технический журнал «Успехи современного естествознания», №11, 2007 С. 61-62.

4. Галицков К.С., Шломов С.Я. Математическая модель приготовления и выдержки смеси ячеистого бетона //Интерстроймех-2007: Материалы международной научно-технической конференции. – Самара: СГАСУ, 2007. – С.103-107.

5. Шломов С.В., Галицков С.Я. Математическая модель процесса перемешивания смеси при производстве ячеистого бетона //Туполевские чтения: Материалы международной научно-технической конференции, посвящённая 1000-летию города Казани, Том IV. – Казань: КГТУ, 2005. – С 63-64.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Денисенко Т.И.

Северо-Кавказский государственный технический университет. Ставрополь, Россия

Марковские цепи используются в теории массового обслуживания для расчета распределения вероятностей числа занятых приборов в системе, состоящей из n приборов с пауссоновским потоком требований и показательным законом времени обслуживания.

Цепь Маркова, используется и в качестве математической модели при изучении поведения определенных стохастических систем. Для коротких отрезков времени можно использовать вычисления абсолютных вероятностей $\vec{P}(k)$. Когда же число переходов неограниченно возрастает (больше k), необходимы иные методы анализа поведения системы.

В неприводимой цепи Маркова, любое состояние Sj может быть достигнуто из любого другого состояния Si за конечное число переходов, т. е. $i \neq j \quad P_{ij}^{(m)} > 0$, где $1 \leq m < \infty$, в такой цепи все состояния будут сообщающимися. Все состояния неприводимой Марковской цепи образуют замкнутое множество состояний и никакое его подмножество состояний не может быть замкнутым.

Рассмотрим Марковскую цепь с матрицей переходных состояний:

$$P = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \frac{1}{3} & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Рассматривая эту матрицу как матрицу сложности вершин некоторого графа (рисунок 1), структурный граф.

Дуги графа намечены вероятностями P_{ij}, т. е. вероятностями перехода $Si \to Sj$. Из определения замкнутого множества С состояний следует, что состояние не образуют неприводимой Марковской цепи, ибо состояний 0, 1 и 2 достигнуть из состояния 3 не представляется возможным. Ясно, что состояние 3 образует замкнутое множество состояний, и оно является поглощающим, т.е. состояние 3 можно считать неприводимой цепью.

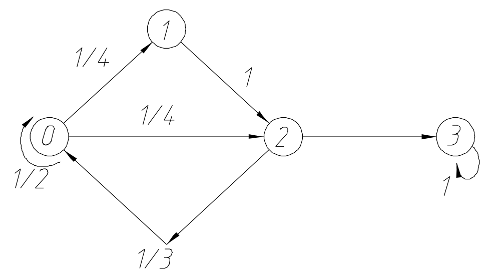

Рис. 1.

Более важной характеристики Марковских цепей применительно к задачам системного анализа является время первого возвращения в любое состояние Sj, выбранное в качестве исходного, его можно характеризовать и соответствующим числом шагов.

Введем в рассмотрение величину $\tau_{jj}^{(m)}$ – вероятность первого возвращения в состояние Sj на m-ом шаге. Построим формулу для вычисления этой характеристики Марковского процесса. Допустим, что задана матрица переходов $\left(P_{jj}\right)$. В этом случае очевидны следующие соотношения:

$$P_{jj} = \tau_{jj}^{(1)},$$
$$P_{jj}^{(2)} = \tau_{jj}^{(2)} + \tau_{jj}^{(1)}.$$

Действительно, перейдя из Sj в Sj за два шага можно двумя альтернативными способами, а именно,

а) через некоторое промежуточное состояние S_r,

б) перейти из Sj в Sj на первом шаге, а на втором шаге это состояние сохранить.

В первом случае вероятность перехода $S_j \to S_r \to S_j$ по определению есть $\tau_{jj}^{(2)}$, во втором случае переход системы в Sj будет повторным и его вероятность, естественно, есть произведение $\tau_{jj}^{(1)} \cdot P_{jj}$.

Таким образом,

$$\tau_{jj}^{(2)} = P_{jj}^{(2)} - \tau_{jj}^{(1)} \cdot P_{jj}.$$

Рассуждая аналогично, найдем, что

$$P_{jj}^{(3)} = \tau_{jj}^{(3)} + \tau_{jj}^{(2)} \cdot P_{jj} + \tau_{jj}^{(1)} \cdot P_{jj}^{(2)}, \tag{1}$$

где $P_{jj}^{(3)}$ – вероятность перехода $S_j \to S_j$ за три шага,

$\tau_{jj}^{(3)}$ – вероятность первого возвращения в Sj на третьем шаге,

$\tau_{jj}^{(2)} \cdot P_{jj}$ – вероятность появления Sj на третьем шаге,

$\tau_{jj}^{(1)} \cdot P_{jj}^{(2)}$ – вероятность события.

