

менением метода покоординатной линеаризации и общее описание данного метода для класса функций с координатно-линейной разрешимостью. Изучение и исследование метода покоординатной линеаризации для решения систем полиномиальных уравнений позволило существенно расширить классы функций, обладающих данным свойством. Это привело к появлению определенной классификации таких функций над примарным кольцом вычетов, которая была приведена в настоящей статье. Также сам метод покоординатной линеаризации получил развитие и был обобщен на класс функций с координатно-линейной разрешимостью.

Литература

1. Заец М.В., Никонов В.Г., Шишков А.Б. Функции с вариационно-координатной полиномиальностью и их свойства // Открытое образование. 2012. № 3. С. 57-61.
2. Заец М.В., Никонов В.Г., Шишков А.Б. Класс функций с вариационно-координатной полиномиальностью над кольцом \mathbb{Z}_2^m и его обобщение // Матем. вопр. криптографии. 2013. Т. 4. № 3. С. 19-45.
3. Заец М.В. Решение систем ВКП-уравнений методом покоординатной линеаризации над примарным кольцом вычетов // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе: мат. XLI Международной конференции и XI Международной конференции молодых ученых IT+SE13. – приложение к журналу Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2013. С. 155-157.
4. Михайлов Д.А. Решение некоторых классов систем полиномиальных уравнений над конечными полями и кольцами: труды по дискретной математике. 2008. Т. 11. С. 125-146
5. Михайлов Д.А., Нечаев А.А. Решение системы полиномиальных уравнений над кольцом Галуа-Эйзенштейна с помощью канонической системы образующих полиномиального идеала // Дискретная математика. 2004. Т. № 1. Вып. 1. С. 21-51.
6. Vladimir Anashin and Andrei Khrennikov. Applied Algebraic Dynamics. De Gruyter Expositions in Mathematics, vol. 49 Walter de Gruyter, Berlin-New York, 2009.

Coordinate-linear solvable functions over primary ring of residues and the method of coordinate linearization

Miroslav Vladimirovich Zayets, Associate

Federal State Unitary Enterprise KVANT Research Institute

The article considers and researches properties of the new class of functions over primary ring of residues, which generalizes class of polynomial functions and class of functions with variative-coordinate polynomiality defined earlier. The given classes of functions have the property that systems of equations composed from such functions may be solved by using the method of coordinate linearization.

Key words: functions with variative-coordinate polynomiality, coordinate-linear solvable functions, polynomial functions, system of linear equations, method of coordinate linearization.

УДК 681.51

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ LONWORKS СЕТИ

*Сергей Александрович Даденков, ассистент кафедры «Автоматика и Телемеханика»,
Тел. (342) 239-18-16, e-mail: dadenkov@rambler.ru*

*Ефим Львович Кон, канд.техн.наук, проф. кафедры «Автоматика и Телемеханика»
Тел.: (342) 239-18-16, e-mail: kel-40@yandex.ru*

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет
<http://pstu.ru>*

В работе предложен подход к выполнению количественной оценки значимости факторов функционирования при оценке производительности Lon-сети. Результатами оценки значимости факторов, ранее не исследованных в предлагаемой совокупности, являются рекомендации по их учёту при разработке адекватных аналитических и имитационных моделей.

Ключевые слова: аналитическая модель, информационно-управляющая сеть, значимый фактор, производительность, рекомендации, стек протоколов, LonTalk, LonWorks, predictive p-persistent CSMA.

Ключевым аспектом построения распределенных информационно-управляющих систем (РИУС) реального времени на основе распространенной технологии LonWorks является организация сетевых сценариев, отвечающих высоким требованиям производи-



С.А. Даденков

тельности. Поэтому, актуальным является разработка методики проектирования сети LonWorks с заданными показателями производительности. При этом одной из основных задач для достижения поставленной цели является выполнение корректной оценки производительности разрабатываемых сетевых Lon-проектов.

