

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЦИКЛА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Иванов А.Ю.

Кафедра ЭВМ ДонГТУ
e-mail: postmaster@cs.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Ivanov A. Optimal planning of real-time circle of computer system. This article deals with design computer calculations in real-time for the special system. Algorithm planning of real-time circle has been developed and researched.

Введение

Проектирование систем реального времени в том числе и для полунатурного моделирования требует обоснованного выбора как технических средств достаточного быстродействия так и оснащения их соответствующими программами обработки и управления. Одним из критериев эффективности систем управления и моделирования динамическими объектами является загрузка цифровой части, обеспечивающей непрерывность управления. Повышение загрузки процессоров позволяет расширять круг решаемых задач и принимать проектные решения по совершенствованию вычислительных систем.

В системах с обратной связью решение задач осуществляется путем многократного повторения циклов управления, когда фазовые переменные объекта изменяются в заданном темпе вычислений. Критерий цикла реального времени записывается [1]:

$$\sum_{i=1}^n \tau_i / T_i \leq 1,$$

где τ_i - установленное на основании системных измерений время выполнения на ЭВМ потока (программы) вычисления i -ой фазовой переменной;

T_i - требуемый период вычисления i -ой фазовой переменной.

Использование распараллеливания и совмещения вычислительных процессов требует создания алгоритмов планирования вычислений, минимизирующих время выполнения цикла реального времени. Сложные объекты моделирования имеют до 40 [2] существенно отличающихся по частоте изменения фазовых переменных. Для заданной вычислительной системы по исходным T_i можно определить минимальное необходимое быстродействие в режиме реального времени:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n \tau_i / T_i$$

Если $T_1 = \min\{T_i\}$, $i=1, n$, то критерий существования допустимого расписания потоков переписывается [3]:

$$\sum_{i=1}^n \tau_i / T_i \leq T_1$$

В случае если $T_1 = \text{НОД} \{ T_i \}$, $i=1, n$ фазовые переменные вычисляются равномерно на T_1 . Если выбрать $L = \text{НОД} \{ T_i \}$ и p -накладные расходы на переключение с выполнения потока вычисления одной фазовой переменной на другую, то (1) запишется:

$$T_1 / L \sum_{i=1}^n (L / T_i + p) \leq T_1 \quad (2)$$

где: $L / T_i = 1 / x_i$ - часть времени τ_i выполнения потока вычисления i -ой фазовой переменной на L ;

$\tau_i L / T_i$ - полное время выполнения i -ого потока на L ;

$\sum_{i=1}^n (L / T_i + p)$ - время занятости периода L всеми n потоками;

$T_1 / L = x_1$ - сколько раз L повторяется на T_1 ;

$x_1 \sum_{i=1}^n (L / T_i + p)$ - сколько времени на T_1 ЭВМ занята решением задачи

моделирования.

Величина L может быть определена по алгоритму Эвклида. Выигрыш во времени по сравнению с планированием по минимальной частоте (T_1) составит:

$$\delta = \sum_{i=1}^n (1 - x_i / x_1) - x_1 p n - x_1 \sum_{i=1}^n k_i$$

где: k_i - максимальное время выполнения блокируемого от прерываний программно - временного устройства (ПВУ) i -ой программы.

Данное представление организации вычислительного процесса моделирования предопределяет два основных алгоритма планирования потоков вычислений для циклической системы заданий с крайними сроками: равномерный и неравномерный. Разработанный алгоритм планирования работает как для заданной тактовой частоты программно-временного устройства (внешний или таймер ПЭВМ), так и выдает рекомендации по структуре и разрядности синхронизатора. Известное положение численного анализа алгоритмов определения L свидетельствует о том что в 61% экспериментов при случайно взятых T_i , значение L получается равным 1. Следовательно непроизводительные затраты на переключение с вычисления одной фазовой переменной на другую тем меньше, чем больше L , поскольку число прерываний программно-временного устройства постоянно и равно L . Величина L может быть увеличена уменьшением отдельных T_i , учитывая что $T_i = L x_i$. Математической основой разработанного на ПЭВМ для системы реального времени планировщика является предложенный алгоритм оптимизации периода синхронизации вычислений фазовых переменных. Задача оптимизации относится к классу задач нелинейного целочисленного программирования и записывается в виде:

$$L \rightarrow \max,$$

при системе ограничений:

