

УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ СРЕДАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЕКЦИОННЫХ И БЕСПРОЕКЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

Ткаченко К.С.¹

¹ Севастопольский государственный университет, Россия

Аннотация

Предлагается подход для управления вычислительными средами, который предполагает использование проекционных и беспроекционных алгоритмов стохастической аппроксимации. Приводится описание разработанных алгоритмов для реализации одного шага оптимизации с использованием рекуррентных последовательностей. Первый из представленных алгоритмов отличается от существующих использованием соседних вариантов, второй – предполагает выбор доминирующего варианта. Представленные алгоритмы реализуются в рамках программного комплекса поддержки принятия решений. Результаты вычислительных экспериментов с программным комплексом показали, что применение разработанного алгоритма позволяет достичь уменьшения предельных значений средних текущих потерь информации.

Ключевые слова: проекционные алгоритмы, беспроекционные алгоритмы, стохастическая аппроксимация, распределённая вычислительная среда, алгоритм Назина-Позняка.

1. Введение*

Хозяйство современных городов требовательно к информационным и коммуникационным технологиям [1], позволяющим снижать логистические издержки и повышать качество услуг в транспортных системах. Эффективная эксплуатация городского общественного транспорта требует оперативного анализа больших объёмов данных, что в настоящее время возможно с применением облачных технологий. Интеллектуальные транспортные системы на основе облачных платформ в настоящее время используют такие современные методы анализа данных, как глубинное обучение, распознавание образов, кооперативный подход.

Для инновационного развития транспорта требуются высокотехнологичные средства управления транспортными потоками [2], обеспечивающие повышение безопасности и комфортности перевозок на основе использования информационных технологий управления. Информационные технологии в крупных городах содействуют их преобразованию в логистические и информационные центры деятельности [3], развитию и повышению эффективности использования транспортной инфраструктуры, что является одним из направлений модернизации отечественной экономики [4].

Актуальной задачей, решаемой интеллектуальными транспортными системами городов, является краткосрочное прогнозирование транспортных потоков [5]. В настоящее время эта задача реализуется с использованием интернет-сервисов, разнообразных мобильных приложений, позволяющих осуществлять визуальный анализ данных. Такой вид анализа ис-

пользуется, например, в навигации и построении оптимальных маршрутов. Исходные данные для таких интернет-сервисов, основанных на использовании графовых моделей, поступают через облачные системы от участников дорожного движения.

Математические модели, описывающие транспортные потоки, манипулируют, как правило, случайными величинами [6], поскольку применение дискретных моделей уменьшает адекватность их результатов. Безопасность участников дорожного движения может быть оценена на основании анализа статистических данных [7]. Для обеспечения высокого уровня безопасности применяются электронно-информационные средства управления поведением участников движения, спросом на движение. Для модернизации этих средств требуются современные подходы, основанные, в частности, на использовании мобильных электронных устройств (ноутбуки, планшеты, телефоны) в качестве интерфейсов доступа к облачным и распределённым структурам [8].

Использование современных вычислительных систем, программно-аппаратных комплексов и широкое внедрение информационных технологий подразумевает безальтернативное внедрение в них средств защиты от вирусных атак несанкционированного доступа (В-событий). Наступление В-событий может привести к сбоям и отказам в программно-аппаратных комплексах, к потере важной информации, выходу из строя оборудования, несчастным случаям со смертельным исходом.

Для компенсации потерь от В-событий используются различные методы и способы, но особняком стоит использование рекуррентных последовательностей, формируемых алгоритмами стохастической аппроксимации. Эти алгоритмы хорошо известны и изу-

© Ткаченко К.С., 2018.

чены, однако применимы к дискретным системам с конечным множеством управляющих воздействий и известной функцией текущих потерь [9–17]. Формирование корректных управляющих воздействий и эффективной функции текущих потерь представляет собой достаточно сложную в теоретическом и практическом плане задачу и в настоящей работе не рассматривается.

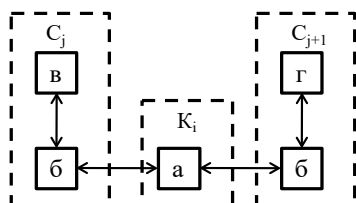
При этом достаточно важной и актуальной является разработка программного средства поддержки принятия решений (СППР), реализующего выдачу выбора вариантов управления на основе входной функции потерь и алгоритмов оптимизации.

2. Содержательная постановка задачи управления распределённой вычислительной средой

Распределённая вычислительная среда (РС) – это такая совокупность стандартных сетевых служб [18, 19], которая рассредоточена по гетерогенной компьютерной сети и функционально обеспечивает ряд полезных служб. К этим службам относят сервисы каталогов, интерфейса, вызова удалённых подпрограмм, обслуживания, обеспечение безопасности, синхронизации данных.

Во многих случаях [20] сервис по обеспечению безопасности является ключевой компонентой в реализации взаимодействия клиент-сервер. Защита данных может осуществляться на этапе установки соединения, выполнения удалённого вызова подпрограмм, при получении запроса. Данный сервис должен гарантировать подлинность источника и приёмника данных, конфиденциальность.

