МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ СО РАН им. В.Е. ЗУЕВА

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР

МАТЕРИАЛЫ
ДВЕНАДЦАТОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
4–8 июня 2018 г.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-07-20033)

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

неизвестных. Определенную проблему составляет задача выбора и вычисления меры погрешности между пред-предсказанными и наблюдаемыми распределениями.

В статье для описания случайной неопределенности во входных и выходных переменных на этапе преобразования данных предлагается использовать ФПВ – значные переменные, которые представляют собой математические модели функций плотности вероятности соответствующих переменных, построенные по эмпирическим данным в классе кусочно-полиномиальных моделей. Для вычисления неизвестных параметров модели предлагается использовать численный вероятностный анализ, в котором имеются соответствующие арифметики и процедуры.

В рамках применения данного подхода рассматриваются новые подходы моделирования функциональных зависимостей на основе сплайн аппроксимаций [6]. Для исследования точности вычислений используется метод построения апостериорных оценок [4, 7].

Численная реализация модельных примеров регрессивного моделирования показала хорошую сходимость предложенного подхода. Использование регрессионного моделирования на основе кусочно-полиномиальных моделей открывает новые возможности в прогнозировании состояний сложных систем, дистанционного зондирования Земли, оценок надежности ответственного оборудования, оценки гидрологических, инвестиционных рисков [5].

Литература

1. *Добронец Б.С., Попова О.А.* Численный вероятностный анализ неопределённых данных. Красноярск : Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий. 2014. 168 с.
2. *Billard L., Diday E.* Symbolic Data Analysis: Conceptual Statistics and Data Mining. Wiley, 2004.
3. *Dias B.* Linear regression with empirical distributions. Ph.D thesis. Universidade do Porto, Portugal. 2014.
4. *Dobronets B.S., Popova O.A.* Improving the accuracy of the probability density function estimation // Journal of Siberian Federal University Mathematics and Physics. 2017. № 10 (1). P. 16–21.
5. *Dobronets B.S., Popova O.A.* The numerical probabilistic approach to the processing and presentation of remote monitoring data // Journal of Siberian Federal University – Engineering and Technologies. 2016. № 9 (7). P. 960–971.
6. *Попова О.А.* Применение численного вероятностного анализа в задачах интерполяции // Вычислительные технологии. 2017. Т. 22, № 2. С. 99–114.
7. *Попова О.А.* Информационный подход к апостериорным оценкам погрешности численного моделирования // Информатизация и связь. 2016. № 2. С. 40–43.

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОТОКОЛА С ПРЯМОЙ КОРРЕКЦИЕЙ ОШИБОК ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО РЕЖИМА ОТКАЗА

П.В. Приступа, С.П. Сущенко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
pristupa@gmail.com

Современный уровень информационного взаимодействия диктует высокие требования к инфраструктуре вычислительных сетей. Значительное влияние на выбор способа организации информационного взаимодействия оказывает результирующая пропускная способность транспортного соединения. В системах с решающей обратной связью наличие помех в канале передачи данных порождает необходимость повторной передачи, что отрицательно сказывается на пропускной способности. Для снижения вероятности повторной передачи широко используется блочная передача, в рамках которой информация передается блоками из B сегментов, A из которых являются информационными, а $(B - A)$ сегментов – избыточными, что позволяет использовать метод прямой коррекции ошибок в узле-получателе. Предложена модель виртуального соединения, управляемого транспортным протоколом с селективным режимом отказа, в виде цепи Маркова с дискретным временем, которая учитывает основные протокольные параметры: длительность круговой задержки D, тайм-аут ожидания подтверждения S, выраженную в количестве блоков ширину окна ω, уровни ошибок в звеньях прямого (R_d) и обратного (R_r) трактов передачи данных, а также параметры блочной передачи A и B.

Вероятности ошибок в отдельных звеньях прямого и обратного трактов формируют общую достоверность успешной передачи сегмента в прямом и обратном тракте:

$$F_d = \prod_{z=1}^{D_d}(1 - R_d(z)); F_r = \prod_{z=1}^{D_r}(1 - R_r(z))$$

Тайм-аут ожидания подтверждения S выражен в количестве тактов длительности t. Время между получениями двух последовательных сквозных квитанций распределено по геометрическому закону с параметром F_r. Предполагается, что отправитель передает информацию блоками из B сегментов, а получатель отправляет квитанции об успешной доставке блоков в каждом сегменте встречного потока. Для описания процесса передачи используется цепь Маркова, где номера состояний от 0 до ωB соответствуют количеству переданных, но не подтвержденных сегментов, а в состояниях с номерами от $\omega B + 1$ до $S - 1$ отправитель приостанавливает передачу и ожидает квитанцию. Если квитанции продолжают искажаться, то по истечении тайм-аута система безусловно переходит из состояния $S - 1$ в нулевое состояние.

