

циональная устойчивость системы в условиях промышленных и взаимных помех при обмене информации между её элементами.

Если одна ошибка произойдет на интервале, соответствующем смене порождающих элементов перебирающей последовательности, то такая ошибка будет обнаружена и скорректирована. Для этого на передающей стороне формируется суммарный символ исходного текста в виде двоичного вектора путем сложения в конечном поле Fp , символа исходного текста со всеми предыдущими символами исходного текста, аналогично вычисляется суммарный символ преобразованного текста, меняется порождающий элемент перебирающей последовательности при появлении в ее составе символа 1 на символ суммарного исходного текста. При этом суммарные символы исходного и преобразованного текста передаются по линии связи, а на приемной стороне корректируются искаженные символы. Для этого:

-вычисляют расхождение $\Delta\alpha$ в суммарных символах переданного исходного текста $C\alpha$ и вычисленного $C^*\alpha$ на приемной стороне

$$\Delta\alpha \equiv C_\alpha - C_\alpha^* \pmod{p}$$

- вычисляют расхождение $\Delta\beta$ в суммарных символах переданного преобразованного текста C_β и вычисленного C^*_β на приемной стороне

$$\Delta\beta \equiv C_\beta - C_\beta^* \pmod{p}$$

- вычисляют символ перебирающей последовательности, используемый для корректировки искаженного при приеме символа

$$x \equiv \Delta\beta \cdot \Delta\alpha^{-1} \pmod{p}$$

где $\Delta\alpha^{-1} \equiv (\Delta\alpha)^{p-2} \pmod{p}$ - обратный элемент по отношению к символу $\Delta\alpha$ в поле Fp ;

- корректируют искаженный символ исходного текста по формуле

$$\alpha \equiv \alpha + \Delta\alpha \pmod{p}$$

Возможность обнаружения и корректировки символов исходного текста на приемной стороне приводит к повышению помехоустойчивости передаваемой информации.

Формирование символов x перебирающей последовательности в виде двоичных векторов на каждом такте работы регистра сдвига можно осуществить за счет вычисления порожденных элементов конечного поля Fp путем умножения предыдущего символа этой последовательности на порождающий элемент x_n :

$$x_i \equiv x_{i-1} x_n \pmod{p}$$

Если в процессе вычислений на каком-то i -ом такте работы регистра сдвига окажется, что $x=1$, то в этом случае меняется порождающий элемент x_n поля Fp . При этом в качестве нового порождающего элемента x_n принимается сформированный на данном такте работы регистра сдвига суммарный символ исходного текста C_α конечного поля Fp , $x_n=C_\alpha$, если $C_\alpha < 2$, то $x_n=2$.

Сформированные последовательности конечного поля Fp используются символического преобразования потока данных:

$$\alpha x + y \equiv \beta \pmod{p}$$

Так как в перебирающей последовательности конечного поля элементы формируются за счёт возведения в степень порождающего элемента x_n , имеющего порядок k , то все элементы $x_n, x_n^2, x_n^3, \dots, x_n^k$ будут различны на интервале k тактов работы регистра сдвига. В силу того, что порождающие элементы x_n могут быть разного порядка в конечном поле Fp , то смена порождающих элементов будет осуществляться по псевдослучайному закону. При этом обеспечивается статистическая равномерность символов преобразованного текста на интервале, равном $p-1$ тактов работы регистра сдвига, что обеспечивает равномерное использование каналов устройств Bluetooth.

Поскольку для данной символьной обработки информации ошибки в отдельных каналах устройства Bluetooth могут быть обнаружены и исправлены, то обеспечивается контроль функционирования системы и своевременная смена каналов устройства Bluetooth, подверженных сильным промышленным и взаимным помехам. В этом случае повышается скорость передачи информации между отдельными устройствами, так как исключается её повторная передача при возникновении ошибки в отдельных каналах передачи информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тупота В.И. Адаптивные средства защиты информации в вычислительных сетях // Радио и связь. – М., 2002. -176 с.

СРЕДСТВА ПОЛУНАТУРНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Кравец О.Я., Севидов В.В.

Международный университет компьютерных технологий

Полунатурное моделирование целесообразно применять в ситуации, когда необходимо осуществить верификацию - проверить правильность самого процесса управления. Аналитических и имитационных средств для решения задачи верификации, как правило, недостаточно вследствие наличия значительных нестационарностей в процессе функционирования системы.

Одна из задач, поставленных в работе, сформулирована следующим образом: создать средства, обеспечивающие верификацию сформированного варианта управления методами полунатурного моделирования, позволяющими учесть факторы нестационарности. Рассмотрим методы решения поставленной задачи на примере системы управления (СУ) автоматизированной транспортно-складской системой (АТСС) интегрированного производства (ИП).