$$L x_i \leq T_i;$$

$$L x_i \geq c_i T_i;$$

$$\sum_{i=1}^n (\tau_i / T_i + p + k_i) \leq L;$$

$$x_i - \text{целые}, i=1, n$$

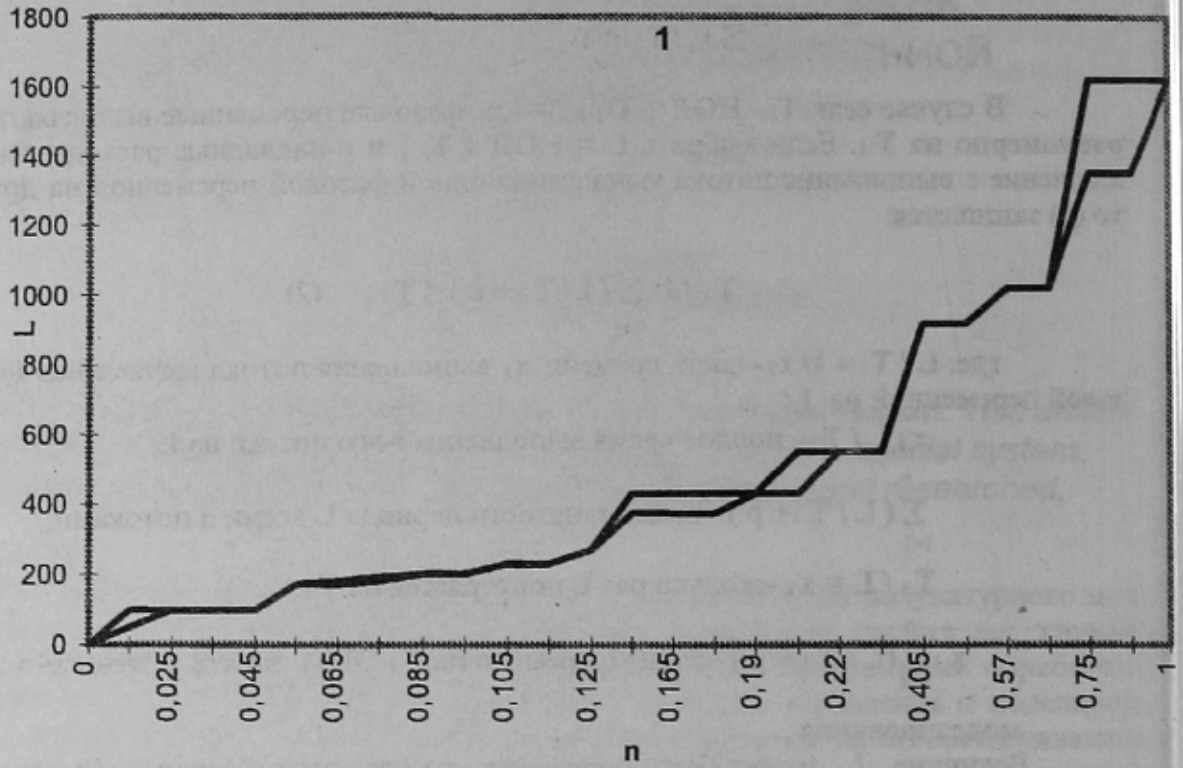


Рис. 1. Результаты исследования $L(p)$.

