

Ключевые слова: установки автоматической пожарной сигнализации; автоматические установки модульного водяного и газового пожаротушения; светозвуковые оповещатели; органы государственного управления.

Key words: automatic fire alarm installations; automatic modular water and gas fire extinguishing systems; light and sound sounders; public administration bodies.

УДК 699.81

Толстых Ольга Владимировна,
кандидат технических наук

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

APPLICATION OF PETRI NETS FOR MODELING ROBOTIC SYSTEMS

Данная статья посвящена вопросам моделирования робототехнических систем. В работе описана возможность применения сетей Петри для моделирования функционирования робота в производственном процессе.

This article is devoted to the modeling of robotic systems. The paper describes the possibility of using Petri nets to simulate the functioning of a robot in the production process.

Автоматизация технологических процессов необходима для увеличения производительности, повышения качества продукции, снижения себестоимости изготовления и улучшение условий труда и безопасности. Основной составляющей автоматизированного производства является применение роботов.

Робот – это универсальная автоматическая система для воспроизведения физических и интеллектуальных функций человека, способная адаптироваться к реальным условиям путем активного информационного и двигательного взаимодействия с окружающей средой [1].

В настоящее время роботы можно разделить на следующие группы по типу решаемых задач:

- производственные: промышленные работы, строительные, сельскохозяйственные, транспортные, бытовые, боевые, охранные;
- исследовательские: сбор информации об исследуемом объекте;

– программы (боты): выполнение рутинной работы, со скоростью превышающей скорость человека.

Первоначальным этапом разработки модели робототехнической системы является представление элементов системы и их функций абстрактными событиями.

При этом реализация события зависит от некоторой совокупности факторов. В свою очередь изменение состояния системы влечет и изменение факторов, влияющих на события.

Для моделирования динамических дискретных систем применяется математический аппарат сети Петри [2].

Сетью Петри называется набор $\Psi = (\Sigma, \Theta, \eta, \lambda, \mu)$, состоящий из:

- множества позиций Σ , соответствующих состоянию системы;
- множества переходов Θ , отражающих возможность реализации события;
- обобщенной входной функции η , описывающей входы в позиции и переходы;
- обобщенной выходной функции λ , описывающей выходы позиций и переходов;
- маркировки μ , показывающей количество фишек в каждой позиции.

В маркированной сети $\Psi = (\Sigma, \Theta, \eta, \lambda, \mu)$ переход $\theta_i \in \Theta$ разрешен с маркировкой μ , если для всех $\sigma_j \in \Sigma$ $\mu(\sigma_j) \geq (\sigma_j, \eta(\theta_i))$.

Фишки в позициях отражают наличие того или иного признака объекта, которым соответствуют позиции.

Динамика функционирования системы моделируется изменением маркировки позиций сети.

Например, робот промышленного типа выполняет две технологические операции ТО1 (загрузка заготовки в обрабатывающий станок) и ТО2 (выгрузка обработанной заготовки).

Исходное состояние робот свободен и наличие в накопителе определенного количества заготовок. Робот берет заготовку из накопителя и устанавливает ее в станке (ТО1), затем выгружает обработанную деталь и укладывает ее в накопителе для деталей (ТО2). Далее робот переходит в исходное состояние.

Моделирование робота сетью Петри:

- σ_0 – исходное состояние;
- σ_1 – выполнение ТО1;
- σ_2 – робот готов к выполнению ТО2;
- σ_3 – выполнение ТО2;
- σ_4 – обработанная деталь в накопителе;

σ_5 – робот готов к выполнению ТО1;

θ_1 – захват заготовки из накопителя;

θ_2 – загрузка заготовки в обрабатывающий станок;

θ_3 – выгрузка обработанной детали.

Учитывая, что основой автоматизации моделирования системы является сеть Петри для численного представления целесообразно использовать матричный подход [3], используемый в численных методах реализации моделей.

Рассмотрим возможные варианты функционирования системы: структура может быть описана матрицами входных и выходных инцидентов D^+ и D^- :

$$D^+ = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad D^- = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Для изменения маркировки сети при срабатывании переходов будем использовать матрицу D , функционально зависящую от D^+ и D^- и описывающую как входы, так и выходы переходов сети:

Зададим начальную маркировку сети $\mu_0 \{1,0,1,0,1,0\}$, тогда матрица

$$D = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Последовательно проходя определенное количество маркировок сеть возвращается в исходное состояние и осуществляется новый цикл, что говорит об отсутствии в сети тупиковых маркировок, а, следовательно, работоспособности робота.

Использование сетей Петри дает стабильные результаты при описании работ робототехнического оборудования и определяет возможность модернизации системы, что особенно важно при оценке производственного процесса в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахворостов С.А. Роботы в системах автоматизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ С.А. Шахворостов. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2016. – 110 с.

2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
3. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 655 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Толстых Ольга Владимировна. Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга. Кандидат технических наук.

Воронежский институт МВД России.

E-mail: tov48@mail.ru

Россия, 394065, г. Воронеж, проспект Патриотов, 53. Тел. (473) 200-52-08.

Tolstykh Olga Vladimirovna. Senior lecturer of the department of radio engineering systems and complexes of security monitoring. Candidate of Technical Sciences.

Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia.

E-mail: tov48@mail.ru

Russia, 394065, Voronezh, Prospect Patriotov, 53. Tel. (473) 200-52-08.

Ключевые слова: робот; робототехнические системы; моделирование; сети Петри.

Key words: robot; robotic systems; modeling; Petri nets.

УДК: 681.3