Основное внимание будет уделено вопросам моделирования системы управления автоматизированной транспортно-складской системы ИП на базе ЛВС. Решение проблемы адекватного моделирования СУ АТСС ИП позволяет получить достаточную гибкость производства при условии синхронизации информационных и материальных потоков. В сложном кон-

туре регулирования высокоавтоматизированных производственных систем со всеми компонентами потоков материалов и информации эффективное решение может гарантировать использование взаимовязанного опыта в области производства, сборки, техники транспортирования и складирования. Рассмотрено алгоритмическое обеспечение модели СУ АТСС ИП на базе ЛВС.

Специфика изделий обусловила необходимость применения для их сборки специальной схемы транспортирования в технологическом потоке и подачи на оборудование с сохранением первичной ориентации. При этом первой операцией сборочного процесса является ориентированная укладка изделий в групповой носитель, который должен быть сквозным с транспортированием изделий по всему технологическому циклу без промежуточного снятия деталей.

Большинство процессов осуществляется автоматизированными модулями (ГАМ), управляемыми от встроенных микроЭВМ. Наличие последних обеспечивает гибкое, легко перестраиваемое программное управление в условиях многономенклатурного производства на многооперационной линии, соотношение модулей в которой обеспечивает наивысшую производительность линии.

Независимо от варианта размещения каждая линия снабжена автоматизированной транспортной сис-

темой и автоматическим складом (склад может быть один на несколько линий). Связь склада с другими линиями или участками ИП осуществляет подвижный транспортный объект.

Основные фазы функционирования технологических модулей, состоящих из нескольких установок, таковы.

1. Начальная (залповая) загрузка модуля пакетом с заготовками. Транспортный робот на поддоне доставляет из внешнего склада заготовки.

2. Загрузка технологических установок первыми заготовками. Штабелер (групповой перегрузочный робот) последовательно перегружает верхние заготовки на приемные столы соответствующих технологических установок, дается команда на начало обработки.

3. Перегрузка оставшихся заготовок с транспортного робота в локальный склад. Транспортный робот освобождается и может быть снова направлен за заготовками.

4. Завершение обработки. Перегрузка обработанных деталей на транспортный робот или в локальный склад. Транспортный робот отправляется на склад.

Далее цикл повторяется, начиная со второй фазы. Фрагмент циклограммы для стационарного режима функционирования трех технологических установок приведен на рис. 1.

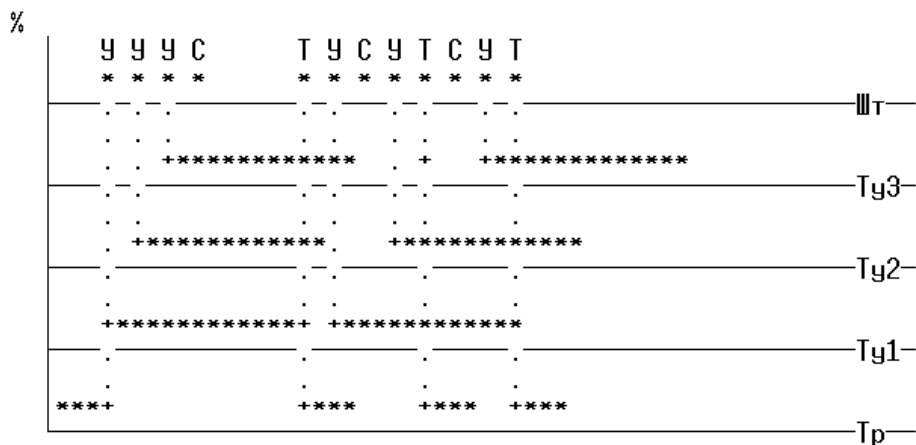


Рисунок 1. Фрагмент циклограммы в стационарном режиме:

Режимы работы штабелера
У-перегрузка на установку
С-перегрузка на склад
Т-перегрузка на тр. робот

Обозначения объектов
Шт - штабелер
Ту* - технологическая установка
Тр - транспортный робот

В основу алгоритмического обеспечения положено следующее описание процесса управления производством на участке ИП. Процесс управления участком ИП состоит в получении от аппаратуры и технологического оборудования сведений о ходе технологического процесса, которые могут иметь один из трех типов: начало операции; успешное завершение операции; неуспешное завершение операции, требуется вмешательство извне.

Такие сведения поступают от всех участников процесса сборки: автоматизированного склада; транспортных роботов, доставляющих необходимые заготовки, сырье и полуфабрикаты из внешнего мира и во внешний мир; транспортных роботов, перемещающих

изделия, сырье и полуфабрикаты внутри участка (цеха); нескольких технологических установок, связанных между собой технологической картой; соответствующего количества роботов-перегрузчиков (штабелеров), автоматически осуществляющих операции погрузки/разгрузки между складом, транспортными роботами и технологическими установками.

В силу наличия элементов нестационарности в событиях, происходящих в системе управления, и с целью верификации алгоритмов, положенных в основу системы управления, была разработана система полунатурного моделирования СУ АТСС ИП, рассматриваемая ниже.

Функционирование разработанной модели возможно в составе одной из трех следующих конфигураций комплекса технических средств (КТС).