Наиболее простыми для анализа являются архитектуры типа DCE/Net [20]. Фрагмент типового варианта такой структуры для двухзвенной прикладной РС представлен на рис. 1.



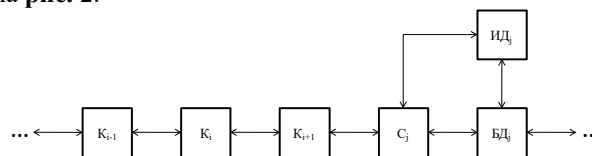
K – клиент; i – номер клиента; C – сервер; j – номер сервера; a – клиентские компоненты программного обеспечения (ПО); $б$ – серверные компоненты ПО; $в$ – серверные компоненты систем управления базами данных (СУБД); $г$ – компоненты для других источников данных

Рис. 1. Фрагмент архитектуры DCE/Net

Для координации распределения транзакций в гетерогенных аппаратно-программных платформах, надёжной процедуры восстановления при отказе одного или нескольких серверов, балансировки нагрузки, масштабируемости, разумного потребления ресурсов, динамического реконфигурирования, обеспечения высокой доступности, поддержки разнородных механизмов аутентификации и идентификации, наконец, для построения многозвенных РС необходимо использование либо монитора транзакций, либо развёртывание

фрагментации приложений.

При фрагментации приложений по системотехническим принципам функциональности и модульности происходит распределение функций на клиентские и серверные компоненты ПО. Функциональная декомпозиция фрагмента архитектуры DCE/Net с выделением независимых по функциям блоков многозвенной среды представлена на рис. 2.

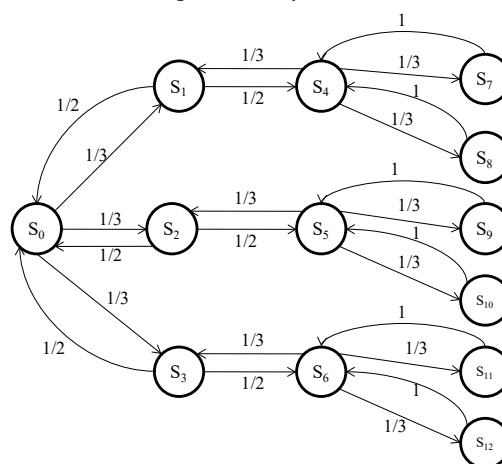


БД – базы данных; ИД – другие источники данных (например, внешние информационные системы)

Рис. 2. Структура независимого фрагмента распределённой вычислительной среды

Ряд авторов [20] негативно характеризуют некоторые особенности имеющихся на рынке решений, такие, например, как ограниченность средств тиражирования, отсутствие адекватных инструментов управления сложными конфигурациями, отсутствие механизмов гетерогенного тиражирования. Поэтому актуальной задачей является создание модели обеспечения безопасности тиражирования и администрирования в РС.

Для решения данной задачи в работе предлагается использовать методы теории массового обслуживания, представляя РС как системы массового обслуживания (СМО) и сети массового обслуживания (СeМО). Например, представление фрагмента РС (см. рис. 2) в виде CeМО показано на рис. 3 [21]. При таком подходе игнорируется фактическое содержание K , C , $БД$, $ИД$ и рассматриваются исключительно узлы коммутации как СМО типа $M/M/K/\infty$, для которых полагается простейший поток входящих заявок и экспоненциальное время обслуживания.



S_1, S_2, S_3 – соединения с клиентами; S_4, S_5, S_6 – соединения клиентов с сервером; S_7, S_8, S_{11} – соединения сервера с СУБД; S_9, S_{10}, S_{12} – соединения сервера с ИД

Рис. 3. Представление фрагмента распределённой среды в виде сети массового обслуживания

Для построения аналитической модели необходимо: считать, что в узлах М/М/К/∞ число обслуживающих приборов $K=1$; задать матрицу вероятностей передач P_{ij} (i, j – номера узлов СеМО) (рис. 4).

$$P = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Рис. 4. Матрица вероятностей передач между узлами рассматриваемой сети массового обслуживания

Для всех узлов S_i , $i = \overline{1,12}$ с помощью фрагментатора может изменяться μ_i – производительность узла М/М/1/∞.

Представленная аналитическая модель может использоваться для проведения различных вычислительных и оптимизационных экспериментов. Для этого необходимо выбрать штрафную функцию. В качестве критерия штрафа предлагается выбрать линейную свёртку откликов, как наиболее простую в вычислительном плане. То есть штрафная функция зависит от важнейших сетевых характеристик, которые можно рассчитать по известным формулам теории массового обслуживания, в которых используются следующие параметры СМО: l – средняя суммарная длина очередей в СеМО; m – среднее число заявок в сети; w – среднее время ожидания заявки в очередях; u – среднее время пребывания заявки в СеМО. В следующем разделе статьи будут произведены необходимые представления.

3. Содержательная постановка задачи управления распределённой вычислительной средой

Известно, что характер функции потерь в РС зависит от количественных характеристик рабочей нагрузки, особенностей функционирования буферной памяти, дисциплины обслуживания заданий, способа

передачи информации по каналам связи. Поэтому оценивать эффективность как всей среды в целом, так и отдельных её узлов можно различными способами, в том числе, максимизируя ожидаемый доход и минимизируя вероятные потери. Эти задачи приводят к необходимости выполнять решение задачи многокритериальной оптимизации, которую можно во многих случаях решить либо сведением к однокритериальной путём линейной свёртки критериев, либо выполнив поиск решения в виде множества эффективных по Парето решений. В настоящей работе используется подход на основе линейной свёртки критериев.

