

Волгина Марина Анатольевна

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье предлагаются формализация графовых моделей структур многокомпонентных динамических систем с применением маркированных графов, а также матричный способ описания процесса функционирования ориентированных и неориентированных маркированных графов. Использование графовых моделей позволяет организовать вычисления информационных потоков при построении имитационных моделей динамических систем, сетей массового обслуживания и объектов системной динамики.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2015/3/4.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2015. № 3 (93). С. 23-26. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2015/3/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

**PROJECT OF COMPUTATIONAL GRAPHICAL WORK
“VEHICLE MOVEMENT INSTABILITY INFLUENCED BY ACCIDENTAL SIDE FORCES”**

Bondarenko Petr Vladimirovich, Ph. D. in Physical-Mathematical Sciences
Volgograd State University
bondarenko.volsu@gmail.com

Vasil'eva Lidiya Anatol'evna, Ph. D. in Physical-Mathematical Sciences, Associate Professor
Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering
bondarenko.volsu@gmail.com

The project of a computational graphical work for students specializing in the organization and safety of road traffic is represented. To execute the work in a computer lab a computer program for simulating a vehicle movement instability influenced by accidental side forces is developed. The program allows plotting the graphs of the dependencies of speed, at which instability arises, on the ratio of load on wheel axles and on the ratio of coefficients of resistance to slip. Whereas this type of instability can cause the loss of vehicle control, the execution of the work will enable students to better understand processes leading to accidents on roads.

Key words and phrases: vehicle instability; wheels slip; computer simulation; computational graphical work; road traffic safety.

УДК 51-74

Технические науки

В статье предлагаются формализация графовых моделей структур многокомпонентных динамических систем с применением маркированных графов, а также матричный способ описания процесса функционирования ориентированных и неориентированных маркированных графов. Использование графовых моделей позволяет организовать вычисления информационных потоков при построении имитационных моделей динамических систем, сетей массового обслуживания и объектов системной динамики.

Ключевые слова и фразы: моделирование; маркированный граф; маркировка графа; графовая модель; динамическая система.

Волгина Марина Анатольевна, к.т.н.
Пензенский государственный университет
volgina.marina@yandex.ru

**ФОРМАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ
ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Многокомпонентная динамическая система содержит совокупность взаимосвязанных компонентов, каждый из которых характеризуется множеством входных, выходных сигналов и функцией, описывающей зависимость выходного сигнала от входных сигналов.

Структуру динамической системы удобно представить в виде маркированного графа, где маркеры ассоциируются с входным или выходными сигналами компонентов моделируемой системы. Функционирование маркированного графа можно рассматривать как реализацию событий в реальной системе, что, в свою очередь, соответствует изменению состояний как отдельных компонентов, так и всей моделируемой системы.

В маркированном орграфе $G = \langle V, W, M \rangle$ каждой вершине $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ или дуге $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ графа ставится в соответствие натуральное число N , указывающее количество маркеров. При этом маркеры могут размещаться как в вершинах, так и на дугах графа. Количество маркеров характеризует *маркировку вершины* (или *дуги*), совокупность маркеров для всех вершин (или дуг) графа характеризует *маркировку графа*. Последовательный запуск вершин и соответствующее изменение маркировки графа рассматриваются как процесс *функционирования* маркированного графа.

При формализованном представлении орграфа $G = \langle V, W, M \rangle$ с маркировкой в вершинах $M: V \rightarrow N$ (Рис. 1) используется матричное описание маркированного орграфа $G = \langle S_1, S_2, M_0 \rangle$. При этом орграф задается матрицами смежности $S_1 = [s_{ij}]$, $S_2 = [s_{2ij}]$ и вектором начальной маркировки $M_0 = (m_1^0, m_2^0, \dots, m_n^0)$ вершин графа.

Матрица смежности S_1 определяет входную функцию орграфа, а матрица S_2 – выходную функцию:

$$s_{1ij} = \#(v_i, I(v_j)); s_{2ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i \neq j; \\ \sum_{i=1}^n \#(v_i, O(v_j)), & \text{если } i = j, \end{cases}$$

где $I(v_j)$ – комплект входных вершин для вершины v_j ; а $O(v_j)$ – комплект выходных вершин для вершины v_j .

При текущей маркировке M_k орграфа находится разрешенная вершина. Вершина v_j маркированного графа считается разрешенной, если выполняется следующее логическое условие её активизации в текущей маркировке:

$$m_i^k \geq s_{1ji}, \quad j = \overline{1, n},$$

где s_{1ji} – элемент матрицы S_1 на пересечении j -ой строки и i -го столбца.

