Beliacov Stanislav Leonidovich
Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.
E-mail: beliacov@yandex.ru.
46/1, Roza Luksemburg street, Taganrog, Russia.
Phone: 8(8634)371-743.
Professor.

Samoilov Dmytri Stanislavovich
Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.
E-mail: duma@yandex.ru.
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.
Phone: 8(8634)371-743.
Student.

Sholomitski Anatoly Arkadievich
Donetsk national technical university.
E-mail: sholomitskij@gis.dgtu.donetsk.ua.
Phone: 8(062)301-07-81.
Professor.

УДК 004.42

В.Е. Золотовский, М.Ф. Гильванов

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ

В статье рассматриваются вопросы построения систем с произвольной разрядностью для реализации высокоточных алгоритмов определения координат объектов. При построении таких систем предлагается использовать представление данных в кодах “опережающий перенос”. Подробно рассматривается математическая модель высокоточного определения угловых координат объектов, для которой определяется набор операций.

Антенная решётка; моделирование; эквидистантный; длина волны; корреляционная матрица; собственные значения; Эрмитова матрица; метод Якоби.

V.E. Zolotovsky, M.F. Gilvanov

DATA PROCESSING SYSTEM FOR PRECISION DEFINITION OF OBJECTS' ANGULAR COORDINATES

In paper questions of development of systems with arbitrary dimensionality for implementation of precision algorithms of objects coordinates definition are considered. At creation of such systems it is offered to use data presentation in codes “forward carry”. Is considered the mathematical model of precision definition of objects angular coordinates and defined set of operations.

Array; simulation; equidistant; wave-length; a correlation matrix; eigenvalues; Hermitian matrix; Jacobi method.

Введение

В настоящее время в науке и технике большое значение приобретает решение задач представляющих мировой интерес (климат, океанические течения и др.). Однако их решение наталкивается на недостаток производительности существующих средств вычислительной техники, что обусловлено их высокой сложностью. Поэтому, как и в предыдущие годы, остро стоит вопрос о существенном поднятии производительности вычислительных средств для систем моделирования, работающих в реальных или ускоренных масштабах времени.

Наряду с этим существенно возросли и требования к погрешности моделирования. А если принять во внимание, что все математические операции выполняются над числами, представленными в форматах с фиксированной длинной разрядной сетки, то сохраняется необходимость разработки алгоритмов имеющих малую погрешность округления за счёт изменяемой разрядности.

Рассмотрим одну из задач моделирования высокоточного определения угловых координат объектов. Антенная решетка представляет набор ненаправленных микрофонов, расположенных эквидистантно в вертикальной плоскости (рис. 1).

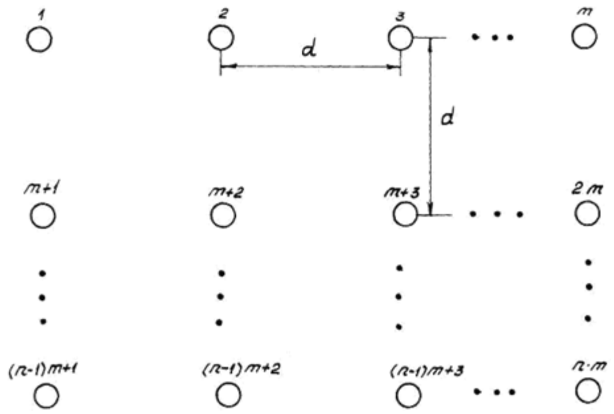

Рис. 1. Расположение и нумерация гидрофонов

Считаем, что измерение ведется на одной частотной компоненте, для которой расстояние между гидрофонами $d = \frac{\lambda}{2}$, где λ – длина волны.

Амплитуды сигналов постоянны. На каждый микрофон аддитивно воздействует гауссова помеха, некоррелированная по каналам приема.

