

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

Y. Brayko, R. Imamutdinova

THE DESIGNING OF SMART DEVICES TO ECOLOGIC AND INDUSTRIAL MONITORING SYSTEMS

It is considered the demands to smart devises and analyzed of ecological and industrial monitoring system structures.

Рассмотрены требования, предъявляемые к интеллектуальным приборам, проанализированы варианты структур построения систем экологического и промышленного мониторинга.

© Ю.А. Брайко,
Р.Г. Имамутдинова, 2007

УДК 381.3(031)

Ю.А. БРАЙКО, Р.Г. ИМАМУТДИНОВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО МОНИТОРИНГА

Интеллектуальные приборы (Smart Devices) и интеллектуальные датчики (Smart Sensors) [1] нашли широкое применение в составе сложных компьютерных систем сбора и обработки данных, таких как системы экологического и промышленного мониторинга. Использование интеллектуальных приборов позволяет осуществлять непосредственно на исследуемом физическом объекте не только измерения величин, но также выполнять их обработку, накопление данных, передачу и прием информации с помощью различных каналов связи, выполнять экспресс-анализ и выводить его результаты на цифровой или графический индикатор.

Переход к распределенным системам позволяет повысить оперативность сбора и обработки данных, сделать систему более гибкой, надежной, что, в конечном итоге, приводит к повышению ее эффективности [2].

Интеллектуальные приборы должны обеспечивать работу в автономном и/или интерактивном режимах в течение длительных интервалов времени при изменении условий эксплуатации в широких диапазонах параметров.

Такие требования приводят к необходимости расширения функциональных возможностей по сбору, регистрации и обработке данных, а также функций интерфейса оператора при необходимости получения оперативной информации и визуализации результатов измерений. При этом значительно усиливается встроенное программное обеспе-

чение интеллектуальных приборов, увеличивается вычислительная мощность встроенного процессора, объем памяти программ, оперативной памяти и нестираемой (Flash) памяти измерительной информации.

Рассмотрим функции, реализуемые интеллектуальными приборами в составе системы мониторинга, и представим их в виде множества функциональных операторов, реализуемых системой мониторинга в процессе сбора и обработки данных.

$$\Psi = \{ \Psi_i \},$$

где $i = 1, \dots, n$; n – целое положительное число; $\Psi_1 = \Psi_{ин}$ – оператор измерительного преобразования; $\Psi_2 = \Psi_{ам}$ – оператор аналогового мультиплексирования; $\Psi_3 = \Psi_n$ – оператор нормализации сигнала; $\Psi_4 = \Psi_{вд}$ – оператор выбора диапазона измерения сигнала; $\Psi_5 = \Psi_{цан}$ – оператор цифроаналогового преобразования; $\Psi_6 = \Psi_{анп}$ – оператор аналого-цифрового преобразования; $\Psi_7 = \Psi_{сд}$ – оператор сжатия данных; $\Psi_8 = \Psi_{рв}$ – оператор формирования реального времени и временных меток; $\Psi_9 = \Psi_{нсд}$ – оператор прямого считывания данных; $\Psi_{10} = \Psi_{мп}$ – оператор мониторинга автономного источника питания; $\Psi_{11} = \Psi_{вд}$ – оператор визуализации данных; $\Psi_{12} = \Psi_{нк}$ – оператор настройки и калибровки; $\Psi_{13} = \Psi_{нд}$ – оператор передачи данных.

Каждый из приведенных операторов может в свою очередь быть элементом подмножества, отражающего альтернативные варианты его реализации. Например, оператор измерительного преобразования $\Psi_{ин}$ является элементом множества датчиков, которые могут быть использованы для преобразования измеряемой величины в электрический сигнал, удобный для измерения (преобразования в цифровую форму). Например, уровень воды в гидрогеологической скважине может быть определен двумя способами:

- с помощью датчика давления столба воды (оператор $\Psi_{д}$), расположенного выше датчика;
- с помощью ультразвукового датчика, определяющего время, в течение которого зондирующий эхо-сигнал распространяется от излучателя до поверхности жидкости и обратно к приемнику (оператор $\Psi_{уз}$).

$$\Psi_{ин} = \{ \Psi_{д}, \Psi_{уз} \}$$

Может быть построена классификация интеллектуальных приборов для систем мониторинга на основе выбора различных вариантов реализации функциональных операторов (таблица).

В данной таблице приведены классификационные признаки, представляющие собой функции, выполняемые системой, а также альтернативные варианты их реализации.

