

УДК 681.33

Е.В. Удод

МОДЕЛИРОВАНИЕ В SIMULINK ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ПОЛИМОДУЛЬНЫХ 4-ЯРУСНЫХ СИСТЕМАХ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ РЕШЕНИЕМ ЗАДАЧ

Рассматривается возможность применения параллельного сбора и обработки информации в полимодульных 4-ярусных системах с параллельным решением задач с целью уменьшения общего времени решения задач сбора и обработки данных. Приводится описание блочной структуры и некоторых частей компьютерной модели, построенной в пакете Simulink. В статье описываются аналитические зависимости, используемые при построении компьютерной модели, для оценок частичного и общего времени съёма и обработки информации. Проводится исследование влияния в общее время решения задач сбора и обработки данных времени затрачиваемого на обработку информации на ярусах и времени необходимого на её передачу между ярусами по сетевому каналу. В статье показано, что применение такого архитектурного решения при построении системы сбора и обработки данных может позволить снизить общее время обработки информации в 1,5–2 раза по сравнению с последовательными решениями.

Компьютерное моделирование; системы сбора и обработки информации; распределённая параллельная обработка информации.

E.V. Udod

MODELLING IN SIMULINK ESTIMATIONS OF TIME OF COLLECTION AND INFORMATION PROCESSING IN POLYMODULAR 4-JARUSNYH SYSTEMS WITH PARALLEL PROBLEM SOLVING

In article possibility of application parallel collection and information processing in polymodular 4-jarusnyh systems with parallel problem solving for the purpose of reduction common time of problem solving collection and data processing is considered. The description of block structure and some parts the computer model constructed in package Simulink is resulted. In article the analytical dependences used at construction of computer model, for estimations of partial both common time съёма and information processings are described. Influence research during common time of problem solving collection and data processing time spent for information processing on circles and time necessary on its transmission between circles on the network channel is carried out. In article it is shown, that application of such architectural solution at construction system collection and data processing presumes to lower common time of information processing in 1,5-2 times in comparison with consecutive solutions.

Computer modeling; the collection and information processing systems; the distributed parallel information processing.

Современные системы сбора и обработки информации с датчиков (СОИД) во многих случаях осуществляют сложную математическую обработку данных, а их компоненты разнесены на значительные расстояния. Такие системы СОИД зачастую выполняются в виде модулей, собирающих и обрабатывающих данные. Эти модули объединяются в ветви, построенные на базе промышленных сетей, и осуществляют параллельный сбор и обработку информации с нескольких датчиков и источников сигналов. Такая физическая организация систем СОИД позволяет называть их полимодульными многоярусными системами с параллельным решением задач. При разработке систем такого типа, требуется проведение оценки времени затрачиваемого на сбор, обработку и передачу информации на разных ярусах системы с учётом параллельной обработки данных.

Целью данной работы является, основываясь на результатах компьютерного моделирования в Simulink, показать преимущество параллельной полимодульной 4-ярусной организации систем СОИД перед последовательным сбором и обработкой информации.

В качестве базы при моделировании использовалась полимодульная 4-ярусная система с параллельным решением $G=D/n$ групп задач на ярусах 1, 2, 3 [1]. Блочная структура компьютерной модели в Simulink приведена на рис. 1.

