

К.С. ТКАЧЕНКО

**Поддержка принятия решений в
распределенных средах и
однородных сетях алгоритмами
стохастической аппроксимации**

УДК 004.75

Севастопольский
национальный
технический
университет,
г. Севастополь

Рассматривается решение задачи безусловной минимизации предельных значений средних текущих потерь от вирусных атак в распределенных средах и однородных сетях с узлами переменной производительности при использовании программных систем поддержки принятия решений.

В настоящее время актуальна проблема построения компьютерных систем, устойчивых к вирусным атакам (ВА). Проблема связана с важными научными и практическими задачами построения гарантопригодных диверсионных однородных сетей и распределенных сред критического применения.

В книгах [1, 2] приводится исчерпывающее описание различных проекционных и беспроекторных алгоритмов стохастической аппроксимации. В работе [3] предлагается задачу обнаружения ВА производить на основе разработанного программного стенда при использовании непараметрических статистических критериев. В публикации [4] исследуются особенности реализации моделирования методов своевременного обнаружения ВА в однородных сетях. В статье [5] рассматривается решение задачи оптимизации обработки заданий на вычислительной системе переменной производительности в условиях ВА. Проекционный алгоритм стохастической аппроксимации, позволяющий выполнять автоматизированное управление процессами в распределенной среде, содержится в [6].

Нерешенной прежде частью общей проблемы, которой посвящена текущая работа, является построение программной системы поддержки принятия решений в однородных сетях при условии ВА.

Целью данной работы является разработка и исследование программной системы поддержки принятия решений в многоверсионных распределенных средах и однородных сетях критического применения под воздействием вирусных атак при априорной неопределенности входных данных проекционными и беспроекторными алгоритмами стохастической аппроксимации.

Если имеется $\xi_n = \xi_n(x_n, \omega)$ — 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 , то есть

$$\Phi_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \xi_t, \quad (1)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \Phi_n \rightarrow \nu.$$

Считается [1], что проекционные алгоритмы объективно лучше беспроекторных за счет возможности их использования для решения более широкого класса задач, чем беспроекторными, по критериями (3), а именно при наличии как бинарных, так и с небинарных потерь ξ_n в силу обеспечения нормировки использованием оператора проектирования.

Предложенный автором алгоритм для решения (1) имеет рекуррентную формулу:

$$p_{n+1} = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^N \left\{ p_n - \gamma_n \left(\frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_n) p_n} e(x_n) + \frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_{n-1}) p_n d} e(x_{n-1}) + \frac{\xi_n - \Delta}{e^T(x_{n+1}) p_n d} e(x_{n+1}) \right) \right\}. \quad (2)$$

В формуле (2):

$$e_i^N = \left(\underbrace{0, \dots, 0}_i, \underbrace{1, 0, \dots, 0}_{N-i} \right);$$

$$e^N = (1, \dots, 1) \in R^N;$$

$$e(x) = \sum_{i=1}^N e_i^N \chi(x = x(i)), \text{ если } X = \{x(1), \dots, x(N)\};$$

ω — элементарный исход;

$$p_{n+1} = R_n(x_1, \dots, x_n; p_1, \dots, p_n; \xi_1, \dots, \xi_n), \quad n = 1, 2, \dots, \quad (3)$$

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 (3). Выбор варианта может осуществляться методом деления отрезка.

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

$$S_\varepsilon^N = \left\{ p = (p_1, \dots, p_N) \mid p \in R^N, \sum_{i=1}^N p_i = 1, p_i \geq \varepsilon \ (i = 1, \dots, N) \right\} \quad (4)$$

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 $q \in S_\varepsilon^N$. Поскольку в рекуррентной формуле алгоритма стохастической аппроксимации (2) используется (4), то алгоритм считается проекционным.

