

УДК 681.586

М.В. Федулеева**РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОГО БЛОКА СЖАТИЯ В СОСТАВЕ
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Предложена структура построения адаптивного блока сбора и обработки информации для применения в измерительных системах. Проведен выбор аппаратных и алгоритмических средств реализации. Свойство адаптивности реализовано за счет выбора наиболее оптимального базиса дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) из базы базисов в зависимости от характеристик входного сигнала. На основе предложенной адаптивной структуры и проведенного исследования данной структуры предложена оптимальная реализация ДВП. Разработана модель блока в среде Simulink и проведено исследование его характеристик. Доказана эффективность применения схемы сжатия данных на основе ДВП для построения блока сбора и обработки данных многоканальных измерительных систем.

Блок сжатия; дискретное вейвлет-преобразование; одноплатный компьютер.

M.V. Feduleeva**DEVELOPING OF THE MULTICHANNEL COMPRESSION BLOCK AS A
PART OF MEASURING SYSTEM**

The construction structure of the adaptive compression and processing information block for application in measuring systems is offered. The version of hardware and algorithmic engineering environment is selected. Property of adaptability is realized due to optimal discrete wavelet transform (DWT) basis choice from base depending on input signal characteristics. On the basis of the offered adaptive structure and the conducted research of the given structure optimum DWT realization is offered. The block model in the Simulink is developed and research of its characteristics is conducted. Efficiency of DWT compression scheme application for development of data gathering and processing block for multichannel measuring systems is proved.

The compression block; the discrete wavelet transform; the single board computer.

В настоящее время при разработке различных измерительных систем широкое применение находят новые компьютерные технологии, основанные на современных методах обработки эмпирических данных. Их внедрение способствует повышению скорости и точности обработки информации, автоматизации процесса контроля, что существенно снижает трудоёмкость и стоимость затрат на разработку систем.

Кроме того, для современных измерительных систем характерно то, что они обеспечивают одновременную передачу большого числа измеряемых параметров. В настоящее время уже создано и используется достаточно много систем такого многоканального типа. Одним из перспективных классов многоканальных систем являются распределенные информационно-измерительные системы, строящиеся на основе интеллектуальных датчиков. В качестве одного из вариантов реализации подобной архитектуры предлагается концепция построения адаптивной измерительной системы на основе блока сбора данных с внутрисхемной обработкой данных и функцией сжатия данных. В данной работе будет рассмотрено применение дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) при разработке подобных систем.

Целью работы является разработка адаптивного многоканального блока сжатия измерительных сигналов на основе вейвлет-преобразования. Свойство адаптивности реализовано в данной системе за счет выбора наиболее оптимального базиса вейвлет-разложения из базы базисов в зависимости от характеристик входного сигнала [1].

Построение адаптивной системы сжатия измерительных сигналов требует больших вычислительных затрат. На данный момент специализированные устройства, базирующиеся на двух и более цифровых процессорах обработки сигналов, занимают основное положение в задачах сжатия и обработки измерительных сигналов. Однако не менее перспективным является использование при разработке блока сжатия одноплатного компьютера, имеющего на одной плате процессор, оперативную и постоянную память, устройства ввода-вывода, тем более с учетом имеющихся преимуществ:

- ◆ компактный размер, который играет важную роль практически во всех случаях, но критичен в основном для мобильных применений. Для одноплатных компьютеров он определяется форм-фактором и количеством плат расширения;
- ◆ низкое энергопотребление, которое тесно связано с допустимым верхним пределом диапазона рабочих температур;
- ◆ устойчивость к механическим воздействиям, что является важнейшим требованием при эксплуатации изделия;
- ◆ возможность эксплуатации в широком температурном диапазоне. Допустимый нижний предел актуален для устройств, работающих на улице или в помещениях с неустойчивым энергоснабжением;
- ◆ устойчивость к электромагнитным помехам, которая актуальна при эксплуатации устройств вблизи генераторов, моторов и иных источников сильных электромагнитных полей и электростатических разрядов;
- ◆ гибкость. Эта возможность наращивания и варьирования функций системы путем комплексирования одноплатного компьютера с платами расширения чрезвычайно важна в системах с широким спектром задач.

