

УДК 004.942

doi:10.31799/1684-8853-2019-1-32-39

Временной анализ системы управления в сети обработки данных

К. Н. Рождественская^а, ассистент, orcid.org/0000-0003-4930-6898, rogdkn@yandex.ru

^аСанкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Б. Морская ул., 67, Санкт-Петербург, 190000, РФ

Постановка проблемы: система управления в сети обработки данных взаимодействует с сетью с помощью отправки команд и приема ответа на них. Такая система управления отвечает за жизнеспособность сети, следовательно, требуется ее проанализировать, в частности, с точки зрения поведения во времени без применения полного перебора вариантов управления. **Цель:** изучить и проанализировать поведение исследуемой системы управления в сети обработки данных с помощью математического моделирования, основанного на использовании известных положений теории конечных автоматов, и выполнить компьютерное моделирование полученных теоретических положений. **Результаты:** построен конечный автомат, представленный в виде графа переходов, отражающий поведение во времени части конкретной системы управления в сети обработки данных менеджера Plug-and-Play. Построены правила проведения и определена задача анализа конечного автомата менеджера Plug-and-Play. В результате получены виды управляющих векторов, которые приводят менеджер Plug-and-Play к правильному поведению во времени. Произведено компьютерное моделирование с помощью написанной программы-сценария в математическом пакете MatLab. Результаты моделирования приведены в виде временных диаграмм переходов конечного автомата. Поведение его изменяется в зависимости от поступающих сигналов и начального состояния автомата. На временных диаграммах можно отследить поведение и переходы между состояниями, частоту попадания в то или иное состояние, обход состояний автомата. **Практическая значимость:** найденные виды управляющих векторов для менеджера Plug-and-Play без использования полного перебора не приводят к неправильным ситуациям обработки данных в сети.

Ключевые слова – администрирование бортовой сети, Plug-and-Play, менеджер, конечный автомат, граф переходов, MatLab.

Для цитирования: Рождественская К. Н. Временной анализ системы управления в сети обработки данных. *Информационно-управляющие системы*, 2019, № 1, с. 32–39. doi:10.31799/1684-8853-2019-1-32-39

For citation: Rozhdestvenskaya K. N. Temporal analysis of a control system in a data processing network. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems], 2019, no. 1, pp. 32–39 (In Russian). doi:10.31799/1684-8853-2019-1-32-39

Введение

Система управления в сетях обработки данных предназначена для организации управления сетью и должна обеспечить правильную передачу данных между сетевыми единицами. В качестве последних могут выступать различные устройства (компьютеры, коммутаторы, терминальные узлы и т. д.). Самым перспективным стандартом для организации сетевой структуры на борту космического аппарата является стандарт SpaceWire, который предназначен для передачи данных и управления информацией на борту летательных и космических аппаратов. Одной из основных целей стандарта является обеспечение совместимости с различными видами оборудования и многофункциональное использование конечных элементов и подсистем. SpaceWire поддерживает интегрирование и тестирование сложных бортовых систем путем внедрения соответствующего оборудования непосредственно в аппаратуру обработки данных. Мониторинг и тестирование могут быть проведены без создания отдельного физического интерфейса с аппаратурой обработки данных [1]. Подробно обзор и сравнение стандартов передачи данных на бор-

товых сетях и преимущество выбора стандарта SpaceWire представлены в работе [2].

Управление в сети обработки данных осуществляется с помощью специальных менеджеров. Примером может служить менеджер Plug-and-Play бортовой сети SpaceWire. Plug-and-Play (PnP) дословно переводится как «включи и работай». Эта технология была предложена для быстрого автоматического определения и конфигурирования устройств на компьютере, теперь данный подход существует и для сети. Иными словами, пользователю не нужно ничего настраивать, достаточно подключить устройство и можно начинать работу.

По мере того как сеть развивается и расширяется, она становится все более важным и необходимым ресурсом организации, у нее увеличиваются размеры и сложность, и неизбежно возрастает вероятность каких-либо сбоев или неисправностей. Низкая производительность неприемлема для пользователей, как и нехватка сетевых ресурсов. Сеть необходимо управлять, диагностировать проблемы, предотвращать ситуации отказов и обеспечивать максимально возможную производительность сети.

Технология PnP для сети SpaceWire подробно описана в работах [2–5]. В работах [2, 3] сде-

лан обзор стандартов: InfiniBand [6], AFDX [7], MIL-STD-1553B [8], Fibre Channel [9], SOIS [10], SPA [11, 12], MSV Bus [13, 14]. Существует несколько вариантов PnP для сети SpaceWire (алгоритм NASA, алгоритм Dundee) [15, 16] с точки зрения предлагаемых разработчиками решений администрирования, конфигурирования и мониторинга сети. В работе [3] определены термины конфигурирования, администрирования и мониторинга. В работе [5] рассматривается программное обеспечение, настраивающее сеть SpaceWire требуемым образом без участия человека (PnP-технология) и представляющее результаты в виде выходных файлов, описывающих систему.

В настоящей статье основное внимание уделяется менеджеру PnP. Он выполняет ключевые сервисы по настройке, мониторингу и реконфигурированию сети [17–19]. На рис. 1 показана PFDD-диаграмма IDEF3-технологии процесса управления сетью [20]. Взаимодействие менеджера с сетью будет представлено в виде соответствующего конечного автомата [21–24].

Выполним, без использования полного перебора, временной анализ конечного автомата и поиск векторов управлений, который приводит

систему взаимодействия с сетью к правильным ситуациям. Для подтверждения результатов временного анализа конечного автомата используется программа-сценарий, написанная в математическом пакете MatLab.

