

Обслуживание синхронного трафика в сетях пакетной связи

Групповые каналы передачи данных, соединяющие соответствующие пары узлов сети пакетной связи, могут в общем случае содержать информацию источников, функционирующих в различных режимах, в частности, синхронном и асинхронном режимах (в реальном и виртуальном времени). Естественно во всех режимах названная информация в групповые каналы поступает в пакетной форме. Данные источников, функционирующих в синхронном режиме, упаковываются при этом в пакеты с расчетом на их передачу по групповому каналу сети. Схема образования группового канала показана на рис. 1. Количества активных, синхронных и асинхронных, стыков абонентского доступа, являющиеся функциями времени, обозначены, как $n_S(t)$ и $n_A(t)$, а общее число стыков – как $n(t) = n_S(t) + n_A(t)$.

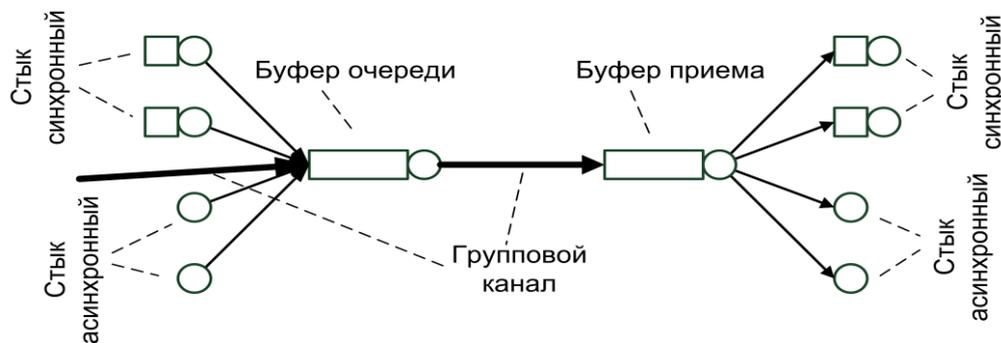


Рис. 1. Групповой канал в сети пакетной связи

Без ограничения общности длину пакета в групповом канале в битах можно принять равной фиксированной величине d_P , а количество содержащейся в нем информации – d_I . При этом если скорость передачи в групповом канале равняется V_P , то время обслуживания одного пакета определяется выражением $t_P = d_P / V_P$, а эффективная скорость передачи информации, содержащейся в пакете – выражением $v_I = d_I / t_P$.

Аналогично, время передачи данных одного пакета в синхронном k -ом канале абонентского доступа $t_{S,k} = d_I / v_{S,k}$, где $v_{S,k}$ – скорость передачи в канале. Можно показать, что если время $t_{S,k}$ не кратно времени обслуживания t_P , то поток пакетов в сети является (при иррациональной величине отношения $t_{S,k} / t_P$) почти периодическим, а в общем случае – случайным. Параметры потока также зависят от состава абонентских стыков и величины трафика сети в целом, а также от правил их обслуживания.

Так, в то время как поток пакетов с данными синхронных каналов может иметь достаточно регулярный характер, поток пакетов, поступающих по асинхронным стыкам, естественно считать случайным. Формирование пакетов синхронных каналов осуществляется, как это показано на рис. 1, в буферах абонентских стыков. После каждого заполнения буфера стыка пакет поступает в буфер очереди соответствующего узла сети.

Моменты поступления пакетов в буфер очереди τ_I образуют точечный или случайный поток (процесс) [1]. Параметры этого потока оказывают существенное влияние на важнейший параметр состояния сети – объем заполнения буферов очередей ее узлов. Динамику изменения этого параметра принято изображать временными диаграммами, подобными приведенной на рис. 2 диаграмме, описывающей функционирование одного узла сети – см. рис. 1, (или

обслуживающего прибора). Это типичный способ, применяемый в теории массового обслуживания [2].

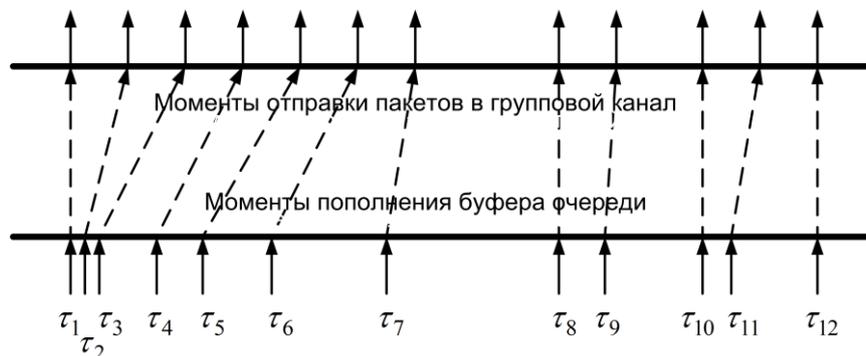


Рис.2. Временная диаграмма обслуживания заявок

На рис. 2 показан почти периодический порядок поступления заявок по синхронному и асинхронному стыкам, суммарный поток заявок и порядок обслуживания «первым вошел – первым вышел» (FIFO). Указанный порядок обслуживания, как это видно из рисунка, характеризуется нерегулярной доставкой пакетов данных не только абонентам асинхронного, но и синхронного стыка, что, соответственно, приводит в последнем случае к усложнению проблемы синхронизации. Проблема эта отчасти снимается посредством закрепления за пакетами данных синхронных каналов заранее определенных позиций, что, однако, усложняет процедуру управления обслуживанием.