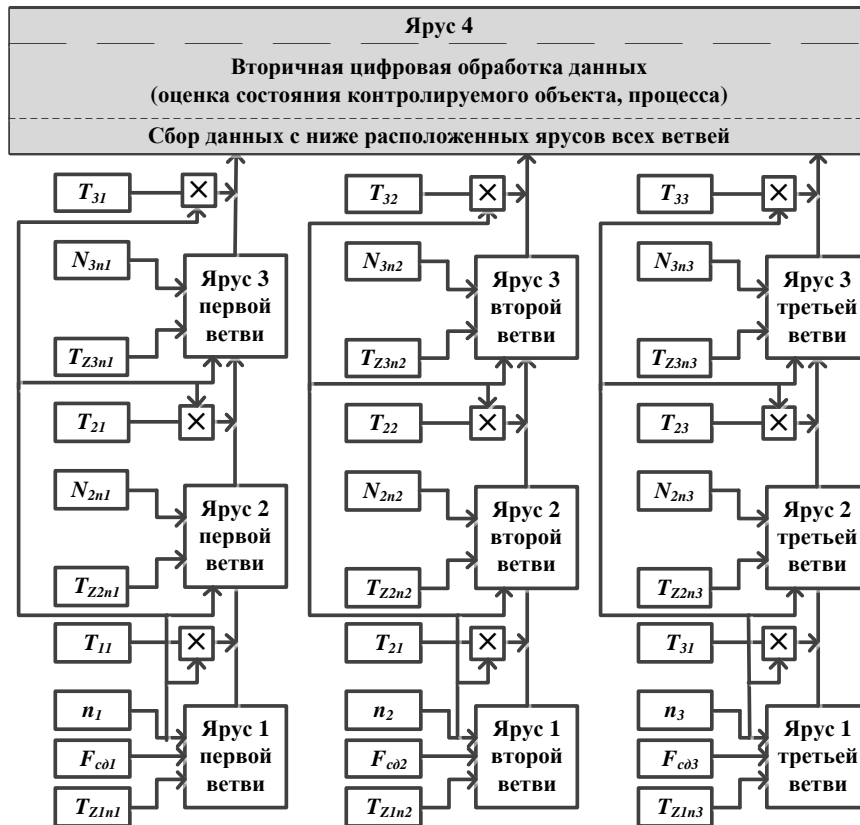


Рис. 1. Блочная структура модели параллельно-последовательной системы с параллельным решением $G=D/n$ групп задач на ярусах 1, 2, 3

Компьютерная модель построена в пакете Simulink, входящим в состав матричной математической системы MATLAB.

В рассматриваемой модели на ярусе 1 для каждой ветви заданы: число датчиков n_k (где k – номер ветви), флаг установки последовательного или параллельного сбора информации с датчиков (F_{cok}), время съёма информации с каждого датчика (T_{z1nk}). Для каждой ветви задано время передачи информации для одного датчика с яруса 1 на ярус 2 (T_{1k}).

Для каждого яруса 2 установлены: число операций первичной цифровой обработки сигналов для каждого сигнала (с учётом допустимости различного набора первичных цифровых операций для каждого датчика) (N_{n2k}), время каждой операции на втором ярусе каждого датчика (T_{z2nk}). Для каждой будет определено время передачи информации для одного датчика с яруса 2 на ярус 3 (T_{2k}).

Для яруса 3 каждой ветви в разработанной модели задано: число операций первого уровня вторичной цифровой обработки для каждого сигнала с датчика (с учётом возможности разного количества операций первого уровня вторичной цифровой обработки) (N_{n3k}), длительность первого уровня вторичной цифровой обработки для каждого датчика (T_{Z3nk}). Также для каждой ветви установлено время передачи информации для одного датчика с яруса 3 на ярус 4 (T_{3k}).

Для оценки времени СОИД на первом ярусе:

1. Если информация с каждого датчика обрабатывается последовательно (рис. 2,а) необходимо просуммировать время съёма и обработки информации с каждого датчика:

$$T_{Z1\Sigma k} = \sum_{L=1}^{n_k} T_{Z1nk}$$

2. Если информация собирается и обрабатывается параллельно (рис. 2,б) время съёма и обработки информации на первом ярусе следует оценить как:

$$T_{Z1\Sigma k} = \max(T_{Z1nk})$$

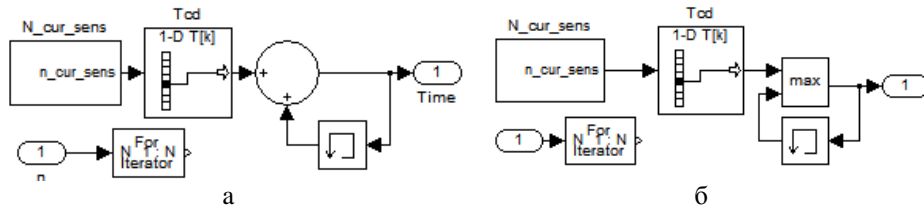


Рис. 2. Блоки оценки времени съёма информации на первом ярусе при последовательной (а) и параллельной (б) обработке

Время передачи данных с яруса 1 на ярус 2 ($T_{\Sigma 1k}$), если для каждого датчика передаётся одинаковый объём информации), оценивается как:

$$T_{\Sigma 1k} = n_k T_{1k}$$

Оценка времени обработки информации на втором ярусе каждой ветви осуществляется следующим образом:

1. Оценивается время обработки информации с каждого датчика на втором ярусе (рис. 3) по формуле

$$T_{Z2\Sigma nk} = \sum_{L=1}^{N_{n2k}} T_{Z2nk}$$

2. Суммируется время обработки информации с каждого датчика.

$$T_{Z2\Sigma k} = \sum_{L=1}^{n_k} T_{Z2\Sigma nk}$$

На рис. 4 приведена реализация данного блока в Simulink.

