

Ткаченко А. А.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ С МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Представлена методика проектирования инфокоммуникационных систем с максимальной пропускной способностью, которая обеспечивается надлежащим выбором параметров, при которых в системе не возникают хаотические режимы, приводящие к возникновению так называемых «заторов» и утрате пакетов. Методика основана на математическом моделировании поведения ТСП соединений.

Ключевые слова: ТСП, проектирование, параметры, хаос, режимы работы

1. Введение

Проблема самоподобия в различных областях науки и техники интересовала исследователей давно [1]. Появление и широкое распространение компьютерных сетей, а также увеличение количества разнообразных сетевых услуг привело к тому, что сетевой трафик стал более сложным и непредсказуемым. Особенно сильно эти свойства стали проявляться с появлением технологий высокоскоростной передачи данных. Это связано с тем, что одним из основных показателей качества (QoS) работы сетей с пакетной передачей является количество потерянных пакетов. Потеря пакетов приводит к дополнительной нагрузке на сеть и, в конечном счете, к «заторам» (congestions). При больших скоростях передачи данных потери пакетов, выражающиеся в долях процента, приводят к значительным потерям информации.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи исследований

Применение концепции самоподобия к телекоммуникационным системам впервые предложил Б. Мандельброт [2]. В последующих многочисленных работах, посвященных исследованию сетевого трафика, было показано, что указанные выше явления связаны со свойствами самоподобия трафика.

В последние 10-15 лет проблеме самоподобия сетевого трафика было посвящено большое число работ. Их можно условно разделить на две группы. Первая включает в себя работы, в которых авторы анализируют сетевой трафик и определяют его статистические характеристики. Источником анализируемых данных является либо натурный эксперимент (например, [3]), либо моделирование с помощью программных средств (например, ns [4], OPNET [5]).

Ко второй группе относятся работы, в которых авторы рассматривают информационную систему как динамическую систему, в которой самоподобие является внутренним свойством самой системы [6].

3. Влияние самоподобия сетевого трафика на характеристики сети

Причиной возникающих хаотических явлений является поведение основного транспортного протокола Internet – ТСП.

В работах многих исследователей отмечается, что агрегированный сетевой трафик является самоподобным [3, 7]. Показано, что распределение с тяжелыми хвостами (РТХ) размеров файлов, появления пакетов и длительности передачи вносят основной вклад в самоподобную природу агрегированного сетевого трафика.

Самоподобные процессы обладают гиперболически затухающим коэффициентом корреляции вида:

$$r(k) = \frac{1}{2} \left((k+1)^{2H} - 2k^{2H} + (k-1)^{2H} \right),$$

или, для асимптотически самоподобных процессов, корреляционной функцией $R(k) \approx k^{2H-2}L(t)$, при $k \rightarrow \infty$, где $L(t)$ – медленно

меняющаяся функция на бесконечности (т. е. $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{L(tx)}{L(t)} = 1$ для всех $x > 0$).

Очевиден и тот факт, что сам ТСП является первичной причиной самоподобия. В частности, даже если трафик, генерируемый приложениями, имеет параметр Херста $H = 0.5$ (т. е. является несамоподобным) ТСП модулирует этот трафик и делает его самоподобным (имеющим параметр Херста $H = 1.0$).

Для изучения поведения нескольких ТСП соединений в одном канале может быть использована методика анализа временных рядов с последующим построением фазовых портретов и расчетом максимального показателя Ляпунова для множества ТСП потоков, представляющих исследуемую динамическую систему [8, 9].

Полученные результаты позволяют построить инженерную методику поиска «узких» мест в компьютерных сетях с протоколом ТСП и дать рекомендации по уменьшению (устранению) их влияния на производительность сети.

Суть методики состоит в следующем:

1-й вариант методики – на всех хостах в автономной системе устанавливается специальное программное

обеспечение, которое отслеживает трафик и записывает данные в базу. После этого полученные данные анализируются на наличие перегрузок, о чем говорит наличие хаотического поведения трафика в определенных участках сети. Это можно сделать с помощью пакета TISEAN [10, 11]. Эти данные служат для разработки рекомендаций по изменению основных параметров, влияющих на возможность появления хаотического режима.

Для записи сетевого трафика было разработано специальное программное обеспечение, которое позволяет проводить комплексные эксперименты на физических сетевых устройствах, перехватывать и обрабатывать сетевой трафик на отдельно расположенных компьютерах либо сетевых маршрутизаторах. Указанное программное обеспечение позволяет эмулировать работу сети, автоматически выполняя обмен данными между сетевыми устройствами либо по заранее заданному алгоритму, либо используя выборку заранее сохраненного трафика.