Литература

1. Большаков И. А., Ракошиц В. С. Прикладная теория случайных потоков. – М.: Советское радио, 1978. – 248 с.
2. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

Е.П. Догадина, Н.Е. Холкина

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

Математическая модель функционирования производственных процессов мелкосерийного производства.

Наиболее полно производственные процессы отображают системы массового обслуживания. В работе [1] представлена математическая модель простейшего нестационарного потока. Многие, из рассматриваемых в теории массового обслуживания моделей, укладываются в данную схему. Но при рассмотрении некоторых математических вопросов организации производства и процессов функционирования производства использование данной модели затруднено из-за следующих факторов [2, 3, 4]:

- структура системы предполагается неизменной, в то время как реальные системы могут варьировать свои параметры;
- исследование проводится чаще всего для установившегося режима работы, хотя для производственных процессов характерно выполнение работ с непостоянным темпом работы, зависящим от многих факторов.

Рассмотрение стационарных моделей ранее было связано с ограничениями прежде всего вычислительного характера, но в настоящее время данное ограничение не носит существенного характера при исследовании большинства систем. В связи с данными недостатками уже существующей модели системы обслуживания [1] необходимо разработать математическую модель производственных процессов с учетом стационарных и нестационарных параметров и критериев. Кроме того, существующие на сегодняшний день системы не в полной мере решают задачу автоматизации управления производственными процессами в связи с появлением новых информационных технологий. Поэтому необходимо разработать математическую модель управления процессами с учетом особенностей процессов (последовательной временной и ячеистой пространственной структуры) в зависимости от их структуры и нестационарных параметров.

В работе разработана и исследована математическая модель функционирования производственных процессов с учетом параметров, изменяющихся во времени. Определены характеристики нестационарного производственного процесса в зависимости от изменения интенсивностей поступления и обслуживания заявок во времени. Использование полученной модели позволяет наиболее полно представлять процесс функционирования производственных процессов с последовательной временной и ячеистой пространственной структурой, характерной для мелкосерийного типа производства

Литература

1. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука, 1987. – 336 с.
2. Догадина Е. П., Кропотов Ю. А., Суворова Г. П. Математическая модель определения вероятностей состояний системы обслуживания // Радиотехника. 2009. № 11. С. 103-105.
3. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Сов. радио, 1971. – 520 с.
4. Догадина Е. П., Кропотов Ю. А. Разработка программного комплекса для выявления зависимостей характеристик систем массового обслуживания на примере распределения вероятностей состояний вычислительной системы во времени // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2009. № 11. С. 336-340.

А.А. Колпаков

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: desT.087@gmail.com*

Увеличение производительности гетерогенных многопроцессорных вычислительных систем

Известно, что повышение эффективности вычислительных компьютерных систем осуществляется в зависимости от организации процесса решения задач. В общем случае задачи представляются параллельными программами и описываются рядом параметров, в числе которых: количество ветвей, ранг необходимой подсистемы, время решения и т.п. Режим функционирования высокопроизводительных вычислительных систем формируется мультипрограммным методом или в некоторых вычислительных компьютерных системах используется частичное применение вычислительных модулей, что в недостаточной степени обеспечивает повышение производительности вычислений.

В связи с этим возникает задача разработки методов повышения производительности компьютерных систем на основе модели архитектуры с использованием дополнительных вычислительных производительных модулей или с использованием однородных модулей на графических процессорах. Основной задачей повышения производительности такой вычислительной системы является решение проблемы принятия решений о переносе операций вычислений на специализированные вычислительные модули и кэшировании данных, что требует исследований и разработки соответствующих алгоритмов.

Для рассмотрения особенностей обобщенной архитектуры специализированных вычислительных модулей и их взаимодействия с центральным процессором была разработана и исследована структурная схема архитектуры гетерогенной многопроцессорной вычислительной системы. Базовыми структурными элементами специализированных вычислительных модулей являются спецпамять (SpRAM), в которой отдельно можно выделить память констант и глобальную память, и множество мультипроцессоров. Чтобы обработать данные на специализированных вычислительных модулях, необходимо передать их из оперативной памяти компьютера в SpRAM. Связку «центральный процессор – графический процессор» можно отнести к модели с общей памятью. Основной моделью с общей памятью является модель PRAM (parallel random-access machine) – машина с параллельным произвольным доступом. Она является абстрактной идеализированной моделью параллельной синхронной машины с разделяемой общей памятью, которая использует допущения, приведенные ниже:

- количество процессоров (q) в машине не ограничено;
- каждый процессор имеет равнозначный доступ к любой ячейке общей памяти, размер которой не ограничен;
- отсутствует конкуренция по ресурсам;
- процессоры работают в режиме MIMD, но в частном случае может использоваться режим SIMD.