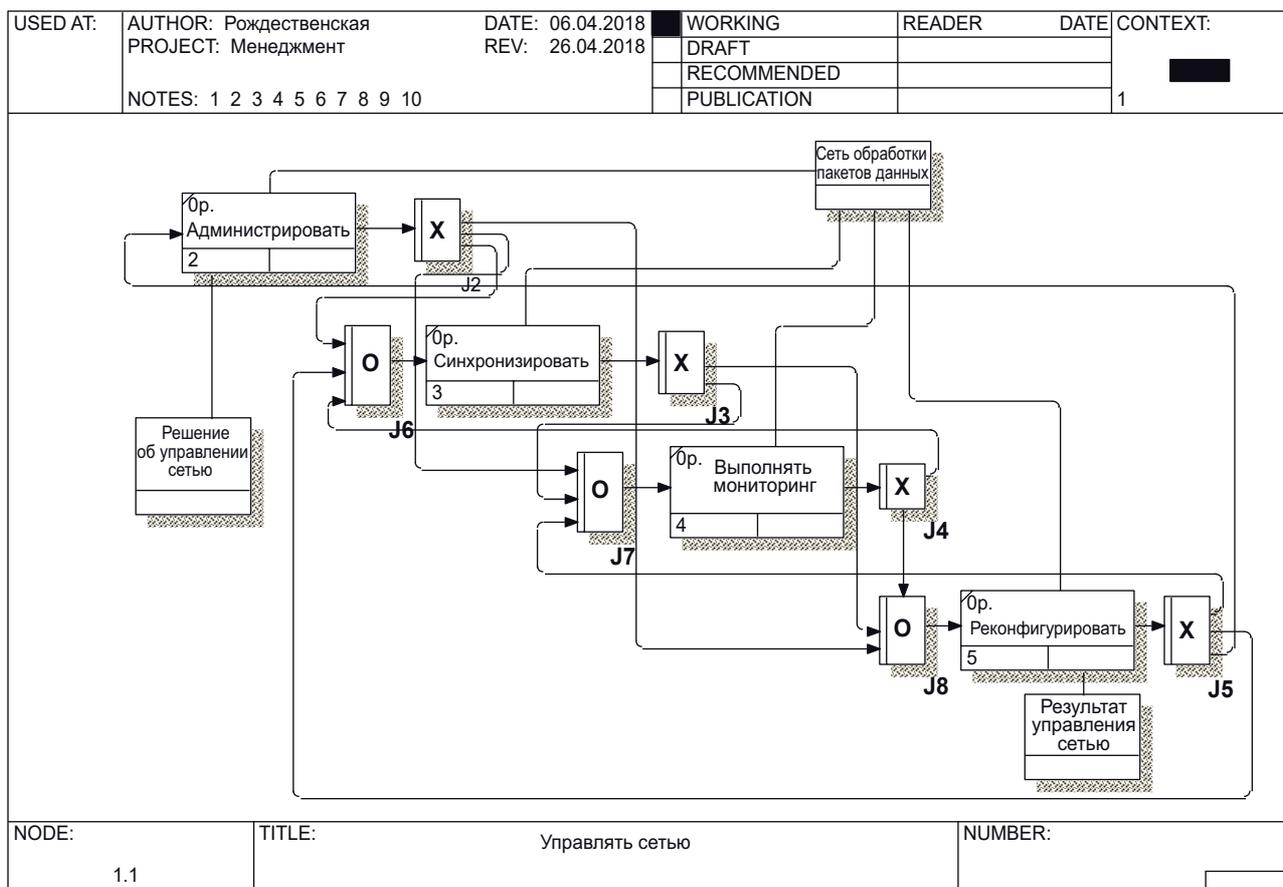
Модель переходов, описывающая взаимодействие менеджера PnP с сетью

С точки зрения взаимодействия с сетью SpaceWire менеджеру PnP необходимо уметь принимать пакеты и отправлять пакеты в сеть.

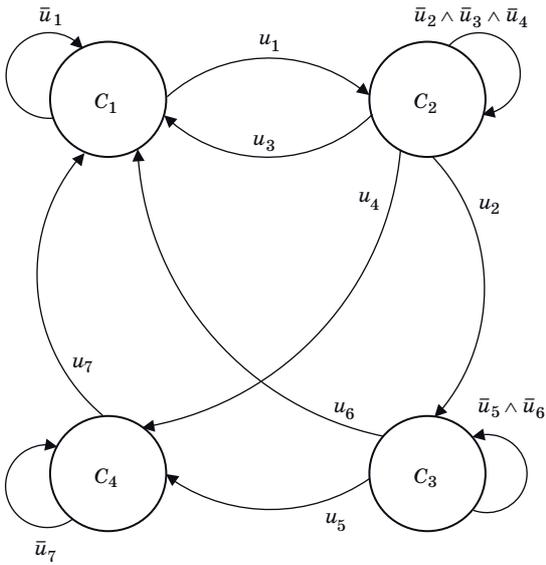
Модель переходов может быть построена с использованием разных математических инструментов. В статье модель переходов имеет вид графа переходов. Граф переходов с четырьмя состояниями изображен на рис. 2.

