Полученные данные позволяют сделать вывод, что наибольшая погрешность $\varepsilon_б$ получается для значения светосилы k_0 = 0,5, т.е. в случае одинаковых величин прозрачных и непрозрачных элементов растра. С ростом параметра растра ω разница между $\varepsilon_б$, полученными при различных значениях k_0 уменьшается, а при любых значениях k_0 с ростом ω значение погрешности $\varepsilon_б$ уменьшается. Эти данные используются разработчиками волоконно-оптических ИИС для оценки погрешностей результатов измерений.

Список использованных источников

1. Леонович Г.И. Оптоэлектронные цифровые датчики перемещений для жестких условий эксплуатации// Самара: ИПО СГАУ,1998. – 264 с.

2. Голубятников И.В., Зеленский В.А., Шатерников В.Е. Системы мониторинга сложных объектов. М.:Машиностроение, 2009. – 172 с.

3. Зеленский В.А., Шатерников В.Е. Бинарный волоконно-оптический датчик перемещений с кодовым выходом для систем автоматического контроля Контроль, диагностика. – 2009, № 7. – С.15 -17.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Д.В. Корбан

Современные информационно-измерительные системы (ИИС) входят в состав сложных технических объектов. Поэтому при разработке ИИС сложных технических объектов необходимо учитывать такие свойства последних, как открытость (связь объекта с внешней средой), стохастичность (случайность происходящих процессов), цикличность (повторяемость операций, показаний датчиков), асинхронность (отсутствие привязки к конкретным временным моментам срабатывания датчиков) и параллельность (одновременное выполнение нескольких независимых или слабозависимых технологических процессов). Применение классических ИИС, учитывающих данную специфику объекта, чревато большими затратами материальных и временных ресурсов, а также серьезными рисками невыполнения технического задания. Во многих случаях представляется перспективным использование волоконно-оптических информационно-измерительных систем (ВОИИС), в которых организован множественный доступ к каналу передачи измерительной информации с применением интеллектуальной обработки полученных данных [2].

При исследовании поведения сложных систем возникают объективные трудности с построением аналитических математических моделей [3, 4]. Решение задачи анализа подобных систем возможно только на основе имитационного моделирования. Для имитационного моделирования процессов в ВОИИС предлагается использовать сети Петри [2].

Количественные компоненты и функции сети Петри, можно представить четверкой $\{P, T, I, O\}$, в которой

$P = \{p1, p2, \ldots, pm\}$ – множество мест (позиций);

$T = \{\tau1, \tau2, \ldots, \tau n\}$ – 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.

Разметка сети определяется количеством и расположением меток (называемых также фишками) и выбирается случайно с равной степенью вероятности относительно множества мест P. 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. Будем считать, что все переходы примитивны, т.е. выполняются мгновенно. Изменение состояния сети (эволюция сети) происходит пошагово, в дискретные промежутки времени, а длительность самих временных промежутков неизвестна. Данные упрощения позволят нам абстрагироваться от воздействия временных факторов функционирования системы, которые в общем случае определяются полумарковскими процессами и сосредоточиться на влиянии структуры объекта на возможность работы ВОИИС с множественным доступом к каналу передачи данных.

Принцип определения вероятности сбоя в ВОИИС с множественным доступом к каналу передачи данных показан на рис. 1. Сеть Петри содержит семь мест, десять переходов и две метки, перемещающиеся в сети согласно сформулированным выше правилам.

Места моделируют состояния объекта, некоторые из которых являются контролируемыми. Переходы моделируют направление и порядок изменения состояний, а метки, расположенные на местах – текущее состояние объекта.

