

5. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. М.: Наука, 1970.

6. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, главная редакция физико-математической лит-ры изд-ва. 1975. Ч. I.

УДК 681.3

Н.А. Куцевич, А.Я. Слейников

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ,
ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ ПРИБОРНОГО ИНТЕРФЕЙСА

(г. Москва)

В настоящее время отмечается тенденция к широкому использованию аппаратуры, выполненной в соответствии с ГОСТ 26.003-80 (МЭК 625.1, "Канал общего пользования" - КОП, приборный интерфейс - ПИ) в системах автоматизации экспериментов (САЭ) /1/. Основным ресурсом САЭ является магистраль ПИ, через которую происходит обмен информацией между приборами, подключенными к ней. На сколько оптимально функционирование САЭ, определяется степенью загруженности магистрали, частотой появления запросов на ее использование, наличием очередей.

Целью данной статьи является оценка работы САЭ методом имитационного моделирования, а также распределение операций алгоритма во времени и анализ, позволяющий улучшить характеристики САЭ. Состояние перегрузки магистрали фиксируется при моделировании наличием очередей на использование магистрали, которые могут быть вызваны алгоритмом САЭ или уровнем инструментальных программных средств, применяемых при создании программного обеспечения (ПО) САЭ. Небольшой коэффициент использования магистрали говорит о ее простоях, которые можно избежать при усложнении алгоритма, введении параллельных операций, если это допускает эксперимент.

Структура и функционирование САЭ. Основными компонентами САЭ на основе приборного интерфейса являются контроллер, выполняющий функции управления магистралью ПИ, и до 14 приборов. Модели в данной работе просчитывались для контроллера, являющегося модулем

КАМАК – модулем приборного интерфейса (МПИ) /2/. В МПИ предусмотрена возможность работы в режиме прерываний, которая вносит ряд особенностей в создание моделей. Для ускорения обработки прерываний, поступающих от МПИ в управляющую программу, последний выдает два сигнала: $\angle 1$ сигнализирует о завершении процессов, происходящих в КОП, такой возможности у контроллеров, непосредственно сопряженных с КОП, нет; $\angle 2$ говорит о появлении в КОП "Запроса на обслуживание" (SRQ) от приборов, подключенных к магистрали. Если магистраль занята в данный момент времени выполнением некоторой операции, то при возникновении потребности в магистрали другие приборы должны ожидать завершения выполнения текущей операции, что сопровождается возникновением очередей на пользование магистралью.

В общем виде контроллер САЭ для организации взаимодействия приборов должен подать в следующей последовательности команды: сброс, т.е. установка САЭ в исходное положение и включение дистанционного управления;

задание режима работы прибора или приборов;

запуск измерений;

определение типа обмена с контроллером или другими приборами;

выполнение обмена в заданном режиме;

определение дальнейшей "судьбы" алгоритма: повторение операций с одного из предыдущих этапов либо завершение работы..

Ряд операций, таких как задание режима, определение типа обмена, связан с принятием решения, что вводит в алгоритм модели конфликт. Выбор способа разрешения конфликта в данном случае детерминирован: извне подается информация, позволяющая принять единственное решение.

Важным фактором, оптимизирующим работу системы, является использование параллелизма. Функционирование САЭ по заданному алгоритму назовем процессом. Параллелизм в САЭ на основе ПИ возможен как для случая нескольких параллельных процессов, так и в рамках одного процесса. Все операции, выполняемые в системе, можно разделить на операции, использующие магистраль ПИ и не использующие ее. Если операции, которые могут произойти по алгоритму одновременно, выполняются либо без использования магистрали, либо только одна из них в данный период выполняется с ее применением, то такие операции являются параллельными.

Структура модели. Модель САЭ представляет собой некоторый

программный комплекс, описывающий поведение элементов системы. Смена состояний САЭ осуществляется с помощью аппарата событий, между которыми система остается неизменной. Для САЭ на основе ПИ выделены следующие события: реализация универсальной, адресованной команды или команды назначения; передача или прием байта информации; передача или прием блока данных; внешний обмен (в нем не принимает участия контроллер); проведение параллельного или последовательного опроса; обработка и анализ информации; появление $\angle AM$ - запроса.