Для откликов $o \in \{l, m, w, u\}$ лицом, принимающим решение (ЛПР), выбираются значения коэффициентов: c_o – штраф за единицу значения отклика, характеризующий его степень важности; f_o – масштабирующий коэффициент для приведения всех откликов к единому масштабу и выделению какого-либо из откликов; a_o – амплитуда для компенсации отклонения от центра.

В итоге, критерий штрафа запишется как

$$\xi = \sum_{o \in \{l, m, w, u\}} \frac{c_o}{f_o} (k_o - a_o), \quad (1)$$

$$k_o = \text{значение}(o); c_o, f_o, a_o > 0,$$

или

$$\xi = \frac{c_l}{f_l} (k_l - a_l) + \frac{c_m}{f_m} (k_m - a_m) +$$

$$+ \frac{c_w}{f_w} (k_w - a_w) + \frac{c_u}{f_u} (k_u - a_u).$$

Поставив в соответствие каждому выходному состоянию стохастического автомата блок узлов РС, можно управлять процессом включения/отключения блоков узлов от РС таким образом, что на n -м шаге состоянию i $x_n^i = 1$ соответствует подключение блока, а состоянию $x_n^i = 0$ – отключение блока от РС. Распространённые в настоящее время современные промышленные средства организации распределённых вычислительных сред предполагают коммутацию очередей обмена сообщениями к целевым узлам. Если маршрут к узлу невозможен, то происходит выбор маршрута обхода и временное хранение сообщения. Хранение сообщения обеспечивает система нереляционных баз данных. Этот механизм в настоящей работе не рассматривается. Для решения представленной задачи необходимо использование специфических методов, которые будут описаны ниже.

4. Обзор основных алгоритмов стохастической аппроксимации и метод решения задачи управления распределённой вычислительной средой

К основным алгоритмам стохастической аппроксимации (оптимизации) по Назину-Позняку относятся

алгоритмы Нарендры-Шапиро, Льюса, Варшавского-Воронцовой, Буша-Мостеллера, Назина-Позняка [9, 10]. В этих алгоритмах подразумевается, что имеется конечное число N дискретных i -х вариантов выбора. Важно, что период времени T непрерывного функционирования объекта управления разбивается на $n=1,2,\dots$ фиксированных по продолжительности интервалов, величина которых выбирается ЛПП перед проведением оптимизационных процедур. Для удобства выбора варианта каждому интервалу присваивается вектор $x_n=(x(1), \dots, x(N))$, при $x(i)=1$ вариант i выбирается, при $x(i)=0$ – не выбирается. В n -ом интервале может быть выбрано не более одного варианта.

Оператор проецирования π_ε^N для любого вектора $q \in R^N$ строит вектор-столбец $p = \pi_\varepsilon^N \{q\}$, принадлежащий N -мерному ε -симплексу

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

на основании условия $\|\pi_\varepsilon^N \{q\} - q\| = \min_{p \in S_\varepsilon^N} \|p - q\|$.

Поэтому, если форма записи рекуррентного соотношения одного шага работы алгоритма подразумевает использование π_ε^N , то есть записывается в виде $p_{n+1} = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^N \{p_n - \gamma_n R(x_n, p_n, \xi_n)\}$, то алгоритм считается проекционным, иначе, если $p_{n+1} = p_n - \gamma_n R(x_n, p_n, \xi_n)$, то – беспроекционным.

На основании вектор-функции движения $R(x_n, p_n, \xi_n)$ выполняется перерасчёт условных вариантностей выбора вариантов p_n с учётом текущих потерь ξ_n . Поскольку при использовании метода деления отрезка для формирования x_n на основе p_n используется элемент вероятности ω , то все эти алгоритмы являются стохастическими.

Современные алгоритмы стохастической оптимизации основаны на использовании двухуровневого автомата с бинарной функцией потерь [11], высокоскоростной рекуррентной функции [12], условия сходимости алгоритма адаптации [13], метода имитационного моделирования [14]. Предлагаемый метод решения задачи управления распределённой вычислительной средой основан на работе [15], в которой представлено программное СППР.

В обобщённом виде задача управления вычислительной средой, для компенсации потерь ζ от В-событий, формулируется как

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \Phi_k = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{k} \sum_{n=1}^k \xi_n = \Phi^{\min}.$$

Целью настоящей работы является разработка подхода для управления вычислительными средами, который предполагает использование проекционных и беспроекционных алгоритмов стохастической аппроксимации. Полагая случайный характер возникновения ξ_n от В-событий, данный подход применим, в том числе, и для управления распределёнными средами в условиях атаки.