Все процессоры исполняют инструкции синхронно, причем выполнение любой инструкции занимает ровно 1 такт, называемый шагом PRAM-машины.

Из схемы, приведенной на рис. 1, можно отметить, что PRAM модель может быть применена к многопроцессорной системе с учётом следующих уточнений и дополнений:

- все процессоры могут одновременно считывать данные из разделяемой памяти, но запись должна быть монопольной, т.к. порядок изменения ячейки разделяемой памяти при обращении на запись из нескольких скалярных процессоров не определён (PRAM – CREW (Concurrent Read, Exclusive Write));
- количество скалярных процессоров в графическом мультипроцессоре ограничено сверху (q_{max} процессоров). Для выполнения большего числа потоков используется система горизонтального параллелизма, аналогичная горизонтальной структуре в модели BSP:

Секция 8. Модели и структуры автоматизированных вычислительных и телекоммуникационных систем

генерируется расписание последовательного исполнения потоков, разбитых на пучки по q_{warp} скалярных процессоров;

- размер разделяемой памяти мультипроцессора ограничен – M_s байт;
- все скалярные процессоры работают с одинаковой скоростью по принципу SIMD со скоростью S_{GPU} элементарных операций в секунду;
- должна иметь место дополнительная операция – обращение к оперативной памяти SpRAM специализированного вычислительного модуля на чтение или запись. Задержка при обращении K определяется количеством элементарных операций, требуемых при обращении к одному числу одинарной точности в глобальной памяти специализированного вычислительного модуля.

Таким образом, на основе модифицированной PRAM-модели, разработан алгоритм повышения производительности параллельных вычислений на специализированных вычислительных модулях, который включает в себя алгоритм принятия решения о переносе вычислений на графический процессор.

Методом оценивания производительности были осуществлены сравнительные экспериментальные исследования разработанного алгоритма. Результаты оценивания алгоритма показывают повышение производительности не менее, чем в 2-4 раза в зависимости от числа исследуемых потоков.

Литература

1. Langdon W.B. A Many Threaded CUDA Interpreter For Genetic Programming // EuroGP. 2010, – С. 146-158.
2. Harding S.L., Banzhaf W. Fast genetic programming on GPUs // LNCS: Proceedings of the 10th European Conference on Genetic Programming. 2007, – Vol. 4445. – С. 99-101.
3. Harding S.L., Banzhaf W. Distributed genetic programming on GPUs using CUDA // WPABA: Proceedings of the Second International Workshop on Parallel Architectures and Bioinspired Algorithms. 2009, – С. 1-10.
4. Колпаков А.А. Оптимизация генетических алгоритмов при использовании вычислений на графических процессорах на примере задачи нулевых битовых векторов // Информационные системы и технологии. – 2013, - №2(76) – С. 22-28
5. Догадина Е.П., Кропотов Ю.А., Суворова Г.П. Математическая модель определение вероятностей системы обслуживания // Радиотехника, 2009. – №11. – С.103-105.
6. Колпаков А.А. Теоретическая оценка увеличения производительности вычислений при распараллеливании процессоров вычислительных систем // В мире научных открытий, 2012. – №1. – С. 51-52.
7. Догадина Е.П., Суворова Г.П., Кропотов Ю. А. Оценка параметров вычислительных процессов при циклическом планировании // Информационные системы и технологии, 2010. – №3(59). – С. 12-19.
8. Колпаков А.А., Кропотов Ю.А. Аспекты оценки увеличения производительности вычислений при распараллеливании процессоров вычислительных систем // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2011. – №1(13). – С.124-127.

Асинхронная передача данных по сетям пакетной связи со случайным множественным доступом

Формирование синхронизации дискретной информации по принимаемым пакетам данных является актуальной проблемой. Такая задача возникает при соединении источников информации через канал с пакетной передачей данных, скорость передачи которых не известна. К подобным каналам относятся каналы, ориентированные на асинхронный способ передачи информации, а также каналы со случайным множественным доступом.

Являясь по своей природе асинхронными, сети пакетной связи (Frame Relay, ATM, IP) характеризуются в первую очередь высокой эффективностью передачи коротких сообщений. В отличие от сетей с коммутацией каналов, ресурсы которых предоставляются на все время соединения, ресурсы сетей пакетной связи отводятся только под передаваемую информацию, притом, что наибольший эффект достигается при отсутствии существенных требований к времени ее доставки. Однако тенденция к построению сетей с интеграцией служб обусловила потребность в реализации дополнительных возможностей по передаче разнотипной информации. В сетях ATM по этой причине предусмотрены каналы с постоянной битовой скоростью, каналы с переменной битовой скоростью (в вариантах реального и не реального времени), каналы с доступной и с негарантированной битовой скоростью [1]. Аналогичные, повышающие качество обслуживания, возможности реализуются и в сетях IP.

