

Ю. С. ЗАМАЛЕЕВ

**О ПРИМЕНЕНИИ ПЛЕКС-ЯЗЫКА ДЛЯ ОПИСАНИЯ СТРУКТУРНЫХ
СХЕМ ЦИФРОВЫХ ИНТЕГРИРУЮЩИХ МАШИН**

При решении широкого круга задач, связанных с моделированием бионических процессов на аналоговых, цифровых и гибридных вычислительных устройствах, часто возникает необходимость преобразования структурных схем. Это может быть вызвано, например, исключением из структурной схемы или введением в нее вычислительных блоков (ВБ) или стандартных процедур. В связи с этим в работе [1] показана возможность применения плекс-языка, позволяющего описывать аналоговые структурные схемы и производить построение простых и эффективных алгоритмов преобразования таких структурных схем.

Остановимся на основных определениях и понятиях теории плекс-языков [1, 2]. Плекс-элементом является абстрактный сим-

вол, имеющий любое число контактов. Плекс-элементы соответствуют элементам структуры объекта. Соединение конкатенации плекс-элементов дает и абстрактное представление структуры в виде плекса.

Плекс — это результат соединения конкатенации плекс-элементов и связей между ними.

Число плекс-элементов, содержащихся в плексе, называется объемом $|P|$ плекса P . Упорядоченная четверка $\langle S, A, B, R \rangle$ называется формальной плекс-грамматикой G . Здесь S — начальный символ; $S \in B$; A — алфавит терминальных плекс-элементов; B — алфавит вспомогательных плекс-элементов; R — множество правил вывода вида $P_1 \rightarrow \psi P_2$, где ψ есть подстановка плекса P_2 вместо P_1 .

Если алфавит плекс-элементов — A , то A^+ является множеством всевозможных плексов над алфавитом A . Тогда плекс над алфавитом A запишется следующим образом:

$$P = \Gamma A_1 A_2 \dots A_i \dots A_n.$$

Такая запись называется приведенным представлением плекса и является одним из способов его кодирования. Здесь $A_i \in A$, где A_i есть плекс-элемент. Γ — это матрица конкатенации: $\Gamma = \|\gamma_{ij}\|$, где γ_{ij} — гипероперация конкатенации плекс-элементов; $\gamma_{ij} = E_i \times E_j$. Здесь E_i и E_j представляют собой множества контактов плекс-элементов A_i и A_j .

Γ -матрица содержит избыточную информацию, расположенную ниже ее главной диагонали. Поэтому Γ -матрицу еще представляют списком, в котором последовательно записываются строки Γ -матрицы, несущие полезную информацию. Но список тоже содержит некоторый избыток информации. Поэтому наиболее рационально и компактно сеть связей представлять Γ -вектором. Любая компонента Γ -вектора содержит четыре элемента, разделенных запятыми: 1-й элемент — номер ВВ, выход которого подсоединяется; 2-й элемент — номер выхода этого ВВ (при одном выходе, последний обозначается через нуль); 3-й элемент — номер последующего ВВ, к которому подсоединяется выход предыдущего ВВ; 4-й элемент — номер входа последующего ВВ.

Применим описанные выше правила и определения к описанию структурных схем цифровых интегрирующих машин, построенных на основе однородных структур. Последние содержат однотипные универсальные обобщенные цифровые интеграторы (ЦИ) с «жесткой» структурой и элементарные коммутирующие элементы и выполняются на основе твердых схем микрорадиоэлектроники [3]. В качестве основного решающего блока такой однородной цифровой интегрирующей структуры был предложен адаптивный ЦИ [4]. Последний реализует процесс численного интегрирования по Стилтесу с регулированием погрешности и времени вычислений.

На рис. 1 приведена обобщенная блок-схема адаптивного ЦИ, содержащая следующие элементы: два сумматора (Σ_1 и Σ_2); непосредственно адаптивный ЦИ; квантователь (К); экстраполятор приращений (\mathcal{E}).

Прототипом данной схемы является блок-схема обобщенно-го универсального ЦИ с «жесткой» структурой.

Запишем плекс-схемы (рис. 1). При этом под понятием «ВВ» подразумеваем операционные элементы структуры адаптивного ЦИ:

$$P_1 = \Gamma_1 \Sigma_1 \Sigma_2 И К \mathcal{E},$$

где Σ_1 , Σ_2 , И, К, \mathcal{E} являются идентификаторами соответственно сумматоров, внутренней структуры адаптивного ЦИ, квантователя и экстраполятора, а Γ_1 представляет собой Γ -вектор, списывающий схему соединения операционных элементов.