Каждому $x(i)$ из x_n для $i=1, \dots, N$ ставится в соответствие такое управляющее воздействие, при котором некоторый управляющий сервер C_i (об этом ниже) включён в распределённую среду, если $x(i)=1$, и отключён от неё, если $x(i)=0$. Тогда, пусть последовательность управляющих воздействий есть $X = x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$. Необходимо построить такое решающее правило $x_{n+1}=R(x_n, X)$, которое позволит решить некоторую задачу оптимизации $\Phi_{n+1}(x_n, x_{n+1}, X) \rightarrow \min$, или, в других обозначениях, $\arg \min_{x_{n+1} \in X} \Phi_{n+1}(x_n, x_{n+1}, X) = \Phi^{\min}$.

Актуальность такой постановки задачи связана с тем, что позволяет минимизировать суммарные затраты на контроль и потери от В-событий. Задача может быть решена не только с использованием классических алгоритмов, но и с их усовершенствованием, которое рассматривается в следующем разделе.

5. Описание разработанных алгоритмов

В проекционном алгоритме стохастической аппроксимации с использованием соседних вариантов для выбора оптимальных управляющих воздействий рекуррентная формула разработанного алгоритма имеет вид [16]

$$p_{n+1} = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^N \{p_n - \gamma_n (P_1 + P_2 + P_3)\}, \tag{3}$$

$$P_1 = \frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_n) p_n} e(x_n), \tag{4}$$

$$P_2 = \frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_{n-1}) p_n d} e(x_{n-1}), \tag{5}$$

$$P_3 = \frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_{n+1}) p_n d} e(x_{n+1}), \tag{6}$$

где d – абсолютное значение наибольшей величины разности между соседними элементами выбранного доминирующего варианта, вероятность выбора которого хранится в элементе вектора вероятности. Эти элементы получают некоторое, численно равное d , преимущество перед остальными, которое и обеспечивает использование соседних вариантов (соседние элементы вектора вероятности получают условно более высокий ранг, при этом происходит разбиение множества совокупности элементов вектора на два – соседние и несоседние). Естественно, что когда выбранный элемент является первым или последним в векторе, то сосед у него всего лишь один.

Формулы (3-6) положены в основу разработанного алгоритма, который предлагается называть 12VRS. Рис. 4 иллюстрирует разницу результатов применения разработанного алгоритма 12VRS по сравнению с алгоритмом Назина-Позняка при выборе варианта №3 при $N=5$. Горизонтальными пунктирными линиями в пропорциональном масштабе показаны значения вектора P .

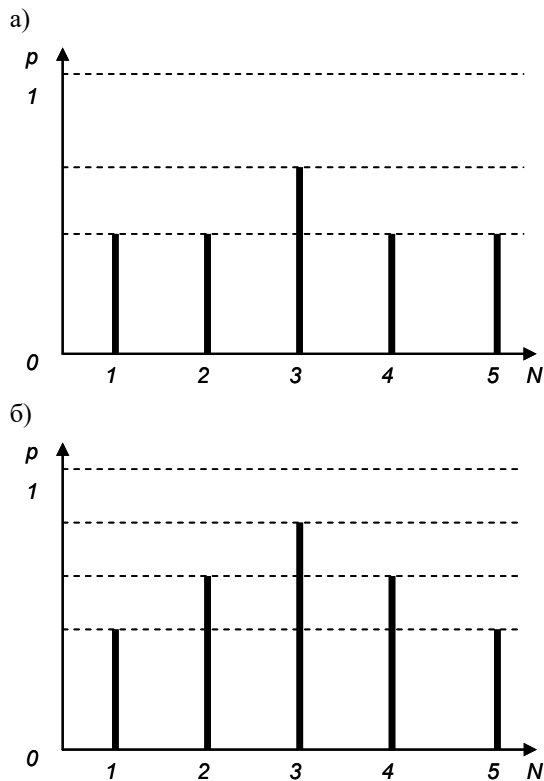


Рис. 4. Изменение вектора выбора вариантов: а – проекционный алгоритм Назина-Позняка; б – алгоритм 12VRS

Предлагаемый алгоритм выбора доминирующего варианта функционирует следующим образом [17]. Вначале выполняются прогоны с фиксированным вариантом, номер варианта постоянен и равен номеру прогона. Затем выбирается вариант, для которого имеется наименьшее значение среднего от средних величин текущих потерь. Если таких вариантов несколько, используется вариант с наименьшим порядковым номером. Для последующего построения рекуррентной последовательности управляющих воздействий применяется алгоритм Назина-Позняка [9], основанный на использовании выражения

$$p_{n+1} = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^N \left\{ p_n - \gamma_n \frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_n) p_n} e(x_n) \right\}, \quad (7)$$

где Δ – параметр, влияющий на величину разницы между средним значением текущих потерь и их максимальным значением. В отличие от традиционного использования алгоритма Назина-Позняка, в разработанном алгоритме начальными значениями компонентов вектора вероятностей выбора вариантов становятся

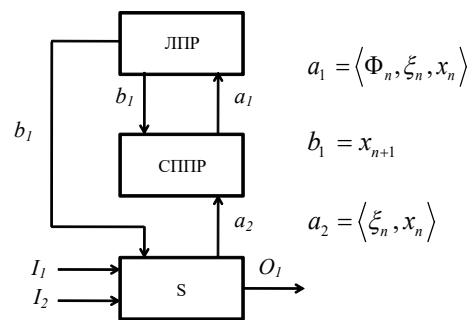
$$\left(N^{-1}, \dots, N^{-1}, \underbrace{kN^{-1}}_{N_{domv}}, N^{-1}, \dots, N^{-1} \right), \quad (8)$$

где N_{domv} – номер доминирующего варианта, $k=5$ – масштабный множитель, выбранный исходя из общесистемных соображений. Перед первым использованием элементы вектора корректируются оператором проектирования для обеспечения условия (3). Вычис-

лительные эксперименты для оценки эффективности рассмотрены в следующем разделе.