Основным инструментом исследования производительности сети являются методы аналитического и имитационного



Е.Л. Кон

моделирования [1-5]. Сложность аналитического подхода заключается в выборе и учёте ограниченно-небольшого числа значимых факторов, потенциально влияющих на производительность, с целью построения адекватной, количественно-разрешимой модели. Технология анализа и отбора значимых факторов основывается на предметном анализе результатов публикаций, посвященных анализу производительности сетей в условиях действия определённых групп учитываемых факторов. В данной работе исследуется модель сети, характеризующаяся полнотой и корректностью учитываемых специфических для LonWorks факторов коммуникационного стека протоколов (КСП) LonTalk, потенциально влияющих на производительность сети. В частности, дается количественная оценка влияния на производительность сети ранее не исследованной совокупности ее параметров (факторов). Результатом решения поставленной задачи является выработка рекомендаций по учёту значимых факторов для разработки новых адекватных моделей LonWorks сетей.

Детальный анализ исходных документов к технологии LonWorks позволил выявить наиболее полную систему факторов, потенциально влияющих на производительность [6]:

- а) механизм обнаружения и разрешения коллизий;
- б) механизм прогнозирования нагрузки в условиях коллизий и успешных передач сообщений с различными сервисами доставки и видами адресации;
- в) допустимый диапазон изменения прогнозируемой на канал нагрузки;
- г) базовая ширина соревновательного окна доступа;
- д) межпакетный интервал доступа;
- е) продолжительность временного элементарного слота доступа;
- ж) время передачи пакета, определяемое размером и скоростью передачи;
- з) алгоритм приоритетного-канального доступа узлов к сетевому каналу;
- и) алгоритм приоритетного-прикладного доступа узлов к сетевому каналу;
- к) синхронно-временное разделение элементарных каналов в пакетных циклах передачи;
- л) особенности реализации сообщений с различными сервисами и видами адресации;
- м) таймер допустимого времени передачи сетевого сообщения;
- н) таймер времени между повторяемыми сообщениями;
- о) таймер распознавания дубликатов сообщений;
- п) ограничение интенсивности узла на одновременное количество исходящих сообщений;
- р) ограничение узла на количество попыток передачи сообщения;

с) алгоритм проверки подлинности передаваемых сообщений;
 т) количество узлов в сети, создающих нагрузку на канал;
 у) интенсивности узлов сети, создающих нагрузку на канал;
 ф) объем памяти в узлах сети для хранения приоритетных/без приоритетных входящих/исходящих сообщений.

Факторы (а-к) относятся к факторам физического и канального уровней КСП LonTalk. Факторы (л-р) относятся к сетевому, транспортному и сеансовому уровням. Алгоритм проверки подлинности (с) относится к сеансовому уровню. К общесистемным факторам относятся факторы (т-ф).

С позиции представленной системы обозначений, анализ известных моделей позволяет характеризовать их учитываемыми группами факторов: 'абвгдежт' [1], 'абвгдежЛПт' [2], 'абвгдежЗлпт' [3], 'абвгдежлптУФ' [4]. Учёт в моделях новых совокупностей факторов позволяет повысить точность оценки производительности LonWorks сети. Поэтому, авторами предложена аналитическая модель [5], характеризующая полнотой и корректностью учитываемых факторов 'абвгдежКлМптуф', ранее не исследованных в известных моделях. Модель количественной оценки показателей производительности LonWorks сети представлена открытой системой массового обслуживания с отказами вида M/D/1:N. Влияние учитываемых факторов определено пространством и графом состояний, характеризующихся большим числом параметров. Подробное описание модели, методов учёта специфических для LonWorks особенностей функционирования, методов расчёта показателей производительности представлены в [4; 5]. С помощью предложенной модели в работе исследуется значимость ряда факторов 'абвгдежмтф', далее нумеруемых 1-10. Исследование проводится на примере сетевого канала, построенного на основе среды распространения сигналов TR/FT-10 с известными характеристиками [6]. Полученные в работе оценки значимости факторов носят общий характер и справедливы для других исходных данных в виду сохранности пропорций сетевых характеристик системы.

Предлагаемая в работе методика оценки значимости факторов основана на следующих основных этапах: 1) определение диапазонов загрузки сетевого канала; 2) количественная оценка степени значимости исследуемых факторов в группе при различной загрузке канала; 3) ранжирование значимых факторов.

