

УДК 004.9

ВЫБОР СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

Кармышова Ю.В., Сальников И.И.

*Пензенский государственный технологический университет, Пенза,
e-mail: alexey314@yandex.ru*

В статье описан метод многопараметрического выбора средств обработки последовательного потока данных для специализированных систем цифровой обработки информации. В зависимости от предметной области задаются характеристики входного временного сигнала, такие как динамический диапазон, средне-квадратическая ошибка, отношение сигнал/шум, а также максимальная частота в спектре сигнала. Эти параметры определяют характеристики аналого-цифрового преобразования. Затем необходимо представить алгоритм цифровой обработки информации. Далее выполняется формирование целевой функции на основе нормализации характеристик, приводящих оценки всех параметров к одному масштабу и размерности, что необходимо для их сопоставления. Затем формируется множество допустимых решений с учетом взаимосвязи основных характеристик алгоритмов и выполняется определение схемы компромиссов, когда полученные частные решения объединяются в одно общее решение.

Ключевые слова: средство реализации алгоритма, цифровая обработка информации, функция выбора

CHOICE TOOLS OF A REALIZATION OF ALGORITHM OF DIGITAL INFORMATION PROCESSINGS WITH USE MULTIPARAMETER FUNCTION

Karmyshova Y.V., Salnikov I.I.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: alexey314@yandex.ru

The article describes a method of multiparameter selection of means for processing a serial data stream for specialized digital information processing systems. Depending on the subject area, the characteristics of the input time signal are set, such as the dynamic range, the root-mean-square error, the signal-to-noise ratio, and the maximum frequency in the signal spectrum. These parameters determine the characteristics of the analog-to-digital conversion. Then it is necessary to present the algorithm of digital information processing. Next, the objective function is formed on the basis of the normalization of characteristics, leading to estimates of all parameters to the same scale and dimension, which is necessary for their comparison. Then, a set of admissible solutions is formed taking into account the interrelation of the main characteristics of the algorithms and the determination of the scheme of compromises is carried out when the obtained particular solutions are combined into one general one.

Keywords: the tool of a realization of algorithm, digital information processing, choice function

К настоящему времени накоплен богатый опыт в методах и средствах реализации алгоритмов цифровой обработки информации (ЦОИ). Однако, выбор этих средств реализации является в большей степени субъективным. В первую очередь, при этом, играет приверженность и имеющийся практический опыт разработчиков к тем или иным средствам реализации. При таком субъективном подходе невозможно оценить – насколько оптимальным явилось выбранное средство. Это обстоятельство усугубляется усложнением решаемых задач в связи с широким развитием информационных технологий.

В этой связи актуальной является задача разработки методов выбора и обоснования средств реализации алгоритмов ЦОИ. В общем виде, поставленную задачу решить практически невозможно из-за огромного количества условий, которые необходимо учесть. Поэтому ограничим область применимости средств реализации алгоритмов двумя условиями:

– исходным сигналом для разрабатываемого устройства или системы ЦОИ является последовательный временной сигнал $S(t)$, преобразуемый в последовательный поток данных. Подобные сигналы имеют широкое распространение. К ним можно отнести сигнал ТВ-изображения с выхода телекамеры в системах технического зрения, сигналы передачи данных по сетям, сигналы в системах сбора и обработки информации, сигналы с выходов датчиков в технических средствах охраны и т.п.;

– другим условием, ограничивающим рассматриваемую предметную область, является реализация алгоритмов ЦОИ в виде специализированных устройств и систем. Это значит, что проектируется некоторое устройство с заданными функциями, которые в процессе эксплуатации кардинально не изменяются. Например, это может быть телевизионный датчик с реализованными в нем алгоритмами накопления, обнаружения и классификации изображений. Это может быть цифровая система сопровождения

и целеуказания для высокоточных технологий. Это может быть бортовой вычислитель координат местонахождения объекта в пространстве в глобальной системе навигации и т.п. То есть, специализированные устройства и системы выделяются нами в противовес универсальным ЭВМ, в которых может быть реализован любой алгоритм ЦОИ, и которые обладают целым рядом преимуществ перед специализированными устройствами и системами и лишь в одном уступают им – это в экономической целесообразности использования универсальных ЭВМ в специфических задачах ЦОИ.

