

СИНТЕЗ МИКРОПРОГРАММНЫХ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ С НЕЯВНЫМ ЗАДАНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ ЧАСТИ МИКРОКОМАНД

А.А.Баркалов, В.А.Саломатин, В.Н.Струнилин

Донецкий государственный технический университет

Одним из основных блоков цифровой системы является устройство управления [1], реализующее микропрограммы функционирования системы и называемое микропрограммным устройством управления (МУУ). При реализации МУУ в виде автомата с программируемой логикой микропрограмма представляет собой совокупность микрокоманд (МК), хранящихся в специальной управляющей памяти (УП). Стандартный формат МК содержит информацию FУ о выполняемом наборе микроопераций (НМО), о проверяемых логических условиях (ЛУ) и адресе перехода.

Обычно поле FУ занимает до 50-70% в формате МК [2]. Для минимизации разрядности УП в настоящей работе предлагается метод неявного задания НМО, являющийся аналогом метода [3].

Основная идея метода - информация о выполняемом наборе микроопераций содержится не в поле FУ, а задается адресом МК. При этом возможны четыре способа неявного задания НМО, порождающие четыре структуры МУУ, по аналогии с работой [4]:

1. Структура U_1 : код $K(Y_i)$ выполняемого набора микроопераций Y_i $Y = y_1, \dots, y_N$ содержится в $m = \lceil \log_2(T+1) \rceil$ младших разрядах адреса текущей МК, здесь T - общее число НМО в микропрограмме.

2. Структура U_2 : код $K(Y_i)$ содержится в m младших разрядах адреса перехода.

3. Структура U_3 : код $K(Y_i)$ формируется специальным преобразователем адреса ПА по адресу текущей микрокоманды.

4. Структура U_4 : код $K(Y_i)$ формируется одним из источников, рассмотренных для $U_1 - U_3$, выбор источника осуществляется специальной схемой выбора по информации из поля признака ФП в формате МК.

Предлагаемый авторами алгоритм синтеза логической схемы МУУ $U_1 - U_4$ по граф-схеме алгоритма (ГСА) Γ включает следующие этапы: 1) преобразование исходной ГСА Γ ; 2) формирование по преобразованной ГСА Γ_1 множества микрокоманд заданного формата; 3) кодирование НМО и ЛУ; 4) адресация микрокоманд; 5) синтез логической схемы в заданном элементном базисе.

Рассмотрим основные задачи, возникающие на каждом из этапов.

1. Преобразование исходной ГСА сводится к введению дополнительных операторных и условных вершин [3]. При этом в операторные вершины, связанные с конечной, вводится признак окончания микропрограммы u_0 , что приводит к изменению числа наборов микроопераций. В результате выполнения этого этапа определяется параметр T .

2. Для формирования множества МК необходимо установить взаимно-однозначное соответствие между вершинами ГСА Γ_1 и микрокомандами заданного формата. Если множество МК включает только МК с непустым полем FУ, то $m = \lceil \log_2 T \rceil$, иначе $m = \lceil \log_2(T+1) \rceil$.

3. Этап кодирования наборов МО является наиболее трудоемким. Наибольшие трудности возникают при синтезе структуры U_1 с естественной адресацией микрокоманд.

Это связано с тем, что если для микрокоманд O_i, O_j должно выполняться условие $A_j = A_i + 1$, где A_i, A_j - адрес МК O_i, O_j соответственно, то это влечет необходимость выполнения условия

$K(Y_j) = K(Y_i) + 1$, (1) где Y_i, Y_j - наборы микроопераций в микрокомандах O_i, O_j соответственно. Если (1) не выполняется, то между O_i и O_j необходимо вводить дополнительную МК безусловного перехода.

Кодирование ЛУ осуществляется тривиально и не влияет на число микрокоманд микропрограммы, при этом каждому из L ЛУ ставится в соответствие код разрядности $l = \lceil \log_2(L+1) \rceil$.

4. Адресация микрокоманд сводится к формированию множества $S = a_1, \dots, a_G$, где a_g - последовательность микрокоманд, выполняемых в естественном порядке. После решения этой задачи необходимо проверить (1) для каждой пары соседних компонент каждой последовательности a_g S . Если для микрокоманд O_i, O_j условие (1) не выполняется, то кортеж a_g , включающий эти МК, разбивается на два: кортеж a_{g1} , в котором после МК O_i следует МК безусловного перехода к O_j , и кортеж a_{g2} , начинающийся с микрокоманды O_j . Процедура адресации имеет итерационный характер и после ее завершения определяется число микрокоманд M и разрядность их адреса $R = \lceil \log_2 M \rceil$.

5. Синтез логической схемы МУУ сводится к реализации схем отдельных узлов в заданном элементном базисе. Для решения этой задачи существуют эффективные методы.

Проведенные исследования позволили сделать такие выводы:

1. Метод применим для оптимизации МУУ, использующих принцип максимального кодирования наборов МО или двухуровневую организацию управляющей памяти - нанопамять [2].

2. Применение метода не влечет за собой специализации устройства, и поэтому метод применим как при статическом, так и при динамическом микропрограммировании.

3. При принудительной адресации МК наиболее эффективна структура U_1 , алгоритмы кодирования НМО и адресации МК наиболее просты. При естественной адресации применимы все структуры, при этом структура U_3 целесообразна лишь, если введение ПА позволяет хотя бы на единицу уменьшить разрядность памяти из-за уменьшения числа дополнительных МК. При этом метод применим при $m > 1 + R$, алгоритмы кодирования и адресации наиболее сложные. При комбинированной адресации МК наиболее эффективна структура U_1 , а алгоритмы синтеза имеют промежуточную сложность.

4. Эффективность применения метода тем выше, чем больше параметр m и чем меньше число выходов ПЗУ, реализующих управляющую память. В среднем применение метода позволяет уменьшить аппаратные затраты в логической схеме МУУ на 15%.

Список литературы

1. Майоров С.А., Новиков Г.И. Структуры электронных вычислительных машин.- Л.:Машиностроение.- 1979.- 432 с.
2. Баранов С.И., Баркалов А.А. Микропрограммирование: принципы, методы, применение // Зарубежная радиоэлектроника.- 1984.- N 4.- С.3-29.

3. Баркалов А.А. Синтез микропрограммного устройства управления с неявным заданием логических условий // УСиМ.- 1990.- N 1.- С.38-41.

4. Баркалов А.А., Матвиенко А.В. Структуры микропрограммных устройств управления с неявным заданием логических условий / В кн.: Методы и средства обработки информации в системах реального времени: Сб.научн.трудов.- Киев: ИК АН Украины.- 1990.- С.33-37.