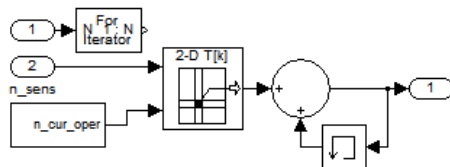


Рис. 3. Оценка времени обработки данных с каждого датчика

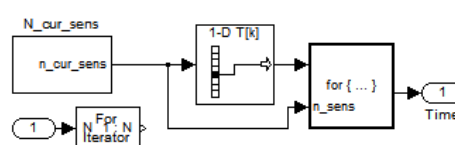


Рис. 4. Оценка времени обработки информации на втором ярусе

Для учёта времени передачи информации по сетевому каналу со второго яруса на третий ($T_{\Sigma 2k}$) T_{2k} задаётся кратным T_{1k} ($T_{2k} = M_1 T_{1k}$). Следовательно:

$$T_{\Sigma 2k} = n_k T_{2k} = n_k M_1 T_{1k}.$$

Оценки времени обработки данных на третьем ярусе каждой ветви осуществлялись аналогично оценкам времени обработки на втором ярусе. Время передачи информации с третьего яруса на четвёртый оценивается как:

$$T_{\Sigma 3k} = n_k T_{3k} = n_k M_1 T_{2k}.$$

Просуммировав время съёма и обработки информации на первом, втором и третьем ярусах со временем передачи информации с первого яруса на второй и со второго на третий получим время готовности информации к передаче на ярус 4 для каждой ветви:

$$T_{Z3k} = T_{Z1\Sigma k} + T_{\Sigma 1k} + T_{Z2\Sigma k} + T_{\Sigma 2k} + T_{Z1\Sigma k} + T_{Z3\Sigma k}.$$

Для нахождения времени получения информации со всех ветвей на ярус 4 необходимо:

1. Определить номер ветви (*min*) съёма и обработки информации, с которой завершится не позднее остальных (ветвь с наименьшим временем решения задачи съёма и обработки данных):

$$T_{Z3\Sigma min} = \min(T_{Z31}, T_{Z32}, T_{Z32}).$$

2. Определить время, когда информация с выбранной ветви поступит в ярус 4:

$$T_{Z3min} = T_{Z3\Sigma min} + T_{\Sigma 3kmin}.$$

3. Определить номер ветви (*middle*) со средним временем решения задачи съёма и обработки данных $T_{Z3\Sigma middle}$.

4. Определить будет ли готова информация с данной ветви к передаче на ярус 4 ко времени окончания передачи информации с ветви с наименьшим временем решения задачи съёма и обработки данных:

$$T_{Z3\Sigma middle} \leq T_{Z3min}.$$

Если это условие выполняется, то время получения информации с двух наиболее быстродействующих ветвей можно оценить как:

$$T_{Z3\Sigma min+middle} = T_{Z3min} + T_{\Sigma 3middle}.$$

В противном случае необходимо ещё учесть время ожидания, когда закончится обработка данных в ветви со средним временем решения задачи сбора и обработки информации:

$$T_{Z3\Sigma min+middle} = T_{Z3min} + (T_{Z\Sigma 3middle} - T_{Z3min}) + T_{\Sigma 3middle}.$$

5. Определить номер ветви (*max*) с максимальным временем решения задачи съёма и обработки данных $T_{Z3\Sigma max}$.

6. Определить будет ли готова информации с данной ветви к передаче на ярус 4 ко времени окончания передачи информации с двух ранее рассмотренных ветвей:

$$T_{Z3\Sigma max} \leq T_{Z3min+middle}.$$

Если это условие выполняется, то время получения информации со всех ветвей на ярус 4 можно оценить как:

$$T_{Z3} = T_{Z3min} + T_{\Sigma 3middle} + T_{Z3\Sigma max}.$$

В противном случае необходимо ещё учесть время ожидания, когда закончится обработка данных в ветви с максимальным временем решения задачи сбора и обработки информации:

$$T_{Z3} = T_{Z3\Sigma min+middle} + (T_{Z\Sigma 3max} - T_{Z3\Sigma min+middle}) + T_{\Sigma 3max}.$$

В случае если происходило ожидание получения информации на четвёртом ярусе или ожидание передачи информации на третьем ярусе какой-либо ветви, то при следующем цикле сбора и обработки информации произойдёт сдвиг во времени этих операций. В результате этого система начнёт более рационально исполь-

зовать время, выделенное на решение поставленной перед ней задачи. Хотя наиболее оптимальный режим работы системы во времени будет обеспечен при наличии буфера сбора данных между третьими ярусами и четвертым, в котором будет автоматически накапливаться информация, которая ещё не была обработана на четвертом ярусе.

Следует учесть, что если несколько ветвей имеют одинаковое время решения задачи съёма и обработки информации, то более быстродействующей считается ветвь, имеющая меньший порядковый номер.

Сравним время решения задачи СОИД при использовании 4-ярусной системы с последовательным решением задач со временем решения аналогичной задачи 4-ярусной системы с параллельным решением задач. Исследование проводилось при различных отношениях времени, затраченного на передачу информации между модулями ко времени, затраченному на съём и обработку информации ($T_{\Sigma k}/T_{Z\Sigma k}$). Результаты сравнения приведём на рис. 5.