В данной статье обсуждается метод многопараметрического выбора средств обработки последовательного потока данных для специализированных систем обработки информации. Любая задача выбора является задачей целевого сужения множества альтернатив, при этом задачу выбора лучшего решения можно разделить на три подзадачи:

- формирование целевой функции на основе нормализации характеристик, приводящих оценки всех параметров к одному масштабу и размерности, что необходимо для их сопоставления;

- получение множества допустимых решений с учетом взаимосвязи основных характеристик алгоритмов;

- определение схемы компромиссов, т.е. объединение полученных частных решений в одно общее.

Описание альтернатив, правил их сравнения даются в терминах какой-либо измерительной шкалы. В результате приходим к задаче выбора в условиях неопределенности, в которой применяют методы, учитывающие критерии отбора признаков, и использующих свертку совокупности показателей к единственному. Выделяется главный критерий, ограничивая значения остальных, либо свертываются все критерии в один суперкритерий.

Другим подходом является использование многокритериального выбора, устанавливающего соотношение между всеми критериями выбора, которые являются для данной задачи локальными показателями.

При проектировании быстродействующих устройств обработки последовательного потока данных разработан критерий выбора и обоснования использования средств реализации исходного алгоритма. При этом, исходными условиями являются априорные данные о сигнале, помеховой обстановке и условиях обработки. На основе анализа

исходного алгоритма и параметров обрабатываемого сигнала, формируются требования к средствам реализации. Обобщая все вышеизложенное приведем схему (рис. 1), показывающую взаимосвязь между заданным алгоритмом, вычислительным процессом, а также способами и средствами реализации алгоритма.

В зависимости от предметной области задаются характеристики входного временного сигнала, такие как динамический диапазон (или максимальное и минимальное значение сигнала), среднеквадратическая ошибка (СКО) представления входного сигнала, а также максимальная частота в спектре сигнала. Альтернативой СКО может служить отношение сигнал/шум. Эти параметры определяют характеристики АЦП и если они не заданы, то как минимум, необходимо задать разрядность и интенсивность входного потока данных.

Затем для выбора и обоснования средства реализации необходимо представить алгоритм ЦОИ в виде описания на естественном языке или на языке программирования высокого уровня, посредством логических схем, графов и т.д.

На основании представленного алгоритма формируется вычислительный процесс, представляющий собой последовательность элементарных операций.

Подобный выбор средств реализации алгоритмов рассматривался в работе [1]. Однако там осуществлялся выбор между аналоговыми, когерентно-оптическими и цифровыми средствами обработки сигналов. В данной работе рассматривается выбор между программными и аппаратными цифровыми средствами обработки сигналов.

Для разработки методики выбора средства реализации необходимо связать некоторой универсальной характеристикой множество параметров сигнала и алгоритма с характеристиками средств реализации, то есть необходимо сформировать некоторую целевую функцию вычислительного процесса:

$$\beta_{\text{ВП}} = \beta_{\text{ВП}} \{X_1, X_2, \dots, X_m | \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m\}, \quad (1)$$

которая будет зависеть от множества параметров $\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$ таких как динамический диапазон входного сигнала, количество отсчетов входного и выходного сигнала, количество вычислительных операций, время преобразования, а также от их характеристических свойств $\{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m\}$. Все параметры, входящие в (1), могут быть представлены в единицах различных физи-

ческих величин. Удобнее в качестве аргументов целевой функции (1) использовать безразмерные параметры, выполняя нормирование каждого из множества $\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$ по множеству $\{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m\}$. В результате получим нормированные безразмерные параметры: $K_{\Pi i} = X_i / \gamma_i$. Тогда целевая функция примет вид:

$$\beta_{\text{ВП}} = \beta_{\text{ВП}} \{K_{\Pi 1}, K_{\Pi 2}, \dots, K_{\Pi m}\}. \quad (2)$$

алгоритмов. Определим следующие параметры моделей алгоритма: динамический диапазон входного сигнала D_S ; вид преобразования в виде параметра трансформации отсчетов N_{TO} ; количество вычислительных операций N_{OP} ; параметр сложности алгоритма, учитывающий статистические свойства операций P_{OP} ; время выполнения преобразования вычислительным процессом $T_{\text{ВП}}$.

