этом случае ситуации принятия решений отождествляются с экспертами, оценивающими заданные альтернативы. Формально задача принятия решений может быть описана следующим образом:

1. $A = \{A_1, A_2, ..., A_n\}$ - множество альтернатив;

2. $F = \{F_1, F_2, ..., F_m\}$ - множество экспертов, оценивающих заданные альтернативы;

3. вербальная шкала оценок выигрышей $U = \{U_1, U_2, ..., U_n\}$, элементы которой строго упорядочены;

4. U_{ij} - оценка альтернативы A_i назначенная экспертом F_j.

Требуется: на основании имеющихся данных выбрать альтернативу, полностью исключив риск.

На основании вышесказанного, ММ-критерии и ВММ-критерии могут использоваться в коллективном принятии решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. – М.: Наука, 1996. – 206 с.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГЕРТ-СЕТИ

Письман Д.М., Шабалин С.А.
НИИ СУВПТ,
Красноярск

Стохастические ГЕРТ-сети [1] достаточно хорошо зарекомендовали себя в задачах оценки времени выполнения операции на сложном конвейере, допускающем отбраковку, возврат детали на доработку и т.п. Например, их применяют при оценке времени переработки сырья в производстве полупроводников, в производстве электроники и ремонте АУ электровоза [2, 3]. Также позволяют получить качественно новые результаты при оценке времени выполнения распараллеленной задачи на неспециализированном вычислительном кластере Condor [4, 5].

ГЕРТ-сеть требует выполнения условия марковости для вероятностей перехода по дугам (вероятность начала выполнения работы). Также ГЕРТ-сети не позволяют вводить дополнительные параметры для узлов-состояний и дуг-работ. Эти требования существенно ограничивают применимость данного метода моделирования.

Подробное описание ГЕРТ-сетей можно посмотреть в книге K. Neumann [1] и Д. Филлипс, А. Гарсиа-Диас [3].

Очень важными для стохастических сетей являются два понятия: выполнение и реализация сети. Выполнением сети будем называть процесс выполнения случайного эксперимента, тогда как реализацией сети будем называть итог одного случайного эксперимента.

Сеть G(N, A) называется МГ-сетью (модифицированной ГЕРТ-сетью), если:

§ она представлена ориентированной связанной сетью;

§ она обладает, по крайней мере, одним источником и одним стоком;

§ каждый узел из N достижим, по крайней мере, из одного источника и из каждого узла достижим, по крайней мере, один сток;

§ заданы типы входящих и выходящих функций узлов;

§ задано начальное распределение вероятности выполнения источников q_{sub}, где $sub \subseteq R$;

§ в течение каждого выполнения проекта для каждого стока активируется не более одного источника, из которого данных сток достижим;

§ задан набор параметров, которыми обладает каждый активированный узел (по крайней мере, вероятность активации);

§ для каждой дуги указаны функции преобразования параметров активированного узла, вычислимые в момент его активации;

§ хотя бы один источник активируется в момент времени 0 (если параметр, отвечающий за время, определен).

Условие марковости для вероятностей перехода по дугам ГЕРТ-сети позволяет применять аналитические методы расчета параметров данной сети. В результате его исключения единственным методом расчета МГ-сети является численный расчет всех реализаций сети.

Любая сеть, обладающая хотя бы одним циклом, имеет бесконечное количество реализаций, однако вероятность выполнения реализации на каждом последующем витке цикла уменьшается в геометрической прогрессии, следовательно, их вклад в конечный результат так же сокращается.

Таким образом, реализация сети является допустимой, если в процессе выполнения каждый из активированных узлов сети активируется не более, чем maxA>=1 раз, или он активируется с вероятностью, большей minP>0.

Результатом расчета МГ-сети является множество реализаций, удовлетворяющих приведенным выше условиям.

Наиболее простой алгоритм расчета МГ-сети без узлов с IOR- и AND-входными функциями – это алгоритм генерации всех возможных обходов графа (в глубину или в ширину) с последующим расчетом каждого перехода.

Для расчета параметров узла с IOR- или AND-входной функцией необходимо знать параметры «концов» всех дуг, входящих в него. Необходимо учитывать, что для каждой дуги <i, j>, входящей в узел j, существует множество путей заканчивающихся дугой <i, j>. Следовательно, для построения множества реализаций, заканчивающихся узлом j с IOR- или AND-входной функцией, необходимо построить множество всех возможных выборов путей по одному из каждой дуги, входящей в узел j.

Реализация такого алгоритма расчета МГ-сети при прямом обходе графа достаточно сложна из-за необходимости «фиксации» реализаций заканчивающейся дугой, входящей в узел j, до того момента, пока

все возможные реализации по каждой из дуг, входящих в j, не будут получены.

Для расчета МГ-сетей автором предлагается алгоритм обратного обхода графа от стока к источнику. Данный алгоритм похож на алгоритмом разбора арифметических выражений.

