

Список использованных источников

1. Каталог Окружающая среда Европы: третья оценка, Люксембург ТН-51-03-681-EN-C (www.eea.eu.int)
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>
3. Техническая документация на микросхему ATmega32 фирмы «ATMEL» - (atmel.com/images/doc2503.pdf)
4. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL» Евстифеев А.В. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

В.А. Зеленский, В.П. Коннов, А.И. Щодро

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

В настоящее время моделирование является необходимым этапом жизненного цикла любого сложного технического изделия или технологического процесса. Моделирование позволяет сократить сроки разработки документов, снизить общую стоимость разработки, оптимальным образом выбрать оборудование, найти специалистов нужной квалификации, повысить производительность труда. Специфика моделирования технологических процессов заключается в том, что они трудно поддаются формальному описанию [1]. Создать модель технологического процесса на основе системного или мультиагентного подхода - практически невыполнимая задача. Более целесообразным представляется использование парадигмы имитационного моделирования для решения актуальной задачи создания и анализа модели технологического процесса [2]. Иерархия парадигмы, математического аппарата и инструментария имитационного моделирования представлены на рис. 1.

В качестве математического аппарата имитационного моделирования предлагается использовать сети Петри [3]. Сети Петри характеризуются качественным описанием, количественными компонентами и функциями сети, начальной маркировкой сети, функцией переходов. Будем рассматривать ординарные автоматные сети Петри, не содержащие вложений и не оперирующие разнородными метками. Пример автоматной сети Петри представлен на рис. 2.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



Рис 1 Парадигма, математический аппарат и инструментарий имитационного моделирования

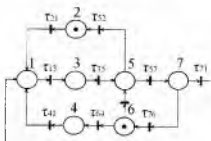


Рис 2 Пример автоматной сети Петри

Геометрической интерпретацией сети является двудольный планарный ориентированный граф, который не содержит кратных дуг, не содержит пересекающихся дуг, не содержит петель, содержит один или несколько циклов. Количественные компоненты и функции сети Петри, называемые также структурой сети, можно представить четверкой $\{P, T, I, O\}$, где $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ – множество мест (позиций); $T = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n\}$ – множество переходов; I – входная функция сети; O – выходная функция сети. Входная и выходная функция сети могут быть заданы в виде матриц инцидентности, строками которых являются номера переходов, а столбцами – номера мест. Если переход i инцидентен месту j – значением элемента матрицы с индексами ij будет «1», в противном случае – «0». Таким образом, матрицы входной и выходной функции сети являются булевыми матрицами, что упрощает операции с ними.

Начальная маркировка сети определяется количеством и расположением меток и выбирается случайно с равной степенью

вероятности относительно множества мест P . Предполагается, что метки однородны и инвариантны к функциям сети. В автоматных сетях Петри, которые мы рассматриваем, общее количество меток после срабатывания перехода всегда равно их первоначальному количеству.

Функция сети определяется тремя правилами. Правило разрешения переходов гласит, что переход разрешен, если каждое его входное место содержит не менее одной метки. Правило выполнения переходов состоит в том, что сработать может только разрешенный переход, при этом выбор выполняемого перехода производится равновероятно относительно общего количества разрешенных переходов. При выполнении перехода из каждого его входного места изымается по одной метки, а в каждое выходное место добавляется по одной. Для автоматных сетей данное правило упрощается, т.к. каждый переход имеет только одно входное и одно выходное место.

В качестве инструмента для реализации аппарата сетей Петри выбрана программа *HPSim* компании *Henryk Anschuetz*. Программа написана на *Visual C++*, предполагает возможность визуального программирования и поддерживает классические сети Петри. Распространяется в соответствии с лицензией *GNU General Public License*.

Интерфейс выполнен в привычном для пользователя оконном стиле, предоставляется набор инструментов для визуального программирования, средства загрузки, редактирования и хранения результатов. Исследование состоит из двух этапов – создание модели производственного процесса в программной среде и выполнение имитационного эксперимента. Анализ результатов моделирования целесообразно проводить методом Монте-Карло.

