, Льюиса, Варшавского-Воронцовой, Буша-Мостеллера, Назина-Позняка, без адаптации, получение и сохранение результатов моделирования и графиков функции текущих средних потерь, расчет описательной статистики для величины текущих средних потерь. Средство имеет графический интерфейс пользователя.

Рандомизированные стратегии [1] используют рекуррентные правила:

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

где R_n — вектор-функция 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 p_{n+1} по (1). Выбор варианта осуществляется методом деления отрезка. Необходимо ввести оператор проектирования. 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 $q \in S_{\varepsilon}^N$. Известны эффективные алгоритмы адаптивного выбора вариантов [1], которые можно подразделить на 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. Проекционные алгоритмы возможно объективно лучше беспроекционных, поскольку их можно использовать для решения более широкого класса задач (как с бинарными, так и с небинарными потерями ξ_n за счет обеспечения нормировки использованием оператора проектирования). Реализуемые в программной системе алгоритмы имеют рекуррентные последовательности, представленные в таблице 1.

При разработке программного средства, определения функциональных задач, декомпозиции системы на подсистемы и определения связей между ними использовались принципы системного подхода. В соответствии с принципом конечной цели, конечной целью проектирования является создание программного комплекса, обеспечивающего возможность адаптивного принятия решений при априорной неопределенности входных данных. Перечень функций системы: расчет описательных статистик, реализация одного шага алгоритмов оптимизации (таблица 1), 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. Входными данными для системы являются: выбранный алгоритм оптимизации, его параметры, число шагов оптимизации, характер функций текущих потерь, текущие потери. Выходными данными являются: набор результирующих выбранных вариантов управления, величины средних текущих потерь, их статистические оценки, график величин текущих средних потерь.

Таблица 1 — Используемые алгоритмы адаптивного выбора (из [1])

№	Название алгоритма	Рекуррентная последовательность
1.	Нарендры-Шапиро	$p_{n+1} = p_n + \gamma_n (1 - \xi_n)[e(x_n) - p_n]$, $\gamma_n \in (0, 1)$, $\xi_n \in \{0, 1\}$
2.	Льюиса	$p_{n+1} = p_n + \gamma p_n^T e(x_n)[e(x_n) - p_n] \times$ $\times \left[\frac{1 - \xi_n}{a + (1 - a)p_n^T e(x_n)} - \frac{\xi_n}{1 - (1 - a)p_n^T e(x_n)} \right]$, $\gamma \in (0, 1)$, $\xi_n \in \{0, 1\}$, $a_n \in (0, 1]$
3.	Варшавского-Воронцовой	$p_{n+1} = p_n + \gamma p_n^T e(x_n)[e(x_n) - p_n](1 - 2\xi_n)$, $\gamma \in (0, 1)$, $\xi_n \in \{0, 1\}$
4.	Буша-Мостеллера	$p_{n+1} = p_n + \gamma_n \left(e(x_n) - p_n + \frac{e^N - Ne(x_n)}{N - 1} \xi_n \right)$, $\gamma_n \in (0, 1)$, $\xi_n \in \{0, 1\}$
5.	Проекционный алгоритм стохастической аппроксимации Назина-Позняка	$p_{n+1} = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^N \left\{ p_n - \gamma_n \frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_n)p_n} e(x_n) \right\}$, $\gamma_n \geq 0$, $\varepsilon_n \in (0, 1/N)$

Программне средство производит выполнение решения задач адаптивного выбора вариантов при априорной неопределенности входных данных, выполняя для выбранного пользователем алгоритма оптимизации, заданных числа шагов, параметров алгоритма и значений функции текущих потерь на каждом шаге оптимизации, получение для каждого шага выполнения 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.

