

помеченное ребро.

En $S(i, n, m-1) \subset S(i, k, m)$, $q(S(i, k, m)) = \min(q(S(i, j, m-1)) + C_{jk})$,
где $q(S(i, k, m))$ - вес цепи $S(i, k, m)$.

Каждая цепь $S(i, k, 2N-1)$ длиной $2N-1$ включает все помеченные ребра и является гамильтоновой. Из них выбирается цепь минимального веса.

Для устранения зависимости полученной цепи от начального ребра описанную выше процедуру выполняют, начиная с каждого из помеченных ребер. Лучшую из построенных таким образом цепей принимаем за решение открытой задачи коммивояжера с дополнительным ограничением вида (12).

Выводы

1. Решение задачи минимизации времени построения чертежей на ЦД позволяет повысить производительность вычислительных систем, в состав которых входят ЧГА.

2. Предложенный подход позволяет повысить уровень автоматизации программирования: программисту достаточно закодировать линии чертежа в произвольном порядке, а синтез оптимальной траектории ПУ происходит автоматически.

Литература

1. Рябов А.Н. Использование одной особенности графопостроителя для повышения скорости регистрации. - Управляющие системы и машины, 1982, № 5, с. 25-26.

2. Криштофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. - М.: Мир, 1978. - 432 с.

УДК 681.32

Э.А. Сименовский

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ
СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

(г. Кузбасс)

Расширение сферы применения автоматизированных систем научных исследований и комплексных испытаний образцов новой техники (ОНИ), необходимость внедрения большого количества автоматизиро-

явных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) в условиях все возрастающих затрат на их создание требуют проведения тщательного анализа эффективности работы программных и аппаратных средств.

Улучшение взаимодействия указанных компонентов АСНИ, АСУ ТП позволяет уменьшить время реакции систем и, тем самым, сократить затраты на проведение исследований и испытаний. Решение этой задачи связано с анализом процессов сбора и обработки экспериментальных данных, управление которыми осуществляется центральным процессором (ЦП), имеющим ограниченные ресурсы. В работе предлагается использовать метод нагрузочных характеристик [1,2] с применением методологии имитационного моделирования, что наиболее целесообразно на ранних этапах проектирования автоматизированных систем.

Полная загрузка ЦП определяется суммой отдельных составляющих: затрат процессорного времени на решение задач сбора, обработки данных и диспетчеризацию. При этом должен быть предусмотрен резерв по производительности на случай возможного увеличения информационной нагрузки.

Нагрузка определяется частотой инициализации задач в системе сбора и обработки данных (ССОД), являющейся частью АСНИ и АСУ ТП. Увеличение нагрузки возникает, например, при подключении к ССОД дополнительного числа измерительных каналов.

Загрузка ЦП сбором, обработкой данных и диспетчеризацией на интервале $[0, T_{ц}]$ определяется следующими отношениями:

$$K_{сб} = T_{сб} / T_{ц}, K_0 = T_0 / T_{ц}, K_г = T_г / T_{ц},$$

где $T_{ц}$ - время проведения цикла сбора и обработки данных;

$T_{сб}, T_0, T_г$ - средние затраты процессорного времени на решение M задач и диспетчеризацию.

Соотношение между указанными составляющими с учетом оставшегося резерва по производительности ($R = T_R / T_{ц}$) нормируется уравнением рабочего баланса, которое позволяет оценивать реализуемость того или иного проектного решения.

Для любого режима функционирования ССОД должно соблюдаться уравнение

$$K_{сб} + K_0 + K_г + R = 1, \quad (I)$$

где $K_{сб}$ - коэффициент загрузки процессора сбором данных;

K_0 - коэффициент загрузки процессора обработкой данных;

$K_г$ - коэффициент загрузки ЦП диспетчеризацией;

R - резерв процессора по производительности.