Последовательность событий для моделирования некоторого процесса задается в "календаре", являющемся списком номер I в языке моделирования СИМФОР в ОС РАФОС. В "календарь" заносится время наступления события, код события, номер прибора, принимающего участие в событии, или номер самого медленнодействующего прибора, код сопровождения события \angle - сигналом, длительность события и его приоритет.

Наступление какого-либо события в "календаре" сопровождается анализом состояния магистрали в программе обработки события. Если магистраль свободна, то продолжается выполнение программы обработки события. В случае ее занятости событие будет перепланировано на момент завершения события, занимающего в данный момент магистраль. Кроме того, наступившее, но не реализованное событие заносится в одну из очередей. Очередей всего две - приоритетная для приоритетных событий и обычная - для неприоритетных. После завершения этих процедур происходит выход из программы обработки события и ожидается наступление следующего по "календарю" события. При появлении нескольких событий, наступающих в одно время, вступает в силу процедура вторичного упорядочивания. Согласно ей первым наступает наиболее приоритетное событие.

Средства моделирования. В качестве языка моделирования, как уже упоминалось, использовался СИМФОР. На его основе были написаны программные средства моделирования, которые позволяют создавать модели функционирования САЭ на уровне интерфейсных функций, определяемых в ГОСТ 26.003-80, что заметно сокращает время и упрощает создание моделей конкретных САЭ и их модификацию. Программные средства моделирования реализованы в виде библиотеки подпрограмм. Подпрограммы по своему функциональному назначению можно разделить на несколько групп:

PINIT, PCOM, PGBT, PTRANS - подпрограммы для осуществления операций планирования;
PBUSI, FBUSΦ, FWAIT - подпрограммы, выполняющие накопление статистической информации о поступлении заявок на использование магистрали, о ее простое и наличии очереди;
SDELAY, BUESS, OCCUR - подпрограммы работы со списками: сдвиг события в "календаре", постановка события в приоритетную или обычную очередь, удаление его из очереди;
FLSRQ, KLSRQ, LSRQ - подпрограммы поиска и формирования блоков описания *LAM* - запросов.

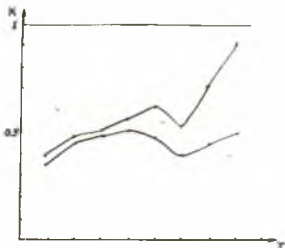
Результаты моделирования. При моделировании САЭ характеристики процесса функционирования определяют на основе некоторой машинной модели M_i , построенной на основе имеющихся представлений о САЭ. При получении новой информации о функционировании системы, о характере использования магистрали ПИ модель M_i может пересматриваться и уточняться с учетом новой информации. Итерационный процесс продолжается до тех пор, пока не будет получена модель M_j , которая полностью удовлетворяла бы пользователя.

С точки зрения использования магистрали ПИ события могут быть магистральными и немагистральными. Такие события могут происходить одновременно. Из-за существенной разницы между ними важным результатом моделирования являются значения переменных: *TALG* - продолжительность исполнения магистральных событий алгоритма; *TIALG* - общая продолжительность исполнения алгоритма, считая, что оба типа событий происходят последовательно; *TRALG* - реальное время реализации алгоритма. Ясно, что

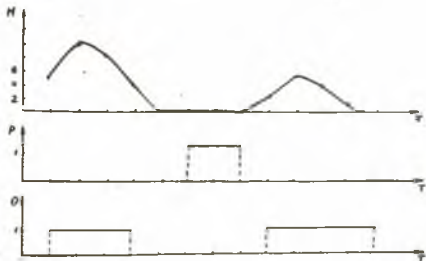
$$\frac{TALG}{TIALG} \leq \frac{TRALG}{TIALG} \leq 1.$$

Введенные соотношения определим как идеальный и реальный коэффициенты KM и KR . На рис. 1 представлены изменения коэффициентов KM и KR во времени для одного из промоделированных алгоритмов.