Программное средство разрабатывается на *Java* в среде *NetBeans IDE*, выполняемый файл представляет собой *.jar*-архив. Средство предусматривает использование алгоритмов, описанных в таблице 1, а также алгоритма без адаптации. В соответствии с принципами функциональности, развития, централизации и децентрализации, учета неопределенностей и случайностей, имеются методы классов программы, которые обладают функциональным назначением, перечисленным среди функций системы, а также: конструкторы соответствующих классов и начальная инициализация, файловый и поточный ввод-вывод, форматирование чисел с плавающей точкой, получение выборок случайных чисел с заданными законами распределения, согласование работы методов. Для каждого прогона имеется возможность получения и сохранения результатов моделирования и графиков функции текущих средних потерь. В протоколы прогона включаются расчет описательной статистики для величины текущих средних потерь (в том числе среднее, стандартная ошибка, стандартное отклонение, выборочная дисперсия, эксцесс, асимметрия, доверительный интервал). Средство имеет графический интерфейс пользователя, разработанный с использованием библиотеки *Swing*. Используются сторонние библиотеки: *org.apache.commons.math* — используется реализация *t*-распределения Стьюдента; *org.jfree.chart* — используется для построения графиков значений величины средних текущих потерь. Программное средство в процессе работы приводится на рисунках 1–3.



Рисунок 1 — Экранная форма программного средства в процессе работы, диалог установки параметров

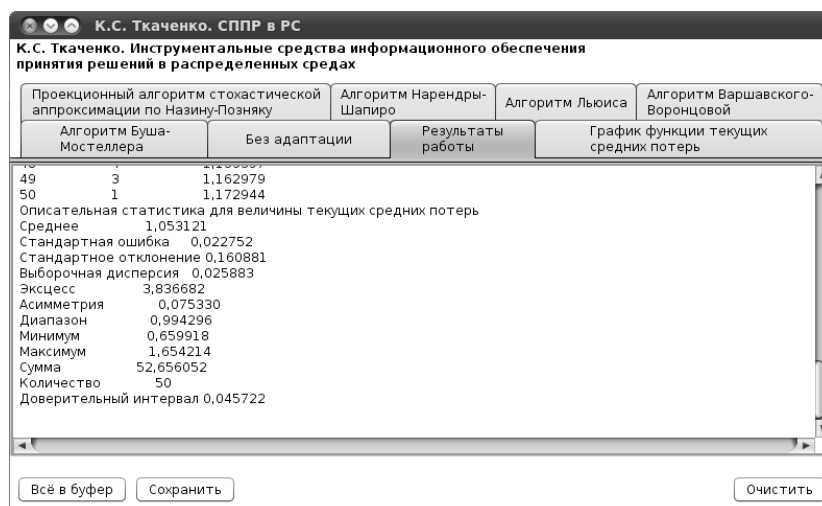


Рисунок 2 — Экранная форма программного средства в процессе работы, диалог результатов работы



Рисунок 3 — Экранная форма программного средства в процессе работы, график результатов

Перспективами дальнейших исследований в данном направлении станут непрерывное совершенствование разработанной программно-инструментальной системы информационного обеспечения принятия решений и её апробация на реальных распределенных средах.

Бibliографический 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: Наука, 1982. — С. 40–46.
3. Скаткова Н.А. Гарантоспособные технологии реконфигурации автоматизированных транспортно-производственных систем / Н.А. Скаткова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — Харьков, 2008. — Вип. 6. — С. 52–57.
4. Воронин Д.Ю. Обеспечение высокой терминальной готовности на основе информационных технологий распределения ресурсов / Д.Ю. Воронин // Вісник СевНТУ. Серія: Інформатика, електроніка, зв'язок: зб. наук. пр. — Севастополь, 2011. — Вип. 114. — С. 100–105.

Поступила в редакцию 09.02.2011 г.

Ткаченко К.С. Програмна система адаптивного прийняття рішень при апріорній невизначеності вхідних даних

Описані розроблена програмна система адаптивного прийняття рішень при апріорній невизначеності вхідних даних, результати застосування системи. Наведені необхідні таблиці, малюнки.

Ключові слова: програмна система, адаптивне прийняття рішень.

Tkachenko K.S. Adaptive decision-making software system under a priori uncertainty in the input data

This article describes the developed software system for adaptive decision-making under a priori uncertainty of input data, the results of the system using. Necessary tables, figures given.

Keywords: software system, adaptive decision-making.