Четыре состояния графа переходов:

- C_1 — формирование команды;
 - C_2 — прием пакета;
 - C_3 — обработка пакета;
 - C_4 — обновление служебных структур.
- Переходы в графе:
 $C_1 \rightarrow C_2$ — команда в сеть отправлена;



■ **Рис. 1.** PFDD-диаграмма технологического процесса управления сетью
 ■ **Fig. 1.** The PFDD-diagram of technological process of network management



■ **Рис. 2.** Граф переходов отправки и приема пакета
 ■ **Fig. 2.** The transition graph of the send and receive packet

- $C_2 \rightarrow C_3$ — пакет принят;
- $C_2 \rightarrow C_1$ — пакет не принят, таймаут ожидания истек, количество попыток не израсходовано;
- $C_2 \rightarrow C_4$ — пакет не принят, таймаут ожидания истек, количество попыток израсходовано;
- $C_3 \rightarrow C_4$ — команда обработана сетевым устройством, команда может быть успешно выполнена или нет;
- $C_3 \rightarrow C_1$ — команда не выполнена сетевым устройством, количество попыток не израсходовано;
- $C_4 \rightarrow C_1$ — формирование следующей команды для следующего регистра или устройства;
- $C_i \rightarrow C_i$ — при отсутствии сигнала, который бы переводил систему из состояния в состояние, текущее состояние будет сохранено. Например, когда на очередном этапе мониторинга будут опрошены все устройства, это приведет к остановке автомата на некоторое время в состоянии C_4 .

Введем для описания состояний автомата соответствующие булевы переменные x_1, x_2, x_3, x_4 . Четырехмерный вектор $\mathbf{x} = [x_1; x_2; x_3; x_4]$ характеризует ситуацию, возникающую в конечном автомате. Поведение его будем рассматривать в дискретном времени t . В качестве единицы времени считаем время подачи команды для перехода в графе. Тогда вектор $\mathbf{x}(t)$ — вектор состояний в конечном автомате в момент времени t . Ситуация — это вид вектора $\mathbf{x}(t)$. Правильная ситуация — это когда $\mathbf{x}(t)$ есть орт в любой момент времени. Неправильная ситуация возникает в противном случае, и попадание в эти ситуации означает неправильную работу автомата (менеджера PnP).

Введем для описания переходов соответствующие управляющие, булевы переменные $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7$. Семимерный вектор управления $\mathbf{u} = [u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7]$ характеризует работу, происходящую в конечном автомате. Вектор \mathbf{u} не изменяется во времени и известен при анализе описываемого автомата. Значения вектора определяются поступающими сигналами сети и активными переходами автомата. Вектор \mathbf{u} предписывает поведение автомата с начала запуска. Всего множество комбинаций управляющих воздействий составляет 2^7 вариантов. Анализ временного поведения автомата предполагает изучение ситуаций $\mathbf{x}(t)$ при возможных управляющих воздействиях из указанного множества.

Определим правила поведения менеджера PnP.

1. Анализ проводится при начальном условии $\mathbf{x}(0) = [1; 0; 0; 0]$ (в виде первого орта), что соответствует стартовому состоянию менеджера PnP, при котором он готов к принятию пакетов.

2. Правильными считаются ситуации, при которых состояния в любой момент времени представляют собой соответствующий орт.

3. Число шагов должно быть не меньше числа состояний.

Для анализа используются рекуррентные уравнения, описывающие состояния конечного автомата:

$$\mathbf{x}(t + 1) = \mathbf{A}(\mathbf{u}) \cdot \mathbf{x}(t), \mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0.$$

Здесь $\mathbf{A}(\mathbf{u})$ — (4×4) -матрица, элементы которой зависят от вектора управления \mathbf{u} согласно переходам в графе конечного автомата менеджера PnP. В соответствии с рис. 2 матрица конечного автомата будет иметь следующий вид:

$$\mathbf{A}(\mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \bar{u}_1 & u_3 & u_6 & u_7 \\ u_1 & \bar{u}_2 \wedge \bar{u}_3 \wedge \bar{u}_4 & 0 & 0 \\ 0 & u_2 & \bar{u}_5 \wedge \bar{u}_6 & 0 \\ 0 & u_4 & u_5 & \bar{u}_7 \end{bmatrix}.$$

Матрица $\mathbf{A}(\mathbf{u})$ является стохастической, следовательно, в поведении автомата должны наблюдаться стационарные режимы. Они могут быть как постоянными, так и циклическими.

Задачей анализа поведения менеджера PnP является поиск векторов управлений, которые обеспечивают правильные ситуации, как постоянные, так и циклические, не прибегая к полному перебору управлений. Ситуация $\mathbf{x}(t)$ вычисляется как решение рекуррентных уравнений по формуле

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{A}^t(\mathbf{u}) \cdot \mathbf{x}(0).$$

С учетом правила 1 анализа интерес представляет только первый столбец матрицы $A^i(u)$.

Рассмотрим два крайних вектора управления. Первое управление — это нулевой вектор $u = [0,0,0,0,0,0]$. При таком управлении автомат сохранит свое состояние с течением времени (постоянное правильное состояние), что демонстрирует табл. 1.

Второе крайнее значение вектора управления — единичное, т. е. $u = [1,1,1,1,1,1]$. Такое управление приведет к нарушению второго правила анализа поведения менеджера PnP. В табл. 2 показано поведение автомата при единичном управлении.

Существует управление, которое приводит к появлению цикла между состояниями C_1 и C_2 . Его можно характеризовать следующей записью: $u = [1,0,1,0,*,*,*]$, где * — значение, равное 1 или 0. Таким образом, определено, что из 2^7 возможных векторов управления 2^3 вектора приведут к правильной циклической ситуации. В табл. 3 приведены состояния автомата по шагам при таком типе управления.