В связи с тем, что разные задачи требуют разной вычислительной мощности и различного набора интерфейсов, фирмы-производители стараются выпускать большое количество модификаций одноплатных компьютеров, а также снабжать их стандартными шинами расширения для наращивания функциональных возможностей. Возникновение сегмента одноплатных компьютеров позволило радикально ускорить появление новых изделий, поскольку предоставило разработчикам систем, в частности измерительных, готовые и достаточно дешёвые платформы для создания готовой продукции различных видов, ориентированной на конкретные приложения [2]. Для разработки блока сжатия на основе одноплатного компьютера остается только выбрать алгоритмические решения и написать специализированное программное обеспечение (ПО) и при необходимости дополнить блок набором требуемых интерфейсов. Однако для разработки данного ПО требуется построение модели разрабатываемого устройства. В данной работе модель была выполнена в среде Simulink(Matlab). Модель определяется 25 входными потоками и 1-им выходным потоком и состоит из 11-ти типовых блоков, указанных на рис. 1.

Блок опроса предназначен для организации опроса подключенных к системе датчиков в соответствии с используемым протоколом (протокол может быть как промышленным, так и собственной разработки).

Блок ДВП реализует вейвлет-преобразование входных сигналов. Согласно концепции дискретного вейвлет-анализа [3] сигнал $f_0(x)$ декомпозируется на две функции $f_1(x) \in V_1$ и $e_1(x) \in W_1$:

$$f_0(x) = f_1(x) + e_1(x) = \sum_k c_{1,k} \phi_{1,k}(x) + \sum_k d_{1,k} \psi_{1,k}(x),$$

где $c_{j,k}$ и $d_{j,k}$ могут быть рассчитаны через фильтры h и g :

$$c_{j,k} = 2^{1/2} \sum_k c_{j-1,n} h_{n+2k} ,$$

$$d_{j,k} = 2^{1/2} \sum_k d_{j-1,n} g_{n+2k} .$$

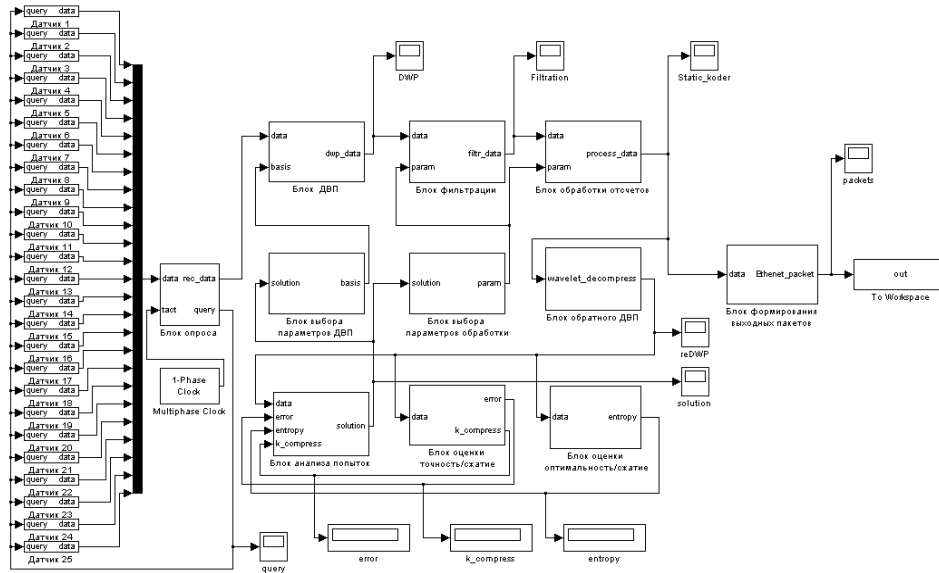


Рис. 1. Модель адаптивной системы сбора и обработки данных

Применяя J -шаговое ДВП к N элементам последовательности исходного сигнала, получим последовательности $c_j, d_j, d_{j-1}, \dots, d_1$, в которых общее количество данных, полученное путем сложения длин этих последовательностей, снова будет равно N . Следует заметить, что данное разложение позволяет сконцентрировать всю имеющуюся в сигнале информацию в немногих значимых коэффициентах, а остальные коэффициенты ДВП после разложения близки к нулю. Эта особенность концентрации является основной предпосылкой для сжатия данных [4].