В результате аналитическое выражение для амплитуды напряжения в опорном канале имеет вид:

$$\varepsilon_x = A_1 \exp \xi_j \left\{ \alpha_1 + \frac{2\pi d}{\lambda} \left[(mx-1)\sin\psi_1 \cos Q_1 - (nx-1)\sin Q_1 \right] \right\} +$$

$$+A_2 \exp \xi_j \left\{ \alpha_2 + \frac{2\pi d}{\lambda} \left[(mx-1)\sin\psi_2 \cos Q_1 - (nx-1)\sin Q_1 \right] \right\} + . \qquad (1)$$

$$... + A_k \exp \xi_j \left\{ \alpha_k + \frac{2\pi d}{\lambda} \left[(mx-1)\sin\psi_k \cos Q_1 - (nx-1)\sin Q_1 \right] \right\} + U_n ,$$

где A_1, A_2, …, A_k – амплитуды сигналов;

α_1, α_2, …, α_k – случайные фазы, имеющие равномерный закон распределения в интервале + 180°;

mx – номер столбца антенной решетки;

nx – номер строки антенной решетки;

x – номер опорного канала;

ψ_1, ψ_2, …, ψ_k, – проекция в горизонтальной плоскости пространственного угла, характеризующего направление прихода сигналов;

Q_1, Q_2, …, Q_k – проекция в вертикальной плоскости пространственного угла, характеризующего направление прихода сигналов;

U_n – шумовая помеха.

$$P_{x,y} = \left(\sum \varepsilon x \cdot \varepsilon \dot{y} \right) / l_1 , \qquad (2)$$

где $x \in \overline{1, nx}$;

$y \in \overline{1, mx}$;

l_1 – количество усреднений;

Матрица $P_{x,y}$ – Эрмитова [3]. Эрмитовыми называются матрицы вида

$$P + iQ; \qquad (3)$$

где P – вещественная и симметричная

Q – вещественная и косометрическая, т.е.

$$QT = -Q, \qquad (4)$$

где T – знак транспонирования

Фундаментальная алгебраическая проблема заключается в определении λ, при которых система однородных уравнений с неизвестными:

$$Ax = \lambda x;$$

имеет нетривиальное значение

$$(A - I\lambda)x = 0. \qquad (5)$$

Нетривиальное решение существует, если матрица $(A - I\lambda)$ особенная, т.е.

$$det(A - I\lambda) = 0 \qquad (6)$$

или если записать в виде многочлена

$$\alpha_0 + \alpha_1\lambda + ... + \alpha_{n-1}\lambda^{n-1} + (-1)^n \lambda^n = 0 . \qquad (7)$$

Выражение (7) – характеристическое уравнением матрицы А.

Корни (7) являются собственными значениями матрицы А. Каждому собственному значению λ соответствует одно нетривиальное x. Основные арифметические операции при отыскании λ:

- умножение;
- алгебраическое суммирование;
- деление.

Рассмотрим схему умножения, как наиболее длительную операцию при отыскании собственных значений матрицы. Данная операция реализуется в коде "опережающий перенос". В этом случае вся операция производится над отдельными группами независимо друг от друга (рис. 2). При этом в качестве схемы умножения используется стандартный матричный умножитель 9x9 бит, имеющийся в ПЛИС. В данном случае старший 9 бит используется как дополнительный в соответствии с кодом «опережающий перенос».