В процессе реализации модели накапливается также статистическая информация о запросах на использование магистралью, о ее простое, об очередях во временных объектах - *BUSI, BUSΦ, WAIT*, которая представляется в виде гистограмм распределений значений наблюдаемых величин. *BUSI* оценивает интенсивность появления



Р и с. 1. Изменение идеального (КИ) и реального (КР) коэффициентов



Р и с. 2. Гистограммы распределения наблюдаемых величин

заявок, но этой информации недостаточно для определения длительности обслуживания каждого магистрального события. Гистограмма *BUSφ* содержит информацию о простое магистрали. Если на одной и той же временной оси рассмотреть гистограммы распределения наблюдаемых величин (рис. 2), то можно оценить процесс проведения эксперимента, длительности реализации событий, равномерно распределить, если это не противоречит физической сути эксперимента, поток поступления заявок к магистрали в случае возникновения очереди к ней и, наоборот, рассмотреть возможность включения параллельных событий при наличии длительных простоев магистрали.

Длительность выполнения событий или операций складывается из аппаратного и программного времени их реализации. При шестой структуре аппаратных средств САЭ можно изменять скорость реализации операций, меняя инструментальные программные средства, которые могут быть разноуровневыми /3/. Алгоритмы с критичными временными параметрами требуют применения программных средств промежуточного или низкого уровней. Для остальных экспериментов наиболее удобными являются средства высокого уровня, не требующие знания особенностей функционирования САЭ на основе ПИ.

В ы в о д ы.

1. Моделирование позволяет оптимизировать использование основного ресурса рассматриваемых САЭ - магистрали ПИ, т.е. если позволяет эксперимент, добиваться такого режима работы САЭ, когда нет очередей к магистрали и нет ее длительных простоев.

2. Моделирование позволяет подобрать требуемый уровень инструментальных программных средств, используемых при создании программного обеспечения САЭ.

3. Разработанные программные средства моделирования могут быть применены для создания любых моделей САЭ на основе приборного интерфейса независимо от способа сопряжения контроллера ПИ с ЭВМ. При переходе от одного контроллера к другому динамически меняться будут лишь исходные данные о времени реализации отдельных событий, задаваемых на этапе инициализации модели, и исключаются некоторые средства, позволяющие моделировать работу САЭ в режиме прерываний.

Библиографический список

1. Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным и бит-параллельным обменом информации ГОСТ 26.003-80.

2. Бочарова Р.В., Вуколиков В.М., Лопатин В.И., Королев Р.П., Куцевич Н.А., Олейников А.Я., Панкрац Е.В., Посошенко Л.З., Тимофеев В.А., Фуршик А.Б. Опыт совместного использования аппаратуры КАМАК и МЭК 625.1. Технические средства и особенности разработки программного обеспечения //Новости ИАИ. 1986. № 2.

3. Куцевич Н.А., Олейников А.Я., Панкрац Е.В., Тимофеев В.А. Средства программирования для модуля приборного интерфейса //Автоматрия. 1988. № 2.

УДК 681.322.621.391

В.В.Камышников, А.С.Овсянников

ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ УЧРЕЖДЕНИЕМ

(г. Куйбышев)

Новая вычислительная техника, основу которой в настоящее время составляют персональные ЭВМ (ПЭВМ), является технической базой информатизации общества в целом и отдельных учреждений в частности. Однако последние годы освоения техники ПЭВМ выявили односторонность такого подхода. Локальное использование ПЭВМ в системах управления учреждениями не оправдывает средств, которые вкладываются в создание таких систем. Необходим переход к комплексному использованию средств вычислительной техники с помощью систем передачи информации как в пределах учреждения, так и вне его.

"Информатизация - это комплекс мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех общественно значимых видах человеческой деятельности. Информация, т.е. совокупность знаний о фактических данных и зависимостях между ними, становится при этом стратегическим ресурсом общества в целом, во многом обуславливающим его способность к успешному развитию. Техническими средствами освоения