Рассуждая для шага *m*, получим

$$P_{jj}^{(m)} = \tau_{jj}^{(m)} + \sum_{\tau=1}^{m-1} \tau_{jj}^{(r)} \cdot P_{jj}^{(m-r)} \tag{2}$$

Из (2) определяем вероятность первого появления состояния Sj на *m*-ом шаге

$$\tau_{jj}^{(m)} = P_{jj}^{(m)} - \sum_{\tau=1}^{m-1} \tau_{jj}^{(r)} \cdot P_{jj}^{(m-r)}. \tag{3}$$

Вероятность возвращения в состояние Sj по крайней мере хотя бы раз можно оценить по формуле

$$\tau_{jj} = \sum_{m=1}^{\infty} m \cdot \tau_{jj}^{(m)}. \tag{4}$$

Если можно гарантировать, что система, раз побывав в состоянии Sj, обязательно в него вернется без каких-либо ограничений на число шагов, то

$$\tau_{jj} = 1.$$

Среднее время возвращения в состояние Sj сложно оценить средним числом шагов, требуемым для этого возврата в данной системе, т. е. величиной

$$\mu_{jj} = \sum_{m=1}^{\infty} m \cdot \tau_{jj}^{(m)} \tag{5}$$

Если $\tau_{jj} < 1$, то не известно, вернется ли вообще система в состояние Sj и, следовательно, можно полагать, что $\mu_{jj} \to \infty$.

Исходя из понятия «время первого возвращения в данное состояние» множество всех состояний Марковской цепи можно описать следующим образом:

1) Состояние Sj является невозвратным, если $\tau_{jj} < 1$, т. е. $\mu_{jj} = \infty$.

2) Состояние Sj возвратное, если $\tau_{jj} = 1$.

3) Возвратное состояние нулевое, если $\mu_{jj} = 0$, и не нулевым, если $\mu_{jj} < \infty$, т. е. конечно.

4) Состояние периодическим с периодом T, если возвращение в него возможно только через число шагов, пропорциональных T, 2T, 3T, …, а это означает, что если *m* не делится на T без остатка, то $P_{ij}^{(m)} = 0$.

5) Возвратное состояние является эргодическим, если оно ненулевое и апериодическим.

Из примера видно, что с ростом числа переходов в системе вектор абсолютной вероятности $\vec{P}(k)$ становится независимым от начального распределения $\vec{P}(0)$, и в системе устанавливается некий предельный режим. Существование предельного распределения вероятностей состояний $\vec{P}*$ в неприводимой апериодической цепи Маркова зависит от типа ее состояний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:
1. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. М., 1979

ИЗ ОПЫТА ВЫБОРА САПР ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Ищенко А.Ю., Мерзликин М.А., Черницын А.Ю.
ФГОУ СПО «Волгоградский технологический колледж»
Волгоград, Россия

Одной из главных задач образовательного учреждения является подбор программных решений. Это входит в сферу компетенций не столько персонала, обеспечивающего функционирование компьютерных классов сколько преподавателей.

Основанием для выбора программных решений в образовательных учреждениях является направление деятельности образовательного учреждения в целом или его структурных подразделений (кафедр), а также тенденции и приоритеты развития информационных технологий, в том числе в области профессиональной подготовки учащихся.

На подбор программных сред и комплексов для реализации различных составляющих деятельности образовательного учреждения влияют следующие факторы:

- правовой (лицензионное право на использование, а также распространение программных продуктов, в том числе и для организации самостоятельной работы студентов);
- экономический (стоимость лицензионного программного продукта, его обновлений, стоимость его технического сопровождения и пр.);
- функциональный (перечень потенциально возможных операций, их соответствие функциональным обязанностям сотрудников, перечню умений студентов, определенных государственным образовательным стандартом).

САПР «AutoCAD» используется в ФГОУ СПО «Волгоградский технологический колледж» с 2005 года в процессе обучения студентов технических специальностей. Освоение студентами основ работы с системой происходит на 2-м курсе в рамках дисциплины «Инженерная графика». В дальнейшем «AutoCAD» широко применяется при выполнении заданий по другим дисциплинам, в первую очередь курсовых и дипломных проектов.

На объединенном заседании технических кафедр принято положение, которое регламентирует представление и защиту дипломных и курсовых проектов в электронном виде (без вывода листов на плоттер). Во время защиты применяется мультимедийная презентация. В 2007 году количество работ защищенных таким образом достигло 70 %.

Одним из основных направлений работы является трудоустройство выпускников. Учитывая опыт подготовки специалистов по САПР, в 2007 году через службу занятости в колледж обратились шесть предприятий для обучения своих сотрудников.

В 2008 году по инициативе компании «АСКОН» в колледже проводилось тестирование программного обеспечения САПР «КОМПАС–3D V10» За период тестовой эксплуатации, который длился 1 месяц, проводились тесты на скорость и точность выполняемых операций, на удобство и простоту эксплуатации программы, а самое главное – на функциональность.

Основные компоненты «КОМПАС–3D V10» – система трехмерного твердотельного моделирования, чертежнографический редактор и модуль проектирования спецификаций. Система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Чертежнографический редактор (КОМПАС–График) предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Он может успешно использоваться в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем – везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

Совместно с любым компонентом «КОМПАС–3D V10» может использоваться модуль проектирования спецификаций, позволяющий выпускать разнообразные спецификации, ведомости и прочие табличные документы. Документ-спецификация может быть ассоциативно связан со сборочным чертежом (одним или несколькими его листами) и трехмерной моделью сборки.

Модуль «КОМПАС–SHAFT 3D» служат для построения ступеней и конструктивных элементов трехмерной твердотельной модели. Неотъемлемыми частями системы являются модуль расчетов механических передач «КОМПАС–GEARS» (геометрические и прочностные расчеты цилиндрических и конических зубчатых, цепных, червячных и ременных передач); модуль расчета валов и подшипников «КОМПАС–ShaftCalc»; модуль выбора материалов.

«КОМПАС–3D V10» может с успехом использоваться при изучении таких дисциплин как «Инженерная графика», «Техническая механика», «Детали машин». Для двух последних дисциплин применение «КОМПАС–3D V10» дает возмож-