Рассмотрим пример создания и анализа производственных процессов в программной среде *HPSim*. На рис. 3 в упрощенном виде представлена модель производственного процесса – ремонт и восстановление сложных технических изделий.

Имя:	Иванов
Фамилия:	Иванов
Дата:	1988
Время:	10:00
Место:	Москва
Страна:	Россия
Город:	Москва
Улица:	Мясницкая
Дом:	15
Квартира:	1
Телефон:	12345678
Почта:	ivanov@yandex.ru
Сайт:	www.ivanov.ru
Скачать:	1
Печать:	1
Выход:	1

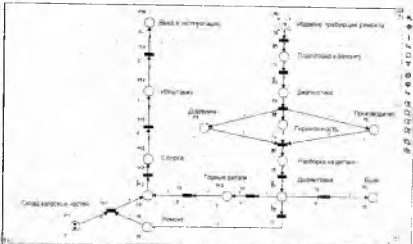


Рис. 3. Имитационная модель процесса ремонта сложных технических изделий

Требующее ремонта изделие после необходимой подготовки диагностируется на предмет соответствия параметрам: герметичность, давление и производительность. Составные части изделия после его разборки дифференцируются на годные, дефектные и требующие ремонта. Понятно, что процент годных, дефектных и требующих ремонта сборочных единиц – величина случайная. Количество восстановленных изделий также зависит от наличия запасных частей на складе ремонтного предприятия.

Результаты имитационного эксперимента представлены в таб. 1

Таблица 1. Количество изделий, введенных в эксплуатацию

Количество запчастей на складе	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
1	5	3	2	3	4	6	3	4	5	4	3,9
2	6	4	3	4	5	6	4	6	5	5	4,8
3	7	4	4	5	7	7	5	8	5	6	6,3
4	8	5	5	6	7	8	7	8	6	7	6,5
5	8	4	6	7	6	7	6	7	7	7	6,4

Из результатов эксперимента следует, что постоянный рост затрат на увеличение количества запасных частей на складе не приводит к увеличению процента восстановленных изделий. Так, например, для данных условий эксперимента оптимальное количество деталей на складе равно трем. При дальнейшем увеличении этого параметра среднее количество изделий, введенных в эксплуатацию не превышает число 6,5.

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Преимуществом заявленного подхода является обоснованность выбора дискретно-событийной парадигмы моделирования, универсальность и гибкость математического аппарата, использование свободного программного обеспечения, поддерживающего визуальное программирование.

2. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшей исследовательской работе, учебном процессе и стать предметом коммерциализации научной деятельности.

Список использованных источников

1. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS – технологии. М.:Изд –во МВТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 320 с.
2. Голубятников И.В., Зеленский В.А., Шатерников В.Е. Системы мониторинга сложных объектов. – М.:Машиностроение, 2009. – 172 с.
3. Петерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Петерсон. – М.:Мир, 1984. – 412 с.

ВЛИЯНИЕ СДВИГА МАГНИТНЫХ ПОЛЮСОВ НА ТОЧНОСТЬ ГЕОМАГНИТНОГО НАВИГАТОРА

В.В. Иванов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г.Самара

В статье [1] использовалась грубая модель магнитного поля Земли. Модель позволила доказать возможность автономной навигации на борту космического аппарата только по интенсивности геомагнитного поля. В этой модели не учитывались магнитные аномалии и сдвиг магнитных полюсов.

Таблицы коэффициентов Гаусса [2], утверждаемые Международной ассоциацией геомагнетизма и аэронавтики каждые пять лет, позволяют учесть аномалии и дрейф поля за сто лет. Предлагаемая ассоциацией математическая модель описывает скалярный магнитный потенциал главного магнитного поля Земли и является международным эталоном нормального геомагнитного поля. Главная компонента геомагнитного поля аппроксимируется двойным рядом нормированных по Шмидту присоединённых функций Лежандра $P_n^m(\cos Q)$ n -ой степени и m -го порядка