Пусть A, B, C, D, E – некоторые участки сети. «*»– операция объединения сетей от первого аргумента ко второму. «(, , …,)» – операция параллельного объединения, где сеть стоящая слева от открывающей скобки заканчивается узлом с детерминированным выходом, сеть, стоящая справа от закрывающей скобки, начинается узлом с IOR- или AND-входом, а сети, перечисленные внутри скобок, параллельные участки, их соединяющие.

Рассмотрим работу алгоритм на примере сети вида A*(B, C, D)*E.

1. Последовательно перемещаемся по всем узлам сети E до узла j с IOR- или AND-входной функцией.
2. Рассчитываем параметры узлов сети A. Результат: множество реализаций W_A.
3. Используя полученное множество реализаций W_A, рассчитываем параметры узлов сетей B, C, D. Результат: множества реализаций W_B, W_C, W_D.
4. Строим множество всех возможных выборов путей по одному из каждой дуги входящей в узел j и для каждой комбинации рассчитываем параметры узла j.
5. Рассчитываем параметры узлов сети E.

Данный алгоритм использован в созданной библиотеке для расчета модифицированной ГЕРТ-сети. Рекламно техническое описание библиотеки можно получить в ОФАП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. K. Neumann. Stochastic Project Networks. Temporal Analysis, Scheduling and Cost Minimization. Springer-Verlag.
2. Лебедев В. А., Трохов Н. Н., Царев Р. Ю. Параллельные процессы обработки информации в управляющих системах. – Красноярск, НИИ СУВПТ, 2001. Стр. 84-133.
3. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей.-М.: Мир, 1984. стр. 387-411.
4. Дегтерев А.С., Письман Д.М. GERT-сетевой анализ времени выполнения задачи на неспециализированном гетерогенном кластере. Фундаментальные Исследования. № 4. 2005. Стр. 79-80.
5. Письман Д.М. Модели оценки времени выполнения задачи на кластере с последовательной и параллельной архитектурой обмена данными. Вестник университетского комплекса: Сб. научн. Трудов / Под общей ред. Профессора Н.В. Василенко; Красноярск: ВСФ РГУИТП, НИИ СУВПТ. – 2005. Вып. 3 (17). Стр. 161-175.

ПРОВЕРКА ЗАКОНА НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКТАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ВЕЙЕРШТРАССА-МАНДЕЛЬБРОТА

Седельников А.В., Корунтяева С.С., Чернышева С.В.
Институт энергетики и транспорта Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева

В работе исследуется закон распределения действительной части фрактальной функции Вейерштрасса-Мандельброта (ФВМ) при нулевой фазе:

$$\operatorname{Re} W(t) = C(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \frac{1-\cos b^n t}{b^{(2-D)n}} \qquad (1)$$

Эта функция может быть использована при оценке уровня микроускорений на борту орбитального космического аппарата (КА) [1].

При полном отсутствии или слабом демпфировании собственных колебаний упругих элементов микроускорения можно рассматривать как случайную величину, а изменением числовых характеристик пренебречь [2]. В реальности для оценки уровня микроускорений, прежде всего, квазистатической его компоненты, исследователи ограничиваются рассмотрением первых нескольких форм колебаний упругих элементов КА, а это как раз рассматриваемый случай.

Прежде всего, необходимо выяснить в каком диапазоне параметров ФВМ также подходит под понятие случайной величины. При малых значениях фрактальной размерности D ФВМ значительно возрастает и, следовательно, может рассматриваться как случайный процесс. При D выше 1,99 роста функции не наблюдается. Исследования показывают, что в диапазоне фрактальной размерности 1,95<D<2 ФВМ можно считать с достаточной точностью случайной величиной.

Диапазон изменений b выбирается, исходя из постановки задачи, которая более подробно изложена в работах [3, 4]. Здесь следует отметить лишь интересную особенность: при 0<b<1 и достаточно больших значениях D (выше 1,99) наблюдается следующий эффект. При увеличении фрактальной размерности все значения функции синхронно возрастают, а вид самой ФВМ остается прежним, т.е. ФВМ оказывается «поднятой» вверх. Такой эффект очень полезен при моделировании микроускорений в указанной постановке задачи и означает, что увеличен момент управляющих ракетных двигателей (УРД), который связан с угловым ускорением и соответственно микроускорениями известными соотношениями:

$$M\,(УРД\,) = eI \quad ; \quad w^t = eR \,,$$

где I – момент инерции КА, а R – расстояние от рассматриваемой точки до центра масс КА.

Вообще говоря микроускорения определяются еще и своей нормальной составляющей, но в силу того, что угловая скорость вращения КА входит туда во второй степени, нормальным ускорением можно пренебречь как существенно более малой величиной по сравнению с касательным ускорением.

Таким образом, для моделирования микроускорений подходит коридор изменения параметров ФВМ: 0<b<1, 1,99<D<2 [4].