ТАБЛИЦА

Классификационный признак	Альтернативы
1	2
Вид измерительного преобразования	Прямое преобразование. Косвенное преобразование
Количество входных каналов	Одноканальный. Многоканальный
Нормализация входных сигналов	С программируемым коэффициентом передачи. Без нормализации сигнала
Способ выбора диапазонов входных сигналов	В аналоговом виде. В цифровом виде
Способ привязки начального значения шкалы	В аналоговом виде. В цифровом виде
По виду аналого-цифрового преобразования	С аналого-цифровым преобразованием последовательного приближения. С $\Sigma - \Delta$ аналого-цифровым преобразованием
По типу сжатия данных	С событийным режимом опроса. С логарифмическим масштабом дискретизации по времени
По способу формирования временной базы	С поддержкой базы реального времени. С формированием временных меток
По наличию режима прямого считывания данных	С возможностью считывания данных в реальном масштабе времени. С накоплением данных во внутренней памяти
По наличию мониторинга автономного источника питания	С встроенной системой мониторинга автономного источника питания. Без встроенной системы мониторинга автономного источника питания
По способу визуализации данных	С визуализацией данных в табличном (символьном) виде на экране индикатора. С визуализацией данных в графическом виде на экране индикатора. С визуализацией данных на экране монитора компьютера
По типу программирования режимов работы и тестирования	С возможностью дистанционного программирования и тестирования. С возможностью программирования и тестирования с помощью автономного пульта управления

Окончание таблицы

1	2
По наличию возможности передачи измерительной информации по каналам связи	С возможностью обмена данными по кабельным каналам связи. С возможностью обмена данными по беспроводным каналам связи. С возможностью обмена данными по оптоволоконным каналам связи

На рисунке представлена обобщенная структурная схема интеллектуального прибора, представляющая собой полный набор структурных блоков $\Phi = \{\varphi_j\}$, с помощью которых могут быть реализованы все необходимые системные функции.

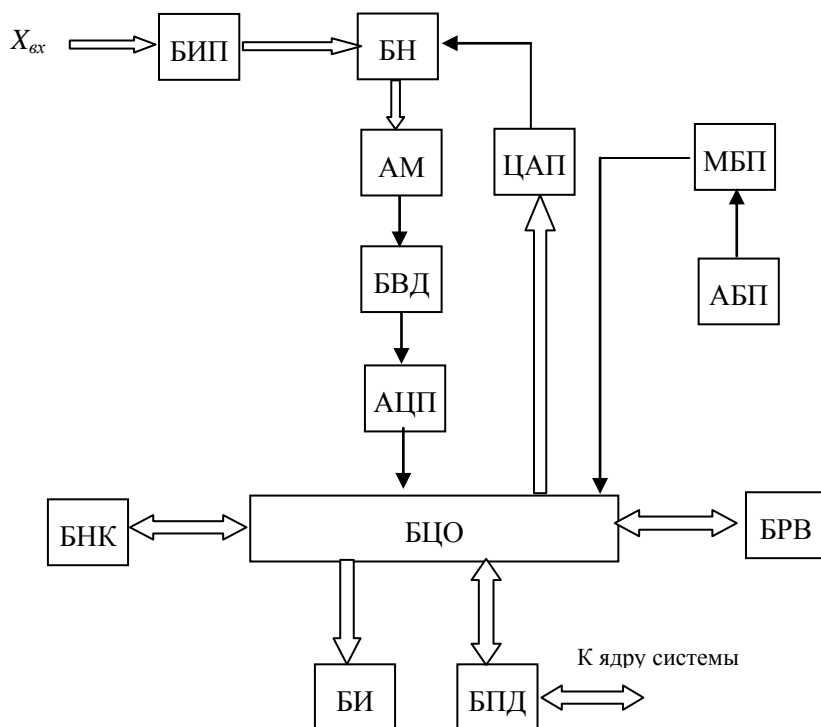


РИСУНОК. Обобщенная структурная схема интеллектуального прибора: БИП – блок измерительных преобразователей; БН – блок нормализации сигналов; АМ – аналоговый мультиплексор; БВД – блок выбора диапазонов; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ЦАП – цифроаналоговый преобразователь; БУО – блок цифровой обработки; БНК – блок настройки и калибровки; БИ – блок индикации; БПД – блок передачи данных; БРВ – блок реального времени; АБП – автономный блок питания; МБП – монитор блока питания

Очевидно, что функциональные элементы из множества Ψ могут быть реализованы с помощью различных структурных элементов. Например, выбор диапазонов сигналов может осуществляться как аппаратно, с помощью блока выбора диапазонов (БВД), так и с помощью блока цифровой обработки (БЦО), если имеется запас по точности АЦП (эффективному количеству двоичных разрядов).

