

С.И. Баглюк

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ВРЕМЕННЫМ РЕСУРСАМ В ЗАДАЧАХ СЕТЕВОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ

Рассмотрен подход, позволяющий обосновать требования к необходимым временным ресурсам в сетях передачи данных и параметрам сетевого оборудования для выполнения процедур обмена большими объемами данных с заданной вероятностью.

При обосновании требований проанализирован вариант отказа/сбоя во время выполнения процедуры обмена данными и последующее немедленное восстановление канала передачи данных; функция распределения времени отказа/сбоя описана равномерным законом, функция распределения времени восстановления – произвольным законом распределения случайной величины.

Ключевые слова: сетевые ресурсы, обмен данными, сеть передачи данных, вероятность, функция и плотность распределения случайной величины, суперпозиции показательных плотностей вероятностей.

S.I. Baglyuk

FORMULATION OF REQUIREMENTS FOR TEMPORARY RESOURCES IN DATA TRANSMISSION NETWORKS

Justification of requirements to the necessary time resources and network equipment parameters at the data transmission networks, that ensuring the exchange of large amounts of data with the necessary probability. The variant of failure during the execution of the data exchange procedure is analyzed and instantaneous data channel recovery. The distribution function of the failure time is subject to the uniform distribution law of a random variable and the distribution function of the restoring the operability of the data transmission channel is subject to the arbitrary distribution law of a random variable.

Keywords: network resources, data transmission networks, data exchange, probability, random variable distribution function and density, superposition of exponential distribution densities.

Введение

Обмен большими файлами в компьютерных сетях [1] (бэкапы баз данных, видео- и аудиофайлы и др.) сопряжен с опасностью неудачного завершения передачи по тайм-ауту [2] (протокол транспортного уровня TCP) или потерей части данных (протокол транспортного уровня UDP) в случаях отказа/сбоя в сетях передачи данных (далее – СПД) [3], вызванных как отказом или неудовлетворительными параметрами оборудования [4], так и чрезмерной загрузкой сетей [5].

Неудачно спроектированные параметры сетевых ресурсов (временные интервалы для обмена данными, параметры каналаобразующего оборудования) могут приводить к срыву выполнения процедуры обмена данными [6]. Задача подбора требуемых сетевых ресурсов, таким образом, представляется актуальной [7].

Баглюк Сергей Иванович

кандидат технических наук, доцент, преподаватель Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург. Сфера научных интересов: интеллект homo sapiens. Автор более 20 опубликованных научных работ.
Электронный адрес: b-s-i-1957@yandex.ru

Постановка задачи

Рассмотрим подход к оцениванию требуемых сетевых ресурсов, выраженных в директивно задаваемых временных интервалах, необходимых для выполнения процедуры обмена данными с заданной вероятностью.

При отказах во время процедуры обмена данными и последующем восстановлении работоспособности время, требуемое для передачи/приема файла, является случайной величиной. Следовательно, процедуру обмена данными можно характеризовать вероятностью того, что при заданных условиях функционирования канала передачи данных время на обмен данными не превысит допустимое:

$$P_{\text{оА}}(t_0) = P(t_0 \leq t_A) | C_s,$$

где $P_{\text{оА}}(t_0)$ – вероятность выполнения задачи (процедуры обмена данными); t_0 – минимальное необходимое время обмена; t_A – время, выделяемое для обмена (директивное время выполнения процедуры обмена); $t_0 \leq t_A$; C_s – заданные условия функционирования СПД.

Допущения:

– τ – время передачи до отказа/сбоя в СПД, случайная величина, $0 < \tau \leq t_A$;

– $F(\tau) = \frac{\tau}{t_0}$ – функция распределения времени передачи до возникновения отказа/сбоя, закон распределения – равномерный;

– время ψ восстановления СПД не зависит от предыстории процесса и распределено по произвольному закону $F_b(\psi)$.

Тогда при условии однократного отказа/сбоя вероятность выполнения задачи может быть представлена как сумма двух гипотез Γ_1 и Γ_2 :

$$P_{\text{оА}}(t_0) = \Gamma_1 + \Gamma_2,$$

где Γ_1 – на интервале $(0, t_0]$ отказ/сбой не наступил, задача будет решена с вероятностью $1 - F(t_0)$; Γ_2 – на интервале $(0, t_0]$ в момент времени τ наступил отказ/сбой с вероятностью $F(\tau)$, затем за время $\psi < (t_A - \tau)$ с вероятностью $F_b(\psi)$ СПД восстановлена, и в оставшееся время с вероятностью $P(t_0, t_A - \tau - \psi)$ исходная задача будет решена за резерв времени $t_A - \tau - \psi$.

Решение задачи при произвольном законе восстановления

Вероятность выполнения задачи представим выражением

$$P_{\text{оА}}(t_0) = 1 - F(t_0) + \int_0^{t_0} \int_0^{t_0 - \tau} P(t_0, t_0 - \tau - \psi) dF_b(\psi) dF(\tau).$$

С учетом однократного отказа/сбоя это выражение примет вид

$$P_{o\partial}(t_o) = 1 - F(t_o) + P(t_o) \int_0^{t_o} \int_0^{t_o - \tau - t_o} dF_b(\psi) dF(\tau). \quad (1)$$

Для случая произвольного закона $F_b(\psi)$ распределения восстановления работоспособности СПД применим метод суперпозиций показательных плотностей вероятностей [6]. Суть метода состоит в представлении плотности вероятности $f_b(t)$ восстановления работоспособности СПД суммой показательных плотностей (с параметрами ν_i потока) вида

$$f_b(t) = \sum_1^n r_i \nu_i e^{-\nu_i t}$$

при условии $\sum_1^n r_i = 1$, где r_i – весовой коэффициент i -го члена суммы.