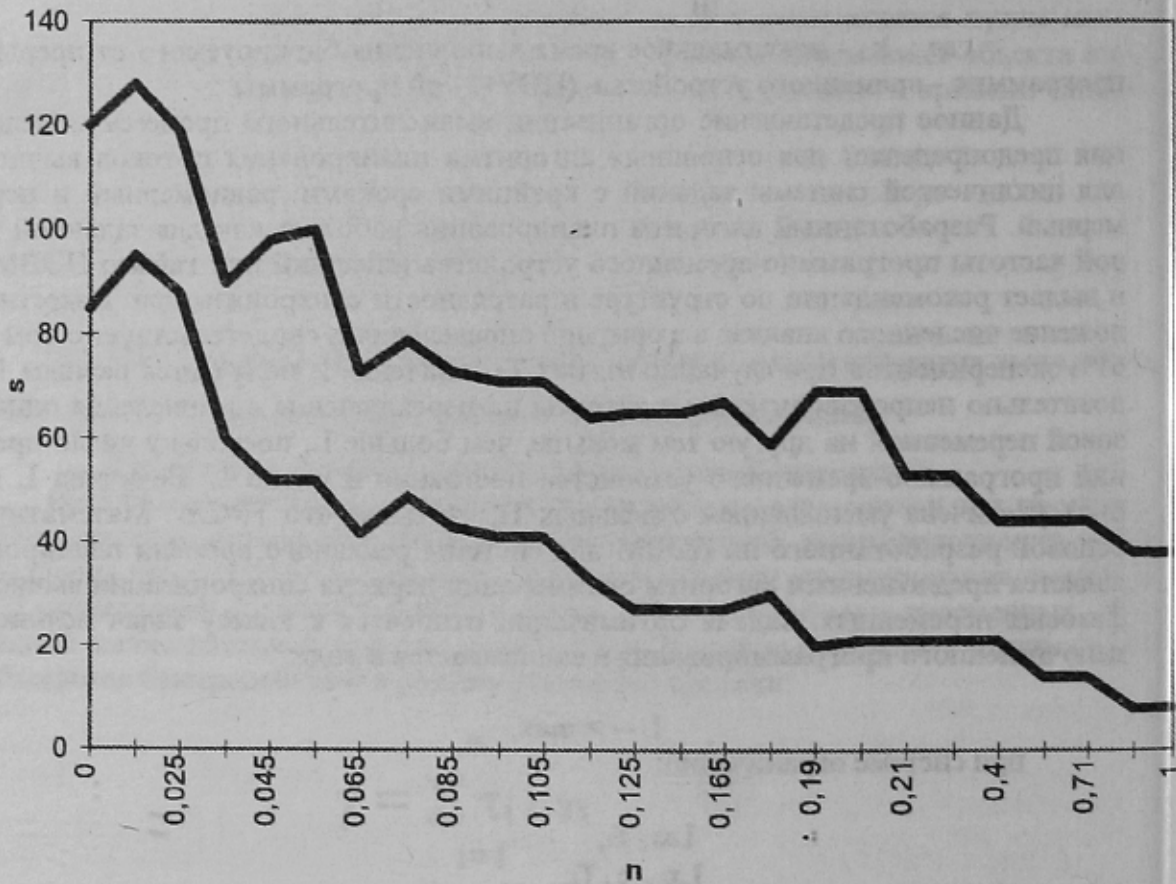


Рис. 2. Результат исследования $s(p)$.

где: k_i - время выполнения блокируемого от прерываний ПВУ участка i -ой программы;

c - величина допуска изменения T_i .

В систему ограничений может быть введено дополнительно условие выигрыша по сравнению с одночастотной организацией ВП. В результате ее решения методом ветвей и границ, учитывающем специфику постановки задачи оптимизации получаем исходную информацию для планирования. Эффективность разработанного алгоритма оптимизации реализованного на языке С была проверена экспериментально на программных моделях для ПЭВМ. На вход алгоритма подавались различной размерности последовательности простых чисел и чисел Фиббоначи. При этом исследовались зависимости величин L , числа итераций (s) алгоритма оптимизации от размерности (n) задачи и величины c . Графики зависимостей $s = f(n)$ и $L = f(n)$ для одной из последовательностей приведены на рис. 1, 2. Анализ экспериментов позволяет сделать следующие выводы:

- наиболее существенно на величину L (мажорантой является гипербола) влияет $T_2 - T_1$;
- при $c \geq 0.03$ величина s зависит только от n и прямо пропорциональна ей;
- изменение только c_1 практически не влияет на величину s ;
- при одновременном изменении c_1 величина s прямо пропорциональна c_1 и n ;
- величина L прямо пропорциональна T , обратно пропорциональна c_1 и практически не зависит от n ;
- при небольшом отличии T_i и T_{i+1} целесообразно их объединить ($\tau_i + \tau_{i+1}$).

Заключение

В заключение следует отметить что предложенная методика планирования многочастотных вычислительных процессов увеличивает резервы цифровой части по расширению класса решаемых задач моделирования и управления сложными динамическими системами. Результаты планирования равномерного расписания достаточно просто учитываются диспетчером обработки прерываний от ПЭВМ, в отличие от списочного расписания при неравномерном алгоритме. При реализации алгоритма в виде внешнего ПВУ аппаратные затраты также более низкие чем при плановой инициализации за счет упрощенного арбитражирования запросов циклограмм в реальном времени.

Литература

1. Пьявченко О.Н., Сурженко И.Ф., Шаповал В.Г. Технология подготовки задач полунатурного моделирования при исследовании и проектировании сложных систем управления движением объектов. - Теория и применение моделирующих систем (труды). К.: Наукова думка, 1986 г.
2. Виттих В.А., Цыбатов В.А. Оптимизация бортовых систем сбора и обработки данных. - М.: Наука, 1985 г.
3. Иванов А.Ю., Святный В.А. Алгоритм организации цифровых вычислений в цикле реального времени АЦВС. - Вопросы радиоэлектроники. Сер.ЭВТ. Вып.2, 1986г.