Для достижения высоких степеней сжатия преобразование должно обеспечивать максимально возможную локализацию энергии сигнала в частотной области. Это эквивалентно тому, что большая часть коэффициентов преобразования должна быть приравнена к нулю. Обнулению или фильтрации целесообразнее подвергать высокочастотные компоненты сигнала, которые соответствуют малым размерам деталей при проведении вейвлет-анализа. Данная процедура выполняется в блоке фильтрации системы.

Блок обработки отсчетов служит для конечного сжатия отсчетов сигнала. При применении вейвлет-разложения сигнала очень хорошие результаты показывает статистическое кодирование (в частности метод арифметического кодирования), которое позволяет представить коэффициенты ДВП как можно меньшим количеством бит, в результате получается сжатый сигнал. Следует отметить, как бы ни было реализовано кодирование, оно является обратимым, поэтому не допускает потерь.

В качестве еще одного шага обработки отсчетов, предшествующего статистическому кодированию, в данной работе предлагается использовать предсказание данных или экстраполяцию, которая заключается в получении упрежденных значений коэффициентов ДВП на основе предшествующих данных. Если текущее

значение коэффициента отличается от предшествующего не больше, чем на величину заданного допуска, то оно отбрасывается. Основное преимущество данной процедуры в том, что она позволяет повысить число одинаковых коэффициентов для их последующего статистического кодирования.

Ядром данной адаптивной системы является обратная связь, реализованная за счет добавления блоков обратного ДВП, оценки отношения оптимальность/степень сжатия, оценки отношения точность/степень сжатия, анализа попыток сжатия, выбора параметров ДВП и алгоритма обработки.

Блок обратного ДВП предназначен для сборки сигнала, представленного в виде набора отсчетов, коэффициентов ДВП, и имеет те же параметры, что и блок ДВП. Анализируя выходной сигнал с данного блока, остальные блоки дают оценку оптимальности применяемого вейвлетного базиса, погрешности и коэффициента сжатия полученного сигнала, на основе чего блоком анализа попыток сжатия принимается решение о выборе оптимального вейвлета. До того как будет принято решение о выборе оптимального вейвлета, блоками выбора параметров ДВП и алгоритма обработки выполняется эвристическая оценка сигналов, поступающих с блоков обратной связи, и будет произведена соответствующая настройка параметров блоков ДВП и обработки.

После выполнения всех этапов обработки сигнал подается на блок формирования выходных пакетов, где в соответствии с принятым протоколом формируется выходной сигнал.

Для анализа предложенной архитектуры было проведено исследование модели блока сжатия на ряде сигналов (рис. 2).

