

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

А. Н. САГОЯН, Ю. М. ГАСПАРЯН, А. В. МАКСИМЕТЯН, А. А. ДЖАНДЖАПАНИ

К ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

В последние годы все более широкое распространение находят информационно-вычислительные системы и автоматизированные системы управления. Но при этом часто возникает задача обработки информации объектов, расположенных на большом расстоянии от вычислителя системы, или же использования одного мощного быстродействующего вычислителя для управления рядом объектов.

Общей в обоих случаях является задача дистанционного ввода данных в ЦВМ через телеграфные или другие каналы связи.

Рассмотрим некоторую информационно-вычислительную систему, в которой информация от абонентов поступает по n -каналам, со средней скоростью R_k (символов в секунду). Допустим, что информация поступает в буферное запоминающее устройство (БЗУ) и оттуда поступает в вычислитель системы со скоростью R_M (рис. 1). Скорость поступления информации в вычислитель больше средней скорости поступления информации в БЗУ, т. е. при нормальной работе системы вычислитель системы работает лишь часть времени.

Для систем длительного пользования важной характеристикой надежности является коэффициент готовности, учитывающий характеристики постановки аппаратуры [1].

Для рассматриваемой системы

$$K_{гс} = \frac{T_{ос}}{T_{ос} + \tau_{вос}}$$

где $T_{ос}$ — среднее время наработки на отказ, т. е. время, за которое не происходит потеря информации в системе;

$\tau_{вос}$ — среднее время восстановления, т. е. время, за которое допускаются потери информации.

Пусть для рассматриваемой системы величина $K_{гс}$ задана. Так как каналы связи БЗУ и ЦВМ работают безотказно с какой-то вероятностью, то естественно, безотказная работа системы зависит от работы указанных устройств. Допустим, что в первом приближении каналы связи и БЗУ работают абсолютно надежно, тогда работа системы зависит от объема БЗУ (V_b) и от величины коэффициента готовности ЦВМ ($K_{гм}$). Поэтому заданную величину $K_{гс}$ можно обеспечить при различных объемах БЗУ и величины $K_{гм}$.

В данной работе решается задача нахождения оптимальных значений величин V_k^* и $K_{ГМ}^*$, при которых затраты минимальны. Из имеющихся данных о стоимости БЗУ можно определить характер изме-

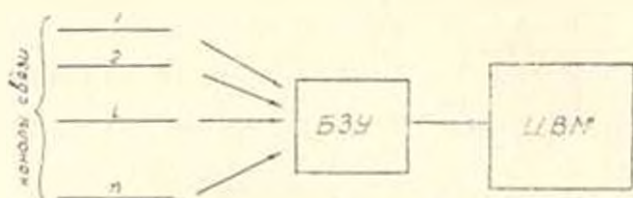


Рис. 1

нения стоимости БЗУ от объема. Оказывается, что стоимость ЗУ меняется пропорционально объему с учетом некоторой постоянной, которая обусловлена затратами на электронное оборудование. Последним можно поставить в соответствие некоторый начальный объем БЗУ (V_0), который действует при работе ЦВМ. Поэтому затраты на V_k можно записать в следующем виде:

$$Z(V) = C_0(V_0 + V),$$

где C_0 — стоимость одного бита информации.

Кроме того, $V_0 = R_k \cdot t_0$;

$$V = R_k \cdot \Delta t_v,$$

где t_0 — время, за которое информация заполняет объем V_0 при работе ЦВМ;

Δt_v — время, за которое заполняется объем V .

Тогда

$$Z(V) = K_0 + K_1 \Delta t_v.$$

Величину $K_{ГМ}$ можно увеличить введением в машину встроенной системы контроля и диагностикой.

В первом приближении можно принять, что затраты на контроль и диагностику растут по некоторой параболической кривой, т. е.

$$Z(K_{ГМ}) = K_2 \cdot (\Delta t_k)^2,$$

где Δt_k — время, на которое сокращается τ_k ;

K_2 — некоторая постоянная величина.

Общие затраты будут

$$f = Z(\Delta t) = K_0 + K_1 \cdot \Delta t_v + K_2 \cdot (\Delta t_k)^2.$$

Задача решается по методу оптимизации с использованием неопределенных множителей Лагранжа. Будем разыскивать точку Δt^* , которая доставляет минимум функции $Z(\Delta t)$ на множестве тех Δt , которые удовлетворяют условиям:

$$\frac{T_0 + \Delta t_v}{T_0 + \tau_k - \Delta t_k} = K_{ГМ}; \quad (a)$$

$$\Delta t_v + \Delta t_k \leq \tau_k; \quad (b)$$

$$\Delta t_v \geq t_0. \quad (v)$$

Здесь последние два условия получены из временной диаграммы, приведенной на рис. 2.

