

1. Борисенко А.А., Онощенко Е.Л., Кобяков А.Н. Системы счисления с биномиальным основанием / Вест. Сум.гос. ун-та, 1994.- №1.- С. 96-101.
2. Онощенко Е.Л., Протасова Т.А. Алгоритмы формирования комбинаторных кодов на основе многозначных биномиальных чисел / Вест. Сум.гос. ун-та, 1996.- №1(5).-С.84-88.
3. Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М. Дискретная математика для инженера.- М.: Энергоатомиздат, 1988. -480 с.

Поступила в редколлегию 27 ноября 1997 г.

УДК 519.24

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

А.П.Карпенко, асп.; В.В. Авраменко, доц.

Одной из задач технической диагностики является обнаружение причин нестабильности показателя качества продукции, выпускаемой контролируемым объектом. Показатель качества x обычно носит случайный характер и характеризуется плотностью распределения $f(x)$. Вследствие случайного изменения режимных параметров и характеристик объекта плотность распределения показателя качества изменяется во времени t и представляет собой двухмерную случайную функцию $f(x,t)$. Как правило, $f(x,t)$ изменяется медленно по сравнению с флюктуациями режимных параметров и представляет собой квазистационарный случайный процесс. Чаще всего от показателя качества x требуется попадание его значения в заданный интервал. Однако в ряде случаев, помимо выполнения этого условия, также требуется, чтобы в данном интервале соблюдался определенный закон плотности распределения для x . Всякое отклонение от него приводит к ухудшению качества продукции. Таким образом, качество продукции оценивается не по значению x , а по его закону распределения.

Для обнаружения причин изменения $f(x,t)$ необходимо исследовать ее статистические связи с другими одномерными и двухмерными функциями. Однако такие исследования на практике являются сложными и трудоемкими. Необходимо воспользоваться предложенным в [1] переходом от двухмерной случайной функции к одномерной путем вычисления интегральной оценки. Такая оценка $I_x(t)$ для плотности распределения $f(x,t)$ случайной величины x разработана в [2]:

$$I(t) = \int_{\substack{f(x,t) > \lambda_x \\ |x| > |\delta_x|}} \frac{1}{|x|} \ln \frac{f(x,t)}{\lambda_x} dx, \quad (1)$$

где $f(x,t)$ - плотность распределения случайной величины X в момент времени t ;

λ_x - постоянный параметр, имеющий ту же размерность, что и $f(x,t)$. Фактически λ_x определяет ненаблюдаемую часть в общем случае бесконечного графика $f(x,t)$ плотности распределения;

$|\delta_x|$ - модуль порогового значения для x , который вводится с целью избежания деления на нуль. Значения λ_x и $|\delta_x|$ выбираются исследователем в зависимости от решаемой задачи.

Использование оценки позволяет количественно оценить изменение графика плотности распределения случайной величины или графика полученной по результатам наблюдений гистограммы. Фактически текущему графику двумерной функции $f(x,t)$ ставится в соответствие значение $I_x(t)$ одномерной функции. Как показано в [3], такой переход упрощает исследование статистических связей между двумерными или двумерными и одномерными случайными функциями.

Рассмотрим пример. Контролируется виброгранулятор - аппарат химического производства. На него поступает раствор или расплав. На выходе получают продукт в виде сферических гранул. Качество продукта контролируется по диаметру гранулы. Его значение должно попасть в заданный интервал. Кроме того, в этом интервале часто задается желаемое распределение гранул по фракциям, т.е. фактически задается закон распределения для диаметра сферы. Значение диаметра d гранулы зависит от многих режимных параметров. Практически все они носят случайный характер. Их статистические характеристики изменяются во времени. Поэтому и плотность распределения $f(d)$ для диаметра гранулы изменяется во времени и является двумерной случайной функцией $f(d,t)$. Необходимо исследовать статистические связи $f(d,t)$ с другими случайными процессами с целью обнаружения причины ее нестабильности.

Предположим, нужно определить, существует ли связь между изменениями во времени плотности распределения $f(g,t)$ и $f(d,t)$. Для этого необходимо реализовать следующий алгоритм:

1 На интервале времени длиной T с шагом Δt записать значения производительности виброгранулятора $g(j\Delta t)$, где $j = \overline{1, m}$, $m = \frac{T}{\Delta t}$, а также взять усредненную пробу полученного продукта. Всего таких интервалов n .

2 По измеренным для каждого интервала $g(j\Delta t)$ и $d(j\Delta t)$ в пробе ($j = \overline{1, m}$) построить гистограммы $f^*(g, iT)$ и $f^*(d, iT)$, отнесенные к моменту времени iT ($i = \overline{1, n}$).

3 Одним из методов численного интегрирования вычислить значения $I_g^*(iT)$ и $I_d^*(iT)$ интеграла (1) соответственно для $f^*(g, iT)$ и $f^*(d, iT)$.