Сеть связи – это множество узлов (коммутаторов, маршрутизаторов и разветвителей), соединенных между собой групповыми каналами передачи данных. Чтобы исключить проскальзывание битов и потерю блоков или пакетов данных, передача информации по каналам сети должна осуществляться согласованными во времени способами. Для этого, например, генераторы всех узлов синхронизируются по частоте одного, соответствующим образом выбираемого, задающего генератора. При отсутствии такой синхронизации каждый узел сети оснащается своим высокоточным генератором, обеспечивающим допустимую величину проскальзывания или потерь элементов передаваемых данных.

Качество связи, зависящее от названных потерь, зависит не только от способа синхронизации сети, но и от целого ряда других факторов [1], от амплитудных и фазовых искажений в каналах, от флуктуаций фазы сигналов, от кодовых ошибок и ошибок синхронизации, от переполнения буферов, от интенсивности заявок и протоколов управления передачей. Фрактальный характер процессов в сетях связи, находящийся, в частности, выражение в длинных хвостах вероятностных распределений числа заявок, также влияет на качество передачи и ограничивает возможности традиционных, основанных на теории массового обслуживания [2].

Также актуальными являются вопросы подключения абонентских приборов к ISDN-подобной цифровой станции через каналы со случайным множественным доступом, так как разработка процесса формирования тактового сигнала станции из тактового сигнала канала пакетной связи со случайным множественным доступом требует дальнейшего рассмотрения, а реализация отдельных каналов синхронизации нерациональна.

Литература

1. Беллами Дж. Цифровая телефония. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.
2. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. – М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.

Параметрические и непараметрические методы оценивания моделей распределений плотности вероятностей акустических сигналов в телекоммуникационных системах аудиообмена

Оценка моделей распределений плотности вероятностей акустических сигналов и помех основывается на эмпирических результатах измерений, полученных из эксперимента. Известны ряд методов получения таких оценок, к ним относятся параметрические и непараметрические, прямые и косвенные методы [1].

Под параметрическими методами понимаются методы, в рамках которых плотность вероятностей известна с точностью до параметров, то есть имеет вид $f(x, q) \in f_q(x)$, где $x \in \mathbb{R}^n$ и $\theta \in \mathbb{R}^m$ являются соответственно векторами случайных переменных и неизвестных параметров. Такое задание распределений характерно, например, для задач обнаружения и оценивания сигналов.

В задачах обнаружения предполагается, что наблюдаемые данные принадлежат одному из нескольких классов, каждый из которых характеризуется своей априорно известной плотностью вероятностей $f_k(x)$, или в частности, своим набором параметров θ_k . При этом плотность $f_k(x) = f(x, q_k)$, а задача заключается в соотношении наблюдаемых данных одному из известных распределений. Наоборот, в задачах оценивания вектор параметров θ считается неизвестным, притом, что сама функция $f(x, q)$ может представлять собой известную плотность вероятностей [2].

Если же функция $f(x, q)$ не является плотностью вероятностей, то методы оценивания вектора параметров θ считаются непараметрическими. В данном случае – это задача аппроксимации или приближения наблюдаемых данных. Полученная в результате аппроксимации функция $f(x, q)$ должна удовлетворять ограничениям

$$f(x, q) \geq 0 \text{ и } \int_{\Gamma} f(x, q) dx = 1. \quad (1)$$

Провести четкое разграничение между параметрическими и непараметрическими методами оказывается не всегда возможным. Так, задачу приближения данных смесью известных распределений можно представить функциями плотности в виде

$$y_k(x, q_k), f(x, q) = \sum_k a_k y_k(x, q_k), \quad \sum_k a_k = 1. \quad (2)$$

В этом случае функцию плотности (2) целесообразнее отнести к классу непараметрических задач. Однако если коэффициенты $a_k \geq 0$ являются известными, то задачу можно рассматривать как параметрическую.

Литература

1. Кропотов Ю.А., Парамонов А.А. Методы проектирования алгоритмов обработки информации телекоммуникационных систем аудиообмена. Монография.-Москва Берлин: Директ медиа, 2015. - 226 с.
2. Ermolaev V.A., Eremenko V.T., Karasev O.E., Kropotov Y.A. Identification of models for discrete linear systems with variable, slowly varying parameters// Journal of Communications Tehnology and Electronics, 2010. – Vol.55, №1. – p. 52-57. New- York, USA.

