УДК 519.718

МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, НЕ ИМЕЮЩИХ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ МЕРЫ, ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Корнеев А.М., Аль-Сабри Г.М., Омельянчук В.В.

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», Липецк, e-mail: ghassanalsabri@mail.ru

Рассмотрена методика построения моделей зависимости показателей, не имеющих количественной меры, от технологических величин. Для решения данной задачи осуществляется разбиение пространства параметров на множество подпространств (альтернатив), образованных сочетаниями алфавитов технологических величин. При построении моделей строятся сетки в множествах простой структуры (куб, параллелепипед). Предложен ряд способов формирования исходной выборки на основе распределения данных по выбранным подпространствам. Например, каждое подмножество рассматривается как одна точка выборки вне зависимости от того, сколько точек в нём находится. Так как количество попаданий в подпространства различно, то количество строк формируемой выборки от каждого подпространства может быть кратным пороговому значению или количество строк формируемой выборки от каждого подпространства должно быть равно количеству попаданий в подмножество.

Ключевые слова: модели зависимости показателей, производство, алфавиты, альтернатива

MODELS OF DEPENDING INDICATORS THAT DO NOT HAVE QUANTITATIVE MEASURES OF TECHNOLOGICAL VALUES

Korneev A.M., Al-Sabri G.M., Omelyanchuk V.V.

Lipetsk State Technical University, Lipetsk, e-mail: ghassanalsabri@mail.ru

The method of constructing models according to indicators that do not have quantitative measures of technological variables was considered. The solution of this problem is the partitioning of parameter space into multiple subspaces (of alternatives) that are formed by combinations of alphabets technological values. In constructing the models are built in sets of simple grid structure (cube, parallelepiped). It is proposed a number of ways to form the original sample based on the distribution of selected subspaces data. For example, each subset is seen as a sampling point irrespective of the number of points it contains. As the number of hits differ , the number of lines formed from each sample may be a multiple subspaces threshold value or the number of lines formed from each sample subspaces should be equal to the number of hits in the subset.

Keywords: models of depending indicators, production, alphabets, alternatives

Среди показателей качества встречаются величины, не имеющие количественной меры (например, появление брака, наличие дефектов). Чтобы количественно выразить зависимость этих показателей от технологических величин, необходимо определить вероятность их появления при различных режимах обработки P_c. Математическую модель, дающую оценку P_c по значениям технологических величин, запишем в виде [1]

$$P_c = \sum_{m=0}^{M} \alpha_m f_c(x_m),$$

где $f_c(x_m)$ – оптимальные функции связи между откликом и технологическими величинами, m – количество технологических величин, $m = 0, 1, ..., M$; α_m – коэффициенты модели, вычисляются любым способом, например при помощи МНК.

Построение моделей начинается с построения сетки – разбиения пространства параметров Ξ на множество подпространств (альтернатив) Ξ_μ, образованных сочетаниями алфавитов технологических величин $x[t]$ [2–6]:

$$\Xi = \bigcup_{\mu} \Xi_\mu .$$

Сетка – набор подпространств. Наиболее равномерный просмотр n-мерного куба обеспечивает кубическая решетка. Поэтому при построении моделей строятся сетки в множествах простой структуры (куб, параллелепипед).

На первом этапе для каждой случайной технологической величины определяются минимальные и максимальные значения по исследуемой выборке $x'_m,...,x''_m$. Затем этот диапазон изменения входной величины разбивается на ряд составляющих алфавитов: $b_{m1}, b_{m2},..., b_{mj_m},..., b_{mJ_m}$, где, m – случайная величина, $j_m = 1, ..., J_m$ – номера составляющих алфавита данной величины. Каждая выделенная составляющая алфавита

$$b_{mj_m} = \left(x'_{mj_m}, x''_{mj_m} \right),$$

где x'_{mj_m}, x''_{mj_m} – границы выделенной j_m-й составляющей алфавита. Середины алфавитов – $\bar{b}_{mj_m}$.

Пример построения сетки для двумерного случая приведен на рис. 1.