Тайм-аут ожидания подтверждения S естественным образом связан с длительностью круговой задержки D, шириной окна ω и размером блока B следующими соотношениями: $S \geq \omega B + 1; S \geq D + B - 1$

Для случая, когда помимо указанных соотношений тайм-аут ожидания подтверждения связан также и соотношением $S \geq D + (\omega + 1)B - 2$, для описанной модели произведен расчет пропускной способности.

Для случая $D \leq (\omega - 1)B + 1$ пропускная способность описывается соотношением:

$$Z_S = \frac{A(1-\overline{F_r}^B)[1-\overline{F_r}^{\omega B} - \omega \overline{F_r}^{S-D-B+2}(1-\overline{F_r}^{D+B})]\sum_{i=A}^{B} C_B^i F_d^i \overline{F_d}^{B-i}}{B[BF_r(1-\overline{F_r}^{\omega B})+(1-\overline{F_r}^B)(\overline{F_r}^{(\omega-1)B-D+2}-(D-KB-2)\overline{F_r}^{(\omega-K-1)B}-\overline{F_r}^{S-D-B+2})]},$$

а для $D > (\omega - 1)B + 1$ описывается соотношением:

$$Z_S = \frac{A(1-\overline{F_r}^B)[F_r(1-\overline{F_r}^{\omega B}) - \omega F_r \overline{F_r}^{S-D-B+2}(1-\overline{F_r}^{B})]\sum_{i=A}^{B} C_B^i F_d^i \overline{F_d}^{B-i}}{BF_r[BF_r(1-\overline{F_r}^{\omega B})+(1-\overline{F_r}^B)(1+(D-(\omega-1)B-2)F_r-\overline{F_r}^{S-B-D+2})]},$$

где $\overline{F_d} = 1 - F_d; \overline{F_r} = 1 - F_r; K = \lfloor\frac{D-2}{B}\rfloor$

Литература

1. *Stevens R.* TCP/IP Illustrated. Massachusetts Harlow : Addison Wesley Longman, 2002. 569 p.
2. *Кокшенев В.В., Михеев П.А., Сущенко С.П.* Анализ селективного режима отказа транспортного протокола в нагруженном тракте передачи данных // Вестник Томского государственного университета. Серия «Управление, вычислительная техника и информатика». 2013. № 3 (24). С. 78–94.
3. *Сущенко С.П.*, Математические модели компьютерных сетей. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. С. 46–55.

УПРАВЛЕНИЕ ПОСТАВКАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СКИДОК

Г.Н. Решетникова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
tomrgn@ngs.ru

В настоящее время все большее количество фирм прибегает к использованию скидок [1]. Скидка – это сумма, на которую предприниматель снижает цену реализации товара с целью расширения рынка сбыта и увеличения объемов продаж. Существуют различные типы скидок: на один день, по дням недели, на любой срок, сезонные и т.д. Скидки могут устанавливаться различными способами: через постоянные промежутки времени и автоматически, при выполнении некоторых критериев.

При использовании информационных технологий на рынке товаров и услуг возникает необходимость в построении математических моделей экономических процессов. Для управления поставками достаточно хорошие результаты получаются при использовании нелинейной динамической модели вида [2]

$$\begin{aligned} \dot{z}(t) &= k_3 u(t) - k_4 s(t) z(t) - k_1 z(t), \quad z(t_0) = z_0, \\ \dot{v}(t) &= k_4 s(t) z(t) - k_2 v(t), \quad v(t_0) = v_0, \\ \dot{w}(t) &= k_4 s(t) z(t) - u(t) - k_5 z(t), \quad w(t_0) = w_0, \end{aligned} \tag{1}$$

где $z(t), v(t), w(t), s(t)$ – функции, которые описывают объемы товара на складе торговой фирмы, у потребителя, доход и текущий спрос в ценах реализации, а $u(t)$ – объем поставок в закупочных ценах. Коэффициенты k_j, $j = \overline{1,5}$, задают скорость порчи товара, скорость потребления, торговую наценку, скорость продаж и плату за хранение.

В модели (1) введение скидок приводит к изменениям значений коэффициентов k_2, k_3, k_4. Пусть p_r – процент снижения торговой наценки при использовании скидок. Тогда коэффициент, задающий торговую наценку, будет определяться следующим образом:

$$k_3^* = k_3(1 - p_r).$$

Снижение торговой наценки приводит к увеличению скорости продажи и потребления. Будем предполагать, что увеличение скорости продажи и потребления осуществляется пропорционально снижению торговой наценки, т.е.

$$k_4^* = k_4(1 + p_r), \quad k_2^* = k_2(1 + p_r).$$

Для использования методов автоматического управления представим (1) системой линейных дифференциальных стохастических уравнений