Соотношение распределения ресурсов ЦП (значения коэффициентов $K_{об}$, K_0 , K_q , R) меняется при изменении нагрузки на АСНИ или АСУ ТП. Обозначая \bar{V} среднюю величину информационной нагрузки, уравнение (1) запишем в виде

$$K_{об}(\bar{V}) + K_0(\bar{V}) + K_q(\bar{V}) + R(\bar{V}) = 1. \quad (2)$$

Учитывая, что

$$K_{об}(\bar{V}) = \sum_{i=1}^M \bar{\tau}_{обi} \bar{V}_i, \quad K_0(\bar{V}) = \sum_{i=1}^M \bar{\tau}_{oi} \bar{V}_i,$$

$$K_q(\bar{V}) = \sum_{i=1}^M \bar{\tau}_{qi} \bar{V}_i,$$

где $\bar{\tau}_{обi}$, $\bar{\tau}_{qi}$, $\bar{\tau}_{oi}$ - среднее время, затрачиваемое процессором на сбор данных по i -му каналу сбора данных, на диспетчеризацию и решение i -й задачи соответственно; \bar{V}_i - средняя частота инициализации каналов сбора информации, M - число каналов в ССОД представим выражение (2) в виде следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} K_n(\bar{V}) = 1 - \left(\sum_{i=1}^M \bar{\tau}_{обi} \bar{V}_i + \sum_{i=1}^M \bar{\tau}_{qi} \bar{V}_i \right) \\ K_0(\bar{V}) = \sum_{i=1}^M \bar{\tau}_{oi} \bar{V}_i \\ R(\bar{V}) = K_n(\bar{V}) - K_0(\bar{V}). \end{cases} \quad (3)$$

В системе (3) $K_n(\bar{V})$ определяет потенциальные возможности ССОД. Таким образом, модифицированное уравнение рабочего баланса (3) позволяет проектировщику изучать отдельно составляющие $K_n(\bar{V})$, $K_0(\bar{V})$ и $R(\bar{V})$ при изменении информационной нагрузки.

Величина $K_n(\bar{V})$ определяет коэффициент готовности ЦП к выполнению задач обработки экспериментальных данных при нагрузке, равной \bar{V} . Первое уравнение в системе (3) будем называть потенциальной нагрузочной характеристикой (ПНХ). Ее физический смысл состоит в том, что по мере увеличения интенсивности сбора информации и заявок на обслуживание соответственно возрастают затраты на сбор и диспетчеризацию, а потенциальные возможности ЦП по проведению обработки данных падают.

Каждому режиму ССОД можно поставить в соответствие на плоскости нагрузочных характеристик точку с координатами

$$\bar{V}_0 = E \{ \bar{V}_{от} \} = E \left\{ \sum_{i=1}^M \bar{V}_i \right\}, \quad (4)$$

$$K_0 = E \{ K_{от} \} = E \left\{ \sum_{i=1}^M \bar{\tau}_{oi} \bar{V}_i \right\}. \quad (5)$$

Здесь \bar{V}_0 - среднее значение интенсивности потока запросов на выпуск задач обработки данных для выбранного режима;

K_0 - необходимый коэффициент готовности ЦП к выполнению задач обработки в выбранном режиме.

Точку с координатами (\bar{V}_0, K_0) называют рабочей точкой [1].

Величины V_{0r} и K_{0r} , стоящие под знаком математического ожидания в формулах (4) и (5), характеризуют параметры рабочей нагрузки ЦП, которая флуктуирует в процессе функционирования ССОД. Если рабочая точка оказалась за пределами потенциальных возможностей процессора, то это означает, что на интервале $[0, T_0]$ появилось столько запросов на обработку, что для их выполнения требуется время, большее чем T_0 .

Следовательно, система показателей (3), (4), (5), характеризующая взаимодействие программных и аппаратных средств ССОД автоматизированной системы, позволяет определить область допустимых проектных решений режимов обработки данных при выбранном способе организации сбора экспериментальной информации.

Аналитическое описание процессов сбора, обработки и диспетчеризации с требуемой степенью детализации затруднено. Поэтому в качестве инструмента анализа эффективности различных вариантов организации АСНИ (АСУ ТП) предлагается использовать имитационное моделирование [3]. Целью имитационного эксперимента является построение ПНХ, определение координат рабочей точки и резерва по производительности.

В качестве средства реализации моделей использовался язык дискретного моделирования *GPSS/360*. Компоненты программного обеспечения (диспетчер, задачи, программы управления вводом-выводом), а также устройства связи с объектом моделировались на функциональном уровне. На поведенческом уровне моделировались периферийные устройства ЭВМ.