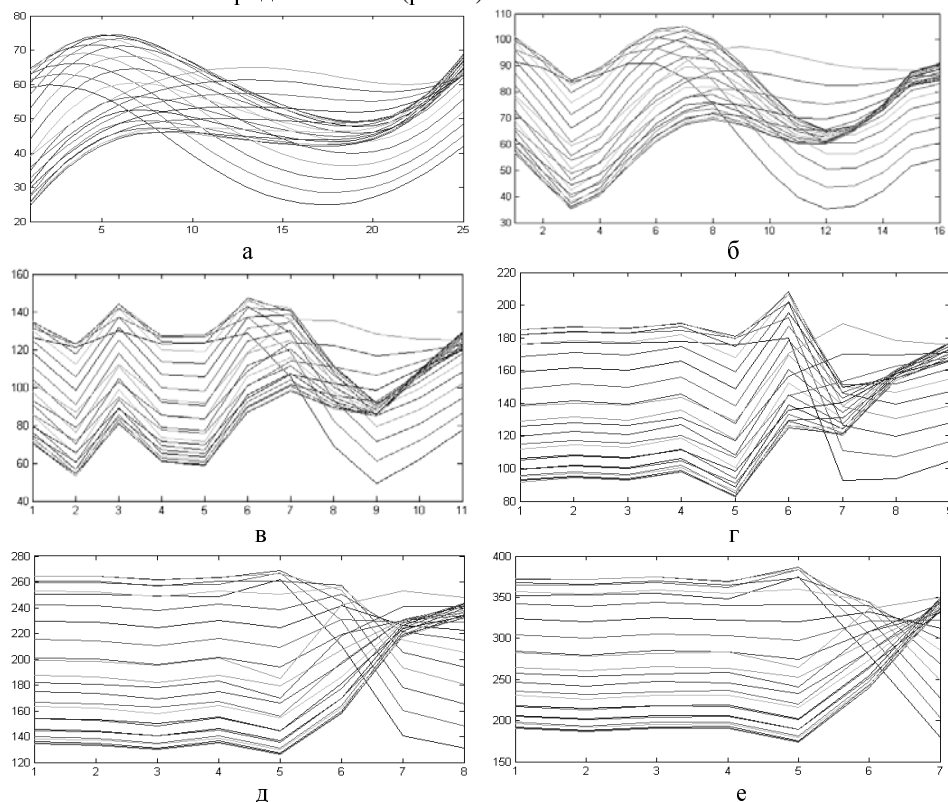


Рис. 2. Исходные данные по 25-ти каналам системы (а), сжатые значение в соответствии с уровнем вейвлет-разложения 1–5 (б–е)

Проведенные исследования модели показывают, что, применяя только ДВП, невозможно добиться высоких степеней сжатия. Однако данный способ демонстрирует неплохие сжимающие и шумоплавляющие свойства, и, применяя схему сжатия на основе ДВП и алгоритмов последующей обработки, можно достичь высоких коэффициентов сжатия с приемлемой погрешностью восстановления.

В ходе проведенного анализа была доказана эффективность применения схемы сжатия данных на основе ДВП для построения блока сбора и обработки данных многоканальных измерительных систем. На основе предложенной адаптивной структуры и проведенного исследования данной структуры предложена оптимальная реализация дискретного вейвлет-преобразования, позволяющего представлять и передавать данные измерительных систем более компактным образом. Использование систем на основе предложенной структуры предоставляет возможность проводить эффективную обработку и сжатие нестационарных сигналов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Биленко А.А., Ситников В.С.* Компьютерная система сжатия и восстановления многомерных сигналов на основе вейвлет-преобразования // Научный вестник Черновецкого университета. – 2008. – № 423.
2. *Кругляк К.* Одноплатные компьютеры для встраиваемых систем // Современные технологии автоматизации. – 2003. – № 4.
3. *Воробьев В.И., Грибунин В. Г.* Теория и практика вейвлет-преобразования. – СПб.: ВУС, 1999. – 204 с.
4. *Штрак Г.-Г.* Применение вейвлетов для ЦОС. – М.: Техносфера, 2007. – 192 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор С.В. Тарарыкин.

Федулеева Марина Владимировна – Открытое Акционерное Общество «Научно исследовательский институт физических измерений» (г. Пенза); e-mail: niifi@sura.ru; 440026, г. Пенза, ул. Володарского, 8/10; тел.: 88412591932; ведущий инженер-программист.

Feduleeva Marina Vladimirovna – Open Joint-stock company «Scientifically research institute of physical measurements» (Penza); e-mail: niifi@sura.ru; 8/10, Volodarskogo street, Penza, 440026, Russia; phone: +78412591932; engineer-programmer.

УДК 004.896

Ю.В. Чернухин, Ю.С. Доленко, П.А. Бутов

БИОНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБРАБОТКЕ СЕНСОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Рассматриваются особенности использования бионического подхода при обработке сенсорной информации нейросетевой системой управления интеллектуального мобильного робота. Описывается подход к построению бортовой системы отображения информационной модели внешней среды в управляющую нейросеть. Информационная модель является результатом обработки данных, полученных с бортовых сенсоров мобильного робота (аналоговые ПЗС камеры, радиальный фасеточный светочувствительный датчик). Предлагаемый бионический подход построения и отображения модели внешней среды базируется на математической модели ганглиозных клеток сетчатки, а также предлагаемой пороговой функции, формирующей единый подход к восприятию препятствий и целей (вне зависимости от условий освещенности для каждой из камер).

Нейронные сети; бионический подход; робототехника; системы технического зрения.