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23*

Анализ возможностей учебного стенда LESO1 с целью создания на его основе виртуального прибора в среде LabView

Разработка программного обеспечения для компьютера, работающего под управлением какой-либо операционной системы, требует навыка профессионального программиста, знающего особенности операционных систем и языков программирования. Но существует способ создания профессионального программного обеспечения без участия высококвалифицированного программиста – технология виртуальных приборов. Эта технология позволяет создавать системы измерения, управления и диагностики различного назначения практически любой сложности, включая математическое моделирование и тестирование этих систем. Суть этой технологии состоит в компьютерной имитации с помощью программы реальных физических приборов, измерительных и управляющих систем. Программная среда LabVIEW является именно таким инструментарием технологии виртуальных приборов [1,2].

Виртуальные приборы (*virtualinstruments, vi*) – компьютерные программы, визуализирующие сигнал, выполняющие его преобразование и анализ. Слово «виртуальный» не должно вводить в заблуждение, поскольку приборы, реализованные по этой технологии, на самом деле являются реальными, работающие с реальными физическими входными сигналами. Виртуальность здесь понимается в смысле виртуальной имитации функций прибора математическими и программными методами. Например, виртуальный осциллограф по функциям эквивалентен реальному осциллографу, поскольку имеет физический вход для электрического сигнала. Преобразование сигнала в цифровой сигнал осуществляется АЦП. Дальнейшая обработка и управление сигналом, его отображение для наблюдения осуществляются программным способом.

Цель данной работы – показать возможность создания виртуального измерительного прибора на основе учебного стенда LESO1. Стенд LESO1 представляет собой микропроцессорную систему, способную взаимодействовать с персональным компьютером через интерфейс USB в программной среде LabVIEW. Это стало возможным благодаря аппаратным особенностям этого стенда, в схему стенда LESO1 встроена микросхема FT232RL (преобразователь интерфейса USB в последовательный порт UART микроконтроллера ADuC842) – разработка компании FTDI. Вопросы организации полноценного узла USB выполняет микросхема FT232RL на аппаратном уровне, а программное обеспечение для компьютера базируется на драйвере и одной динамической библиотеке с набором простых и достаточно прозрачных функций. Всё это можно свободно получить на сайте фирмы FTDI (<http://www.ftdichip.com/>).

Учебный лабораторный стенд LESO1 построен на базе микроконтроллера ADuC842 фирмы Analog Devices. Микроконтроллер содержит 12-разрядные прецизионные АЦП и ЦАП, прецизионный источник опорного напряжения 2.5В. Диапазон измеряемого сигнала,

Секция 8. Модели и структуры автоматизированных вычислительных и телекоммуникационных систем

подаваемого на вход АЦП стенда, однополярный - от 0 до 5В, поскольку на входе АЦП стенда стоит делитель напряжения на два. С помощью быстродействующего АЦП, встроенного в стенд, входной измеряемый сигнал преобразуется в цифровой и передается в компьютер через USB порт.

Разрабатываемый прибор должен представлять собой измерительный программно-аппаратный комплекс, предназначенный для измерения и визуализации электрического сигнала в определенном диапазоне частот. Аппаратная часть прибора - лабораторный стенд LESO1 и компьютер с установленной средой программирования LabVIEW. Необходимо разработать соответствующее программное обеспечение, как для стенда, так и для ПК. Для реализации поставленной задачи необходимо решить следующие задачи:

- исследовать структуру стенда с целью реализации поставленной задачи;
- разработать блок-диаграммы в программной среде LabVIEW;
- сформировать интерфейс разрабатываемого прибора в среде LabVIEW;
- провести испытания созданного прибора, убедиться в его работоспособности.

Особенности микропроцессорного стенда LESO1 [3]:

- программирование осуществляется через порт USB (не нужен программатор);
- не требуется дополнительно источника питания, питание стенда осуществляется также через USB (+5В);
- простота реализации и программирования (все периферийные устройства стенда подключены непосредственно к микроконтроллеру ADuC842);
- возможность взаимодействия учебного стенда с компьютером в программной среде LabVIEW.

Диапазон измеряемого сигнала, подаваемого на вход АЦП стенда, однополярный - от 0 до 5В. Из этого следует, что, например, для измерения параметров двух полярного синусоидального сигнала, аппаратную часть разрабатываемого прибора необходимо дополнить схемой нормирования измеряемого сигнала. Один из возможных вариантов такой схемы показан на рис.1. В зависимости от амплитуды и полярности входного сигнала блок усиления и фильтрации позволяет согласовать динамический диапазон измеряемого сигнала с возможностями используемого АЦП.

