

Это задача комбинаторного программирования большой размерности. Для ее решения необходимо использовать методы эвристического программирования [3] .

Определение оптимальных затрат времени и ресурсов на изготовление аппаратуры, монтаж, наладку и проведение эксперимента осуществляется с помощью хорошо известных моделей распределения ресурсов на сетевых графиках [1] .

Л и т е р а т у р а

1. Давыдов Э.Г. Игры, графы, ресурсы.-М.:Радио и связь,1981.
2. Слэйгл Дж. Искусственный интеллект.-М.:Мир, 1973.
3. Структура, технические средства и организация систем автоматизации научных исследований. -Л.:ЛИЯФ, 1977.
4. Тихонов А.Н. О математических методах автоматизации обработки наблюдений. - В кн.: Проблемы вычислительной математики.- М.: Изд-во МГУ, 1980, с.3-17.
5. Федоров В.В. Активные регрессионные эксперименты.- В кн.: Математические методы планирования эксперимента.- Новосибирск; Наука, 1981, с.19-73.
6. Шенфилд Д.Р. Математическая логика. -М.:Наука, 1975.
7. Юдин Д.Б. Задачи и методы стохастического программирования. -М.:Советское радио, 1979.

УДК 681.3.06

В.А.Цыбатов, Вик.А.Цыбатов

ОПТИМАЛЬНАЯ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ В ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМАХ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

(г. Куйбышев)

Эффективное использование систем сбора и обработки информации (ССОИ) как двуединого средства для получения и обработки данных в реальном масштабе времени невозможно без специальных средств управления ресурсами системы. Важной составляющей задачи создания

одних средств является разработка диспетчера - программного и (или) аппаратного монитора, рационально управляющего в темпе экспериментальными процессами сбора и обработки данных.

В настоящее время нет единого подхода к вопросам диспетчеризации в ССОИ. Это можно объяснить широким кругом задач, решаемых классом систем, объединенных под аббревиатурой "ССОИ", а также большим разнообразием используемых технических и программных средств. Однако если разбить весь класс ССОИ на подклассы, то для последних вопросы диспетчеризации можно решить в достаточно общем виде. Так, для ССОИ с программно-управляемым сбором данных можно предложить следующий подход к диспетчеризации, который является оптимальным по отношению к наименьшим производственным затратам процессорного времени.

Будем считать ССОИ M -канальной, однопроцессорной, с временным разделением каналов. С каждым каналом системы, как правило, связана цепочка обслуживающих подпрограмм, выполняющих снятие отсчета, обработку и запись в память. Пусть τ_i - время однократного выполнения цепочки подпрограмм, обслуживающих i -й канал ($i = \overline{1, M}$). Для диспетчеризации для таких систем необходимо выполнение следующих требований:

- 1) времена выполнения обслуживающих подпрограмм не должны иметь наложений;
- 2) частоты опроса каналов должны лежать в заданных пределах

$$f_{oi} \leq f_i \leq 1/\tau_i, \quad i = \overline{1, M}, \quad (I)$$

где f_{oi} - предельная частота опроса i -го канала с учетом требований по верности конечных результатов эксперимента.

Среди различных дисциплин диспетчеризации, которые находят применение для ССОИ с управляемым сбором данных, наиболее удовлетворяет этим требованиям дисциплина, построенная по принципу синхронной временной диаграммы с прерываниями (СВДП), сочетающая бесконфликтный опрос каналов с приоритетной обработкой получаемых данных. При СВДП все операции в системе синхронизируются некоторым постоянным тактом длиной τ_0 , в начале которого осуществляется опрос очередного канала и запись результата в буферную память, а в оставшееся время такта производится приоритетная обработка отсчетов, накопившихся в буфере. Порядок и частоты опроса каналов определяются по циклограмме, представляющей собой последовательность адресов вызова каналов. Циклограмма рассчитывается до экспе-

римента и может быть задана либо таблично, либо программно. Величину

$$\rho_0 = \sum_{i=1}^M f_{oi} \tau_i$$

можно рассматривать как полезную загрузку системы. Она характеризует степень загруженности процессора ЭВМ сбором и обработкой данных за вычетом расходов на диспетчеризацию и избыточное обслуживание каналов. Издержки на избыточное обслуживание равны

