Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Н. Н. Хрисанов, В. С. Семёнов, Система для сбора информации с адаптивной коммутацией и логическим поиском активных параметров, *Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки*, 2000, выпуск 9, 157–160

DOI: <https://doi.org/10.14498/vsgtu42>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 3.85.5.30

26 апреля 2023 г., 04:19:47

СИСТЕМА ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ С АДАПТИВНОЙ КОММУТАЦИЕЙ И ЛОГИЧЕСКИМ ПОИСКОМ АКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Рассматриваются принципы построения систем для сбора и передачи информации с адаптивной коммутацией и логическим поиском активных параметров. Описывается структура системы, алгоритм функционирования, решается задача построения оптимальных стратегий поиска активных параметров, производится оценка эффективности применения систем.

Эффективность систем сбора и передачи информации с адаптивной коммутацией в значительной степени определяется способом поиска активных параметров. Известны три способа поиска активных параметров в многоканальной системе: последовательный, параллельный и последовательно -параллельный [1]. Первый способ характеризуется простотой реализации, но время поиска может быть значительным, что может привести к большим ошибкам аппроксимации. Второй - обеспечивает быстрое время поиска, однако сложен для реализации [1,2]. Кроме того, он может привести к большим ошибкам аппроксимации в отдельных каналах в связи с тем, что регистрируется в первую очередь самый активный параметр, и поэтому часть параметров могут вообще не дожидаться своей очереди на обслуживание. В описываемой ниже системе поиск активных параметров производится путем реализации некоторой стратегии поиска, обеспечивающей оптимальное соотношение между временем поиска и погрешностью аппроксимации [3].

Структура системы приведена на рис.1, где ИК - измерительные каналы; Д - датчики; ППА- преобразователи погрешности аппроксимации; БКл- блок ключей; Дш - дешифратор; БВМ - блок выделения максимального сигнала; РЛП - регистр логического поиска; Км - коммутатор; БС - блок сравнения; Тр - триггер; Г - генератор тактовых импульсов; РС - реверсивный регистр; ФСВ - формирователь сигналов времени; АЦП - аналого-цифровой преобразователь; ПК - преобразователь кодов (двоичного в двоично-десятичный); ББП - блок буферной памяти; БСч - блок считывания; И,ИЛИ,НЕ - логические схемы.

Система сбора на рис.1 работает следующим образом. Сигналы датчиков Д в каждом измерительном канале поступают на входы ППА, с помощью которых определяется текущая погрешность аппроксимации $\varepsilon_i(t)$ по выбранному алгоритму. Первоначально все ключи БКл замкнуты. Блоком выделения максимума БВМ определяется наибольшее значение ошибки аппроксимации в измерительных каналах. Если она превысит заданное значение ε , сработает блок сравнения БС, триггер Тр установится в единичное состояние, после чего импульсы с тактового генератора Г будут поступать через элемент И на управляющий вход регистра логического поиска РЛП. С этого момента начнется выполнение логической процедуры поиска наиболее активного параметра. Поиск каналов, в которых погрешность аппроксимации превысила заданную, производится применением последовательности тестов. При реализации какого либо теста в БКл замыкается только часть ключей, и, таким образом, будет производиться анализ максимальной погрешности аппроксимации только среди части измерительных каналов. Очевидно, используя определенную последовательность тестов, можно выявить каналы, в которых погрешность аппроксимации превысила допустимую, и произвести своевременную регистрацию сигналов. При определении наиболее активного параметра соответствующий датчик будет подключен к АЦП и результат преобразования будет занесен в блок буферной памяти ББП. По окончании процедуры поиска триггер Тр будет установлен в исходное состояние сигналом с РЛП. Реверсивный счетчик РС предназначен для согласования работы блока считывания, предназначенного для передачи данных в канал связи, с текущим содержимым блока буферной памяти ББП.

Алгоритм функционирования системы можно представить в виде ориентированного графа, так называемого дихотомического дерева (рис.2), где вершины графа означают применяемые тесты, горизонтальные ветви графа соответствуют положительным исходам тестов, вертикальные - отрицательным.