В программной системе [7, 8] реализованы алгоритмы как из [1, 2], так и из [6, 7]. При разработке этой системы поддержки принятия решений, в том числе на этапах определения функциональных задач, декомпозиции системы на подсистемы и определения связей между ними использовались принципы системного подхода. Конечной целью проектирования являлось создание системы для обеспечения адаптивного принятия решений при априорной неопределенности входных данных. При этом, помимо реализации шагов алгоритмов оптимизации, получения величин бинарных и небинарных потерь, выбора варианта методом деления отрезка, выполнения оптимизации для заданного числа шагов и заданных параметров алгоритмов, производится расчет описательных статистик, обеспечение обработки ошибок и исключений, работа с визуальными компонентами и поддержка пользовательского интерфейса. Входными дан-

ными для всех подсистем реализации алгоритмов [1, 2, 7] являются: параметры выбранного алгоритма оптимизации, число шагов оптимизации, характер функций текущих потерь, текущие потери. После отработки системы в диалоговом или автоматическом режиме получают выходными данные: набор результирующих выбранных вариантов управления, величины средних текущих потерь, их статистические оценки, график величин текущих средних потерь.

Пусть разработанная система применяется для одного конкретного экземпляра однородной сети или распределенной среды, в котором диспетчер производит выбор из $N=7$ узлов, и при этом потери ξ_n при выборе варианта — узла, производящего обработку задания, распределены по нормальному закону со средними значениями, определенными вектором $(-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3)$, и дисперсиями — $(2, 1, 2, 1, 2, 1, 2)$, где номер варианта соответствует номеру элемента в векторе. Тогда с использованием алгоритма 12VRS будут получены значения функции средних текущих потерь, изображенные на рис. 1.



Рис. 1. График значений функции средних текущих потерь в предложенной системе

Из рис. 1 видно, что уже при числе шагов, равном 50, значение $\Phi_n \rightarrow \nu$.

Вывод. В работе приведены результаты разработки и исследования программной системы поддержки принятия решений в многоверсионных распределенных средах и однородных сетях критического применения под воздействием вирусных атак при априорной

неопределенности входных данных проекционными и беспроекторными алгоритмами стохастической аппроксимации. Перспективой дальнейших изысканий по данной тематике станет совершенствование предложенной программной системы.

Литература

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. — 208 с.
3. Скатков А.В. Анализ мощности непараметрических критериев при оценивании состояния объектов критического применения / А.В. Скатков, К.Н. Маловик, Л.П. Луговская, В.С. Ловягин // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2012, № 6 (58). — С.271—275.
4. Ткаченко К.С. Особенности реализации моделирования методов своевременного обнаружения вирусных атак в однородных сетях / К.С. Ткаченко // Алгоритмы, методы и системы обработки данных [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал /под ред. С.С. Садыкова, Д.Е. Андрианова; web-мастер А.В. Булаев. — Вып. 2(27). — Электрон. журн. (Ресурс переменной длины). — Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2014. — Систем. требования: ПК; Internet Explorer или аналог; Adobe Reader или аналог. — Режим доступа: <http://amisod.ru>, свободный. — Загл. с экрана. — ISSN 2220-878X (Online). — 65 с. — С.41—45.
5. Ткаченко К.С. Оптимизация принятия решений по своевременному обнаружению вирусных атак на основе имитационного моделирования / К.С. Ткаченко // Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. Вып. 15/2014. — Севастополь, 2014. — 236 с. — С.274—281.
6. Ткаченко К.С. Исследование процессов управления распределенными средами проекционным алгоритмом стохастической аппроксимации / К.С. Ткаченко // Вестник СевНТУ: сб. науч. тр. Вып. 146/2014. Серия: Автоматизация процессов и управление. — Севастополь, 2014. — 244 с. — С.36—39.
7. Ткаченко К.С. Проекционный алгоритм стохастической аппроксимации с использованием соседних вариантов для оптимизации управления выбором управляющих воздействий / К.С. Ткаченко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету /Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/. — Вип. 26. — Кіровоград: КНТУ, 2013. — 322 с. — С. 301—305.
8. Ткаченко К.С. Программная система математического моделирования для оптимизации производительности многопроцессорных сред / К.С. Ткаченко // Автоматизація: проблеми, ідеї, рішення: матеріали міжнар. наук. — техн. конф. Севастополь, 9-13 вересня 2013 р. / М-во освіти і науки України; Севастоп. нац. техн. ун-т; наук. ред. В.Я. Копп. — Севастополь: СевНТУ, 2013. — 240 с. — С.210—211.