1. Модель СУ АТСС ИП работает на микроЭВМ, связанной с моделями или реальными объектами управления (ОУ) индивидуальными каналами передачи данных (в том числе радиоканалами). Эта конфигурация наиболее близка к реальной ситуации, однако аппаратная реализация моделей объектов управления зачастую затруднительна и неэкономична.

2. Объекты управления представлены программной моделью, функционирующей на ЭВМ, причем состояния ОУ и управляющие воздействия для них передаются по единственной линии связи с ЭВМ, на которой функционирует модель системы управления.

3. Обе модели функционируют на одной ЭВМ, но в различных разделах мультипрограммной системы, и обмениваются между собой информацией через аппарат почтовых ящиков, снабженных идентификаторами.

Как уже отмечалось, первая конфигурация максимально приближена к реальным условиям и ее целесообразно применять на завершающих стадиях отладки и запуска системы управления.

Применение конфигурации второго типа оказывается наиболее оправданным при наличии теоретически работоспособной системы управления АТСС, в которой, однако, не произведена верификация компонент, влияющих на безопасность и сохранность технологического оборудования и транспортных средств. Управляющая ЭВМ оказывается связанной с модельной, содержащей модели объектов и транспортных средств, как проводными линиями в соответствии со спецификацией технических средств СУ (как правило, удовлетворяющими протоколам X21 или V24 МККТТ), так и при необходимости радиоканалом (в соответствии с подмножеством протокола T.15 МККТТ).

При наличии резервной ЭВМ, имеющей достаточно ресурсов для параллельного функционирования нескольких процессов и на начальном этапе верификации системы управления модели могут функционировать совместно с ней, что существенно упрощает структуру КТС, но может повлечь некоторое несоответствие временных характеристик полунатурной модели реально существующим вследствие необходимости разделения времени физического процессора между СУ и моделями ОУ. Применение указанной конфигурации оказывается оправданным в самой начальной стадии верификации СУ АТСС ИП.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Новосельцев В.Н.

*Институт проблем управления,
Москва*

XX век подарил человечеству новый вид научного исследования - математическое моделирование (Белоцерковский, 2003). В современных исследованиях оно занимает огромное место, что объясняется общим прогрессом науки - модельное описание требует

формальной ясности и недвусмысленности. Джордж Уильямс, основоположник современного эволюционизма, как то высказался по этому поводу: "интуитивные идеи... не всегда могут быть адекватными. Для получения логических ответов, которые можно проверить путем исследования реальных организмов, необходимы серьезные теоретические построения, часто математические" (Nesse, Williams; 1995).

Сегодня моделирование проводится исключительно для прогнозирования поведения реальных систем и оптимизации их функционирования (во втором случае иногда отличают проектирование от управления). Математические модели применяются и для получения учебных и квалификационных результатов. Кроме того, существует давняя тенденция к использованию моделей в "прочих" целях - рекламных, политических и профанационных (Новосельцев, Яшин; 2001).

В биологии вычислительные эксперименты, выполняемые компьютерами, определяют термином "in silico", аналогичным традиционным "in vivo" и "in vitro" (McCulloch, Huber; 2003). Первую попытку проанализировать проблему адекватности моделей в биологии на примере моделей старения сделали Плетчер и Нойхаузер (Pletcher, Neuhauser, 2000). Они пришли к кардинальному (хотя и неверному) выводу, что адекватных моделей старения не существует. На самом деле адекватность модели определяется возможностью решения с ее помощью практических задач (Новосельцев, Яшин; 2001). Все опубликованные модели адекватны поставленным целям - иначе бы их просто не публиковали.

К сожалению, моделирование на свободно от недостатков.

Первый из них связан с довольно распространенным заблуждением, что моделирование позволяет "обнаруживать качественно новые явления" (Самарский, Михайлов; 2003). На самом деле, любые новые явления, найденные в вычислительном эксперименте, требуют подтверждения в эксперименте реальном. Различие между ними чаще означает не открытие новых фактов, а необходимость уточнения модели. Хотя планета Нептун, предсказанная Леверье, и была действительно открыта астрономом Галле в указанной точке небесной сферы, в истории астрономии обычно не говорится, сколько аналогичных ошибочных, "открытий" не подтвердилось.

Вторым недостатком моделирования является то, что любой модельный анализ сужает горизонт возможных объяснений. Моделирование говорит об объекте ровно столько, сколько можно "втиснуть" в рамки модели, что было названо "прокрустовым ложем" моделирования (Yashin et al., 2001).

Так, для описания экспоненциальной зависимости риска смерти организма $\mu(z)$ от возраста z с начала XIX в. демографы используют простое уравнение Гомпертца

$$\mu(z) = a \cdot \exp[b \cdot z], \quad (1)$$

где - риск смерти, a и b - коэффициенты. Обработка демографических данных на больших исторических интервалах времени показывает отрицательную корреляцию между этими коэффициентами, ко-