Каждый тест определяется своим двоичным кодом:

$$A_i = \{\alpha_{ij}\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n},$$

где n - число измерительных каналов в системе, причем $\alpha_{ij} = 1$, если при применении теста t_i контролируется погрешность аппроксимации в j -том канале, и $\alpha_{ij} = 0$ в противном случае, т.е.

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j \in \Omega_i, \\ 0, & \text{если } j \notin \Omega_i, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \end{cases}$$

Множеству тестов $T = \{t_i\}$, $i = \overline{1, m}$ поставим в соответствие вектор столбец $\tau = \{\tau_i\}$, $i = \overline{1, m}$ затрат на их проведение, а множеству всех измерительных каналов Ω - вектор-строку априорных

Определим закон функционирования системы как некоторую стратегию $h(\Omega) = \{t_u, t_v, \dots, t_p\}$, где каждый тест применяется непосредственно после предыдущего при его положительном исходе. При отрицательном исходе, например, теста t_u , производится определение состояния каналов из подмножества Ω_u в соответствии с частичной стратегией $h(\Omega_u)$,

после чего применяется следующий тест стратегии $h(\Omega)$. Задать закон функционирования системы - значит определить стратегию $h(\Omega)$, а также все частичные. Считаем, что если задана стратегия $h(\Omega)$, то определены все частичные стратегии $h(\Omega_i)$.

Тесты T	Параметры Ω				Затраты τ
	1	2	...	N	
t_1	α_{11}	α_{12}		α_{1n}	τ_1
t_2	α_{21}	α_{22}		α_{2n}	τ_2
...					...
t_m	α_{m1}	α_{m2}		α_{mn}	τ_m
Q	q_1	q_2	...	q_n	

Процесс реализации любой стратегии представляет собой многошаговый процесс последовательного разбиения исходного множества Ω до уровня одноэлементных подмножеств. На i -том шаге производится разбиение подмножеств, полученных на $(i-1)$ -м шаге $\Omega_{j1}^{i-1}, \dots, \Omega_{jm}^{i-1}$, причем дальнейшему разбиению подвергаются подмножества, для которых $|\Omega_{js}^{i-1}| > 1$, $s = \overline{1, m}$, т.е. те подмножества, которые получены при применении многоэлементных тестов, для которых $|\Omega_{js}^{i-1}| > 1$.

Средние затраты времени на выявление каналов, в которых погрешность аппроксимации превысила заданную, задается соотношением

$$C[h(\Omega)] = \sum_{t_i \in h(\Omega)} \tau_i - \underset{t_i \in h(\Omega), |\Omega_i| > 1}{MAX} (\tau_i) + \sum_{i=1}^k \tilde{q}_i \sum_{t_j \in h(\Omega_i)} \tau_j,$$

где $\tilde{q}_i$ - вероятность применения i -той частичной стратегии; k - число частичных стратегий. Член с отрицательным знаком учитывает так называемый конечный эффект, который заключается в том, что при положительном исходе всех тестов перед выполнением последнего этот тест можно не выполнять. Очевидно, в качестве такого теста целесообразно использовать тест с максимальными затратами. При этом необходимо учитывать, что таким тестом не может быть одноэлементный тест, поскольку его выполнение обязательно исходя из принципа функционирования системы.

Вероятность применения i -той частичной стратегии определяется как вероятность превышения заданной погрешности аппроксимации хотя бы в одном канале подмножества Ω :

$$\tilde{q}_i = 1 - \prod_{\Omega_i} (1 - q_i).$$

Тогда задача оптимизации функционирования системы сбора сводится к нахождению такой стратегии $h^*(\Omega)$, для которой

$$C[h^*(\Omega)] = \min_{h(\Omega)} C[h(\Omega)].$$

Для определения оптимальной стратегии рассмотрим n -ный шаг разбиения исходного множества параметров Ω при применении на этом шаге теста t_i , локализирующего подмножество Ω_i . На следующем шаге производится разбиение Ω_i на подмножества Ω_j , $j = \overline{1, k}$. Средние затраты времени на определение состояния всех параметров равны сумме средних затрат на проведение всех частичных стратегий, с помощью которых производится разбиение исходного множества Ω_i до уровня одноэлементных:

$$C[h^*(\Omega_i)] = \tilde{q}_i \sum_{j=1}^k \left\{ \tau_j - \underset{t_j \in h(\Omega_i), |\Omega_j| > 1}{MAX} (\tau_j) + \frac{1}{\tilde{q}_i} C[h(\Omega_j)] \right\}.$$