По аналогии находим векторы управления, приводящие и к другим правильным циклическим ситуациям:

$u = [1,1,0,0,0,1,*]$ — всего 2^1 вектора управлений;

■ **Таблица 1.** Поведение автомата во времени при нулевом управлении

■ **Table 1.** The behavior of the machine in time at zero control

Ситуация	Состояние конечного автомата по шагам				
	1-й шаг	2-й шаг	3-й шаг	4-й шаг	5-й шаг
x_1	1	1	1	1	1
x_2	0	0	0	0	0
x_3	0	0	0	0	0
x_4	0	0	0	0	0

■ **Таблица 2.** Поведение автомата во времени при единичном управлении

■ **Table 2.** The behavior of the machine in time with single control

Ситуация	Состояние конечного автомата по шагам				
	1-й шаг	2-й шаг	3-й шаг	4-й шаг	5-й шаг
x_1	0	1	0	0	0
x_2	1	0	1	0	0
x_3	0	1	0	1	0
x_4	0	1	1	1	1

■ **Таблица 3.** Поведение автомата во времени при управлении $u = [1,0,1,0,0,0,1]$

■ **Table 3.** The behavior of the machine in time with $u = [1,0,1,0,0,0,1]$

Ситуация	Состояние конечного автомата по шагам				
	1-й шаг	2-й шаг	3-й шаг	4-й шаг	5-й шаг
x_1	0	1	0	1	0
x_2	1	0	1	0	1
x_3	0	0	0	0	0
x_4	0	0	0	0	0

■ **Таблица 4.** Поведение автомата во времени при управлении $u = [1,1,1,0,0,0,1]$

■ **Table 4.** The behavior of the machine in time with $u = [1,1,1,0,0,0,1]$

Ситуация	Состояние конечного автомата по шагам				
	1-й шаг	2-й шаг	3-й шаг	4-й шаг	5-й шаг
x_1	0	1	0	1	0
x_2	1	0	1	0	1
x_3	0	1	1	0	0
x_4	0	0	0	0	0

$u = [1,0,0,1,*,*,1]$ — всего 2^2 вектора управлений;

$u = [1,1,0,0,1,0,1]$.

Описанные векторы управления допустимы, так как не нарушают ни одно из правил поведения менеджера PnP. Помимо правильных циклических ситуаций, существуют правильные постоянные ситуации, которые достигаются при следующих векторах управления:

$u = [0,*,*,*,*,*]$ — всего 2^6 вектора управлений;

$u = [1,0,0,0,*,*,*]$ — всего 2^3 вектора управлений;

$u = [1,1,0,0,0,0,*]$ — всего 2^1 вектора управлений;

$u = [1,1,0,0,1,0,0]$.

Общее число векторов допустимых управлений равно 91. Прочие векторы (37 комбинаций) приведут к нарушению правил поведения, а значит, и к некорректной работе менеджера PnP.

Примером недопустимого вектора управления может быть $u = [1,1,1,0,0,0,1]$. В табл. 4 приведено поведение автомата во времени при таком управлении, второе правило поведения очевидно нарушено.

Компьютерное моделирование должно показать поведение автомата во времени наглядным образом.

Компьютерное моделирование

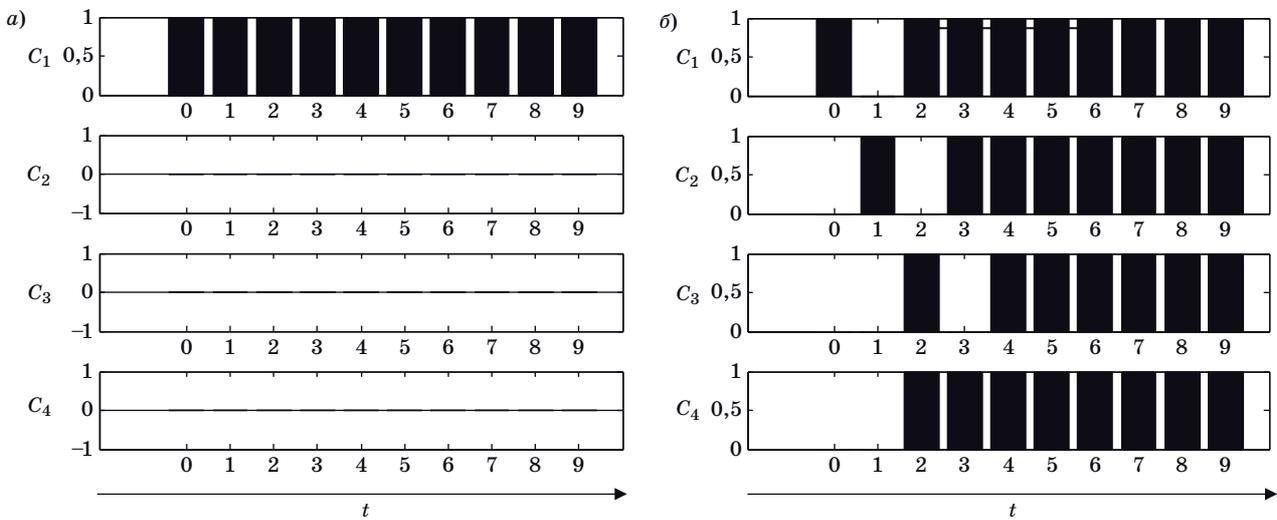
Результаты анализа поведения менеджера PnP были промоделированы с помощью написанной программы-сценария в математическом пакете MatLab. В этой программе реализованы рекуррентные уравнения рассматриваемого конечного автомата и построены временные диаграммы работы менеджера PnP.

