

ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Долинина О.Н., Козлецов А.П.

Саратовский государственный технический,
Саратов

Построение эффективных автоматизированных систем управления технологическим процессом является одним из важнейших условий получения экономической выгоды. Быстрое развитие электронной техники ведет к появлению в составе АСУТП достаточно мощных вычислительных устройств, способных реализовывать сложные алгоритмы обработки сигналов.

Одним из наиболее мощных прикладных методов цифровой обработки сигналов является вейвлет-анализ. В его основе лежит вейвлет-преобразование, базисные функции которого, в отличие от базисных функций преобразования Фурье, обладают как пространственной, так и временной локализацией. Эта особенность позволяет использовать вейвлет-преобразование при анализе нестационарных сигналов, содержащих ограниченные по времени компоненты.

Существует непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование. Непрерывное вейвлет-преобразование требует больших вычислительных затрат и поэтому не может быть использовано в современных системах управления реальным временем. Дискретное вейвлет-преобразование определяется формулами:

$$c_r = \sum_s h_s f_{2r+s},$$

$$d_r = \sum_s g_s f_{2r+s}.$$

Наборы коэффициентов c и d называются, соответственно, аппроксимирующими и детализирующими коэффициентами. Фильтры h и g называются вейвлет-фильтрами и строятся на основе вейвлет-функций. Аппроксимирующие коэффициенты соответствуют низкочастотной части сигнала, детализирующие коэффициенты – высокочастотной. В большинстве реальных сигналов информация содержится в области низких частот, а в области высоких частот сосредоточены помехи и случайные возмущения. Следовательно, дискретное преобразование может быть применено как для отделения полезного сигнала от шума, так и для выделения кратковременных высокочастотных возмущений.

Системы управления реальным временем должны обрабатывать большие объемы информации и делать это достаточно быстро. Высокие требования могут предъявляться и к точности вычислений. Повышение скорости и точности вычислений может быть достигнуто в результате перехода к целочисленной арифметике. Обычно обрабатываемый сигнал получается с выхода аналогово-цифрового преобразователя, а, значит, состоит из целых величин. Однако коэффициенты вейвлет-фильтров, как правило, представляют собой действительные числа. Задача перехода к целочисленной арифметике сводится к построению целочисленных вейвлет-фильтров.

В работе [2] для построения целочисленного преобразования используется лифтинг – техника построения вейвлетов с заданными свойствами. Один из полученных вариантов преобразования определяется формулами:

$$\begin{cases} d_k^1 = \text{int} \left(\frac{c_{2k}^0 + c_{2k+2}^0}{2} \right) - c_{2k+1}^0, k = 0, \dots, N-2, \\ d_{N-1}^1 = c_{N-2}^0 - c_{N-1}^0, \\ c_0^1 = c_0^{1,0} - \text{int} \left(\frac{d_0^1}{2} \right), \\ c_k^1 = c_k^{1,0} - \text{int} \left(\frac{d_{k-1}^1 + d_k^1}{4} \right), k = 0, \dots, N-2, \\ c_{N-1}^1 = c_{N-2}^{1,0} - \text{int} \left(\frac{d_{N-2}^1 + d_{N-1}^1}{4} \right) \end{cases}$$

Для сравнения эффективности оба метода были реализованы на программируемом логическом контроллере S7-226 фирмы Siemens. Для реализации использован язык Ladder Diagram (LAD), входящий в семейство промышленных языков программирования, определяемых стандартом МЭК 1131-3. Для дискретного вейвлет-преобразования число операций действительного сложения и умножения определяется формулами (n – длина сигнала, L – длина вейвлет-фильтра):

$$\begin{aligned} N_{\text{сф}} &= n(L+1), \\ N_{\text{нел}} &= n(2L+1). \end{aligned} \quad (1)$$

При реализации целочисленного вейвлет-преобразования требуется n операций целочисленного умножения и $14n+5$ операций сложения.

Операция целочисленного сложения требует 29 мкс, целочисленного умножения – 47 мкс, действительного сложения – 71 мкс, действительного умножения – 55 мкс. Пусть требуется обработка сигнала, содержащего 1000 отсчетов. При дискретном преобразовании используется вейвлет-фильтр Добеши 6-го порядка, содержащий 12 коэффициентов. Тогда, в случае обработки сигнала единым блоком, дискретное преобразование потребует приблизительно 2,5 с, в то время как дискретное – только 0,447 с.

Таким образом, несмотря на сложность построения целочисленного вейвлет преобразования, его использование позволяет достичь большей скорости обработки сигналов, что является очень важным при реализации систем управления реальным временем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. S7-200 Programmable Controller System Manual. Siemens AG, 2004.
2. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. СПб.: Изд-во ВУС, 1999.
3. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004.
4. Каримов Р.Н. Основы теории случайных процессов. Волгоград: РПК «Политехник», 2003.