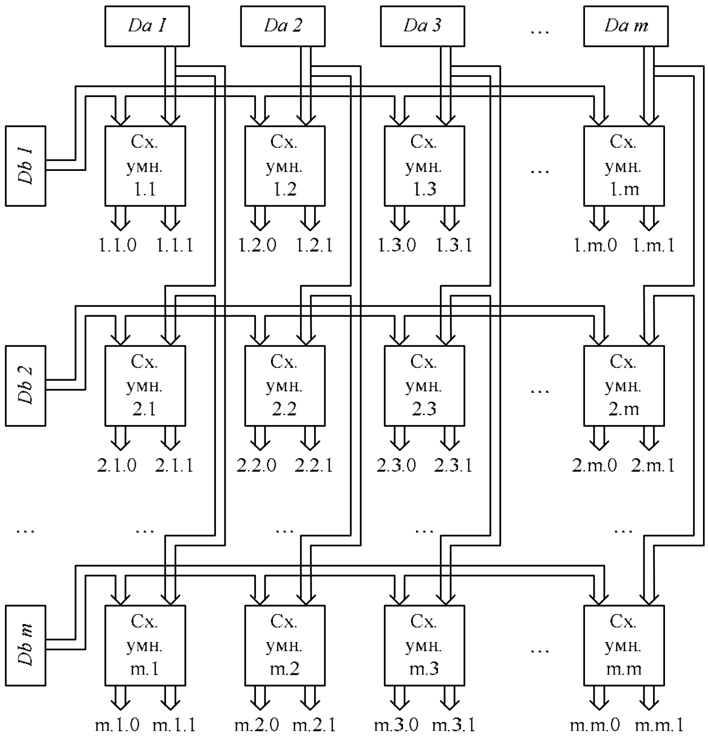

Рис. 2

Деление при реализации алгоритма Якоби производится на константу и может быть заменено умножением на обратную величину без существенной потери скорости сходимости. Для получения произведения двух полей обход групп осуществляется так, как это показано на рис. 3 [1]. Начинается обход со старших групп. На рис. 3 показано умножение 4-х старших групп множителя на 4 старшие группы множимого. Результатом является частичное произведение, состоящее из 9-и групп. Старшая первая группа, как правило, нулевая, если не возникает переноса из второй группы. Умножение остальных групп осуществляется аналогично.

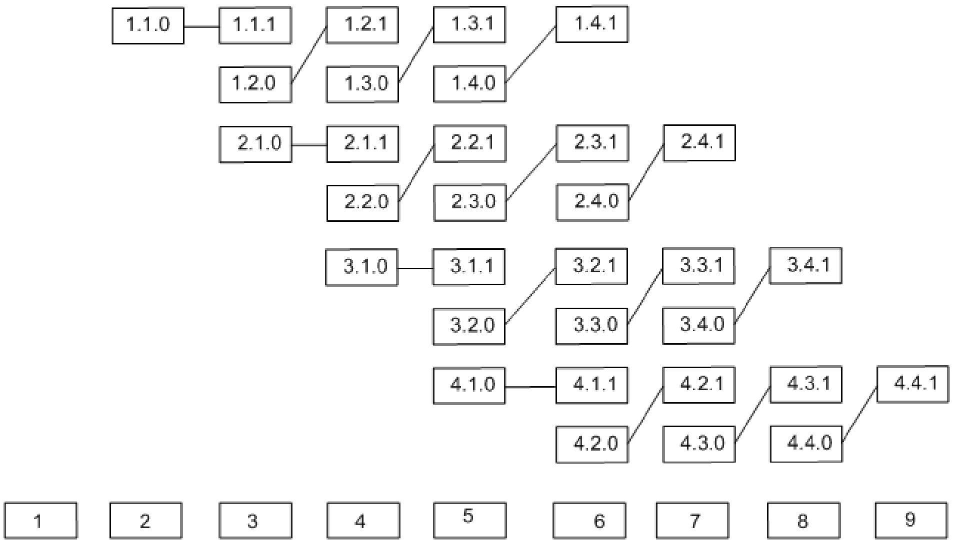

Рис. 3

Полученные частные произведения групп с выходов матричного умножителя поступают в сумматор частных произведений. Сумматор частных произведений построен по пирамидальной схеме, которая обеспечивает минимальное время получения частичных произведений.

На рис. 4 показана полная схема устройства умножения. Она состоит из матричного умножителя, сумматора частных произведений и сумматора-накопителя частичных произведений, на выходе которого получается результат умножения.

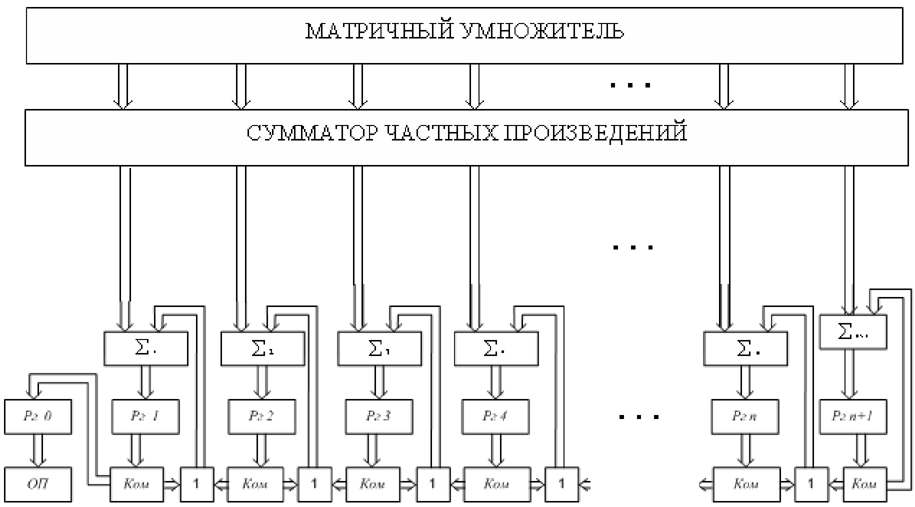

Рис. 4

Время решения можно оценить как:

