

МЕТОДИКА СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Ю.Ф. Мухонад

Предлагаемая методика позволяет на каждом этапе получать небольшое число вариантов и выбирать наилучший вариант по единственному параметру.

Применение методики может рекомендоваться для задач, характеризующихся наличием прямых и обратных тригонометрических преобразований, операций умножения и деления и др., единым уровнем оперативной памяти (как правило, несколько десятков ячеек) и требованием к точности выходного результата в пределах 10-15 двоичных разрядов.

Основой методики является синтез СВУ с применением набора простых или сложных функциональных преобразователей (ФП), которые рассматриваются как базовый набор операций. Задача заключается в выборе набора ФП, в определении функциональных и точностных характеристик ФП, в минимизации числа ФП, в определении функций и стратегии управления по критериям быстродействия, минимума оборудования, количества пересылок и промежуточных запоминаний.

Считается, что алгоритм СВУ полностью определен и задан в виде аналитических зависимостей, граф-схемы или словесного описания, решены также вопросы оценки точности и быстродействия всего СВУ на этапах предварительного и системотехнического проектирования.

Этап I. Оценка сложности функциональных преобразователей.

"Самым специализированным" вычислительным устройством является некоторый ФП, автоматически устанавливающий соответствие между входными m разрядами кода X и выходными n разрядами кода Y , где m и n - сводные коды всех входных и

выходных переменных СВУ. Для аналоговых величин можно говорить об условной m, n -полноте, значения m и n в котором определяются входной и выходной точностью переменных. Поэтому должна быть сделана попытка представления и реализации СВУ в виде единого ФП.

Если оператор СВУ не реализуется ФП или набором ФП, необходимо перейти к этапу 2.

Этап 2. Алгоритмическое разложение сложных операторов.

Действие совокупного оператора A заменяется последовательностью действий некоторых операторов B_i , каждый из которых преобразует меньший объем информации. Выбирается вариант, имеющий наибольшее число одинаковых ФП, и осуществляется возврат к этапу 1 для оценки реализуемости ФП. Одна из методик решения задачи этапа 2 предложена в работе автора [3].

Этап 3. Анализ точности.

В получившейся схеме вычислительного процесса требуется оценить точность промежуточных и окончательного результатов. Широко известны методики оценки точности через трансформацию ошибок. Этот подход затрудняется при использовании неравностоящего кодирования на входе и выходе ФП, а также при ориентировочной оценке шагов квантования входных переменных ФП, так как задача табулирования решена лишь для дифференцируемых функций одной переменной. Поэтому оценка точности СВУ при выбранном экспериментально числе разрядов m и n для ФП может производиться с помощью моделирования СВУ на ЭВМ.

Неудовлетворительность точностных характеристик технических реализуемых ФП требует возвращения к этапу 2.

Результатом этапов 2,3 является схема вычислительного процесса, которая может быть представлена в виде графа, причем общее число ФП равно числу вершин, а стрелкам сопоставлена передача результата преобразования.

Этап 4. Определение степени параллелизма.

Задачей этапа 4 является выбор необходимого числа блоков по заданному времени реализации всей задачи СВУ и известному времени для каждого ФП.

Известны некоторые эвристические алгоритмы решения и принципиальная возможность сведения этой задачи к линейному про-

граммированию. Для рассматриваемой постановки задача осложняется неоднородностью вычислительных блоков СВУ. Целесообразно оставить 2-3 варианта с различным уровнем параллелизма, отличающихся по оборудованию менее, чем на 15 %.

Этап 5. Этап функциональных совмещений.

После этапа 4 число блоков в схеме не может получиться меньше числа операций. Если для такой схемы $T < T_0$, то возможно выполнение различных операций в единых блоках. Задача заключается лишь в поиске направленности таких совмещений, решении задачи с целью проверки T и ограничения уровня совмещений по T_0 .

В инженерной практике направленность совмещений как правило привносится снизу, т.е. от технической целесообразности совмещений на заданном множестве операций.

Этап 6. Минимизация памяти.

Задача пятого этапа заключается в составлении такого расписания для выбранного набора блоков, при котором число вводимых элементов запоминания было бы минимальным. Результатом этапа 6 является откорректированный ярусно-параллельный граф вычислительного процесса за счет введения дополнительных вершин запоминания и таблица очередности выполнения всех операций.

Этап 7. Определение функций управляющей и адресных координат и вопросы координатных совмещений.

Наличие набора блоков, таблицы расписаний и уточненного графа вычислительного процесса позволяет однозначно определить граф-схему алгоритма управления и граф-схему или граф автомата адресации [4].

Задачей настоящего этапа является окончательное решение вопросов функциональных совмещений, выбор связей между блоками и принципа построения управляющих устройств ЦВМ. Совмещение управляющего и адресного автоматов возможно в двух направлениях:

- в направлении декомпозиции каждого из них и объединения одинаковых частей с целью минимизации оборудования,
- в направлении получения единого графа, генерирующего и код операции, и адрес операнда. В том случае, когда в такой

композиции в качестве памяти автомата выбран счетчик, будет получена классическая структура управления одноадресной СЦЕМ. При этом могут измениться характеристики СБУ за счет необходимости дополнительных промежуточных запоминаний, переадресации.

Предлагаемая методика основана на попытке синтеза СБУ, как вычислительной системы из функциональных преобразователей. Для СБУ цифрового типа в качестве ФП используются комбинационные схемы, постоянные запоминающие устройства, а также операционные устройства микропрограммного типа. Для СБУ аналого-цифрового типа используются ФП на диодах, ФП с дискретно-управляемыми параметрами [2] и др. Заметим, что при комбинированных СБУ методика должна быть дополнена учетом формы представления промежуточных результатов в виде самостоятельного этапа между 2 и 3-м этапами методики.

Л и т е р а т у р а

1. БЕРЕИНОВ Э.В., КОСАРЕВ Ю.Г. Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. СД изд-ва "Наука", 1966.

2. СМОЛОВ В.Б. Диодные функциональные преобразователи. Изд-во "Энергия", 1967.

3. МУХОПАД Ю.Ф. Один из методов алгоритмического разложения сложных операторов. Известия ЛЭТИ, выпуск 78, 1968.

4. МУХОПАД Ю.Ф. К вопросу представления структурной схемы специализированных вычислителей с фиксированным алгоритмом. Тезисы доклада на конференции молодых ученых и специалистов по кибернетике. ЛДНТИ, 1969.