Учитывая, что тесты, вошедшие в стратегию, производят разбиение множества Ω_i , условно оптимальная стратегия на n -ном шаге разбиения, очевидно может быть получена решением задачи о наименьшем разбиении (ЗНР) [4] соответствующего подмножества Ω_i , если пересчитать значения затрат на проведение тестов следующим образом:

$$\bar{\tau}_j = \tilde{q}_i \left\{ \tau_j - \underset{|\Omega_j| > 1}{MAX} (\tau_j) + \frac{1}{\tilde{q}_i} C[h^*(\Omega_j)] \right\}.$$

Для определения $\bar{\tau}_j$ предварительно необходимо вычислить значения величин $C[h^*(\Omega_j)]$, $j = \overline{1, k}$. Учитывая, что $|\Omega_i| > |\Omega_j|$, это можно обеспечить, расположив тесты по возрастанию числа контролируемых каналов. Оптимальная стратегия находится решением ЗНР для исходного множества параметров Ω после того, как найдены условно оптимальные стратегии для всех многоэлементных тестов.

На рис. 3 приведен алгоритм построения оптимальной стратегии поиска активных параметров. В первом блоке производится ввод исходных данных и выполнение предварительных операций по упорядочиванию тестов и вычислению условных вероятностей. Во втором блоке переменной i присваивается начальное значение, равное разности между количеством всех тестов m и количеством одноэлементных тестов n (число n равно количеству измерительных каналов в системе). Таким образом, i - это номер первого многоэлементного теста, для которого будет построена частичная стратегия. В блоке 3 определяется соответствующее подмножество измерительных каналов Ω_i , для которых будет производиться построение частичной стратегии, и формируется подмножество так называемых существенных тестов, т.е. тестов, которые могут быть использованы при построении соответствующей частичной стратегии. В четвертом блоке определяются затраты на проведение всех тестов, вошедших в число существенных. В блоке 5 решается ЗНР и фактически определяется оптимальная частичная стратегия для множества Ω_i . В блоке 6 определяется, построены ли для всех многоэлементных тестов частичные стратегии. Если нет, то значение i увеличивается на единицу (блок 6) и происходит переход к блоку 3 и построению следующей частичной стратегии. В противном случае в блоке 8 определяется оптимальная стратегия для всего множества и выполнение алгоритма заканчивается.

Оценим затраты времени на определение состояния всех параметров при циклическом опросе и при реализации следующей стратегии:

$$h(\Omega) = \{t_1\}, \quad h(\Omega_1) = \{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}\},$$

где $\Omega_1 = \Omega$, $|\Omega_{ij}| = 1$, $j = \overline{1, n}$. Примем предположение о равенстве затрат на проведение тестов и

Р и с.3. Схема алгоритма построения оптимальной стратегии

о равенстве вероятностей превышения погрешности аппроксимации для всех каналов. В первом случае эти затраты постоянны и равны $C_1 = n\tau$, где n - число измерительных каналов; τ - затраты на проведение тестов. Во втором случае

$$C_2 = \tau + n\tau[1 - (1 - q)^n],$$

где q - вероятность превышения погрешности аппроксимации в любом канале. Отношение C_1/C_2 при малых q стремится к n .

Таким образом, применение системы сбора с логическим поиском активных параметров позволяет уменьшить затраты времени на определение измерительных каналов, в которых погрешность аппроксимации превысила допустимую.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адаптивные телеизмерительные системы / Б.Я. Авдеев, Е.М. Антонюк, С.Н. Долинов, Л.Г. Журавин, Е.И. Семенов, А.В. Фремке; Под ред. А.В. Фремке. Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. 248 с.
2. А.с. 1267459 СССР. Устройство для передачи телеизмерений с адаптивной коммутацией / Н.Н. Хрисанов. Опубл. в бюл. № 40, 1986.
3. А.с. 1351441 СССР. Устройство для передачи телеизмерений с логическим поиском активных параметров / В.С. Семенов, Н.Н. Хрисанов, В.А. Сафронова.
4. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978. 432 с.