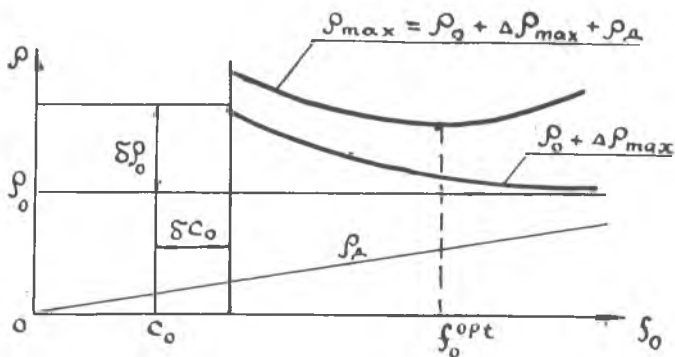
$$\Delta \rho = \sum_{i=1}^M (f_i - f_{oi}) \tau_i$$

и появляются вследствие того, что при опросе по циклограмме обращение к некоторым каналам (и следовательно, к обслуживающим их подпрограммам) происходит с частотами, превышающими достаточные.

При этом

$$\Delta \rho < \Delta \rho_{\max} = \delta (\delta + 1) c_0 \rho_0 / f_0, \quad (2)$$

где $f_0 = 1/\tau_0$ - частота синхронизации временной диаграммы;
 $c_0 = \sum_{i=1}^M f_{oi}$ - интенсивность входного потока отсчетов;
 $\delta (0 \neq \delta \leq 0,5)$ - коэффициент, зависящий от соотношения величин $f_1 \tau_1, f_2 \tau_2, \dots, f_M \tau_M$ и качества алгоритма построения циклограммы (рис. I).



Р и с. I. Составляющие коэффициента загрузки процессора ЭВМ при СВДП

Полную загрузку процессора ЭВМ можно выразить как

$$\rho = \rho_0 + \Delta \rho + \rho_d,$$

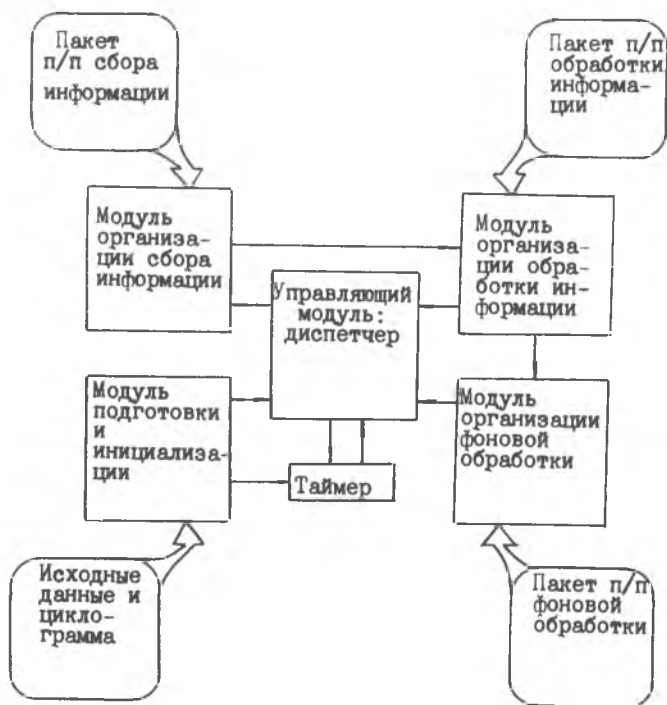
где

$$\rho_d = \tau_d / \tau_0 = \tau_d f_0 -$$

(3)

расходы на диспетчеризацию, приведенные к длительности такта.

Величина T_d складывается из расходов процессорного времени на инициализацию адреса очередного опрашиваемого канала, обработку прерываний и расходов на распределение оставшегося времени такта между подпрограммами, обслуживающими накопившиеся в буфере отсчеты. На величину T_d оказывает влияние структура приоритетов, тщательность программирования, а также операционная среда, в которую погружен программный монитор, выполняющий диспетчерские функции. Структурная схема разработанного программного монитора, обеспечивающего функционирование ССОИ по СВДП, приведена на рис.2. Монитор



Р и с. 2. Структура программного монитора

построен по модульному принципу и состоит из следующих модулей:
 модуля подготовки и инициализации;
 управляющего модуля (диспетчера);

модуля организации процесса сбора информации;
 модуля организации процесса обработки информации;
 модуля организации фоновой работы.

Прерывание работы и передача управления производится по сигналу от таймера, настроенного на частоту синхронизации временной диаграммы $f_0 = 1/T_0$. Монитор реализован на языке Ассемблера и опробован на микро-ЭВМ "Электроника-60" с использованием интерфейса КАМАК. Необходимый объем оперативной памяти не более 1,5 килобайт, временные затраты на диспетчеризацию в такте $T_D \approx 0,5$ мс.

