сопротивления, кубические по скоростям (коэффициенты γ_0 и γ_n).

Состояние моделируемой системы характеризуется семью размерными параметрами c, c_1, μ_0, μ_n, γ_0, γ_n, m, четыре из которых описывают взаимодействие системы с окружающей средой μ_0, μ_n, γ_0, γ_n. Для рационального исследования влияния границ удобно перейти к безразмерным уравнениям движения, что позволяет описать состояние системы с помощью четырех безразмерных параметров $\alpha_1=c_1/c$, $\alpha_2=\mu_n/\mu_0$, $\alpha_3=\gamma_n/\gamma_0$, $\alpha_4=\mu_0 m/c^2$.

В соответствии с таблицей различных комбинаций значений параметров было произведено 16 численных экспериментов для цепочки из 100 тел на определение влияния каждого из параметров. Интегрирование системы уравнений движения из состояния, когда возбуждена лишь нулевая частица, выполнено в среде MatLab. Наиболее точные результаты получены при использовании многошагового метода Адамса-Башворта-Мултона переменного порядка. Проверку решения удалось осуществить для свободного термостата – в этом случае существует аналитическое выражение для амплитуды установившихся колебаний, найденное по методу Ван-дер-Поля [2,3].

Установлено, что возмущение распространяется от нулевого тела и доходит до последнего за промежуток времени, который можно определить, учитывая, что $V=\sqrt{E/\rho}$, где V–скорость распространения упругой волны в кристалле, $E=cl_0/l_0^2$– модуль Юнга, l_0– равновесное расстояние между частицами, $\rho=m/l_0^3$– плотность. тогда $\tau=n\sqrt{m/c}$, где n – количество частиц в цепочке. При этом первое тело быстро выходит на устойчивый цикл и ведет себя стабильно, а система накапливает энергию до возвращения отраженного от правого конца возмущения по истечении времени примерно 2τ. После этого первое тело переходит на новый устойчивый цикл с амплитудой, несколько превышающей исходную. Движение последнего тела цепочки также соответствует некоторому устойчивому циклу с амплитудой, меньшей амплитуды нулевого тела. Таким образом, энергия поступает в систему в результате движения первого тела, и такое же ее количество передается в окружающую среду последним телом. В результате устанавливается стационарное неравновесное состояние системы.

Система вполне определенно реагирует на изменение каждого из указанных выше параметров. Например, параметр α_4 характеризует способность системы накапливать энергию до какого-то среднего значения в установившемся режиме. Параметр α_1 обусловливает малый и большой период стоячей волны, которая возникает при передаче энергии вдоль цепочки. Параметры α_2 и α_3 влияют на амплитуду распределения температуры между телами цепочки.

Литература

1. Lepri S., Livi R., Politi R. // Phys. Reps. -2003. – V. 377. – P. 1.-80
2. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Наука, 1981.
3. Вихренко В.С. Устойчивость и нелинейные колебания. – Минск: БТИ, 1993.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ГЕНЕРАТОРОВ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

А.К. Евтюхин

Научный руководитель – ***В.М. Лутковский***

Белорусский государственный университет

При создании генераторов случайных чисел (аппаратных или программных) возникает серьезная проблема с оценкой их качества. Для решения этой проблемы применяются различные тесты. В настоящее время разработано множество разнообразных методов тестирования, причем наиболее широко применяются тесты Кнута [1], DIEHARD и NIST [2]. Однако, даже если вся батарея тестов дает положительный результат, уверенности в абсолютной случайности протестированных последовательностей все равно нет. Это и заставляет разрабатывать новые и новые тесты.

С этой целью проведено исследование тестов, основанных на искусственных нейронных сетях (ИНС) – одной из современных технологий обработки информации. Известно, что нейронные сети успешно решают задачи аппроксимации и предсказания [3–4]. Путем обучения нейронная сеть настраивается на определенные закономерности и в соответствии с ними "угадывает" значения на следующих шагах. Это и наталкивает на мысль о возможности предсказания следующего значения, выдаваемого генератором, на основании предыдущих значений. Логично предположить, что если сеть сможет с определенной вероятностью предсказывать элементы, то в выдаваемой последовательности есть некоторые закономерности, и генератор уже нельзя назвать хорошим. Следующие два теста основаны на этой идее.

Первый тест предназначен для предсказания последующего бита. Этот тест был больше ориентирован на физические генераторы случайных чисел, на обнаружение в них "зацикливаний". В нем вся последовательность была разбита на две. Первая (меньшая) – для обучения сети, и большая, для тестирования. На основании количества бит "угадываний" сетью строился вывод о качестве генератора. Очевидно, что если предсказать бит нельзя, то частота таких "угадываний" будет стремиться к 0.5.

Второй тест использовал в качестве входного параметра байт (8 бит). С помощью этого теста была попытка предсказать конгруэнтно созданную последовательность, основанную на соответствующем математическом преобразовании. Из-за большого количества выходных данных (256 выходов), оценивалось попадание в интервал рядом с реальным значением. Это приводило к двойному результату: уменьшению количества выходов и времени обучения ИНС. Кроме того, независимо от погрешностей округления учитывался разброс выходных данных.

В тесте на сравнение последовательностей, аналогичному корреляционному тесту, использована способность ИНС решать задачу распознавания. Дело в том, что в отличие от статистических тестов, ИНС позволяет определить вероятность совпадения, что может быть использовано, чтобы забраковать генератор.

В результате проведенных исследований созданы и апробированы три теста для генераторов случайных чисел, причем первый и второй тест оказались наиболее эффективными. Второй тест не позволяет предсказать конгруэнтную последовательность, что связано с использованием в этом методе генерации деления по модулю, но он позволяет обнаружить ошибки во многих генераторах низкого качества.

Следует отметить, что предложенный подход к тестированию принципиально отличается от традиционного подхода. Не снижая ценности ранее созданных методов тестирования генераторов, они позволяют принять решение о приемлемости того или иного генератора случайных чисел, когда стандартных тестов недостаточно.

Литература

1. Кнут Д.. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 2. Получисленные алгоритмы.- М.: Мир. 1977.

2. Marsaglia G., DIEHARD Statistical Tests: http://stat.fsu.edu/~geo/diehard.html

3. Bishop M. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford: Clarendon Press, 1997.

4. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Пер. с англ. Ю. А. Зуева и В. А. Точенова. -М.: Мир. 1992.

ТЕСТЕР ЦИФРОВЫХ МИКРОСХЕМ

В.В. Журович

Научный руководитель – к.ф.-м.н., профессор ***А.Г. Головейко***

Белорусский национальный технический университет

Разработан, изготовлен и испытан на практике тестер цифровых микросхем, работающих как в статическом так и динамическом режиме. При разработке ставилась задача отказаться от большого числа разрозненных диагностирующих устройств для диагностики блоков, состоящих из небольшого количества логических микросхем и заменить все эти устройства одним универсальным тестером. Предлагаемый тестер обладает достаточными техническими возможностями для своего применения при решении подобных задач, в частности он может использоваться наладчиками станков с ЧПУ при выявлении неисправностей и ремонте электронных схем. Прибор удобен в работе. Результаты диагностики логических микросхем