4 Исследовать статистическую связь между $I_g^*(iT)$ и $I_d^*(iT)$, $i = \overline{1, n}$.

В [4] приведена математическая модель, позволяющая определить диаметр гранулы через значения режимных параметров. Это позволяет вместо физического эксперимента реализовать статистическое моделирование процесса получения гранул. Как следует из [4], диаметр гранулы d вычисляется по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{6g}{\pi k \rho f}}, \quad (2)$$

где g - массовая производительность гранулятора, кг/с;

k - число отверстий истечения;

ρ - плотность гранул, кг/м³;

f - частота колебаний виброгранулятора, Гц.

Производительность g и плотность ρ являются случайными режимными параметрами. Поскольку g и ρ ограниченные, то при моделировании, в соответствии с [5], для каждого из них в качестве дифференциального закона распределения было взято бета-распределение. Для получения значений производительности g гранулятора использовано бета-распределение с изменяющимися параметрами γ и η . Параметр γ увеличивается от 1,5 до 5 при одновременном уменьшении η от 5 до 1,5. При этом график плотности распределения все время остается одномодальным. Математическое ожидание производительности при этом смещается с течением времени от 2 до 5 кг/с. Параметры γ и η бета-распределения для ρ оставались постоянными.

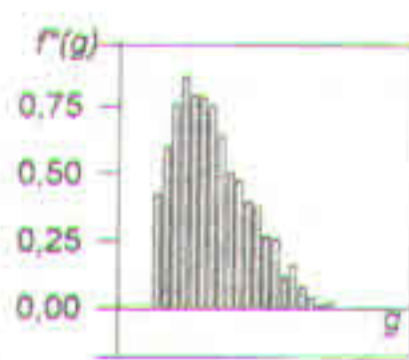


Рисунок 1

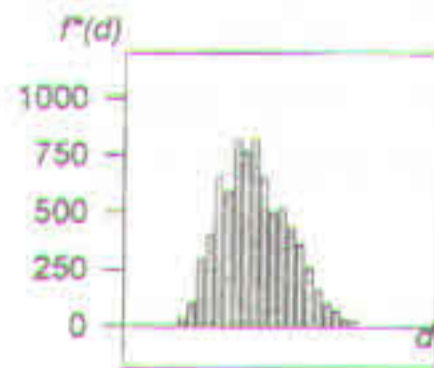


Рисунок 2



Рисунок 9

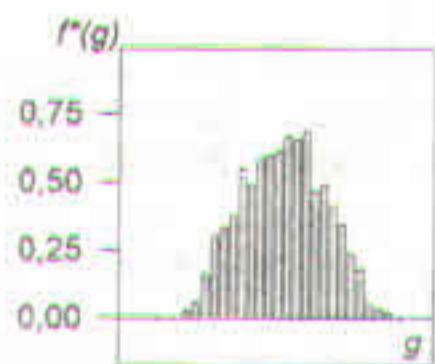


Рисунок 3

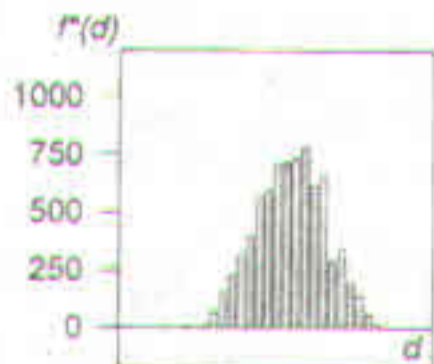


Рисунок 4

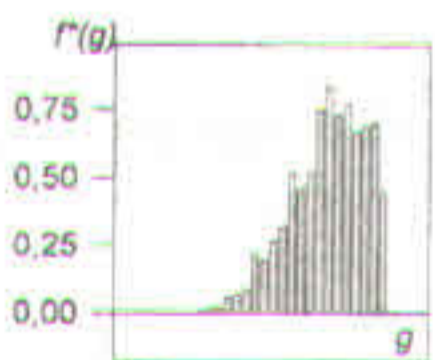


Рисунок 5

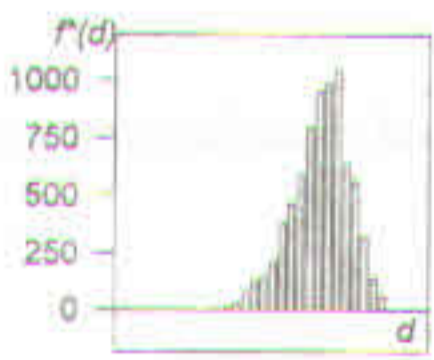


Рисунок 6

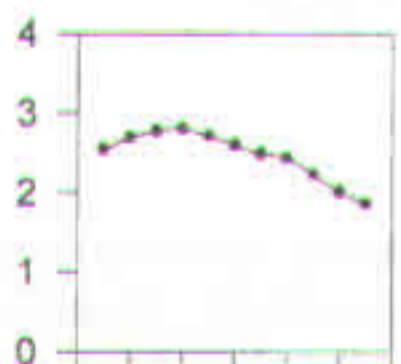


Рисунок 7

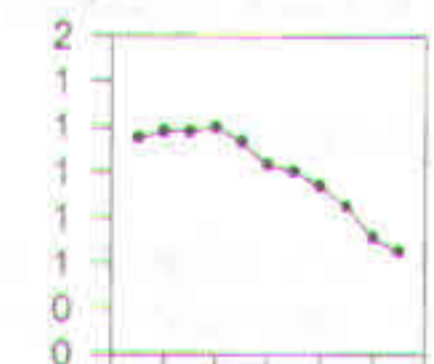


Рисунок 8

Всего было смоделировано $n=11$ режимов работы. Для каждого измерено по $m=1200$ значений g и ρ . При построении гистограмм результаты наблюдений распределялись по 25 интервалам.

На рисунках 1, 3, 5 изображены гистограммы для g , соответствующие минимальному, промежуточному и максимальному среднему значению производительности гранулятора. На рисунках 2, 4, 6 представлены соответствующие им гистограммы для диаметра гранулы. Сопоставление пар графиков на этих рисунках дает представление о том, насколько сложно определить наличие связи между гистограммами для g и d

даже на качественном уровне, не говоря уже о количественной оценке такой связи. В соответствии с приведенным выше алгоритмом были вычислены интегральные оценки $I_g^*(iT)$ и $I_d^*(iT)$ ($i = \overline{1, m}$), приведенные на рисунках 7 и 8. На рисунке 9 показан график зависимости $I_d^*(iT)$ от $I_g^*(iT)$. Коэффициент парной корреляции равен 0,9. При числе измерений $n=11$ это свидетельствует о наличии положительной корреляции между ними с вероятностью 98 %.