Составим функцию Лагранжа:

$$F(\Delta t, \bar{t}, \bar{X}_3) = K_0 + K_1 \Delta t_v + K_2 (\Delta t_k)^2 + \lambda_1 \left(K_{TC} - \frac{T_0 + \tau_n - \Delta t_k}{T_0 + \tau_n - \Delta t_k} \right) + \\ + \lambda_2 (\tau_n - X_{s1} - \Delta t_v - \Delta t_k) + \lambda_3 (t_n - X_{s2} - \Delta t_v)$$

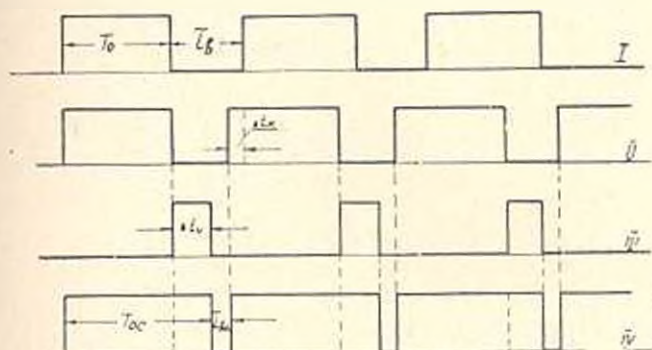


Рис. 2.

и приравняем нулю ее частные производные относительно Δt_v , Δt_k , X_{s1} , X_{s2} , λ_1 , λ_2 , λ_3 . Дифференцируя $F(\Delta t, \bar{t}, \bar{X}_3)$ по каждой переменной и решив совместно полученные уравнения, находим оптимальные значения Δt_k^* и Δt_v^* .

$$\Delta t_k^* = \frac{K_1}{2K_2} K_{TC}$$

$$\Delta t_v^* = K_{TC} \left(T_0 + \tau_n - \frac{K_1}{2K_2} K_{TC} \right) - T_n$$

Для иллюстрации приведем геометрическую интерпретацию рассмотренной задачи (рис. 3). На плоскости Δt_k , Δt_v проведены линии ограничений (а), (б) и (в), образующих область множества решений $\bar{\Delta t}$, а также линии уровней функции $f = Z(\Delta t_v, \Delta t_k)$.

Оптимальное решение есть точка, в которой уровень функции f касается границы области множества решений $\bar{\Delta t}$.

$$V_B^* = R_k \Delta t_v^*.$$

$$K_{TC}^* = \frac{T_0}{T_0 + \tau_n - \Delta t_k^*}.$$

$$f^* (\Delta t_v^*, \Delta t_k^*) = K_0 + K_1 \Delta t_v^* + K_2 (\Delta t_k^*)^2.$$

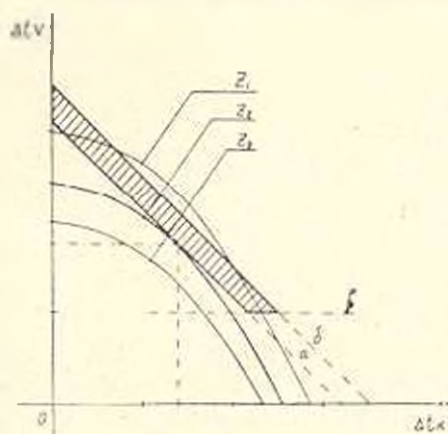


Рис. 3

Таким образом, заданная величина коэффициента готовности системы $K_{ГС}$ обеспечивается оптимальными значениями $V_{гс}^*$ и $K_{гс}^*$, при которых затраты минимальны.

Приведем численный пример, вычисленный на ЭВМ «Наирн». Пусть $C_0 = 5 \text{ руб./адр}$, $R_k = 2000 \text{ адр/час}$, $t_0 = 1 \text{ час}$, $K_2 = 3750 \text{ руб./час}$ и $K_{ГС} = 0,999$.

Тогда $K_0 = 10000 \text{ руб.}$, $K_1 = 10000 \text{ руб./час}$:

$$\Delta t_s^* = \frac{K_1}{2K_2} \cdot K_{ГС} = 1,33 \text{ часа};$$

$$\Delta t_p^* = K_{ГС}(T_0 + \tau_s - \Delta t_s^*) - T_0 = 1,81 \text{ часа};$$

$$V_g^* = \Delta t_p^* \cdot R_k = 3620 \text{ адресов};$$

$$K_{ГС}^* = \frac{T_0}{T_0 + \tau_s - \Delta t_s^*} = 0,9993.$$

Минимальные затраты составят

$$Z(\Delta t_s^*, \Delta t_p^*) = 34850 \text{ руб.}$$

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 26.IV. 1971.

Ա. Ն. ՍԱԳՅԱՆ, ՅՈՒ. Մ. ԳՆԱԳՈՐԱՅԱՆ, Ա. Գ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ,
Հ. Ա. ՃԱՆՃԱՊԱՆՅԱՆ

ԽՆՃՈՐՈՒՑԻՈՆ ՀԱՄԱԳՈՐԳԻ ՈՓՏԻՄԱԼԻՑԻԱՆ ՄԻ ԽՆԴԻՐ ՀԱՇՎԻ ԱՌԱՅ
ՀՈՒՍԱԿՈՒԹՅԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Հոդվածում դիտվում է բարդ ինֆորմացիոն համակարգ, որանդ կապի կանալներով և միջանկյալ հիշող սարքի միջոցով ինֆորմացիան րնդունվում է ՔՀԻ մշակման համար: Համակարգի ալամ պատրաստակամության գործակիցը կարելի է ապահովել կամ նախատեսելով միջանկյալ հիշողություն, կամ մեքենայում մտցնելով սխեմային հսկում: Թե մեկ և թե մյուս դեպքում ծախսերը ստացվում են մեծ: Խնդիրը լուծվում է նշված մեխոդների համատեղ օգտագործմամբ, որը բերում է ծախսերի միեմիկացման:

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходли Дж. «Нелинейное и динамическое программирование». М., «Мир», 1967.