Поведение автомата при крайних значениях вектора управления отображено на рис. 3. При нулевом управлении сохраняется начальное состояние автомата $x(0)$ (рис. 3, а). При единичном управлении менеджер PnP на втором шаге

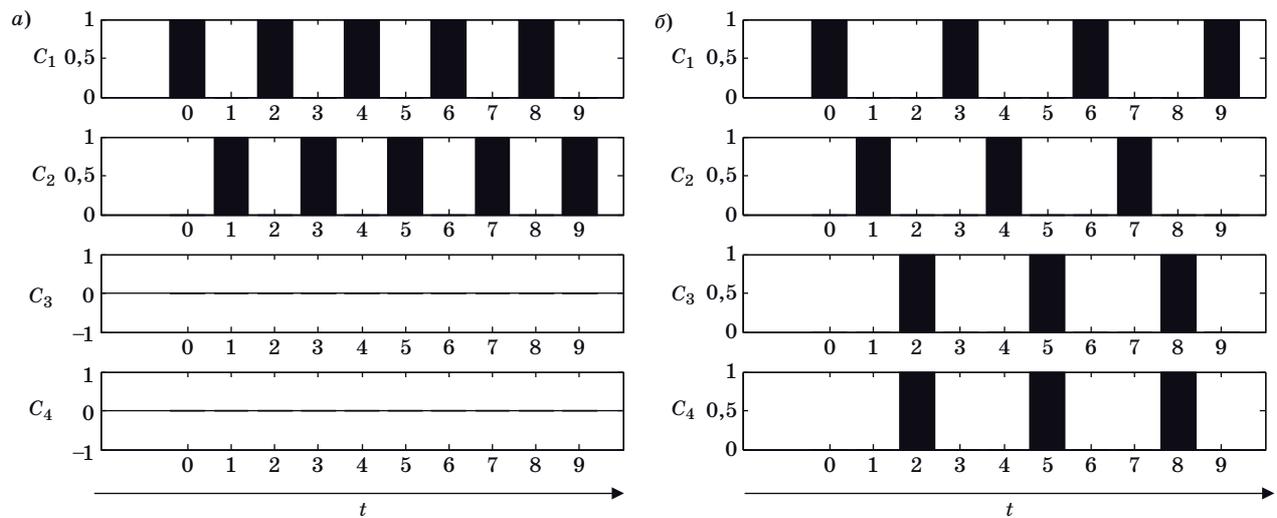
оказывается сразу в трех состояниях одновременно, что является неправильной ситуацией (рис. 3, б).

При подаче управления $u = [1,0,1,0,*,*,*]$ диаграмма изменений состояний конечного автомата во времени показана на рис. 4, а. Рисунок подтверждает, что автомат останется в цикле между первым и вторым состояниями независимо от того, какие сигналы поданы в векторе управления на позициях 5, 6 и 7.

При векторе управления $u = [1,1,0,1,0,0,1]$, не входящем во множество управляющих векторов, которые приводят к правильной циклической или постоянной ситуации, конечный автомат



■ Рис. 3. Изменение состояний в течение 10 шагов при нулевом (а) и единичном (б) векторе u
 ■ Fig. 3. Diagram a change of state for 10 steps at zero (a) and when the single (б) vector u



■ Рис. 4. Изменение состояний в течение 10 шагов с управляющим воздействием $u = [1,0,1,0,1,1,1]$ (а) и $u = [1,1,0,1,0,0,1]$ (б)
 ■ Fig. 4. Diagram a change of state within 10 steps when the single vector $u = [1,0,1,0,1,1,1]$ (a) and $u = [1,1,0,1,0,0,1]$ (б)

уже на втором шаге окажется в двух состояниях одновременно (рис. 4, б).

Таким образом, приведенные временные диаграммы хорошо согласуются с рассмотренными ситуациями в конечном автомате.

Заключение

Для проведения временного анализа поведения менеджера PnP построен конечный автомат, описывающий работу по приему и отправке пакетов в сеть, определены правила проведения анализа и рассмотрены правильные и неправильные ситуации обработки данных в сети. Найдены векторы управления, которые задают правильное поведение конечного автомата.

Не прибегая к полному перебору, а основываясь на анализе векторов управления и использовании решения рекуррентных уравнений для описания состояний конечного автомата, автор получил три множества векторов управления. Первое множество содержит 76 векторов, приводящих к постоянным ситуациям. Второе множество содержит 15 векторов, приводящих к циклическим ситуациям. Третье множество содержит 37 векторов, приводящих к неправильным ситуациям.

Для подтверждения полученных теоретических положений выполнено компьютерное моделирование с использованием математического пакета MatLab. Результаты моделирования в виде временных диаграмм поведения менеджера PnP подтвердили найденные с помощью временного анализа решения.