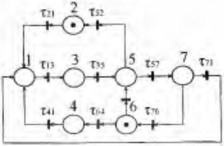

Рис 1 Моделирование процессов в ВОИИС с множественным доступом к каналу передачи данных

Входная функция сети I определяется матрицей инцидентности. Строки матрицы I соответствуют номерам переходов, а столбцы – местам, которые являются входными для данных переходов:

$$I=\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Выходная функция О также определяется матрицей инцидентности. В этом случае номерам переходов соответствуют номера мест, которые являются для них выходными:

$$O=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Номера мест содержаться также в обозначении индексов переходов τ_{io}, где i – входное место перехода, o – выходное. На рис.1 показан случай со случайным исходным расположением меток на местах 2, 6. По результатам каждого шага заполняется матрица смежности мест с ненулевой главной диагональю (метки могут принадлежать одному и тому же месту). Поскольку сеть Петри не является детерминированной, одному начальному состоянию могут соответствовать разные эволюции сети. Кроме того, выбор начального состояния также является случайным. Однако, как показывает анализ, после определенного числа шагов распределение мест по частотам не зависит от случайных флуктуаций меток и стремиться к дискретной функции распределения плотности вероятности.

Минимальное количество шагов, после которого эмпирическая функция распределения отличается от функции плотности вероятности не более чем на 1% по критерию Колмогорова, определяется выражением:

$$S\min = m(n-m+1)^2,$$

где m – число мест; n – число переходов.

Для сети, представленной на рис.1. стохастическая матрица смежности парных мест S после 112 шагов выглядит следующим образом:

$$S = \begin{pmatrix} 7 & 7 & 12 & 3 & 12 & 3 & 4 \\ x & 0 & 4 & 1 & 5 & 2 & 2 \\ x & x & 4 & 4 & 6 & 2 & 3 \\ x & x & x & 1 & 4 & 1 & 3 \\ x & x & x & x & 3 & 2 & 3 \\ x & x & x & x & x & 0 & 1 \\ x & x & x & x & x & x & 1 \end{pmatrix}.$$

Матрица имеет размерность m на m, минимальное число шагов выбрано согласно формуле для $Smin$, знаком x отмечены повторяющиеся сочетания размеченных мест. Общее количество значимых элементов матрицы определяется согласно формуле:

$$M = (m^2 - m)/2 + m.$$

Строки и столбцы матрицы соответствуют номерам мест, а элементы матрицы – процентные вероятности расположения меток в процессе эволюции сети. Так, например, вероятность того, что две метки будут расположены на местах 1, 3 равна 12 %, а на местах 4, 6 – 1%. Анализ стохастической матрицы смежности показывает, что одновременный контроль ряда состояний объекта чреват большой вероятностью сбоя (Pc=0,12), вызванного наложением сигналов датчиков. В то же время, в случае одновременного контроля, например, состояний 2, 5; 4, 6; 6, 7 вероятность сбоя минимальна (Pc=0,01).

Таким образом, моделирование состояния и динамики процессов в ВОИИС с помощью сетей Петри позволяет определить возможность организации множественного доступа к единому каналу передачи данных и оценить достоверность измерительной информации.

Список использованных источников

1. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ - М.: Мир, 1984. -264 с.

2. Зеленский В.А. Повышение надежности системы управления с помощью интеллектуальных методов обработки информации. Материалы Международного симпозиума «Надежность и качество» - Пенза, 26 мая – 1 июня, 2008. С. 42 - 43.

3. Зеленский В.А. Волоконно-оптические информационно-измерительные системы с мультиплексированными каналами передачи бинарных сигналов. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН. 2009 - 124 с.

4. Голубятников И.В., Зеленский В.А., Шатерников В.Е. Системы мониторинга сложных объектов. М.:Машиностроение, 2009. – 172 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

А.В. Мещанов

ОАО «Самарский электромеханический завод», г.Самара

Обратная задача кинематики или задача синтеза, состоит в определении по требуемым траекториям изменения положения характеристической точки выходного звена соответствующих им изменений углов сочленений в приводах манипулятора [1].

Рассмотрим решение второй задачи применительно к структуре шестизвенного универсального манипулятора, являющейся в настоящее время наиболее перспективной для построения различных типов промышленных роботов. Предлагаемый подход к решению обратной задачи кинематики манипулятора основан на концепции векторной многокомпонентной физической величины и метода многомерных тестовых объектов [2,3].

Задачу такого уровня сложности целесообразно рассматривать по частям. Поэтому первой подзадачей является определение компонентов, характеризующих повороты трёх последних звеньев манипулятора относительно их начального положения.

Графическая модель начальных условий задачи приведена на рис. 1. На рис. 1 отмечено: 1 – технологическое основание для манипулятора; 2 –