Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

Использование сетей массового обслуживания с групповым обслуживанием требований в качестве моделей информационных интернет–порталов

Научный руководитель – Станкевич Елена Петровна

Гуркова В.М.[1], *Карпенко О.С.*[2]

1 - Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Факультет компьютерных наук и информационных технологий, Саратов, Россия, *E-mail: victoria.gurkova@mail.ru*; 2 - Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия, *E-mail: victoria.gurkova@mail.ru*

Сети массового обслуживания с групповым обслуживанием требований являются удобным и эффективным инструментом моделирования таких систем как, например, телекоммуникационные [1] и транспортные системы, а также компьютерные системы и сети [2]. В связи с этим, на сегодняшний день актуальным направлением исследований является разработка методов анализа сетей массового обслуживания с групповым обслуживанием требований [3].

Рассматривается сеть массового обслуживания с непрерывным временем, которая является математической моделью гипотетического справочно–информационного интернет–портала, обеспечивающего доступ физических и юридических лиц к сведениям о государственных и муниципальных услугах. Системы массового обслуживания данной сети представляют собой разделы справочно–информационного интернет–портала, такие как, например, «Справки», «Пособия», «Паспорта», «Штрафы» и др. В качестве группы требований, поступающей в сеть на обслуживание, выступает набор данных, которые должен ввести пользователь для получения соответствующей услуги. При этом, для каждой системы сети существуют верхнее и нижнее ограничения на количество введенных пользователем данных, где в качестве нижнего ограничения выступает количество обязательных для заполнения полей, а в качестве верхнего — все предлагаемые поля. Структурная схема модели данной системы изображена на рис. 1.

Пусть сеть состоит из L систем обслуживания S_i, $i = 1, \dots, L$. Маршрутизация групп требований в сети производится согласно маршрутной матрице $\Theta = (\theta_{ij})$, $i, j = 1, \dots, L$. Система S_i, $i = 1, \dots, L$, включает один обслуживающий прибор, одновременно обслуживающий группу, состоящую из g_i, $x_i \le g_i \le y_i$, требований, и очередь бесконечной длины. Длительность обслуживания группы требований g_i в системе S_i является экспоненциально распределенной случайной величиной с параметром μ_i. Прибор начинает обслуживание группы требований, только в том случае, если в очереди накопилось минимум x_i требований, иначе он простаивает. Если в очереди находится от x_i до y_i требований, то на обслуживание выбираются все требования, находящиеся в очереди. Если же в очереди больше y_i требований, то на обслуживание выбирается группа, состоящая из y_i требований. Состояние сети определяется вектором $s = (s_i)$, $i = 1, \dots, L$, где s_i — число требований, находящихся в системе S_i. Множество состояний сети обозначим через X, множество номеров систем — I. При переходе сети обслуживания из состояния s, $s \in X$, в состояние s', $s' \in X$, $s \neq s'$, выполняется следующая последовательность действий. В момент, когда в одной из L систем S_i, $i \in I$, завершается обслуживание группы, состоящей из g_i требований, формируется вектор выходящих требований $d = (d_k)$, $k = 1, \dots, L$, в котором $d_i = g_i$, а остальные элементы $d_k = 0$, $k \neq i$. Группа d_i, $i \in I$, требований, с вероятностью θ_{ij} переходит из системы S_i в систему S_j. Формируется новое состояние сети $s' = s - d + a$, где $a = (a_l)$, $l = 1, \ldots, L$, — вектор входящих групп требований, в котором $a_j = g_i$, а остальные элементы $a_l = 0$, $l \neq j$. Множество всех векторов d и a обозначим через Y.

Эволюция сети описывается цепью Маркова с непрерывным временем, пространством состояний X и матрицей интенсивностей переходов $Q = (q(s, s'))$, $s, s' \in X$, где

$$q(s, s') = \sum_{\substack{s' \in X, \\ s' = s - d + a}} \sum_{i=1}^{L} \mu_i \mathbf{1}(s_i \geq x_i)\theta_{ij}, \;\; s \in X, \;\; d, a \in Y.$$

Стационарное распределение $\pi = (\pi(s))$, $s \in X$, сети обслуживания является решением уравнения $\pi Q = 0$ с условием нормировки $\sum_{s \in X} \pi(s) = 1$.

Источники и литература

1) Bellalta B., Oliver M. A space–time batch–service queueing model for multi–user MIMO communication systems // Proceedings of the 12th ACM international conference on modeling, analysis and simulation of wireless and mobile systems. 2009. P. 357–364.
2) Mitici M., Goseling J., Ommeren J.-K., Graaf M., Boucherie R. On a tandem queue with batch service and its applications in wireless sensor networks // Queueing systems. 2017. V. 87. №. 1. P. 81–93.
3) Stankevich E., Tananko I., Osipov O. Analysis of Closed Unreliable Queueing Networks with Batch Service // Communications in Computer and Information Science. 2021. V. 1391. P. 352–362.

Иллюстрации

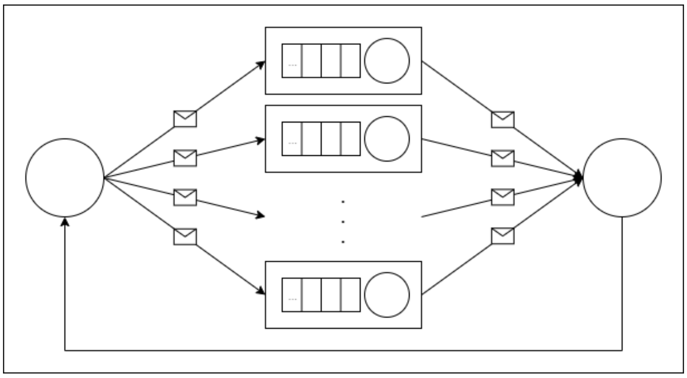

Рис. 1. Структурная схема модели системы справочно-информационного интернет-портала