Приложение состоит из следующих компонентов (рис. 1):

- клиент управления: программная графическая оболочка для управления работой системы, позволяющая производить настройку клиент-хоста и контроллера, обрабатывать экспериментальные данные из базы данных и отображать результаты и метрические свидетельства;
- клиент-хост: компонент позволяет производить запись сетевого трафика, принимать участие в эмуляции сетевой активности и производить передачу собранных данных в базу данных. Устанавливается на устройствах, которые принимают участие в эксперименте;
- контроллер - представляет собой серверное приложение, которое обрабатывает данные трафика, которые находятся в базе данных и являются результатом проведенных экспериментов на физических устройствах;
- база данных: хранит записи трафика, полученные от клиент-хостов после проведенных экспериментов.



Рис. 1. Компоненты приложения

2-й вариант методики – для определения потенциально «узких» мест в сети используется симулятор (например, ns-3 [12]). Для этого сеть (автономную систему) можно представить в виде полного графа и рассчитать трафик во всех его ребрах (каналах). Дальнейшая процедура совпадает с вышеизложенной в первом варианте.

Для надежности предсказания можно сравнить результаты, полученные двумя изложенными способами.

4. Выводы и направления дальнейших исследований

Полученные экспериментальные данные обрабаты-

ваются по методике, изложенной в [8, 9]. Результатом является определение так называемых узких мест в сети, в которых могут наблюдаться перегрузки, приводящие к значительному уменьшению пропускной способности сети из-за наличия хаотических режимов работы. В результате можно дать конкретные рекомендации по выбору параметров сети (автономной системы), при которых влияние хаотических явлений на производительность сети будет минимальным.

Описанные выше измерения необходимо проводить периодически в течение всего жизненного цикла сети.

Литература

1. Willinger, W. A bibliographical guide to self-similar traffic and performance modeling for modern high-speed networks [Text]/ W. Willinger, M. S. Taqqu, A. Erramilli; eds. F. P. Kelly, S. Zachary, I. Ziedins // Stochastic Networks: Theory and Applications (Oxford), Royal Statistical Society Lecture Notes Series. – 1996. – Vol. 4. – pp. 339–366.
2. Mandelbrot, B. B. Self-similar error clusters in communications systems and the concept of conditional systems and the concept of conditional stationarity [Text]/ B. B. Mandelbrot // IEEE Transactions on Communications Technology, COM. – 1965. – Vol. 13. – pp. 71–90.
3. Leland, W. E. On the self-similarity of ethernet traffic [Text]/ W. E. Leland, M. S. Taqqu, W. Willinger, D. V. Wilson // IEEE/ACM Transactions of Networking. – 1994. – Vol. 2(1). – pp. 1–15.
4. Floys, S. Simulator tests [Electronic resource]/ S. Floys. – 1995. – Available at: \www/ URL: <http://www.nrg.ee.lbl.gov/>.
5. Zhu, C. A comparison of active queue management algorithms using the OPNET Modeler [Text]/ C. Zhu, O. W. W. Yang, J. Aweya, M. Oullete, D. Y. Montuno // IEEE Communication Magazine. – 2002. – Vol. 40(6). – pp.158–167.
6. Veres, A. The chaotic nature of TCP congestion control [Text]/ A. Veres, V. Boda // Proc. IEEE INFOCOM. – 2000. – pp. 79–88.
7. Paxson, V. Wide-Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling [Text]/ V. Paxson, S. Floyd // IEEE/ACM Transactions on Networking. – 1995. – Vol. 3. – pp. 226–244.
8. Карпухин, А. В. Математическое моделирование хаотических явлений в высокоскоростных сетевых информационных системах с протоколом TCP [Текст]/ А. В. Карпухин // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 4(78). – С. 64–69.
9. Cho, H. Computer Simulation of Chaotic Phenomena in High-Speed Communication Networks [Text]/ H. Cho, A. Karpukhin, I. Kudryavtsev, A. Borisov, D. Gritsiv // Journal of Korean Institute of Information Technology. – 2013. – Vol. 11. – pp. 113–122.
10. Hegger, R. The package of TISEAN programs and concomitant documentation [Electronic resource]/ R. Hegger, H. Kantz, T. Schreiber. – Available at: \www/ URL: <http://www.mpi-pks-dresden.mpg.de/~tisean/>.
11. Hegger, R. Practical implementation of nonlinear time series methods: The TISEAN package [Text]/ R. Hegger, H. Kantz, T. Schreiber // CHAOS 9. – 1999. – pp. 413.
12. Simulator NS-3 and concomitant documentation [Electronic resource]. – Available at: \www/ URL: <http://nsnam.org>.

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ З МАКСИМАЛЬНОЮ ПРОПУСКНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ

Представлено методику проектування інфокомунікаційних систем з максимальною пропускною спроможністю, що забезпечується належним вибором параметрів, при яких у системі не виникають хаотичні режими, які приводять до виникнення так званих «затопів» і втраті пакетів. Методика заснована на математичному моделюванні поведінки TCP з'єднань.