6. Сравнительная оценка алгоритмов стохастической аппроксимации по критерию минимума текущих средних потерь

Управление вычислительной мощностью РС, перекоммутация каналов, действия по настройке и управлению отдельными узлами и всей сети в целом может быть выполнено только в директивном порядке. Это обусловлено тем, что только ЛПР (системный администратор или инженер-системотехник) в полной мере может учесть качественные и количественные изменения вычислительных ресурсов РС. Выполняемая ЛПР корректировка должна быть достижимой и отвечать реальной ситуации, что сложно реализовать с использованием программно-аппаратных комплексов. Требуется использование всех возможностей ЛПР, включая интуитивные. В процессе управления РС необходим учёт влияния не только входных воздействий и случайных факторов, но и принимаемых ЛПР решений. На рис. 5 представлена схема предлагаемой системы управления распределённой вычислительной средой.



I_1 – полезные заявки; I_2 – заявки от В-событий; O_1 – отработанные заявки; S – вычислительная среда; n – номер шага

Рис. 5. Схема системы управления распределённой вычислительной средой

Для оценки эффективности разработанных алгоритмов предлагается рассмотреть следующие альтернативы с числом $N=5$: для $i = 1, N$ $A_i =$ «штраф, зависящий от ω , носит характер равномерного распределения на отрезке $[0, i]$ ». Выбор варианта производится из альтернатив A_i . Программно-реализованные альтернативы получили траектории, изображённые на рис. 6-8.

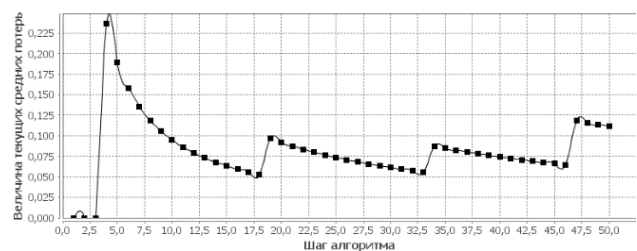


Рис. 6. График величины текущих средних потерь для алгоритма Назина-Позняка

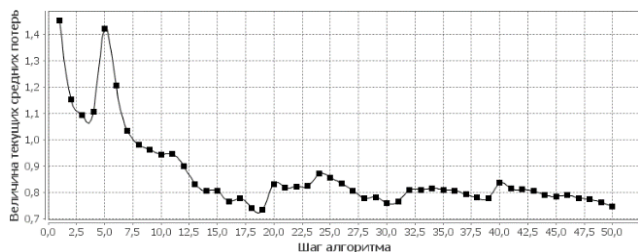


Рис. 7. График величины текущих средних потерь для алгоритма 12VRS

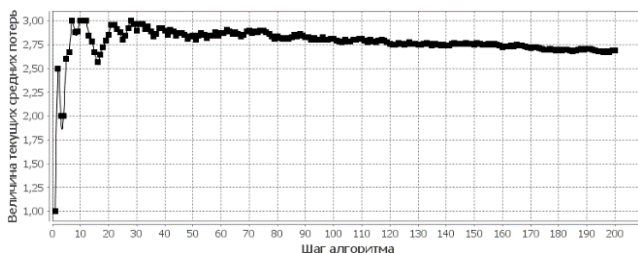


Рис. 8. График величины текущих средних потерь для доминирующего алгоритма

Анализ представленных графиков позволяет сделать следующие выводы:

- алгоритм Назина-Позняка является достаточно эффективным в силу своей простоты и скорости вычислений;
- алгоритм 12VRS обеспечивает более быструю сходимость, однако характеризуется большим средним значением потерь по сравнению с алгоритмом Назина-Позняка;
- алгоритм доминирующего варианта чувствителен к выбору начального приближения и, соответственно, к накоплению потерь на начальной стадии, поэтому неэффективен для решения рассматриваемой задачи.

Номера выбираемых вариантов в вычислительных экспериментах с каждым из рассматриваемых алгоритмов, а также точные значения средних потерь, представлены в табл. 1.

Заключение

В данной работе предложен подход для управления распределёнными вычислительными средами, основанный на использовании алгоритмов стохастической аппроксимации. Предложены два новых алгоритма, первый из которых отличается от известных использованием соседних вариантов, а второй предполагает выбор доминирующего варианта. В результате вычислительного эксперимента выполнен анализ средних потерь данных алгоритмов в сравнении со средними потерями известного алгоритма Назина-Позняка. Выявлены достоинства и недостатки каждого из трёх рассматриваемых алгоритмов. Показано, что с использованием программного средства поддержки принятия решений возможно производить

широкий диапазон вычислительных экспериментов для уменьшения предельных значений средних текущих потерь алгоритмов стохастической аппроксимации.