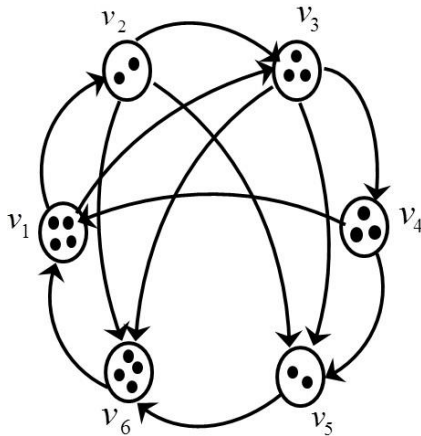


Рис. 1. Орграф с маркированными Вершинами

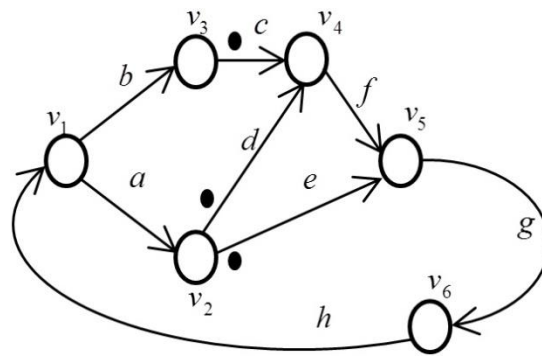


Рис. 2. Орграф с маркированными дугами

Каждая разрешенная вершина v_j маркированного орграфа может быть запущена. Среди нескольких разрешенных вершин выбирается только одна вершина для запуска, которая будет активной вершиной орграфа. При запуске активной вершины маркированного орграфа происходит смена текущей маркировки M_k вершин на новую M_{k+1} по формуле:

$$M_{k+1} = M_k + E_k \times S_s,$$

где $E_k = (e_1^k, e_2^k, \dots, e_n^k)$ – текущий вектор запуска вершины орграфа; S_s – результирующая матрица изменения маркировки орграфа: $S_s = S_2 - S_1$.

Элементы текущего вектора запуска E_k вершины маркированного орграфа определяются следующим образом:

$$e_i^k = \begin{cases} 1, & \text{если } m_i^k \geq s_{1ji}; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Функционирование маркированного орграфа формально описывается с помощью множества последовательностей запусков его активных вершин и множества достижимых в орграфе маркировок. Последовательность срабатываний $\sigma = E_0, E_1, \dots, E_k$ переводит начальную маркировку M_0 орграфа в конечную M_k . При этом процесс смены маркировки можно записать так:

$$M_k = M_0 + \sum_{q=0}^k E_q \cdot S_s.$$

Подобное формализованное представление графовой модели позволяет исследовать маркированный орграф с помощью линейной алгебры, выражая поведенческие свойства графа в матричной форме.

В зависимости от моделируемой динамической системы возможно размещение маркеров не только на вершинах, но и на дугах орграфа (Рис. 2).

При формализованном описании орграфа с маркированными дугами структура графовой модели задается матрицами инцидентности $D_1 = [d_{1y}]$ и $D_2 = [d_{2y}]$, а начальная маркировка орграфа – вектором маркировки $M_0 = (m_1^0, m_2^0, \dots, m_m^0)$. Каждый элемент m_j^k вектора маркировки M_k равен количеству маркеров, размещенных на дуге w_j орграфа.

Матрица инцидентности D_1 определяет входную функцию маркированного орграфа, матрица D_2 – выходную функцию. Элементы матриц D_1 и D_2 определяются следующим образом:

$$d_{1ij} = \begin{cases} \#(w_j, I(v_i)), & v_i \in V \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}; \quad d_{2ij} = \begin{cases} \#(w_i, O(v_j)), & v_j \in V \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}.$$

Логическое условие поиска разрешенных вершин v_i орграфа в текущей маркировке $M_k = (m_1^k, m_2^k, \dots, m_m^k)$ имеет вид:

$$m_j^k \geq d_{1ij}, \quad j = \overline{1, m},$$

где d_{1ij} – элемент матрицы D_1 на пересечении i -ой строки и j -го столбца.

После запуска активной вершины орграф с маркированными дугами меняет текущую маркировку M_k на новую M_{k+1} в соответствии с формулой:

$$M_{k+1} = M_k + E_k \times D,$$

где $E_k = (e_1^k, e_2^k, \dots, e_n^k)$ – текущий вектор запуска активной вершины орграфа, $D = [d_{ij}]$ – результирующая матрица изменений маркировки орграфа: $D = D_2 - D_1$.

Элементы текущего вектора запуска E_k маркированного орграфа определяются следующим образом:

$$e_i^k = \begin{cases} 1, & \text{если } m_j^k \geq d_{1ij}, \quad j = \overline{1, m}; \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

В случае наличия в структуре динамической системы логического условия типа . ИЛИб при построении графовой модели используется маркированный гиперграф, который может содержать как ориентированные гипердуги, так и неориентированные гиперребра. Процесс функционирования гиперграфа с маркированными гипердугами аналогичен функционированию орграфа с маркировкой на дугах.

Графовая модель структуры динамической системы может быть представлена и в виде неориентированного маркированного графа (Рис. 3).