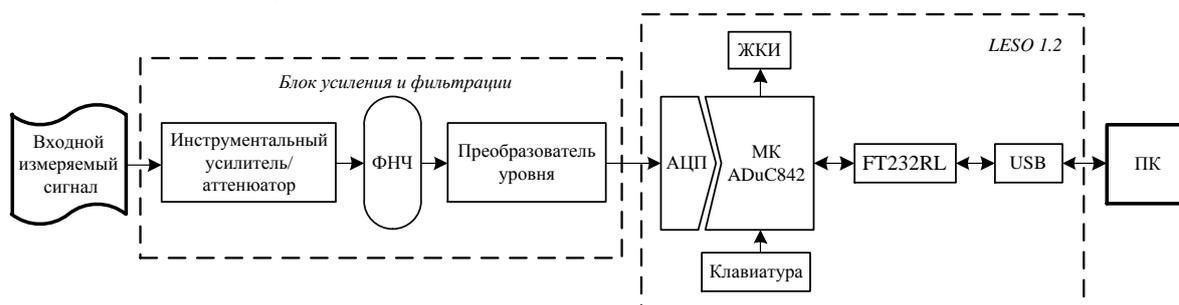


Рис. 1.- Вариант структурной схемы одного канала измерения

Литература

1. Трэвис, Дж. LabVIEW для всех: пер. с англ. / П.М.Михеев.- М.: ДМК Пресс, 2011. - 904 с.
2. Евдокимов, Ю.К. LabVIEW в научных исследованиях. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 400 с.
3. Документация и методические указания по учебному стенду LESO1
URL:<http://www.labfor.ru/guidance/mpu-leso1>.

Секция 8. Модели и структуры автоматизированных вычислительных и телекоммуникационных систем

Методы определения частоты дискретизации временных рядов стоимостных показателей в финансовых системах автоматизированного мониторинга

В работе приведены исследования и разработка методов оценивания периода временного ряда дискретного представления непрерывных функций – непрерывных сигналов в финансовых системах мониторинга. Исследован метод определения верхней частоты спектральной функции непрерывного процесса, аппроксимированного многочленом Лагранжа с последующим преобразованием Фурье. Также исследован и разработан метод определения верхней частоты спектра табличной функции отсчетов временного ряда с последующим вычислением ДПФ на конечном интервале.

Ключевые слова: период временного ряда, частота дискретизации, дискретное преобразование Фурье, аппроксимация.

При создании телекоммуникационных систем автоматизированного мониторинга возникает задача формирования временных рядов отображения непрерывной функции, в частности, рядов изменения параметров стоимостных показателей в финансовых системах. Поэтому решается задача определения максимального периода отсчетов временного ряда. На рис. 1 представлена экспериментальная функция изменений параметров стоимостного показателя.

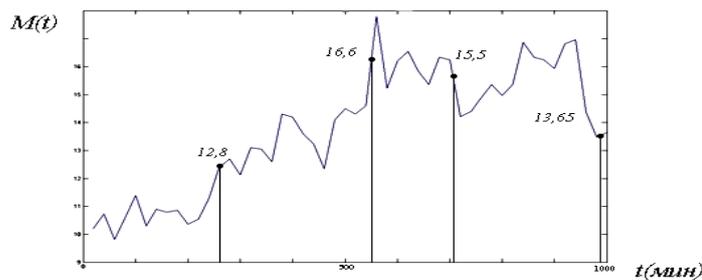


Рис. 1. График функции изменений параметров стоимостных показателей

Для определения максимального периода дискретизации непрерывной функции $M(t)$ в виде временного ряда, достаточно получить значение верхней частоты спектра $s(f)$ процесса $M(t)$. Для получения математической модели функции $M(t)$ обратимся к аппроксимирующему интерполяционному полиному Лагранжа [1, с.28]. В этом случае аппроксимация полиномом четвертого порядка ($n=4$), в соответствии с узлами интерполяции на рис. 1, позволяет получить погрешность МАРЕ менее 5% ($|\delta| < 5\%$). Аппроксимация функции получает вид:

$$M(t) = 5,1 + 0,059 t - 1,577 \cdot 10^{-4} t^2 + 2,131 \cdot 10^{-7} t^3 - 1,054 \cdot 10^{-10} t^4 \quad (1)$$

График модели (1) представлен на рис. 2а, функция спектральной плотности представлена на рис. 2б.

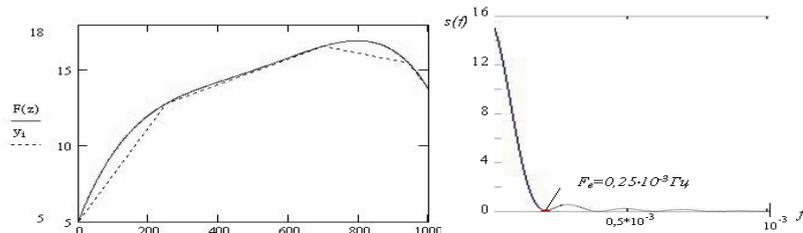


Рис. 2. График аппроксимирующей функции процесса $M(t)$ и функции спектральной плотности.

