№ метода	Число точек аппроксимации производных	Норма до решения СЛАУ (5)	Норма после восстановления
1	30	4,93482E-11	5,88374E-6
	35	3,69375E-10	1,49623E-5
2	30	2,29476E-12	4,68967E-7
	35	8,41605E-11	1,27403E-7
3	30	4,28291E-11	1,15226E-7
	35	9,77257E-12	6,53128E-5
4	30	6,53181E-11	2,58983E-6
	35	2,96981E-11	4,493E-7

Литература

1. Березин, И.С., Жидков, Н.П. Методы вычислений [Текст]. В 2 т. Т. 1. Методы вычислений/И.С. Березин и Н.П. Жидков. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 462 с.
2. Вержбицкий, В.М. Численные методы [Текст]. В 2 т. Т. 1. Линейная алгебра и нелинейные уравнения/В.М. Вержбицкий. – М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2005. – 432 с.
3. Мадорский, В.М. Квазиньютоновские процессы для решения нелинейных уравнений [Текст]: монография/В.М. Мадорский. – Брест: Изд-во БрГУ, 2005. – 186 с.

МУЛЬТИПЛИКАТИВНОСТЬ В ОТКРЫТЫХ СЕТЯХ С МНОГОРЕЖИМНЫМИ СТРАТЕГИЯМИ ОБСЛУЖИВАНИЯ И С ОБХОДОМ УЗЛОВ ЗАЯВКАМИ

Коробейникова Е.В.
Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, г. Гомель

В сеть, состоящую из N однолинейных узлов, поступает стационарный пуассоновский поток заявок интенсивности λ. В *l*-м узле находится один прибор , который может работать в τ_i+1 режимах. Состояние *l*-го узла характеризуется парой чисел n $_l = (i_l, j_l)$, где i_l - число заявок в *l*-м узле, j_l-номер режима, в котором работает прибор в *l*-м узле ($l=\overline{1;N}$; $j_l=\overline{0,\tau_l}$).

Каждая заявка входного потока независимо от других заявок с вероятностью π_{0i} направляется в *i*-й узел ($i=\overline{1,N}$; $\sum_{i=1}^{N}\pi_{0,i}=1$)

Заявка обслуженная в *l-м* узле, мгновенно с вероятностью $\pi_{l,j}$ направляется в *j*-й узел, а с вероятностью $\pi_{l,0}$ покидает сеть ($i,j=\overline{1,N}$; $\sum_{i=1}^{N}\pi_{i,j}=1$). Заявка направленная в *i*-й узел (извне или с другого узла), с вероятностью $f^{(i)}(n_i)$ присоединяется к очереди, а с вероятностью $1-f^{(i)}(n_i)$ считается мгновенно обслуженной узлом ($0\le f^{(i)}(n_i)\le 1$; $i=\overline{1,N}$). Длительность обслуживания прибором *l*-го узла, находящегося в состоянии n_l, имеет показательное распределение с параметром $\mu_l(n_l)$, зависящим от состояния (т.е. от числа заявок i_l в узле и режима его работы j_l). Для состояния n_l, время пребывания в режиме j_l имеет показательное распределение , при этом с интенсивностью $\psi_l(n_l)$ прибор l-го узла переходит в режим $j_l - 1$, а с интенсивностью $\nu_l(n_l)$ - в режим $j_l + 1$. Время пребывания в последнем τ_l режиме имеет показательное распределение с параметром $\psi_l(i_l, \tau_l)$, после чего прибор переходит в $\tau_l - 1$ режим . Во время переключения прибора с одного режима на другой число заявок в очереди не меняется.

Состояние сети в момент времени t будет характеризоваться вектором n(t)=($n_1(t),...n_N(t)$), где $n_l(t) = (i_l(t), j_l(t))$ - состояние l-го узла в момент времени t. В соответствии с указанным выше $i_l(t)$ - число заявок в l-м узле в момент времени t, $j_l(t)$ - номер режима работы l-го узла в момент времени t.

Предположим, что все величины $\mu_l(n_l), \nu_l(n_l), \psi_l(n_l)$ строго положительны, а уравнение трафика

$$\varepsilon_j = \pi_{oj} + \sum_{i=1}^{N} \varepsilon_i \pi_{ij} \qquad (j = \overline{1, N})$$

имеет единственное решение $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, ..., \varepsilon_N)$, для которого $\varepsilon_1 > 0, ... \varepsilon_N > 0$ (для этого достаточно, чтобы матрица (π_{kl}, $k, l = \overline{0, N}$, где $\pi_{00} = 0$) была неприводимой. Тогда n(t)-неприводимый Марковский процесс на фазовом пространстве X=$n1 \times n2 \times ... \times n_N$

Если во всех узлах сети выполняется условие

$$f_i(m_i, \tau_i)\nu_i(m_{i+1}, \tau_i)\psi_i(m_i, \tau_{i+1})\mu_i(m_{i+1}, \tau_{i+1}) = f_i(m_i, \tau_{i+1})\nu_i(m_i, \tau_i)\psi_i(m_{i+1}, \tau_{i+1})\mu_i(m_{i+1}, \tau_i)$$

где $i = \overline{1, N}$, то $p(m, \tau) = p_1(m_1, \tau_1)p_2(m_2, \tau_2)...p_N(m_N, \tau_N)$ (30) , где

$$p_i(m_i, \tau_i) = (\varepsilon_i \lambda)^{m_i} \prod_{k=1}^{\tau_i} \frac{\nu_i(0, k-1)}{\psi_i(0, k)} \prod_{r=1}^{m_i} \frac{f_i(r-1, j)}{\mu_i(r, j)} p(0,0)$$

$$p_i(0,0) = (\sum_{m_i=1}^{\infty} \sum_{\tau_i=0}^{l_i} ((\varepsilon_i \lambda)^{m_i} \prod_{k=1}^{\tau_i} \frac{\nu_i(0, k-1)}{\psi_i(0, k)} \prod_{r=1}^{m_i} \frac{f_i(r-1, j)}{\mu_i(r, j)} p(0,0)))^{-1}$$

Для эргодичности достаточно, чтобы

$$\sum_{m_i=1}^{\infty} \sum_{\tau_i=0}^{l_i} (\varepsilon_i \lambda)^{m_i} \prod_{k=1}^{\tau_i} \frac{\nu_i(0, k-1)}{\psi_i(0, k)} \prod_{r=1}^{m_i} \frac{f_i(r-1, j)}{\mu_i(r, j)} \prec \infty; \qquad i = \overline{1, N}$$

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О ЧИСТОЙ СЛУЧАЙНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДИКТОРОВ: СЛУЧАЙ ЦЕПИ МАРКОВА

Костевич А. Л., Шилкин А. В.

ННИЦ ППМИ Белорусский государственный университет, г. Минск

Рассмотрим задачу проверки гипотезы H_0 о том, что бинарная последовательность описывается моделью независимых симметричных испытаний Бернулли – гипотезу о чистой случайности. Данная задача возникает в различных областях: криптографии, имитационном моделировании и др.

Построение статистического критерия для проверки гипотезы H_0 против широкого класса альтернатив в рамках традиционных подходов к тестированию бинарных последовательностей является затруднительным. Поэтому в литературе развивается альтернативный подход к проверке гипотезы H_0 на базе различных *мер сложности* последовательности: последовательность считается чисто случайной, если она не может быть “сжата” с помощью выбранного алгоритма ([4]).