В качестве примера рассмотрим суперпозицию трех показательных плотностей вероятностей:

$$f_b(t) = r_1 \nu_1 e^{-\nu_1 t} + r_2 \nu_2 e^{-\nu_2 t} + r_3 \nu_3 e^{-\nu_3 t}; \quad r_1 + r_2 + r_3 = 1.$$

Тогда [2], учитывая, что $dF_b(\psi) = f_b(\psi) d\psi$ и $dF(\tau) = f(\tau) d\tau = \frac{1}{t_a} d\tau$, выражение (1) приводим к следующему виду:

$$\begin{aligned} P_{o\partial}(t_o) &= 1 - F(t_o) + P(t_o) \int_0^{t_o} \int_0^{t_o - \tau - t_o} \left(\sum_1^3 r_i \nu_i e^{-\nu_i \psi} \right) d\psi \frac{1}{t_a} d\tau = \\ &= P(t_o) \left(1 + \frac{1}{t_{\partial}} \int_0^{t_o} \int_0^{t_o - \tau - t_o} \left(\sum_1^3 r_i \nu_i e^{-\nu_i \psi} \right) d\psi d\tau \right) = \\ &= \left[1 - \frac{t_o}{t_{\partial}} \right] \left\{ 1 + \frac{1}{t_{\partial}} \left[t_o + \frac{C_1 [e^{\nu_1(t_{\partial} - t_o)} - e^{\nu_1(t_{\partial} - 2t_o)}]}{\nu_1} + \dots + \frac{C_3 [e^{\nu_3(t_{\partial} - t_o)} - e^{\nu_3(t_{\partial} - 2t_o)}]}{\nu_3} \right] \right\}. \end{aligned}$$

Заключение

Рассмотрен подход, основанный на вероятностном представлении времени, необходимым на обмен данными в СПД, позволяющий:

- обосновать требования к временным интервалам, необходимым для выполнения процедуры обмена данными с заданной вероятностью [7];
- при директивно заданных временных интервалах оценивать вероятность выполнения процедур обмена данными в заданных условиях функционирования канала передачи данных.

Представленный подход может быть применен при проектировании алгоритмов обмена большими объемами данных с требуемой вероятностью выполнения обмена.

Литература

1. Баглюк С.И., Нечай А.А. К вопросу о выборе исходных данных при автоматизации тестирования программ // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2020. № 4. С. 103–107.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1958. 468 с.

3. Краснов С.А., Борисов А.А., Нечай А.А. Технология блокчейн и проблемы ее применения в различных информационных системах // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2018. № 2. С. 63–67.
4. Нечай А.А., Котиков П.Е. Методика комплексной защиты данных, передаваемых и хранимых на различных носителях информации // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2015. № 1. С. 92–95.
5. Мысливец Е.Г., Пучкова И.А., Нечай А.А., Антонов Д.А. Синтез модели автоматизированной информационной системы радиоэлектронного мониторинга объектов наблюдения на основе логико-алгебраического подхода // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2020. № 4. С. 135–142.
6. Смагин В.А. Немарковские задачи теории надежности. МО СССР, 1982. 269 с.
7. Смагин В.А., Баглюк С.И. Метод определения вероятности выбора решения из совокупности альтернативных вариантов // Математическое и имитационное моделирование в системах проектирования и управления: тезисы докладов Всесоюзной конференции. Чернигов, 1990. С. 52–54.

References

1. Baglyuk S.I., Nechaj A.A. (2020) *K voprosu o vybore iskhodnyh dannyh pri avtomatizacii testirovaniya programm* [To the question of the choice of source data when automating software testing]. *Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie*, vol. 4, pp. 103–107 (in Russian).
2. Ventcel' E.S. (1958) *Teoriya veroyatnostej* [Probability theory]. Moscow, Gosudarstvennoe izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury, 468 p. (in Russian).
3. Krasnov S.A., Borisov A.A., Nechaj A.A. (2018) *Tekhnologiya blokchejn i problemy ee primeneniya v razlichnyh informacionnyh sistemah* [Blockchain technology and problems of its application in various information systems]. *Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie*, vol. 2, pp. 63–67 (in Russian).
4. Nechaj A.A., Kotikov P.E. (2015) *Metodika kompleksnoj zashchity dannyh, predavaemyh i hranimyh na razlichnyh nositelyah informacii* [The method of comprehensive protection of data transmitted and stored on various media]. *Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie*, vol. 1, pp. 92–95 (in Russian).
5. Myslivec E.G., Puchkova I.A., Nechaj A.A., Antonov D.A. (2020) *Sintez modeli avtomatizirovannoj informacionnoj sistemy radioelektronного monitoringa ob"ektov nablyudeniya na osnove logiko-algebraicheskogo podhoda* [Synthesis of a model of an automated information system for electronic monitoring of surveillance objects based on a logical-algebraic approach]. *Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie*, vol. 4, pp. 135–142 (in Russian).
6. Smagin V.A. (1982) *Nemarkovskie zadachi teorii nadezhnosti* [Non-Markov problems of reliability theory]. Ministry of Education of the USSR, 269 p. (in Russian).
7. Smagin V.A., Baglyuk S.I. (1990) *Metod opredeleniya veroyatnosti vybora resheniya iz sovokupnosti al'ternativnyh variantov* [Method for determining the probability of choosing a

solution from a set of alternative options]. *Matematicheskoe i imitacionnoe modelirovanie v sistemah proektirovaniya i upravleniya: tezisyy dokladov Vsesoyuznoj konferencii* [Mathematical and simulation modeling in design and control systems: abstracts of the All-Union Conference]. Chernihiv, pp. 52–54 (in Russian).