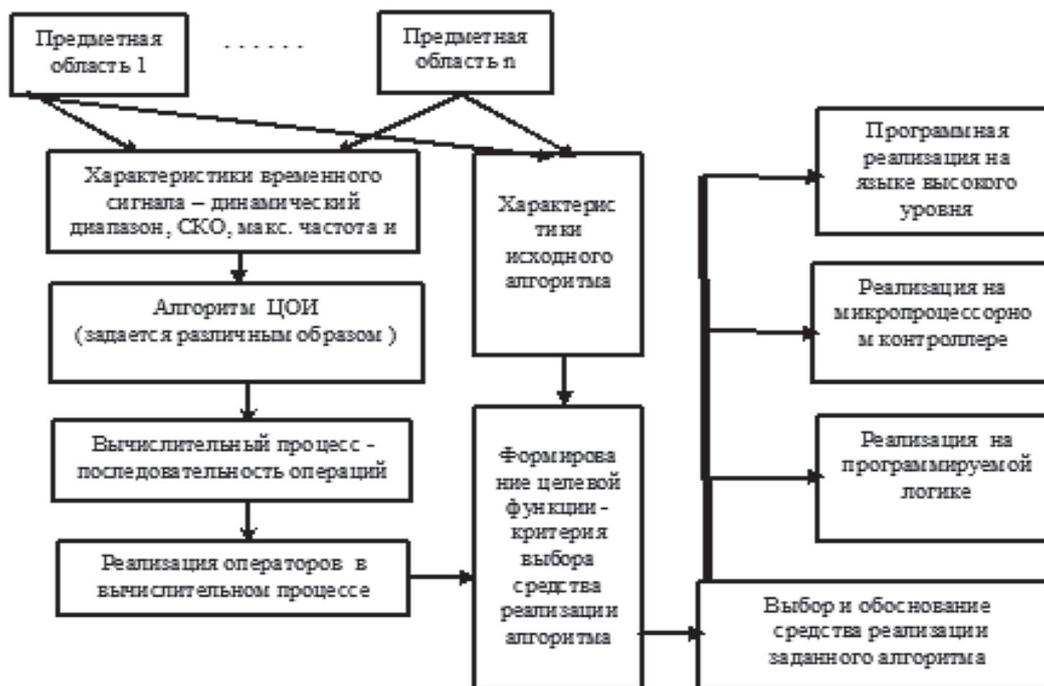


Рис. 1. Структурная схема

Множество параметров необходимо объединить некоторой функцией, которая даст нам обобщенный параметр α_{Π} :

$$\alpha_{\Pi} = f \{K_{\Pi 1}, K_{\Pi 2}, \dots, K_{\Pi n}\}. \quad (3)$$

В работе предлагается для решения задачи оптимального выбора средства реализации заданного алгоритма определить преобладающий тип операций, влияющий на быстродействие и производительность проектируемых устройств ЦОИ. Для этого выделим три основных вида алгоритмов: управляющие, вычислительные и преобразовательные.

Для каждого вида алгоритма необходимо создать модели, характеризующие поведение целевой функции в зависимости от интегрального параметра α_{Π} и определяющие выбор различных средств реализации

Далее необходимо пронормировать полученные параметры $\{D_S, N_{TO}, N_{OP}, P_{OP}, T_{\text{ВП}}\}$ по множеству характеристических свойств $\{\gamma_s, \gamma_{to}, \gamma_{op}, \gamma_p, \gamma_T\}$, чтобы получить безразмерные параметры. Совокупность всех нормированных параметров модели алгоритма объединим некоторой параметрической функцией – $\alpha_{\Pi}^{(M)} = f \{K_{\Pi 1}, K_{\Pi 2}, \dots, K_{\Pi n}\}$. Таким образом, целевая функция распадается на три для каждой модели алгоритмов:

$$\beta_{\text{ВП}}^{(M)} = \beta_{\text{ВП}}^{(M)} \{ \alpha_{\Pi}^{(M)}, K_{\text{BA}}^{(M)} \}; \quad (4)$$

где $K_{\text{BA}}^{(M)}$ – коэффициент, учитывающий вид модели алгоритма.

В работе выделены три основных средства реализации алгоритмов: программные, с использованием языков программирования высокого уровня и реализуемые

на ПЭВМ; микропроцессорные на базе микроконтроллеров; средства реализации с использованием программируемой логики на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС).