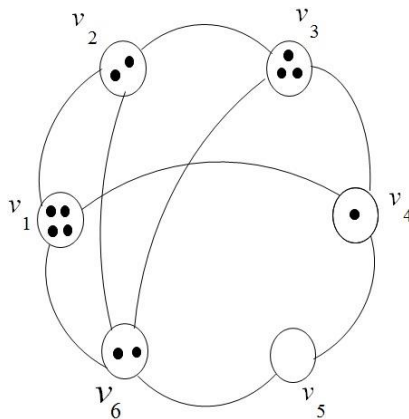


Рис. 3. Неориентированный маркированный граф

При формализованном описании неориентированный маркированный граф $G = \langle D_S, M_0 \rangle$ задается матрицей Кирхгофа $D_S = [d_{Sij}]$ и начальной маркировкой $M_0 = (m_1^0, m_2^0, \dots, m_n^0)$ вершин графа.

Элементы матрицы Кирхгофа $D_S = [d_{Sij}]$ задаются в следующем виде:

$$d_{Sij} = \begin{cases} \#(v_i, S(v_j)), & \text{если } i \neq j; \\ -\sum_{i=1}^n \#(v_i, S(v_j)), & \text{если } i = j. \end{cases}$$

Для поиска разрешенной вершины v_j неориентированного графа в текущей маркировке M_k используется логическое условие:

$$m^k(v_j) \geq |d_{Sij}|, \quad i = j, \quad j = \overline{1, m}.$$

Среди разрешенных вершин графа выбирается одна активная вершина v_j , которая запускается, выталкивая из себя количество маркеров, равное числу смежных вершин, и помещая в каждую смежную вершину маркеры в количестве равном кратности ребра. При этом происходит следующая смена текущей маркировки M_k графа на новую M_{k+1} :

$$M_{k+1} = M_k + E_k \cdot Ds .$$

Элементы текущего вектора запуска $E_k = (e_1^k, e_2^k, \dots, e_n^k)$ вершин графа определяются следующим образом:

$$e_i^k = \begin{cases} 1, & \text{если } m^k(v_j) \geq |d_{s_{jj}}|, \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Представление структуры моделируемой многокомпонентной динамической системы в виде маркированного орграфа позволяет упростить вычисления информационных потоков модели, так как условие активизации вычисления функций активных компонентов реальной системы соответствует условию поиска и последующему запуску активной вершины маркированного графа, а смена текущей маркировки графа соответствует активизации процесса продвижения выходных информационных потоков активных компонентов модели [2]. Предложенное формализованное описание разных видов маркированных графов позволяет использовать графовую вычислительную модель при организации имитационного моделирования динамических систем, сетей массового обслуживания и объектов системной динамики [1; 3].

Список литературы

1. Волгина М. А. Маркированные орграфы в динамическом программировании // Научный обозреватель. 2013. № 4 (28). С. 90-92.
2. Волгина М. А. Моделирование динамики поведения сложных систем // Научная перспектива. 2013. № 4 (38). С. 94-96.
3. Волгина М. А., Макарычев П. П. Моделирование сетей массового обслуживания на основе маркированных графов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2008. № 3. С. 33-39.

FORMALIZATION OF INFORMATION FLOWS OF GRAPH MODELS OF DYNAMICAL SYSTEMS

Volgina Marina Anatol'evna, Ph. D. in Technical Sciences
Penza State University
volgina.marina@yandex.ru

The article proposes the formalization of the graph models of the structures of multicomponent dynamical systems with the use of marked graphs, as well as the matrix method of describing the process of oriented and non-oriented marked graphs functioning. The use of graph models allows organizing information flow calculations in the process of building the simulation models of dynamical systems, queuing networks and the facilities of system dynamics.

Key words and phrases: modelling; marked graph; graph marking; graph model; dynamical system.

УДК 622.23.05

Технические науки

В статье представлены сведения о выполняемых исследованиях адаптивного процесса вращательного бурения. На основе анализа известных публикаций выделены факторы, в большей степени влияющие на показатели этого процесса, которые необходимо исследовать на испытательном стенде экспериментальной бурильной машины, имеющей адаптивную структуру. Наглядно показано, что процесс бурения, его условия и показатели связывают между собой два рабочих движения бурильной машины: подачу штанги в забой (усилие подачи) и частоту вращения штанги. При этом от соотношения этих управляемых параметров, с учетом условий бурения, зависит приближенность реального процесса бурения к наиболее рациональному.

Ключевые слова и фразы: адаптивное резание; вращательное бурение; исследовательский стенд; схема гидропривода; гидродвигатель; гидроцилиндр.

Волков Родион Юрьевич

Донской государственный технический университет (филиал) в г. Шахты
volk908@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ БУРИЛЬНОЙ МАШИНЫ С ГИДРОПРИВОДОМ ПОДАЧИ И ВРАЩЕНИЯ

Одним из направлений совершенствования процесса вращательного бурения при буро-проходческих работах, при бурении шпуров под анкерную крепь является разработка бурильных машин, имеющих адаптивную