$$t = l \cdot \left]\frac{n^2 - n}{4r}\right[\cdot \left((2\tau_{y\delta} + \tau_0) \cdot \left]\frac{n}{2r}\right[^2 + \left]\frac{2r}{r}\right[\cdot \left]\log_2 2r\right[\cdot \left(\tau_y + \tau_C + \tau_0\right) + 10\tau_y + \right.$$

$$\left. + 2 \cdot \tau_g + 12\tau_C + 10\tau_n\right), \qquad (8)$$

где l – число итераций,

n – размер действительной матрицы,

$\tau_{y\delta}$ – время перемножения блоков,

τ_y – время умножения,

τ_C – время сложения,

τ_g – время деления,

τ_n – время пересылки.

В соответствии с выражением, используя данные таблицы и полагая l = 30 и длительность такта 10 нс, получим время определения собственных значений для матриц следующих размерностей:

матрица 20 x 20, = 0,0002 с;

матрица 50 x 50, = 0,003 с;

матрица 200x200, = 0,41 с.

В заключении отметим, что данная параллельная структура достаточно просто реализуется в ПЛИС и может использоваться, как аппаратный ускоритель в системах первичной обработки данных ГАС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Золотовский В.Е.* Практикум по арифметическим и алгоритмическим основам проблемно-ориентированных вычислительных систем. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2007. – 160 с.
2. *Поспелов Д.А.* Арифметические основы вычислительных машин дискретного действия. – М.: Высшая школа, 1970. – 120 с.
3. Библиотека алгоритмов 151б – 200б: Справочное пособие. Вып. 4 / Под ред. М.И. Агеева. – М: Радио и связь, 1981. – 184 с.

Золотовский Виктор Евдокимович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: zol@dce.tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 8(8634) 371-428.

Кафедра вычислительной техники.

Профессор.

Гильванов Марат Фаритович

ФНПЦ ОАО “НПО “Марс”.

E-mail: mars@mv.ru.

432022, г. Ульяновск, ул. Солнечная, д. 20.

Тел.: 8(8422) 26-27-72.

Научно-исследовательское отделение.
Начальник.

Zolotovsky Victor Evdokimovich
Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”
E-mail: zol@dce.tsure.ru.
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.
Phone: 8(8634)371-428.
Department of Computer Engineering.
Professor.

Gilvanov Marat Faritovich
FRPC OJSC "RPA “Mars”.
E-mail: mars@mv.ru.
20, Solnechnaya street, Ulyanovsk, 432022, Russia.
Phone: 8(8422)262-772.
Chief of research branch.

УДК 519.6: 621.37

А.Ф. Кононов

О ПРОБЛЕМЕ СИНТЕЗА СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ХАОТИЧЕСКОЙ НЕСУЩЕЙ: СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

В работе рассмотрены проблемы, возникающие при осуществлении управляемой хаотической синхронизации. Выполнение процедуры конструирования систем передачи данных осложняется появлением ряда новых задач, например, синтеза законов управления в реконструированном пространстве состояний.

Динамический хаос; передача информации; управляемая хаотическая синхронизация.

A.F. Kononov

ABOUT THE PROBLEM OF DATA COMMUNICATION SYSTEM SYNTHESIS WITH CHAOTIC CARRIER: SYNERGETICS APPROACH

This paper is an attempt to explore some new problem concerning controlled chaotic synchronization. This procedure maked difficult by systems significant nonlinearity as well as appearing of some new problems, e.g. control law synthesis in reconstructed state space.

Dynamics chaos; data communication; controlled chaotic synchronization

Использование хаотических колебаний в качестве носителей информации имеет как ряд достоинств, так и недостатков [1]. Известно несколько способов организации ввода информационного сигнала в хаотическую несущую.