Значение частоты F_b , при которой основной лепесток спектральной функции принимает значение равно нулю ($S(f)=0$ при $F_b=0,25 \cdot 10^{-3}$), можно принять как верхнюю частоту спектра непрерывного процесса $M(t)$. В этом случае максимальный период дискретизации, в соответ-

Секция 8. Модели и структуры автоматизированных вычислительных и телекоммуникационных систем

Степень с теоремой Котельникова, определяется по формуле

$$T_{дискр} \leq \frac{1}{2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3}} = 2000 \text{сек} = 33,3 \text{мин}.$$

Таким образом, непрерывная функция $M(t)$, представленная отсчетами с $T_{дискр} \leq 33,3$ мин, может быть восстановлена без потерь информации по формуле [2, с.62]:

$$M(t) = \sum_{k=0}^{N-1} M_i(k) \varphi_k(t), \quad \varphi_k(t) = \frac{\sin 2\pi F_0(t-k)}{2\pi F_0(t-k)}. \quad (2)$$

Часто экспериментально получают функцию изменений параметров стоимостных показателей в виде временного ряда

$$M(k) = \sum_{k=0}^{N-1} M(k \cdot t_{омсч}), \quad (3)$$

где $t_{омсч}$ – период дискретизации в экспериментальном временном ряде.

Значение $t_{омсч}$ в экспериментальном временном ряде принимается в соответствии с ограничениями $t_{омсч} \ll T_{технпроц}$ и $t_{омсч} \in \{1 \div 15\}$ сек, где $T_{технпроц}$ – время реализации технологического процесса. Пример табличной функции отсчетов экспериментального временного ряда с периодом $t_{омсч} = 12$ сек. приведен в сокращенном виде в таблице.

Таблица – Таблица отсчетов стоимостных показателей

i, № отсч.	1	2	3	...	601	602	...	1197	1198	1199	1200
$x_i(t_i)$, сек	12	24	36	...	7212	7224	...	14364	14376	13988	14400
$y_i[M(t_i)]$	5,1	5,25	5,38	...	15,94	15,97	...	5,04	5,05	5,04	5,05

Определение минимальной частоты сбора данных об уровнях стоимостных показателей осуществляется путем определения верхней частоты спектра дискретной функции $M(i \cdot t_{омсч})$ по ее спектральной функции представленной в виде отсчетов коэффициентов ДПФ, вычисленных методом дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

Вычисления коэффициентов ДПФ последовательности конечной длины из N отсчетов стоимостных показателей и, соответственно, вычисление значений функции спектральной плотности процесса осуществляется по выражению [3, 4]:

$$S(jl2\pi f_1) = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} M(k) e^{-j \cdot \frac{2\pi}{N} \cdot l \cdot k}, \quad (4)$$

По результатам исследований представлены два метода оценивания максимального периода временного ряда, отображающего функцию $M(t)$ в дискретном времени.

Литература

1. Калиткин, Н.Н. Численные методы. -М.: Наука, 1978. — 512 с.
2. Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для высших учебных заведений / И.С. Гоноровский. – М.: «Радио и связь», 1986. – 512 с.
3. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов/Л. Рабинер, Б. Гоулд.– М.:«МИР», 1978. – 848с.
4. А. Proskuryakov. Intelligent system for time series forecasting. XII International Symposium «Intelligent Systems – 2016». Procedia Computer Science. ISSN 1877-0509

NFV виртуализация сетевых функций

Телекоммуникационная сеть сервис-провайдера включает в себя совокупность специализированных комплексов аппаратного обеспечения, при этом с течением времени происходит расширение, а, следовательно, добавление новых комплексов аппаратного обеспечения для реализации необходимых функций и обеспечения необходимого уровня производительности сети. Это влечет за собой рост стоимости различного рода операционных затрат, а также необходимость найма персонала различного рода квалификации и специализации для конфигурирования и обслуживания оборудования. Таким образом экстенсивный путь развития не является оптимальным, а в качестве целесообразного решения будет выступать подход виртуализации.

Современный глобальный уровень технологий виртуализации в сетевых инфраструктурах позволяет произвести виртуализацию аппаратных средств, которыми являются коммутаторы, DNS, NAT, DPI – оптимизаторы, тем самым преобразуя их в виртуальные сетевые функции, которые представляют собой аппаратно-независимые структурные элементы телекоммуникационной сети.

Виртуализация сетевых функций NFV (Network Function Virtualization) – это концепция архитектуры телекоммуникационных сетей, применяющая технология виртуализации физических сетевых элементов телекоммуникационной сети. При использовании NFV в телекоммуникационных сетях происходит выполнение сетевых функций с использованием специализированных программных моделей, которые выполняются на серверах или виртуальных машинах в телекоммуникационных сетях. Эти программные модули могут обеспечивать взаимодействие между собой, тем самым предоставляя услуги связи средствами программного обеспечения вместо ранее используемых аппаратных средств телекоммуникационных сетей. Концепция NFV начала свое развитие в сетях сервис-провайдеров, которые хотели значительно увеличить скорость запуска новых сетевых услуг и уменьшить необходимые затраты на установку, настройку и эксплуатацию сетевого оборудования[3].