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ
ВНЕДРЕНЧЕСКИХ РАБОТ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ОРГАНИЗАЦИЕЙ НА КРУПНОМ
ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Карелин А.Н.

*Филиал Санкт-Петербургского государственного
морского технического университета,
Северодвинск*

Рассматриваются проблемы проектирования, монтажа и наладки систем контроля, учета и управления энергообеспечением с использованием микропроцессорных комплексов на крупном промышленном предприятии при проведении работ внешней научно-исследовательской и внедренческой организацией (их нормативного и технического обеспечения). На основе опыта проведения и организации работ с участием сторонних предприятий или компаний предлагаются к рассмотрению вопросы, связанные с эффективным взаимодействием подразделений этих предприятий.

Цель работы – усовершенствование системы учета и контроля энергоресурсов на базе современной аппаратуры и оборудования и интеграция ее в единую (по предприятию) систему на базе передовых информационных технологий. Работы проводились на объектах Государственного Российского центра атомного судостроения в соответствии с требованиями организационных документов и стандартов, действующих на предприятиях.

Работы по созданию автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) на предприятии следует начинать с обследования системы электроснабжения. Основанием для проведения обследования является заявка предприятия на внедрение АСКУЭ и договор на выполнение изыскательных работ, заключаемый между предприятием и разработчиком системы.

Обследование предприятий проводится (с учетом Закона РФ “Об энергосбережении” и “Правил проведения энергетических обследований предприятий”) для определения необходимости экономической эффективности разработки и внедрения на предприятии АСКУЭ, уточнения состава функций системы и сбора данных для дальнейших этапов ее разработки. Для проведения работ утверждается план обследования, а результаты обследования оформляются двухсторонним актом. Перед выполнением обследования руководитель предприятия за 2-3 недели информируется о предстоящем обследовании. Одновременно на предприятие направляются:

- программа проведения обследования промышленного предприятия по эффективности использования электрической энергии;
- показатели работы предприятия;
- нерациональный расход и резервы экономии электроэнергии.

Энергетическое обследование проводится в два этапа. На первом этапе собираются общие данные об энергосбережении предприятия, проверяются документы, характеризующие работу предприятия. Документация по системе электроснабжения находится,

как правило, в отделе главного энергетика. При необходимости могут быть привлечены специалисты других подразделений (ОГТ, ПЭО, бухгалтерия). На втором этапе обследования проверяется состояние использования электрической энергии.

Разделение компетенции проектной организации и предприятия-заказчика при проведении работ может осуществляться следующим образом. Предприятие по субподрядному договору обеспечивает проектанту или субподрядной организации необходимые условия для проведения работ на объекте. Проектант или субподрядная организация выполняет работы в объеме своего задания, отчитывается за их выполнение, предоставляет копии отчетов предприятию, участвует в координации и контроле хода выполнения работ, сдает выполненную работу предприятию, проводит согласование проектных и технических решений по системе энергоучета.

**ЗАЩИЩЕННАЯ АНТИКОЛЛИЗИЯ В
СИСТЕМАХ РАДИОЧАСТОТНОЙ
ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ В
ВИДЕ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО
ОПИСАНИЯ АППАРАТУРЫ**

Лайков Ю.М.

ООО «Ридер»,

Москва

Для того чтобы радиочастотный считыватель мог собрать информацию со всех радио-меток в его поле, необходимо чтобы в алгоритмах работы системы радиочастотной идентификации была реализована т.н. процедура «антиколлизии», предназначенная для разрешения ошибок, вызванных одновременным ответом нескольких меток на запрос считывателя, порождающим «коллизия» (от англ. Collision - столкновение), то есть ситуацию, когда считыватель не способен распознать принятые данные вследствие их наложения в радиоканале. Существующие основные алгоритмы антиколлизии основаны на:

- а) распределении меток по т.н. «временным интервалам» («Time slots»), когда каждая метка закрепляется за некоторым фиксированным промежутком времени, в котором отвечает на запросы;
- б) применении маски – битовой последовательности длиной до размера идентификационного номера – для адресации к некоторой подгруппе меток с общим префиксом;
- в) побитном выделении меток, схожим с вариантом (б), когда подгруппа адресуется путём побитного отсеивания меток.

Наиболее удачным является последний вариант, потому как он более быстр.

Данный алгоритм антиколлизии носит название «алгоритм обхода двоичного дерева» и предполагает поочерёдное вещание считывателем каждого бита уникального номера всех меток в поле. В ответ на каждый бит, пришедший от считывателя, все метки, содержащие этот бит в собственных номерах, будут одновременно отсылать следующий бит, а все не содержащие – переходить в некоторое состояние приостановки, вплоть до подачи команды возобновления