Для выбора оптимальной структуры интеллектуального прибора необходимо выполнить следующие операции:

- определить множество возможных вариантов структур интеллектуального прибора;
- выделить варианты структуры из обобщенной структуры;
- исключить варианты структуры, которые не удовлетворяют ограничениям, накладываемым на значения параметров;
- определить множество компромиссов путем исключения заведомо худших вариантов;
- определить оптимальную структуру путем упорядочения множества компромиссов с помощью критериев эффективности.

Множество возможных вариантов структур интеллектуальных приборов может быть определено путем перебора всех возможных вариантов реализации всего множества функций Ψ . Это множество функций должно быть реализовано с помощью блоков обобщенной структуры с учетом того, что ряд из них может выполняться с помощью вычислительных ресурсов ядра системы мониторинга.

Выходные данные интеллектуального прибора, как подсистемы нижнего уровня, после передачи в компьютер системы должны преобразовываться в форматы, необходимые для дальнейшей обработки с помощью стандартных или специализированных программных пакетов.

Декартово произведение M множеств Ψ и Φ будет представлять собой множество M :

$$M = \Psi \times \Phi .$$

Каждый из элементов этого множества является двойкой $m = \langle \Psi_i, \Phi_j \rangle$. Каждую двойку из множества M можно рассматривать как структурный блок из множества Φ , с закрепленной функцией из множества Ψ .

Среди элементов множества M часть элементов m_{ij} окажутся ложными, поскольку не все элементы множества структурных блоков Φ могут быть использованы для реализации функции Ψ_i из множества Ψ .

После анализа элементов множества M и выделения действительных элементов, воспользовавшись данными из таблицы, можно определить множество $R \subset M$, которое будет содержать только действительные двойки элементов $\langle \Psi_i, \Phi_j \rangle$. Следовательно, множество M будет содержать элементы, которые отражают возможность реализации функциональных операторов с помощью определенных структурных блоков. Каждому функциональному оператору Ψ_i будет поставлено в соответствие подмножество $R(\Psi_i) \subset R$, элементами которого будут двойки, содержащие функциональный оператор Ψ_i .

Множество возможных вариантов структур S определяется как множество

возможных комбинаций элементов, каждый из которых взят из различных подмножеств $R(\Psi_i)$ при условии реализации всех функциональных элементов.

Таким образом, множество возможных вариантов структур S формируется с помощью обобщенной функционально избыточной структуры.

На следующем этапе проектирования множество возможных вариантов S может быть задано на морфологической таблице, которая представляет собой декартово произведение классификационных признаков (параметров) [3]:

$$K = K_1 \times K_2 \times \dots \times K_n.$$

Каждый из параметров K_f задается набором значений классификационного признака:

$$K_f = \{K_{f1}, K_{f2}, \dots, K_{fk}\}.$$

Следовательно, каждой структуре может быть поставлен в соответствие вектор значений классификационных признаков. При необходимости эти значения могут быть пронормированы и приведены к виду, удобному для сравнения.

Как правило, все параметры имеют ограничения, налагаемые на их значения,

$$O = \{O_{f1}, O_{f2}, \dots, O_{fk}\}.$$

Таким образом, структуры, имеющие параметры, не удовлетворяющие ограничениям, могут быть исключены из дальнейшего рассмотрения.

Следующим шагом выбора структуры является определение множества компромиссов. Элементы этого множества не должны обладать свойством абсолютного предпочтения перед другими элементами:

$$P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}.$$

Далее осуществляется упорядочение структур на основе выбранного критерия эффективности. При этом параметры ранжируются и часть из них переводится в разряд ограничений.

Из выделенных параметров формируется обобщенный критерий эффективности путем их свертки или формирования отношения эффект / затраты.

Таким образом, при выборе оптимальной структуры интеллектуального прибора или датчика на первом этапе формируется множество возможных структур, затем количество структур сокращается путем учета ограничений, накладываемых на параметры, и определения множества компромиссов. Завершающий этап состоит в упорядочении множества компромиссов на основе выбранного критерия.

1. *Брайко Ю.А., Имамудинова Р.Г.* Компьютерный измерительный комплекс параметров датчиков физических величин // Комп'ютерні засоби, системи та мережі. – 2004. – № 3. – С. 65–71.
2. *Структурна організація віртуальної лабораторії для проектування засобів обчислювальної техніки / О.В. Палагін, Ю.О. Брайко, І.Б. Галелюка та ін.* // Комп'ютерні засоби, системи та мережі. – 2005. – № 4. – С. 47–56.
3. *Анкундинов Г.И.* Синтез структуры сложных объектов. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1986. – 260 с.

Получено 20.06.2007