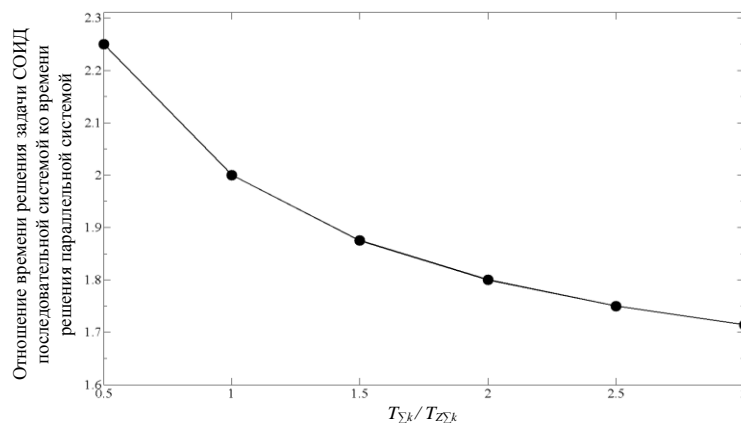


Рис. 5. Сравнение длительности обработки информации в параллельной и последовательной системе

Из рис. 5 можно сделать вывод, что применение системы с параллельной обработкой информации позволяет снизить время решения задачи сбора и обработки данных более чем в 2 раза при условии, что затраты на сетевой обмен не превысят длительности съёма и обработки информации. Если затраты на сетевой обмен информацией превысят время сбора и обработки информации, то применение параллельного решения задач позволит снизить время решения задачи сбора и обработки информации примерно в 1,5 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пьявченко О.Н. Конфигурации сетевых полимодульных информационных микрокомпьютерных систем // Материалы международной научно-технической конференции «Перспективы развития навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo». – Донецк: ДонНТУ, 2010. – С. 113-117.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.В. Тютиков.

Удод Евгений Васильевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: kafmps@ttpark.ru; 347900, г. Таганрог, ул. Петровская, 81; тел.: 88634328025; кафедра микропроцессорных систем; доцент.

Udod Evgeniy Vasilievich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: kafimps@tppark.ru; 81, Petrovskaya street, Taganrog, 347900, Russia; phone: +78634328025; the department of microprocessor systems; associate professor.

УДК 681.3

Ю.В. Ладыженский, Д.Д. Моргайлов, Моатаз Юнис

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕТЕВЫХ ПРОЦЕССОРОВ**

Рассматривается проблема создания высокопроизводительных специализированных сетевых процессоров и их программного обеспечения для обработки потоков данных на разных уровнях стека протоколов и для маршрутизации потоков пакетов в ядре Интернета. Описана обобщенная схема, проанализированы требования, основные задачи проектирования и перспективные пути повышения эффективности сетевых процессоров. Разработана архитектура программного комплекса для исследования производительности сетевых процессоров. Комплекс предназначен для расчета показателей эффективности многопоточных-многопроцессорных сетевых процессоров. В состав программного комплекса входит набор аналитических и имитационных моделей, обеспечивающих построение зависимостей показателей эффективности архитектуры от интенсивности входного потока процессора и других параметров. Приведены примеры результатов расчетов.

Сетевой процессор; программный комплекс; эффективность; производительность; модели.

Y.V. Ladyzhensky, D.D. Morgajlov, Moataz Younis

**SOFTWARE SOLUTION FOR PERFORMANCE ANALYSIS OF NETWORK
PROCESSORS**

A problem of high performance ad-hoc network processors hardware and software development is considered. Network processors are used for processing data flows on different levels of a protocol stack and for routing of packet flows in Internet core. A generalized structure of network processor is described, requirements, main tasks of development and prospective ways for network processor efficiency increasing are analyzed. Software system architecture to research network processor productivity is developed. The system is intended for calculating efficiency indexes of multithread and multicore network processors. Software system consists of analytical and simulating models for obtaining architecture efficiency indexes depending of processor input packet flow rates and other parameters. Examples of calculation results are given.

Network processor; software system; efficiency; productivity; simulations.

Введение. Требования к пропускной способности компьютерных сетей неуклонно повышаются. Рост интенсивности обмена данными, необходимость обеспечения высокого качества обслуживания сетевых приложений, учет периодически возникающих задержек в передаче данных и потери пакетов при недостаточной производительности и ограниченных ресурсах памяти делают процессоры общего назначения неэффективными для маршрутизации и управления сетью. Это увеличивает актуальность проблемы создания высокопроизводительных специализированных сетевых процессоров (СП) и их программного обеспечения для обработки потоков данных на разных уровнях стека протоколов и для маршрутизации огромных высокоскоростных потоков пакетов в ядре Интернета.