Необходимость исследования сетевых каналов с различной степенью загрузки обусловлена перераспределением значимости исследуемых факторов при изменении нагрузки в сети. Для определения диапазонов загрузки, характеризующихся неизменным спектром значимых факторов, предложен подход, основанный на оценке доли сообщений, время передачи которых превышает средний показатель. Анализ для сервисов без подтверждения (UACKD), с подтверждением (ответом) и одноадресной адресацией (ACKD), многоадресной (mACKD), с повторениями (UACKD_RPT), позволил определить общие диапазоны загрузки сетевого канала, в рамках которых значимость факторов практически не перераспределяется: низкая загрузка (0-20), средняя (20-40), высокая (40-60), свыше 60% - режим насыщения.

Количественная оценка значимости исследуемых факторов производится для каждого сервиса доставки в отдельности на определённых диапазонах загрузки (верхних границах диапазонов). Критерием оценки значимости фактора является создаваемая им величина «дополнительной» временной задержки при коммуникационном взаимодействии, в сравнении с другими факторами исследуемой группы. Результаты оценки значимости факторов представлены на рисунке 1.

Анализ оценки значимости факторов позволил выявить следующие важные особенности. В виду специфики изменения нагрузки при передаче сообщений с различными сервисами, факторы (1-2), определяющие влияние коллизий и механизма их предотвращения на производительность, являются значимыми для сервисов с ответом и повторяемой передачей. Исследование фактора (3) показывает низкую значимость верхней границы параметра прогнозируемой нагрузки *backlog* для значения большего 10. Данный результат поз-

воляет уменьшить размерность модели и вычислительную сложность количественной оценки производительности более чем в шесть раз. Факторы (4-7) являются значимыми для всех сервисов и видов адресации на всех диапазонах загрузки канала, что свидетельствует о необходимости учёта алгоритма доступа узлов к каналу сети, согласно протоколу predictive p -persistent CSMA и характеристик сетевого канала. Фактор (8-таймер передачи) используется только для сервисов с подтверждением (ответом) и является значимым при средней и высокой загрузке канала. Факторы (9-10), определяющие закон формирования нагрузки узлами сети, оказывают влияние на коллизии, и поэтому значимы при учитываемых факторах (1-2) при средней и высокой загрузке канала.

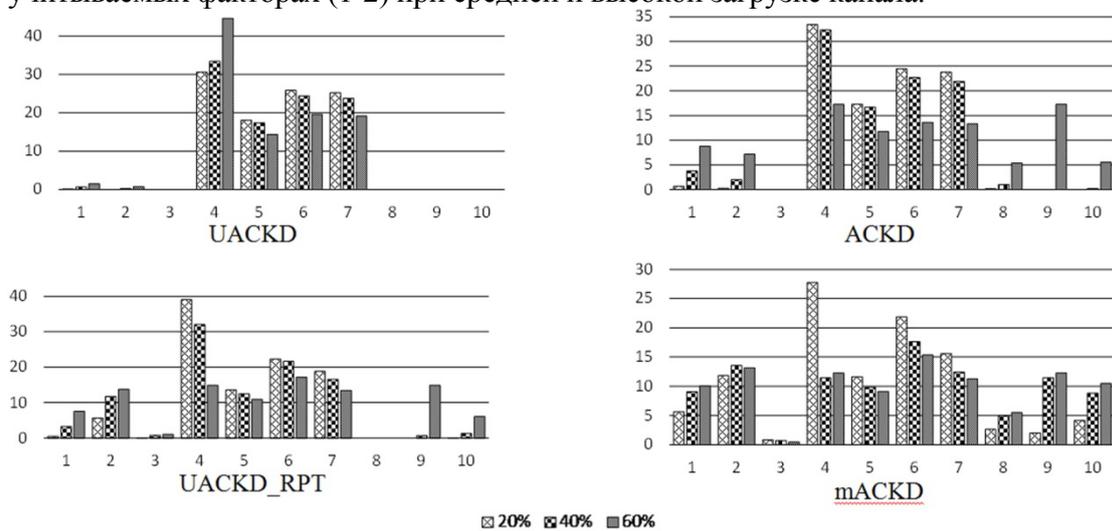


Рис. 1. Количественная оценка значимости факторов в условиях различной загрузки сетевого канала

Полученные результаты необходимо использовать при разработке новых адекватных моделей LonWorks сети и отбора значимых, то есть требующих учёта в модели факторов, для различных диапазонов загрузки сетевого канала. При этом, исследование пограничного диапазона загрузки сетевого канала требует учёта факторов нескольких диапазонов. При анализе модели с неоднородным, по сервисам, трафиком необходим учёт значимых факторов каждого из исследуемых сервисов.