Литература

- Standards ECSS-E-50-12A. Space engineering. SpaceWire — Links, nodes, routers and networks. Noordwijk, ESA, European cooperation for space standardization, 2003. 124 p.
- Khramenkova K., Oleynikova S.** Review methods configuration, administration and network monitoring in high-rate onboard networking standards. *12th Conf. of Open Innovations Framework Program FRUCT*, Oulu, Finland, 2012, pp. 244–249.
- Храменкова К. Н.** Стандарты и протоколы автоматизированного администрирования и мониторинга бортовой локальной вычислительной сети. *Теоретические и практические аспекты развития отечественного авиастроения: тез. Всерос. науч.-техн. конф.*, Ульяновск, 2014, с. 137–139.
- Koblyakova L. V., Oleynikova S. A., Khramenkova K. N.** Network management algorithm for high speed onboard systems. *Proc. 5th Intern. SpaceWire Conf.*, Göteborg, Sweden, 2013, pp. 226–232.
- Khramenkova K. N.** Automated SpaceWire network administration. *Proc. 6th Intern. SpaceWire Conf.*, Athens, Greece, 2014, pp. 86–89.
- InfiniBand Architecture Specification. Release 1.2 Final Release.* InfiniBandSM Trade Association, 2004, vol. 1, pp. 709–930. <https://www.infinibandta.org/ib-ta-specification/> (дата обращения: 15.09.2018).
- Taubrich J., Reinhard von Hanxleden.** Formal specification and analysis of AFDX redundancy management algorithms. *26th Intern. Conf. SAFECOMP*, 2007, pp. 1–3.
- MIL_STD_1553 Tutorial v 2.3.* Germany, Freiburg, AIM GmbH Avionics Databus Solutions, 2010. 82 p.
- McCloghrie K.** *Fibre channel management MIB.* Cisco Systems, 2015, pp. 1–5. <https://www.rfc-editor.org/pdf/rfc/rfc4044.txt.pdf> (дата обращения: 15.09.2018)
- CCSDS 854.0-M-1. Spacecraft Onboard Interface Services-Subnetwork Device Discovery Service.* Washington, DC, The Consultative Committee for Space Data Systems, 2009. 22 p. <https://public.ccsds.org/Publications/SOIS.aspx> (дата обращения: 15.09.2018).
- Space Plug-and-Play Architecture Standards Development Guidebook.* Reston, Virginia, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2011. 46 p.
- Space Plug-and-Play Architecture Standard SpaceWire Subnet Adaptation.* Reston, Virginia, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2011. 38 p.
- Modular Space Vehicle Bus. Means Faster, Flexible, Small Satellite Launch Capabilities.* USA, Washington, Northrop Grumman Mission Systems, 2014. 2 p.
- Modular Space Vehicle Bus. Systems Rapid Multi-mission spacecraft bus development.* USA, Washington, Northrop Grumman Mission, 2013. 2 p.
- SpaceWire-PnP Protocol Definition.* UK, Scotland, Dundee, Space Technology Centre, University of Dundee, 2009. 211 p.
- Romanowski K., Tyczka P., Holubowicz W., Renk R., Kollias V. D., Pogkas N., Jameux D.** SpaceWire network management using network discovery and configuration protocol. *Proc. 7th Intern. SpaceWire Conf.*, 2016, Yokohama, Japan, 2016, pp. 45–50.
- Шейнин Ю. Е., Пятлина Е. О., Рождественская К. Н.** Механизм распределенных прерываний для SpaceWire-Plug-and-Play. *Актуальные проблемы науки XXI века: сб. ст. международной исследовательской организации по материалам XVI Международ. науч.-практ. конф.*, Москва, 2016, с. 66–71.
- Khramenkova K. N., Fortyshev E. U.** Tasks of decentralized SpaceWire-Plug-and-Play algorithm. *17th Conf. of the Open Innovations Association FRUCT*, 2015, pp. 287–290.
- Fortyshev E. U., Khramenkova K. N.** SpaceWire network support algorithm as a part of decentralized Plug-and-Play algorithm. *17th Conf. of the Open Innovations Association FRUCT*, 2015, pp. 283–286.
- Бритов Г. С.** Метод формального описания PFDD-диаграмм IDEF3-технологии. *Информационно-управляющие системы*, 2014, № 2, с. 25–32.

21. Кузнецова М. С. Методы задания автоматов. *Молодой ученый*, 2015, № 7(87), с. 7–11. <https://moluch.ru/archive/87/16905/> (дата обращения: 15.09.2018).
22. Страшинин Е. Э. *Основы теории автоматического управления*. Екатеринбург, УГТУ, 2000. 217 с.
23. Поликарпова Н. И., Шалыто А. А. *Автоматное программирование*. СПб., СПбГУ ИТМО, 2007.

http://is.ifmo.ru/books/_umk.pdf (дата обращения: 16.06.2018).

24. Гуренко В. В. *Введение в теорию автоматов*. Электронное издание. М., МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. http://e-learning.bmstu.ru/moodle/file.php/1/common_files/library/TZA/bmstu_IU-6_automates_theory.pdf (дата обращения: 15.09.2018).

UDC 004.942

doi:10.31799/1684-8853-2019-1-32-39

Temporal analysis of a control system in a data processing network

K. N. Rozhdestvenskaya^a, Assistant Professor, orcid.org/0000-0003-4930-6898, rogdkn@yandex.ru

^aSaint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67, B. Morskaya St., 190000, Saint-Petersburg, Russian Federation

Introduction: A control system for a data processing network interacts with the network by sending commands and receiving responses. Such a control system is responsible for the network viability, and therefore should be analyzed, in particular, in terms of behavior over time, without exhaustive search for possible control options. **Purpose:** Studying and analyzing the behavior of a control system in a data processing network using mathematical modeling based on finite automata theory, and performing computer simulation of the obtained theoretical positions. **Results:** A finite state machine is constructed, presented in the form of a transition graph, reflecting the temporal behavior of a part of a specific control system in the data processing network by Plug-and-Play manager. Rules of conduct are specified, and the problem of the manager FSM analysis is defined. As a result, the control vector types have been obtained which lead the PnP manager to the correct temporal behavior. Computer simulation was performed using a script program in MatLab mathematical package. The simulation results are presented as time diagrams of finite state machine transitions. Its behavior varies depending on the incoming signals and the starting state of the machine. On the time diagrams, you can trace the behavior and transitions between states, estimate the frequency of getting into a particular state, or bypass the machine states. **Practical relevance:** The control vector types found for the PnP manager without an exhaustive search do not lead to incorrect situations in network data processing.