Технология NFV является революционным прорывом в телекоммуникационных технологиях, позволяющая значительно повысить производительность уже развернутых телекоммуникационных сетей, а также оптимизировать расходы при проектировании новых телекоммуникационных сетей, т.к. появляется возможность увеличить производительность сети, при этом практически не расширяя составляющую аппаратную платформу сетевой структуры. Технологии виртуализации позволяют рассматривать информационно-вычислительные ресурсы в качестве набора общедоступных сервисов, способных производить группировку и составление комбинаций для увеличения эффективности, и возможности быстрого масштабируемости.

Виртуальные сетевые функции VNF – базовый элемент NFV, непосредственно виртуализованные функции сетевых устройств (например, виртуальный маршрутизатор). VNF также может представлять не полностью все функции устройства, а только одну его конкретную подфункцию из набора функций. Система администрирования элементов EMS (Element Managed System) управляет работой VNF, реализует процесс администрирования виртуальных операций. Менеджер VNFМ (VNF Manager) организует работу группы или конкретной VNF (например, управление производительностью или обработка в случае возникновения отказов работы).

Однако стоит учесть, что невозможно произвести модернизацию сетевой структуры для повышения производительности применяя только подход виртуализации. Не ко всем типам сетевых функций имеет смысл применять подход виртуализации, т.к. всегда существуют сетевые функции, которые никогда нельзя отделить от аппаратной части

Секция 8. Модели и структуры автоматизированных вычислительных и телекоммуникационных систем

телекоммуникационной сети, например, процесс передачи данных естественным образом связан с процессом перемещения информационных сетевых пакетов из одной точки географического положения (узла сети) в другую, и в каждой такой точке должно иметься реальное аппаратное сетевое устройство, имеющее необходимое количество коммуникационных сетевых портов.

Преимуществами виртуализации сетевых функций являются: гибкость и динамичность предоставления новых услуг, организуя при этом сокращение операционных расходов на развертывание; быстрое подключение новых пользователей; упрощение мониторинга и администрирования; использование стандартизированных серверов и оборудования не привязывает сервис-провайдеров к поставщикам оборудования.

С виртуализацией сетевых функций тесно связано понятие программно-определяемая (конфигурируемая) сеть SDN (Software Defined Network) – сеть передачи данных, в которой уровень управления сетью отделен от уровня устройств передачи данных и реализуется с помощью программного обеспечения. SDN - приложение является по сути интерфейсом оптимизации сети под определенную сферу применения, и в качестве основного его назначения выступает конфигурирование сети в реальном времени под необходимые задачи обслуживаемой программы. SDN и NFV не являются зависящими друг от друга, однако NFV может в значительной степени дополнить SDN и повысить производительность телекоммуникационной сети. SDN представляет базирующую архитектуру для обеспечения создания внутренней сети в телекоммуникационной сети с необходимыми конфигурационными параметрами[2].

Основными идеологическими аспектами SDN являются: упрощение сетевых элементов уровня «data plane» - организуется унифицированный, полностью независимый от поставщика интерфейс взаимодействия между уровнем реализации управления и непосредственным уровнем передачи данных; логически правильное централизованное управление сетевой телекоммуникационной сетью, реализуемое посредством единого управляющего элемента с сетевой операционной системой и приложениями для выполнения сетевых функций; частичная виртуализация реальных физических сетевых ресурсов; выделение двух основных видов сетевого трафика – текущий проходящий трафик (data plane) и трафик для организации управления и сигнализации (control plane).

SDN – новая архитектура сети с абстрагированным уровнем управления сетью. SDN не требует замены оборудования или производства каких-либо реконструктивных изменений, она использует существующее оборудование, при этом принося более качественные принципы его работы и методов для управления телекоммуникационной сетью. В качестве информационных потоков в архитектуре SDN выступают два основных направления для информационного обмена: обмен между SDN приложениями; обмен для реализации управления аппаратными сетевыми устройствами. Для реализации этих потоков применяются два протокола: для реализации обмена между SDN приложениями выступает протокол на основе REST API, а для реализации обмена для реализации управления аппаратными сетевыми устройствами – протокол OpenFlow. Внедрение NFV и SDN может производиться как совместно, при этом расширяя функциональные возможности системы в целом, так и независимо друг от друга.

Литература

1. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А. Е. Сети связи пост-NGN. – СПб: БХВ-Петербург, 2013. – 160 с. ISBN 978-5-9775-0900-8.
2. Атцик А., Бакин С., Феноменов М. Управление транспортными сетями. Единое и программно-конфигурируемое? – "Мобильные телекоммуникации". – № 3. – 2014.
3. Официальный сайт Виртуализация сетевых функций [Электронный ресурс]. URL: <http://www.etsi.org/nfv> (Дата обращения 10.01.2017).
4. Журнал сетевых решений LAN. 2014. №12: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/lan/2014/12/13044225/> (Дата обращения: 10.01.2017).