Модель диспетчера состоит из моделей планировщика, службы времени, инициатора и терминатора. Модель планировщика позволяет проводить анализ для трех наиболее распространенных дисциплин оперативной диспетчеризации: с абсолютными приоритетами, с относительными приоритетами, без приоритетов.

Прерывания работ ЦП моделировались при помощи конструкций *PREEMPT-RETURN*, а временные затраты на обработку прерывания считались детерминированными.

Служба времени диспетчера обеспечивает поступление в систему

задач в соответствии с их временным расписанием. В модель службы времени входят модель системного таймера и модель программы обслуживания прерываний от модели системного таймера. Модель таймера генерирует регулярный поток прерываний с заданной дискретностью.

Модель инициатора устанавливает флаги занятости ЦП и передает управление указанной планировщиком задаче. Терминатор пересчитывает следующий момент запуска задачи в соответствии с заданным интервалом реактивации, сбрасывает флаги занятости ЦП, переводит задачи в очередь бездействующих.

Модели задач и модели устройств связи с объектом в стандарте КАМАК подробно рассмотрены в [3].

При моделировании работы ССОД интенсивность нагрузки изменялась двумя способами:

- изменением частоты инициализации каналов сбора данных;
- изменением частоты вызова и решения задач обработки.

Реализация второго способа ($\bar{V}_i = const$) увеличивает затраты на диспетчеризацию вследствие возрастания обращения к диспетчеру и/или изменения периода реактивации задач.

В результате имитационного эксперимента определяются средние значения $K(\bar{V})$ и \bar{V} , т.е. строится ПНХ ССОД.

Моделирование положения рабочей точки производится увеличением числа выполняемых задач при постоянной длительности обработки информации каждой задачи на интервале $[0, T_u]$.

В ы в о д

Применение метода нагрузочных характеристик позволяет оценить эффективность взаимодействия программных и технических средств АСНИ или АСУ ТП. Данный метод дает возможность оценить системную организацию устройств связи с объектом и определить рациональную структуру программного обеспечения. При создании соответствующих имитационных моделей он применим также для анализа многопроцессорных систем, для систем, информационная нагрузка которых имеет стохастический характер и т.п.

Л и т е р а т у р а

И. В и т т и х В.А., С и м а н о в с к и й Е.А., Ц ы б а - т о в В.А. Система показателей для анализа потенциальных возможностей измерительно-вычислительного комплекса. -Автометрия, 1983 № 6, с.99-102.

2. Виттих В.А., Симановский Е.А., Цыба -
тов В.А. Методы и средства анализа ИВК. - В кн.: Автоматизация и
лучное приборостроение -83: Сб. докл. П Международного сипоз.-
Иарна (НРБ), 1983, с.7-22.

3. Виттих В.А., Сидоров А.А., Симановс -
кий Е.А. Анализ процессов сбора и обработки данных в автоматизи -
рованных системах научных исследований методами имитационного мо -
делирования. -Управляющие системы и машины, 1983, № 3, с.89-93.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБУЧЕНИЯ

УДК 681.3.06:51

А.Н.Ковшов, Е.Ю.Шахтарин

ПРОБЛЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЗАДАЧ АСНМ (г.Свердловск)

Развитие средств автоматизации программирования ориентировано
на привлечение все большего числа неквалифицированных пользовате -
лей. К сожалению, такая ориентация до сих пор остается в большей
стопени пожеланием и рекламными заверениями разработчиков этих
продств. Стремление создавать ясные и легкие для понимания програм -
мы удобными простыми средствами наталкивается на серьезное препят -
ствие. Суть трудности состоит в общем для языков программирования
недостатке. Как универсальные типа ПЛ/1, так и машинно-ориентиро -
ванные типа АССЕМБЛЕР языки программирования реализуют компромисс
между ориентированностью на машину и ориентированностью на пользо -
вателя. С одной стороны, для всех языков характерна однотипная осно -
нова, отражающая структуру современных ЭВМ. Какой бы сложности ни
была решаемая задача, программист вынужден выражать пр блемные
категории посредством набора элементарных вычислительных действий -
условный оператор, цикл, оператор присваивания. Декомпозиция кате -
горий задачи при помощи инструментария такого уровня весьма нетри -
виальна и требует богатого опыта и высокой квалификации.