Ключові слова: TCP, проектування, параметри, хаос, режими роботи

Ткаченко Александр Анатольевич, заместитель директора по вопросам маркетинга и продажи услуг, ХФ ОАО «Укртелеком», Украина, e-mail: oatkachenko@ukrelecom.ua, alex1975@i.ua

питань маркетингу та продажу послуг, ХФ ПАТ «Укртелеком», Україна, e-mail: oatkachenko@ukrelecom.ua, alex1975@i.ua

Ткаченко Олександр Анатолійович, заступник директора з

Tkachenko Alexander, Kharkiv branch of JSC "Ukrtelecom", Ukraine, e-mail: oatkachenko@ukrelecom.ua, alex1975@i.ua

УДК 621.317

Ткачук А. Г.

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ П'ЄЗОГРАВІМЕТРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

Запропоновано новий п'єзогравіметр автоматизованої авіаційної гравіметричної системи для вимірювань прискорення сили тяжіння, який має більшу точність (1 мГал), аніж відомі на сьогоднішній день (2-10 мГал). Наведено його конструкцію та вказано на її особливості. Визначено рівняння руху авіаційної гравіметричної системи із п'єзогравіметром. Проведено аналіз даного рівняння й ідентифіковано складові автоматизованої авіаційної гравіметричної системи.

Ключові слова: авіаційна гравіметрична система, п'єзогравіметр, прискорення сили тяжіння.

1. Вступ

Розвиток гравіметрії складається із таких основних етапів вимірювання – на нерухомій основі, на підводному човні, на надводному судні та на літаку (ЛА). Наземні вимірювання забезпечують найбільш високу точність (0.01 мГал), вимірювання на ЛА - найнижчу (2-10 мГал), однак вони дозволяють здійснювати вимірювання у важкодоступних районах земної кулі, зі швидкістю значно більшою, ніж наземні. Тому проведення високоточних авіаційних вимірювань є актуальним. Для цих цілей використовують авіаційні гравіметричні системи (АГС), чутливим елементом яких є гравіметр [1 – 2].

Відомі та найбільш застосовні на сьогоднішній день наступні гравіметри: "ГИ 1/1", "Чекан-АМ", "Гравитон-М", "LaCoste & Romberg (L-R-S)", "ГРИН-2000". Реально досяжна точність перерахованих авіаційних гравіметрів складає (3.0 – 10.0) мГал [1 – 4]. Сьогодні така точність є недостатньою. Також ці гравіметри вимірюють разом із прискоренням сили тяжіння вертикальне прискорення h , що є складною науково-технічною проблемою і вимагає застосування додаткових фільтрів.

Тому розроблено новий п'єзогравіметр автоматизованої авіаційної гравіметричної системи для підвищення точності вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.

2. Аналіз літературних джерел по темі дослідження

У роботі [1] проведено аналіз рівняння руху АГС, визначено функціональну схему АГС. Узагальнено теорію і принципи побудови прецизійних гіроскопічних гравіметрів. Описано проведені експериментальні дослідження АГС із використанням гіроскопічного гравіметра з цифровою обробкою інформації. У роботі [2] проведено аналіз існуючих на сьогоднішній день авіаційних гравіметрів та визначено їх переваги та недоліки. У роботі

[3] запропоновано використовувати у якості чутливого елемента АГС п'єзогравіметр, який має точність 1 мГал. А у роботах [4, 5] викладені фізичні принципи роботи п'єзогравіметра авіаційної гравіметричної системи та наведена структурна схема перетворення вхідного сигналу його чутливим елементом. У роботах [6, 7] описано принцип роботи АГС із п'єзогравіметром у якості чутливого елемента. Приведено алгоритм визначення аномалій прискорення сили тяжіння. Описаний у роботах [8, 9] метод фільтрації вхідного сигналу п'єзогравіметра дозволяє підвищити точність вимірювання прискорення сили тяжіння набагато більше (понад 1 мГал), аніж відомі на сьогоднішній день методи. Запропонований у роботі [10] спосіб виставлення осі чутливості гравіметрів АГС забезпечує мінімізацію їх інструментальної похибки.

Мета статті – надати опис особливостей конструкції п'єзогравіметра автоматизованої авіаційної гравіметричної системи

3. Результати досліджень

Чутливий елемент (ЧЕ) п'єзогравіметра автоматизованої АГС складається із п'єзоелектричного елемента 1, що працює на основі деформації стиснення-розтягування, із ізоляторів 2 на торцях та інерційної маси 3. З метою підвищення надійності та міцності конструкції, ЧЕ пружно піджятий до основи гвинтом 6. Гравіметр за допомогою кабелю 7 з'єднаний із операційним підсилювачем (рис. 1).

П'єзоелемент являє собою багатопарову конструкцію (п'єзопакет), що складається із шарів кристалічного ніобату літію з антипаралельною поляризацією і електродами, розділеними з'єднувальними шарами. Це можуть бути зварювальні шви, клейові шари або інші контактні з'єднання. Шари п'єзоелектричного елемента з'єднані електрично паралельно.

Принцип дії гравіметра оснований на фізичному явищі прямого п'єзоефекту.