Keywords — onboard network administration, Plug-and-Play, manager, finite state machine, transition graph, MatLab.

For citation: Rozhdestvenskaya K. N. Temporal analysis of a control system in a data processing network. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems], 2019, no. 1, pp. 32–39 (In Russian). doi:10.31799/1684-8853-2019-1-32-39

References

- Standards ECSS-E-50-12A. Space engineering. SpaceWire — Links, nodes, routers and networks. Noordwijk, ESA, European cooperation for space standardization, 2003. 124 p.
- Khramenkova K. N. Review methods configuration, administration and network monitoring in high-rate onboard networking standards. *12th Conf. of Open Innovations Framework Program FRUCT*, Oulu, Finland, 2012, pp. 244–249.
- Khramenkova K. N. Standards and protocols for automated administration and monitoring of the onboard local network. *Tezisy Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Teoreticheskie i prakticheskie aspekty razvitiia otechestvennogo aviastroeniia"* [Proc. All-Russian Scientific and Technical Conf. "Theoretical and practical aspects of the development of domestic aircraft building"], Ul'ianovsk, 2014, pp. 137–139 (In Russian).
- Koblyakova L. V., Oleynikova S. A., Khramenkova K. N. Network management algorithm for high speed onboard systems. *Proc. 5th Intern. SpaceWire Conf.*, Göteborg, Sweden, 2013, pp. 226–232.
- Khramenkova K. N. Automated SpaceWire network administration. *Proc. 6th Intern. SpaceWire Conf.*, Athens, Greece, 2014, pp. 86–89.
- InfiniBand Architecture Specification. Release 1.2 Final Release*. InfiniBandSM Trade Association, 2004, vol. 1, pp. 709–930. Available at: <https://www.infinibandta.org/ibta-specification/> (accessed 15 September 2018).
- Taubrich J., Reinhard von Hanxleden. Formal specification and analysis of AFDX redundancy management algorithms. *26th Intern. Conf. SAFECOMP*, 2007, pp. 1–3.
- MIL STD 1553 Tutorial v 2.3*. Germany, Freiburg, AIM GmbH Avionics Databus Solutions, 2010. 82 p.
- McCloghrie K. *Fibre Channel Management MIB*. Cisco Systems, 2015, pp. 1–5. Available at: <https://www.rfc-editor.org/pdfrfc/rfc4044.txt.pdf> (accessed 15 September 2018).
- CCSDS 854.0-M-1. Spacecraft Onboard Interface Services-Subnetwork Device Discovery Service*. Washington, DC, The Consultative Committee for Space Data Systems, 2009. 22 p. Available at: <https://public.ccsds.org/Publications/SOIS.aspx> (accessed 15 September 2018).
- Space Plug-and-Play Architecture Standards Development Guidebook*. Reston, Virginia, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2011. 46 p.
- Space Plug-and-Play Architecture Standard SpaceWire Subnet Adaptation*. Reston, Virginia, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2011. 38 p.
- Modular Space Vehicle Bus. Means Faster, Flexible, Small Satellite Launch Capabilities*. USA, Washington, Northrop Grumman Mission Systems, 2014. 2 p.
- Modular Space Vehicle Bus. Systems Rapid Multi-mission spacecraft bus development*. USA, Washington, Northrop Grumman Mission, 2013. 2 p.
- SpaceWire-PnP Protocol Definition*. UK, Scotland, Dundee, Space Technology Centre, University of Dundee, 2009. 211 p.
- Romanowski K., Tyczka P., Hołubowicz W., Renk R., Kollias V. D., Pogkas N., Jameux D. SpaceWire network management using network discovery and configuration protocol. *Proc. 7th Intern. SpaceWire Conf.*, 2016, Yokohama, Japan, 2016, pp. 45–50.
- Sheinin Iu. E., Piatlina E. O., Rozhdestvenskaya K. N. The distributed interrupts mechanism of SpaceWire for Plug-and-Play. *Sbornik statei mezhdunarodnoi issledovatel'skoi organizatsii po materialam XVI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Aktual'nye problemy nauki XXI veka"* [Collection of articles of the international research organization based on the XVI Intern. Scientific Conf. "Actual problems of science of the XXI century"], Moscow, 2016, pp. 66–71 (In Russian).

18. Khramenkova K. N., Fortyshev E. U. Tasks of decentralized SpaceWire-Plug-and-Play algorithm. *17th Conf. of the Open Innovations Association FRUCT*, 2015, pp. 287–290.
19. Fortyshev E. U., Khramenkova K. N. SpaceWire network support algorithm as a part of decentralized Plug-and-Play algorithm. *17th Conf. of the Open Innovations Association FRUCT*, 2015, pp. 283–286.
20. Britov G. S. Method of formal description of DFD-diagrams of IDEF3-technology. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems], 2014, no. 2, pp. 25–32 (In Russian).
21. Kuznetsova M. S. Methods for setting automata. *Molodoi uchenyi*, 2015, no. 7(87), pp. 7–11. Available at: <http://moluch.ru/archive/87/16905/> (accessed 15 September 2018) (In Russian).
22. Strashinin E. E. *Osnovy teorii avtomaticheskogo upravleniya* [Fundamentals of automatic control theory]. Ekaterinburg, Ural'skij federal'nyj universitet Publ., 2000. 217 p. (In Russian).
23. Polikarpova N. I., Shalyto A. A. *Avtomatnoe programirovanie* [Automata-based programming]. Saint-Petersburg, ITMO Publ., 2007. Available at: http://is.ifmo.ru/books/_umk.pdf (accessed 16 June 2018) (In Russian).
24. Gurenko V. V. *Vvedenie v teoriiu avtomatov*. Elektronnoe izdanie [Introduction to automata theory. Electronic publication]. Moscow, Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. N. E.H. Baumana Publ., 2013. 62 p. Available at: http://e-earning.bmstu.ru/moodle/file.php/1/common_files/library/TZA/bmstu_IU-6_automates_theory.pdf (accessed 15 September 2018) (In Russian).