Для каждой из указанных выше моделей алгоритмов (рис. 2) определена целевая функция вычислительного процесса $\beta_{\text{ВП}}^{(M)}$ (4), графики которых представлены на рис. 4. Коэффициент вида алгоритма $K_{\text{ВА}}^{(M)}=0$, соответствует управляющим алгоритмам, $K_{\text{ВА}}^{(M)}=1$ – вычислительным, $K_{\text{ВА}}^{(M)}=2$ – преобразовательным алгоритмам. На графиках целевых функций моделей алгоритмов отмечены три зоны – области значений целевой функции, соответствующие средствам реализации: зона 1 – для программных средств (ПС), зона 2 – для микропроцессорных (МП), зона 3 – для программируемой логики (ПЛИС). Совокупность зон определяет множество средств реализации моделей алгоритмов $\text{CP}^{(M)} = \{\text{ПС}, \text{МП}, \text{ПЛИС}\}$.

ший вид алгоритма. Попадание точки $\beta_{\text{ВП}}^{(A)}$ в соответствующую зону целевой функции модели алгоритма и определяет средство реализации. Условие попадания в некоторую зону средств реализации можно записать в виде

$$\beta_{\text{ВП}}^{(A)} \in \Delta_{\text{CP}}^{(M)}.$$

В общем виде решение о выборе средства реализации примет вид:

$$\text{CP}^{(A)} = \text{CP}^{(M)} \{\text{ПС}, \text{МП}, \text{ПЛИС}\},$$

при $\beta_{\text{ВП}}^{(A)} \in \Delta_{\text{CP}}^{(M)}$, (4)

т.е. принимается решение о выборе средства реализации алгоритма $\text{CP}^{(A)}$, принадлежащего множеству $\text{CP}^{(M)}$ при условии попадания значения целевой функции заданного алгоритма $\beta_{\text{ВП}}^{(A)}$ в интервал значений, соответствующих одной из трех зон целевой функции $\Delta_{\text{CP}}^{(M)}$.

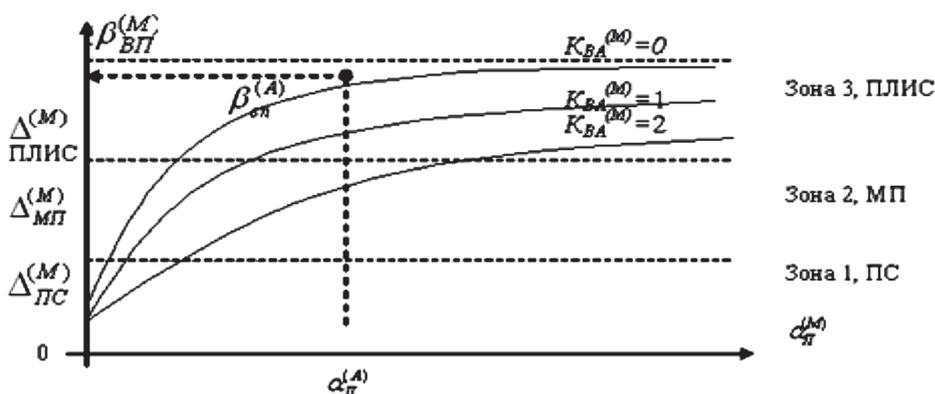


Рис. 2. Целевая функция выбора

В качестве критерия выбора средства реализации заданного алгоритма используется соотношение между значением целевой функции $\beta_{\text{ВП}}^{(A)}$ для конкретного алгоритма и целевой функцией соответствующей модели алгоритма $\beta_{\text{ВП}}^{(M)}$.

$$\beta_{\text{ВП}}^{(A)} = \beta_{\text{ВП}}^{(M)}(\alpha_{\text{П}}^{(A)}, K_{\text{ВА}}^{(A)}), \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{П}}^{(A)}$ – обобщенный параметр исходного алгоритма; $K_{\text{ВА}}^{(A)}$ – параметр, учитываю-

Далее необходимо определить аналитический вид зависимостей (2), (3) и граничные значения зон и значений интервалов $\Delta_{\text{CP}}^{(M)}$, что будет сделано в последующих работах.

Список литературы

1. Сальников И.И. Выбор и обоснование метода обработки растровых пространственно-временных сигналов // Современные технологии безопасности. – 2003. – №2. – С. 19–21.