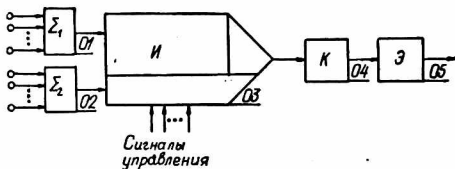


Рис. 1

Для нумерации блоков и составления Γ -вектора перенумеруем плекс-элементы плекса P_1 и номера блоков нанесем на схему (рис. 1):

$$P_1 = \Gamma_1 \overset{1}{\Sigma_1} \overset{2}{\Sigma_2} \overset{3}{И} \overset{4}{К} \overset{5}{\mathcal{E}}.$$

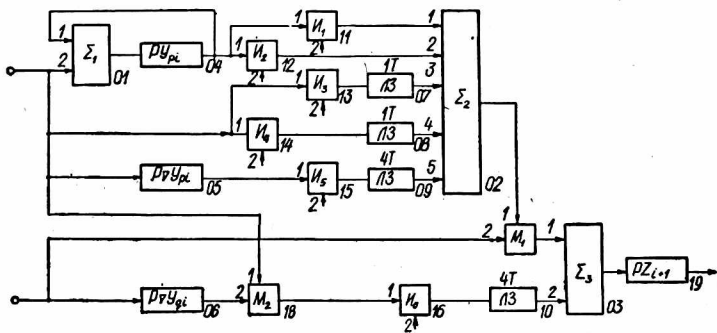


Рис. 2

Составим Γ -вектор:

$$\Gamma_1 = \{1, 0, 3, 1; 2, 0, 3, 2; 3, 0, 4, 1; 4, 0, 5, 1\}.$$

Плекс-элемент \mathcal{E} имеет одну точку примыкания, посредством которой соединяется с плекс-элементом К, поэтому Γ -вектор в данном случае содержит четыре компоненты.

Рассмотрим теперь внутреннюю структуру адаптивного ЦИ, представленную на рис. 2 [4]. Плекс этой схемы запишется следующим образом:

$$P_{и} = \Gamma_{и} \Sigma_1 \Sigma_2 \Sigma_3 P_{Ур i} P_{Ур j} P_{Ур k} \dots ЛЗ1Т ЛЗ1Т ЛЗ4Т ЛЗ4Т И_1 И_2 M_1 \times$$

$$\times M_2 PZ_{(i+1)}.$$

Здесь Σ_j , PY_{pi} , $P\nabla Y_{pi}$, $P\nabla Y_{qi}$, $L31T_j$, $L34T_j$, I_j , M_j , $PZ_{(i+1)}$ являются идентификаторами соответственно сумматоров, регистров подынтегральной функции, регистров приращений подынтегральной функции, регистров приращения переменной интегрирования, линий задержек одноктактных и четырехтактных, элементов И, схем перемножения, регистра приближенного значения интеграла.

Перенумеруем плекс-элементы:

$$P_n = \Gamma_n \sum_1^1 \sum_2^2 \sum_3^3 P Y_{pi}^4 P \nabla Y_{pi}^5 P \nabla Y_{qi}^6 L31T^7 L31T^8 L34T^9 \\ L34T^{10} I_1^{11} I_2^{12} I_3^{13} I_4^{14} I_5^{15} I_6^{16} M_1^{17} M_2^{18} PZ_{(i+1)}^{19}.$$

На схему (рис. 2) нанесем номера элементов и номера их входов. Γ -вектор данной схемы запишется следующим образом:

$$\Gamma_n = \{1, 0, 4, 1; 2, 0, 17, 1; 3, 0, 19, 1; 4, 0, 1, 1; 4, 0, 11, 1; \\ 4, 0, 12, 1; 5, 0, 15, 1; 6, 0, 18, 2; 7, 0, 2, 3; 8, 0, 2, 4; \\ 9, 0, 2, 5; 10, 0, 3, 2; 11, 0, 2, 1; 12, 0, 2, 2; 13, 0, 7, 1; \\ 14, 0, 8, 1; 15, 0, 9, 1; 16, 0, 10, 1; 17, 0, 3, 1; 18, 0, 16, 1\}.$$

Таким образом, полученные плексы, описывающие структурные схемы и соответствующие плексам Γ -векторы, которые описывают сеть связей операционных элементов внутри схемы, позволяют компактно задавать структуры цифровых интегрирующих машин.

Список литературы: 1. Сенченко Н. И., Терещенко А. П., Якушев Ю. Н. Применение одного класса языков для описания и преобразования структурных схем гибридных вычислительных систем.— В кн.: Электронное моделирование. Киев: Наук. думка, 1980, с. 20—24. 2. Николаев В. И., Анкудинов Г. И. Определение и всевозможные применения контекстно-свободных плекс-языков.— Автоматизир. системы упр., 1976, вып. 3, с. 3—6. 3. Каляев А. В. Теория цифровых интегрирующих машин и структур.— М.: Сов. радио, 1970.— 471 с. 4. Мурашко А. Г., Замалеев Ю. С. Структура адаптивной мультипроцессорной вычислительной системы.— Проблемы бионики, 1979, вып. 22, с. 17—24.

Поступила в редколлегию 01.04.81.