Уважаемые авторы!

При подготовке рукописей статей необходимо руководствоваться следующими рекомендациями.

Статьи должны содержать изложение новых научных результатов. Название статьи должно быть кратким, но информативным. В названии недопустимо использование сокращений, кроме самых общепринятых (РАН, РФ, САПР и т. п.).

Объем статьи (текст, таблицы, иллюстрации и библиография) не должен превышать эквивалента в 20 страниц, напечатанных на бумаге формата А4 на одной стороне через 1,5 интервала Word шрифтом Times New Roman размером 13, поля не менее двух сантиметров.

Обязательными элементами оформления статьи являются: индекс УДК, заглавие, инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, звание (при отсутствии — должность), полное название организации, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках, электронные адреса авторов, которые по требованию ВАК должны быть опубликованы на страницах журнала. При написании аннотации не используйте аббревиатур и не делайте ссылок на источники в списке литературы. Предоставляйте подрисовочные подписи и названия таблиц на русском и английском языках.

Статьи авторов, не имеющих ученой степени, рекомендуется публиковать в соавторстве с научным руководителем, наличие подписи научного руководителя на рукописи обязательно; в случае самостоятельной публикации обязательно предоставляйте заверенную по месту работы рекомендацию научного руководителя с указанием его фамилии, имени, отчества, места работы, должности, ученого звания, ученой степени — эта информация будет опубликована в ссылке на первой странице.

Формулы набирайте в Word, не используя формульный редактор (Mathtype или Equation), при необходимости можно использовать формульный редактор; для набора одной формулы не используйте два редактора; при наборе формул в формульном редакторе знаки препинания, ограничивающие формулу, набирайте вместе с формулой; для установки размера шрифта никогда не пользуйтесь вкладкой Other..., используйте заводские установки редактора, не подгоняйте размер символов в формулах под размер шрифта в тексте статьи, не растягивайте и не сжимайте мышью формулы, вставленные в текст; в формулах не отделяйте пробелами знаки: + = -.

Для набора формул в Word никогда не используйте Конструктор (на верхней панели: «Работа с формулами» — «Конструктор»), так как этот ресурс предназначен только для внутреннего использования в Word и не поддерживается программами, предназначенными для изготовления оригинал-макета журнала.

При наборе символов в тексте помните, что символы, обозначаемые латинскими буквами, набираются светлым курсивом, русскими и греческими — светлым прямым, векторы и матрицы — прямым полужирным шрифтом.

Иллюстрации предоставляются отдельными исходными файлами, поддающимися редактированию:

— рисунки, графики, диаграммы, блок-схемы предоставляйте в виде отдельных исходных файлов, поддающихся редактированию, используя векторные программы: Visio (*.vsd, *.vsdx); Coreldraw (*.cdr); Excel (*.xls); Word (*.docx); Adobe Illustrator (*.ai); AutoCad (*.dxf); Matlab (*.ps, *.pdf или экспорт в формат *.ai);

— если редактор, в котором Вы изготавливаете рисунок, не позволяет сохранить в векторном формате, используйте функцию экспорта (только по отношению к исходному рисунку), например, в формат *.ai, *.esp, *.wmf, *.emf, *.svg;

— фото и растровые — в формате *.tif, *.png с максимальным разрешением (не менее 300 pixels/inch).

Наличие подрисовочных подписей обязательно (желательно не повторяющих дословно комментарии к рисункам в тексте статьи).

В редакцию предоставляются:

— сведения об авторе (фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученое звание, учебное заведение и год его окончания, ученая степень и год защиты диссертации, область научных интересов, количество научных публикаций, домашний и служебный адреса и телефоны, e-mail), фото авторов: анфас, в темной одежде на белом фоне, должны быть видны плечи и грудь, высокая степень четкости изображения без теней и отблесков на лице, фото можно представить в электронном виде в формате *.tif, *.png с максимальным разрешением — не менее 300 pixels/inch при минимальном размере фото 40×55 мм;

— экспертное заключение.

Список литературы составляется по порядку ссылок в тексте и оформляется следующим образом:

— для книг и сборников — фамилия и инициалы авторов, полное название книги (сборника), город, издательство, год, общее количество страниц;

— для журнальных статей — фамилия и инициалы авторов, полное название статьи, название журнала, год издания, номер журнала, номера страниц;

— ссылки на иностранную литературу следует давать на языке оригинала без сокращений;

— при использовании web-материалов указывайте адрес сайта и дату обращения.

Список литературы оформляйте двумя отдельными блоками по образцам lit.dot на сайте журнала (<http://i-us.ru/paperrules>): Литература и References.

Более подробно правила подготовки текста с образцами изложены на нашем сайте в разделе «Правила для авторов».

Контакты

Куда: 190000, Санкт-Петербург,

Б. Морская ул., д. 67, ГУАП, РИЦ

Кому: Редакция журнала «Информационно-управляющие системы»

Тел.: (812) 494-70-02

Эл. почта: ius.spb@gmail.com

Сайт: www.i-us.ru