Авторы считают, что новым результатом является предложенный в работе подход к оценке значимости факторов и полученные на его основе рекомендации по учёту дополнительных факторов при разработке корректных моделей. Разработанный подход может быть использован как для промышленных информационно-управляющих систем, так и универсальных вычислительных сетей, описываемых многоуровневыми моделями.

Литература

1. *Moshe Kam*. Collision Resolution Simulation for Distributed Control Architectures using LonWorks // IEEE International Conference on Automation Science and Engineering. Edmonton, Canada: IEEE, 2005. P. 319-326.
2. *Miškowicz M*. Analysis of Mean Access Delay in Variable-Window CSMA // Sensors. Schweiz: Molecular Diversity Preservation International, 2007. Vol. 7. P. 3535-3559.
3. *Buchholz P., Plonnigs J*. Analytical analysis of access-schemes of the CSMA type // IEEE International Workshop on Factory Communication Systems. Wien, 2004. P. 127-136.
4. *Даденков С.А., Кон Е.Л.* Исследование производительности алгоритма доступа к среде predictive p -persistent CSMA протокола // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – Пермь: ПНИПУ, 2012. № 6. С. 217-230.
5. *Даденков С.А., Кон Е.Л.* Подход к построению аналитической модели информационно-управляющей сети LonWorks на основе нейрочипов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – М.: Радиотехника, 2013. № 11. С. 64-69.
6. LonTalk protocol specification, ANSI/CEA-709.1-B. United States: ISO/IEC JTC 1 SC 25, 2006.

Evaluation of influence that some functioning criteria bring on lon-based networks performance

Sergey Alexandrovich Dadenkov Assistant, Chair of Automatics and Telemechanics

Efim Lyvovich Kon Professor, Candidate of Technical Sciences, Chair of Automatics and Telemechanics

Perm National Research Polytechnic University

This paper proposes an approach to the quantitative evaluation of the functioning criteria for importance within the Lon-based network performance estimation. The main results of the proposed importance evaluation for the reviewed criteria, which were not investigated earlier in the proposed combination, are summed up in the recommendations that can be used within the development of adequate analytical and simulation models.

Keywords: analytical model, industrial control system, significant factor, performance, recommendations, protocol stack, LonWorks, LonTalk, predictive p-persistent CSMA.

УДК: 512

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННЫХ k -ЗНАЧНЫХ ПОРОГОВЫХ ФУНКЦИЙ И СИНТЕЗ ПОДСТАНОВОК НА ИХ ОСНОВЕ

Владимир Глебович Никонов, д-р.техн.наук, член президиума

Тел.: 8 (916) 676-29-28, e-mail: nikonovv@yandex.ru.

Российская академия естественных наук

<http://www.raen.info>

Данил Андреевич Сошин, студент

Тел. 8 (916) 220-79-96, e-mail: danil_re@list.ru

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт «Квант» ФГУП НИИ КВАНТ

Предложен геометрический способ построения сбалансированных пороговых k – значных функций. Разработан новый метод синтеза на их основе биективных отображений.

Ключевые слова: пороговая функция, сбалансированная функция, регулярная система, подстановка.

В работе рассматривается геометрический метод построения k – значных пороговых функций и подход к компактной реализации биективных отображений специального вида на основе построенных функций. Построение таких систем можно рассматри-

вать как результат продолжения и развития исследований, начатых в работах В.Г. Никонова, А.В. Саранцева, Е.С.Сидорова [2; 3; 4], посвященных изучению регулярных систем однотипных булевых функций. Перенос на k – значный случай генерации подстановок в пороговом базисе удалось осуществить для конкретного сравнительно узкого класса функций, но при этом для различных значений k при размерности



В.Г. Никонов



Д.А. Сошин

пространства $n = 3,4$.