Таблица 1

Результаты экспериментов с исследуемыми алгоритмами

Шаг	Алгоритм Назина-Позняка		Алгоритм 12VRS		Алгоритм доминирующего варианта	
	Вар.	Средние потери	Вар.	Средние потери	Вар.	Средние потери
1	0	0.000000	3	1.453870	2	1.000000
2	0	0.000000	1	1.152567	3	2.500000
3	0	0.000000	2	1.092876	2	2.000000
4	2	0.237124	4	1.106987	0	2.000000
5	0	0.189699	3	1.424044	4	2.600000
6	0	0.158082	1	1.207905	1	2.666667
7	0	0.135499	0	1.035347	4	3.000000
8	0	0.118562	1	0.981754	0	2.875000
9	0	0.105388	1	0.961612	1	2.888889
10	0	0.094849	1	0.943970	3	3.000000
11	0	0.086227	1	0.945109	1	3.000000
12	0	0.079041	1	0.900717	1	3.000000
13	0	0.072961	0	0.831431	2	2.846154
14	0	0.067750	1	0.804531	0	2.785714
15	0	0.063233	1	0.804700	2	2.666667
16	0	0.059281	1	0.764601	2	2.562500
17	0	0.055794	1	0.777602	3	2.647059
18	0	0.052694	1	0.740872	3	2.722222
19	1	0.096794	1	0.733235	3	2.789474
20	0	0.091955	3	0.831205	3	2.850000
21	0	0.087576	1	0.816869	4	2.952381
22	0	0.083595	1	0.821743	1	2.954545
23	0	0.079961	1	0.822667	0	2.913043
24	0	0.076629	4	0.870121	0	2.875000
25	0	0.073564	1	0.856247	2	2.800000
26	0	0.070734	1	0.833221	3	2.846154
27	0	0.068115	1	0.806147	4	2.925926
28	0	0.065682	0	0.777356	4	3.000000
29	0	0.063417	1	0.781703	0	2.965517
30	0	0.061303	1	0.758516	2	2.900000
31	0	0.059326	1	0.764492	4	2.967742
32	0	0.057472	3	0.807864	1	2.968750
33	0	0.055730	1	0.809160	2	2.909091
34	4	0.087317	1	0.814041	3	2.941176
35	0	0.084822	1	0.809991	2	2.885714
36	0	0.082466	4	0.806190	2	2.833333
37	0	0.080237	2	0.791349	3	2.864865
38	0	0.078125	1	0.778909	4	2.921053
39	0	0.076122	1	0.776197	1	2.923077
40	0	0.074219	4	0.835132	0	2.900000
41	0	0.072409	0	0.814763	2	2.853659
42	0	0.070685	1	0.810341	4	2.904762
43	0	0.069041	1	0.803871	0	2.883721
44	0	0.067472	1	0.789842	2	2.840909
45	0	0.065972	1	0.784159	3	2.866667
46	0	0.064538	1	0.788115	1	2.869565
47	4	0.118359	1	0.778218	0	2.851064
48	0	0.115894	1	0.772666	2	2.812500
49	0	0.113528	1	0.760560	3	2.836735
50	0	0.111258	0	0.745349	1	2.840000

Применение представленных в статье алгоритмов в составе интеллектуальных транспортных систем позволит уменьшить потери информации, повысить надёжность и безопасность инфраструктуры компьютерных сетей, эффективность управления транспортными потоками.