Качество диспетчеризации (и монитора) удобно оценивать коэффициентом потерь

$$P_n = \Delta P + P_d.$$

Как следует из (2), (3), величина P_n в сильной степени зависит от f_0 (см. рис.1), то есть существует оптимальная частота синхронизации временной диаграммы f_0^{opt} , на которой монитор имеет минимальные потери

$$P_n(f_0^{opt}) = \min_{f_0 > \delta C_0} \{ \Delta P_{max}(f_0) + P_d(f_0) \}.$$

Минимизация этого выражения даст следующий результат:

$$P_n(f_0^{opt}) = \begin{cases} 2\sqrt{\delta(\delta+1)}C_0\rho_0 T_D, & \rho_0 \geq \hat{\rho}, \\ \delta\rho_0(1+\delta)C_0 T_D, & \rho_0 < \hat{\rho}, \end{cases}$$

где $\hat{\rho} = C_0 T_D (\delta+1)\delta$.

Загрузка системы на частоте f_0^{opt} не превысит величины

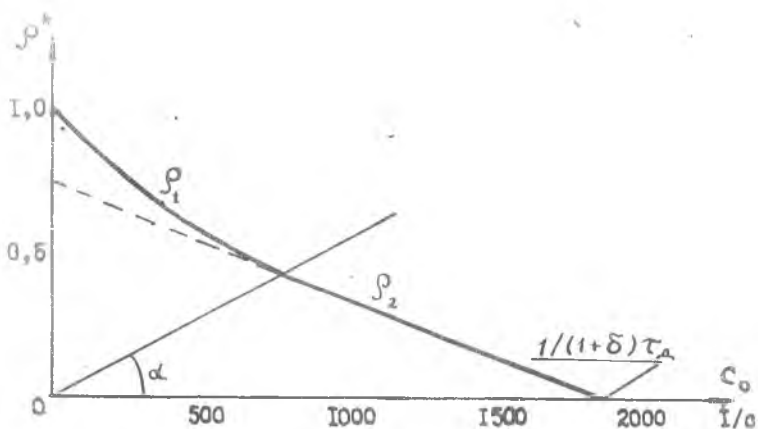
$$P_{max}(f_0^{opt}) = \begin{cases} \rho_0 + 2\sqrt{\delta(\delta+1)}C_0\rho_0 T_D, & \rho_0 \geq \hat{\rho}, \\ (1+\delta)\rho_0 + (1+\delta)C_0 T_D, & \rho_0 < \hat{\rho}. \end{cases}$$

Выразим ρ_0 через C_0 при условии, что $P_{max}(f_0^{opt}) = 1$:

$$\rho_0^* = \begin{cases} \rho_1 = \beta - \sqrt{\beta^2 - 1}, & \rho_0 \geq \hat{\rho}, \\ \rho_2 = (1+\delta)^{-1} - C_0 T_D, & \rho_0 < \hat{\rho}, \end{cases} \quad (4)$$

где $\beta = 1 + 2\delta(\delta+1)C_0 T_D$.

Характеристику (4) будем называть нагрузочной характеристикой (НХ). Она показывает долю полезного процессорного времени (ρ_0^*), на которое можно рассчитывать при интенсивности сбора данных C_0 (рис.3). НХ является обобщенной характеристикой монитора, поскольку ее вид зависит как от дисциплины диспетчеризации, так и параметров операционной системы, в которую погружен монитор. Имея НХ, нетрудно ответить на вопрос: годится ли ССОИ для того или иного эксперимента? Для утвердительного ответа на этот вопрос необходимо и достаточно, чтобы рабочая точка с координатами (C_0, ρ_0) лежала под



Р и с . 3. Нагрузочная характеристика монитора

IX. Важной характеристикой монитора является также наклон НХ: $\varphi = -dg/dc_0$, показывающий падение мощности процессора на единицу интенсивности входного потока отсчетов. Например, для разработанного монитора падение производительности процессора составляет $\approx 0,05\%$ на отсчет (см.рис.3).

Л и т е р а т у р а

1. Авиационные цифровые системы контроля и управления /Под ед. В.А.Мясникова и В.П.Петрова.-Д.:Машиностроение, 1976.- 608с.
2. Бранд Дж.Э., Уорнер Дж.С. Оценка производительности процессора при обработке вызовов в коммутационной системе с управлением о записанной программе.-ТМЭР, т.65, № 9, сент.1977, с.139-148.