Таким образом, применение интегральной оценки (1) для статистических плотностей распределения режимных параметров g и d позволило установить факт наличия корреляции между изменениями графиков плотности распределения для производительности виброгранулятора и диаметров гранул. Найдена одна из причин нестабильности $f(d,t)$, что и требовалось для решения диагностической задачи. Приведенный пример показывает полезность использования интегральной оценки плотности распределения случайной величины в технической диагностике.

SUMMARY

The article concerns to a problem of the practical usage of an integrated estimation of random value distribution density which allows quantitative description of changes of the form of distribution density curve and its place on numerical axis.

The example which shows the advantages of random value distribution density usage in comparison with traditional methods of technical diagnostics is given.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авраменко В.В. Спектральный метод контроля технологических объектов в АСУТП // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики, вып.58. Респ. межвед. науч.-техн. сборник.-Харьков: Вища школа, 1981.- С.40-44.
2. Авраменко В.В., Карпенко А.П. Интегральная оценка плотности распределения случайной величины // Современные технологии машиностроения. Прогрессивные технологии в вузе.: Тематический сборник научных статей. - Киев: ИСМО, Сумы, СумГУ, 1997. - Вып.1.-263с.
3. Авраменко В.В. Интегральная оценка двумерной функции и ее применение для технической диагностики // Вест. Сум.гос.ун-та, 1994.- №2.- С.59-64.
4. Холин Б.Г. Центробежные и вибрационные грануляторы сплавов и распылители жидкости.-М.: Машиностроение, 1977.
5. Хая Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. -М.: Мир, 1969.

Поступила в редколлегию 15 октября 1997 г.

УДК 681.518.25:007:519.711.3

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ, ЩО САМА НАВЧАЄТЬСЯ

А.С.Краснопоясовський, доц.; А.В.Черниш, асп.

Незавершеність теорії автоматичної класифікації даних значною мірою пояснюється відсутністю ефективних методів оптимізації параметрів процесу навчання систем розпізнавання (СР) за прямим критерієм функціональної ефективності (КФЕ). На відміну від широко відомих методів класифікації, орієнтованих на реалізацію оптимальних (найчастіше в сенсі мінімально-дистанційних критеріїв) алгоритмів обробки даних [1], непараметричний метод функціонально-статистичних випробувань (МФСВ) [2], який ґрунтується на оцінці інформаційної здатності СР, дозволяє в рамках алгоритму дискримінантного типологічного аналізу оптимізувати в інформаційному сенсі як параметри розподільних гіперповерхонь (РГП), так і параметри, що впливають на ефективність функціонування СР, – система контрольних допусків на ознаки розпізнавання (ОР), рівень селекції даних, крок квантування первинних ознак, планування навчання та інші.