Список литературы

1. Массобрио Р., Несмачнов С., Черных А., Аветисян А., Радченко Г. Применение облачных вычислений для анализа данных большого объема в умных городах // Труды Института системного программирования РАН. 2016. Т. 28. № 6. С. 121-140. doi: 10.15514/ISPRAS-2016-28(6)-9.
2. Аверина Л.М., Матушкина Н.А., Лаврикова Ю.Г. Переход транспортного комплекса региона на инновационный путь развития // Экономика региона. 2010. № 4. С. 102-110. doi: 10.17059/2010-4-11.
3. Бойкова М.В., Ильина И.Н., Салазкина М.Г. Будущее городов: города как агенты глобализации и инноваций // Форсайт. 2011. Т. 5. № 4. С. 32-48.
4. Цветков В.А. Основные направления модернизации отечественной экономики // Экономика региона. 2011. № 2. С. 37-40. doi: 10.17059/2011-2-4.
5. Агафонов А.А., Мясников В.В. Оценка и прогнозирование параметров транспортных потоков с использованием композиции методов машинного обучения и моделей прогнозирования временных рядов // Компьютерная оптика. 2014. Т. 38. № 3. С. 539-549.
6. Лажно В.А. Модель интеллектуальной системы управления городскими автобусными перевозками // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2016. Т. 37. № 2. С. 119-127.
7. Майоров В.И., Севрюгин В.Е. Зарубежный опыт разработки целевых комплексных программ по обеспечению безопасности участников дорожного движения // Всероссийский криминологический журнал. 2015. Т. 9. № 4. С. 766-776. doi: 10.17150/1996-7756.2015.9(4).766-776.
8. Хаханов В.И., Чумаченко С.В., Литвинов Е.И., Мищенко А.С. Развитие киберпространства и информационная безопасность // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2013. Т. 28. № 1. С. 151-157.
9. Назин А.В. О повышении эффективности автоматных алгоритмов адаптивного выбора вариантов // Адаптация и обучение в системах управления и принятия решений / Медведев А.В. Новосибирск: Наука, 1982. С. 40-46.
10. Назин А.В., Позняк А.С. Адаптивный выбор вариантов: Рекуррентные алгоритмы. Наука, 1986. 288 с.
11. Скаткова Н.А. Гарантийные технологии реконфигурации автоматизированных транспортно-производственных систем // Радиоэлектронные и компьютерные системы. 2008. Т. 33. № 6. С. 52-57.
12. Воронин Д.Ю. Обеспечение высокой терминальной готовности на основе информационных технологий распределения ресурсов // Вестник СевНТУ. 2011. № 114. С. 100-105.
13. Большаков А.В., Кузнецов О.А., Зорин В.А. Метод адаптации для задач с безусловной минимизацией средних потерь // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2007. № 6. С. 147-152.
14. Ткаченко К.С. Адаптивное управление распределённой средой на базе имитационной модели GRID-системы // Вестник СевНТУ. 2012. № 125. С. 103-106.
15. Ткаченко К.С. Программная система адаптивного принятия решений при априорной неопределённости входных данных // Вестник СевНТУ. 2012. № 131. С. 78-81.
16. Ткаченко К.С. Проекционный алгоритм стохастической аппроксимации с использованием соседних вариантов для оптимизации управления выбором управляющих воздействий // Сборник научных трудов Кировоградского национального технического университета. 2013. № 26. С. 301-305.
17. Ткаченко К.С. Алгоритм доминирующего выбора вариантов для принятия решений в условиях вирусной атаки // Вестник СевНТУ. 2014. № 154. С. 114-117.
18. Распределённая среда обработки данных [Электронный ресурс]. URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/inf_enc/28263 (дата обращения: 11.01.2016).
19. DCE Distributed File System [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/DCE_Distributed_File_System (дата обращения: 11.01.2016).
20. Вьюкова Н.И. Продукты Informix и распределённые вычисления [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osp.ru/data/www2/dbms/1995/04/07.htm> (дата обращения: 11.01.2016).
21. Платунова С.М. Методы проектирования фрагментов компьютерной сети. СПб.: НИУ ИТМО, 2012. 51 с.

Материал поступил в редакцию 24.04.2018

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

CONTROLLING THE DISTRIBUTED COMPUTING ENVIRONMENT BY USING PROJECTION AND NON-PROJECTION ALGORITHMS

Tkachenko Kirill Stanislavovich – Engineer
Sevastopol State University, Russia. E-mail: KSTtkachenko@sevsu.ru

Abstract

The approach to manage computing environments, which involves the application of projection and non-projection stochastic approximation algorithms is proposed. Authors provide the description of the developed algorithms for implementation of one step of optimization with a recursive sequence. The first developed algorithm differs from the existing algorithms in application of the neighboring options, when the second algorithm differs in the dominating variant. The presented algorithms have been implementing in the framework of decision support software package. The results of the numerical experiments with software package showed that the application of the developed algorithm allows achieving the reduction of boundary values of the average current information loss.

Keywords: projection algorithms, non-projection algorithms, stochastic approximation, distributed computing environment, Nazin-Poznyak algorithm.

References

1. Massobrio R., Nesmachnow S., Tchernykh A., Avetisyan A., Radchenko G. Primenenie oblačnykh vychislenii dlia analiza dannykh bolshogo obema v umnykh gorodakh [Towards a Cloud Computing Paradigm for Big Data Analysis in Smart Cities] // Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS. 2016, vol. 28, no. 6, pp. 121–140. doi: 10.15514/ISPRAS-2016-28(6)-9. (In Russ.).
2. Averina L. M., Matushkina N. A., Lavrikova J. G. Perehod transportnogo kompleksa regiona na innovacionnyj put' razvitiia [Transition of the transport complex of the region to the innovation vector of development] // Economy of Region. 2010, pp. 102–110. doi: 10.17059/2010-4-11. (In Russ.).
3. Boikova M., Ilyina I., Salazkin M. Budushchee gorodov: goroda kak agenty globalizatsii i innovatsii [Urban Futures: Cities as Agents of Globalization and Innovation] // Foresight-Russia. 2011, vol. 5, no. 4, pp. 32–48. (In Russ.).
4. Tsvetkov V. A. Osnovnye napravleniia modernizatsii otechestvennoi ekonomiki [Main areas of the national economy modernization] // Economy of Region. 2011, no. 2, pp. 37–40. doi: 10.17059/2011-2-4. (In Russ.).
5. Agafonov A.A., Myasnikov V.V. Otsenka i prognozirovanie parametrov transportnykh potokov s ispolzovaniem kompozitsii metodov mashinnogo obucheniia i modelei prognozirovaniia vremennykh riadov [An Algorithm for Traffic Flow Parameters Estimation and Prediction Using Composition of Machine Learning Methods and Time Series Models] // Computer optics. 2014, vol. 38, no. 3, pp. 539–549. (In Russ.).
6. Lakhno V. A Model intellektualnoi sistemy upravleniia gorodskimi avtobusnymi pererozkami [Model of Intelligent Management System of City Bus Transportations] // Radio Electronics, Computer Science, Control. 2016, vol. 37, no. 2, pp. 119–127. (In Russ.).
7. Mayorov V.I., Sevryugin V.E. Zarubezhnyi opyt razrabotki tcelevykh kompleksnykh programm po obespecheniiu bezopasnosti uchastnikov dorozhnogo dvizheniia [International experience of developing complex target programs of road users' safety] // Russian Journal of Criminology. 2015, vol. 9, no. 4, pp. 766–776. doi: 10.17150/1996-7756.2015.9(4).766-776. (In Russ.).
8. Hahanov V.I., Chumachenko S.V., Litvinova E.I., Mishchenko A.S. Razvitiie kiberprostranstva i informatsionnaia bezopasnost [Cyberspace Development and Information Security] // Radio Electronics, Computer Science, Control. 2013, vol. 28, no. 1, pp. 151–157.
9. Nazin A.V. O povyshenii effektivnosti avtomatnykh algoritmov adaptivnogo vyboravariantov [On improving the efficiency of automaton algorithms for adaptive selection of options] // Adaptatsiia i obuchenie v sistemakh upravleniia i priiniatia reshenii [Adaptation and training in management systems and decision making]. 1982, Novosibirsk: Nauka, pp. 40–46. (In Russ.).
10. Nazin A.V., Pozniak A.S. Adaptivnyi vybor variantov: Rekurrentnye algoritmy [Adaptive choice of options: Recurrent algorithms]. Moscow: Nauka. 1986. 288 p. (In Russ.).
11. Skatkova N.A. Garantiosposobnye tekhnologii rekonfiguratsii avtomatizirovannykh transportno-proizvodstvennykh sistem [Guaranteed technologies for the reconfiguration of automated transportation and production systems]

- tems] // Radio-Electronic and Computer Systems. 2008, vol. 33, no. 6, pp. 52–57. (In Russ.).
12. Voronin D.Iu. Obespechenie vysokoi terminalnoi gotovnosti na osnove informatsionnykh tekhnologii raspredeleniia resursov [Ensuring high terminal readiness based on information technology resource allocation] // Vestnik SevNTU [Bulletin of SevNTU]. 2011, no. 114, pp. 100–105. (In Russ.).
 13. Bol'shakov A.V., Kuzenkov O.A., Zorin V.A. Metod adaptatsii dlia zadach s bezuslovnoi minimizatsiei srednikh poter [Adaptation Method for the Problems with Average Loss Unconstrained Minimization] // Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. 2007, no. 6, pp. 147–152. (In Russ.).
 14. Tkachenko K.S. Adaptivnoe upravlenie raspredelennoi sredoi na baze imitatsionnoi modeli GRID-sistemy [Adaptive Control of Distributed Environment Based on Simulation Model of GRID-system] // Vestnik SevNTU [Bulletin of SevNTU]. 2012, no. 125, pp. 103–106. (In Russ.).
 15. Tkachenko K.S. Programmaia sistema adaptivnogo priniatia reshenii pri apriornoj neopredelennosti vkhodnykh dannykh [Adaptive Decision-making Software System Under a Priori Uncertainty in the Input Data] // Vestnik SevNTU [Bulletin of SevNTU]. 2012, no. 131, pp. 78–81. (In Russ.).
 16. Tkachenko K.S. Proektionnyi algoritm stokhasticheskoi approssimatsii s ispolzovaniem sosednikh variantov dlia optimizatsii upravleniia vyborom upravliaiushchikh vozdeistvii [Projection Stochastic Approximation Algorithm With the Use of Neighboring Options for Control Impacts] // Sbornik nauchnykh trudov Kirovogradskogo natsionalnogo tekhnicheskogo universiteta [Kirovograd National Technical University's Collection of Scientific Papers]. 2013, no. 26, pp. 301–305.
 17. Tkachenko K.S. Algoritm dominiruiushchego vybora variantov dlia priniatia reshenii v usloviakh virusnoi ataki [Dominant Option Selection Algorithm for Action Under Viral Attack] // Vestnik SevNTU [Bulletin of SevNTU]. 2014, no. 154, pp. 114–117. (In Russ.).
 18. Rasredelennaia sreda obrabotki dannykh [Distributed processing environment]. Available at: https://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/28263. (In Russ.).
 19. DCE Distributed File System. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/DCE_Distributed_File_System.
 20. Viukova N.I. Produkty Informix i raspredelennye vychisleniia [Informix products and distributed computing]. Available at: <https://www.osp.ru/data/www2/dbms/1995/04/07.htm>. (In Russ.).
 21. Platonova S.M. Metody proektirovaniia fragmentov kompiuternoii seti [Methods of Designing Computer Network Fragments]. Saint Petersburg: NIU ITMO. 2012. 51 p. (In Russ.).

Received 24/04/2018

Ткаченко К.С. Управление распределёнными вычислительными средами с использованием проекционных и беспроекционных алгоритмов // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2018. Т.8. №1. С. 30-37

Tkachenko K.S. Controlling the distributed computing environment by using projection and non-projection algorithms // *Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii* [Modern Problems of Russian Transport Complex]. 2018, vol.8, no.1, pp. 30-37