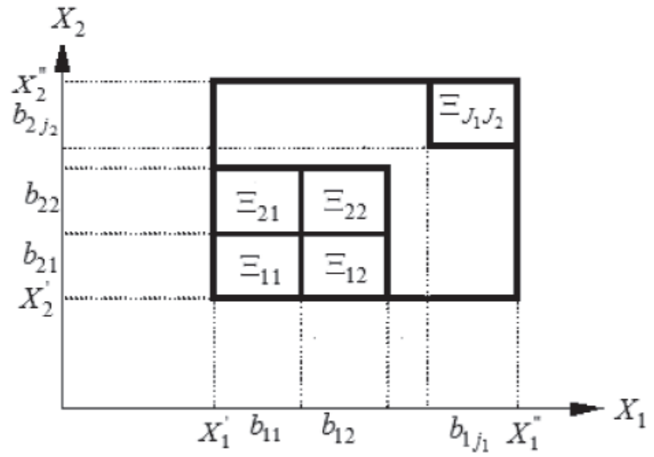

Рис. 1. Двумерная сетка множества подпространств (альтернатив) Ξ_μ

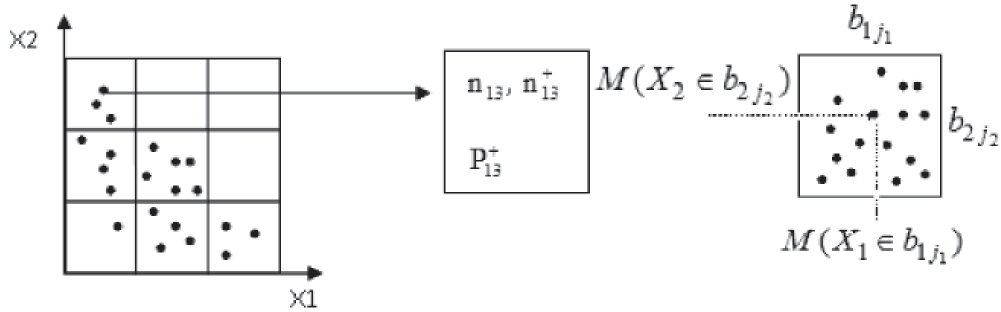

Рис. 2. Пример распределения случайных величин по подмножествам Ξ_μ*:*
$n_{1,3}$ *– количество попаданий в подмножество* $\Xi_{1,3}$*;* n_{13}^{+} *– количество попаданий, характеризующихся возникновением дефектов;* P_{13}^{+} *– частота возникновения дефекта*

При реализации технологии значения случайных величин x_i будут распределяться по подмножествам Ξ_μ (рис. 2).

Частота возникновения дефекта для каждого подмножества Ξ_μ:

$$P_c(\Xi_\mu) = n_\mu^{+} / n_\mu ,$$

где n_μ – количество попаданий в подмножество Ξ_μ; n_μ^{+} – количество попаданий, характеризующихся возникновением дефектов.

Для построения моделей формируется выборка на основе полученных результатов. Можно использовать несколько способов ее формирования.

1 способ

Каждое подмножество Ξ_μ рассматривается как одна точка выборки вне зависимости от того, сколько точек в нём находится. В качестве входов модели выступают значения середин алфавитов $\bar{b}_{mj_m}$, формирующих соответствующее подмножество. В качестве выхода – частота возникновения дефекта данного подмножества $P_c(\Xi_\mu)$.

$$\begin{cases} \bar{b}_{11} & \bar{b}_{21} & P_{11} \\ \dots\dots\dots\dots & & \\ \bar{b}_{1j_1} & \bar{b}_{2j_2} & P_{j_1j_2} \\ \dots\dots\dots\dots & & \\ \bar{b}_{1J_1} & \bar{b}_{2J_2} & P_{J_1J_2} \end{cases} .$$

Во всех рассматриваемых случаях, если количество попаданий в подмножество равно нулю или ниже задаваемого порогового значения, данное подпространство не рассматривается и его результаты не включаются в формируемую выборку.

2 способ

Так как количество попаданий в подпространства различно, то количество строк формируемой выборки от каждого подпространства должно быть кратным пороговому значению. То есть если в подпространство попало, например, 5 точек и порог равен 5, то включается в выборку одна точка, а если попало 15 точек, то включается 3 строки с одинаковыми значениями входов (координат подпространства) и выхода (частоты возникновения дефекта данного подмножества).

Одно подпространство рассматривается как несколько точек.

Число точек определяется по формуле

$$k_{ij} = \left[\frac{n_{ij}}{n_{\text{порог}}} \right],$$

здесь квадратные скобки означают целую часть дроби.

$$\begin{cases} \left.\begin{matrix} \overline{b}_{11} & \overline{b}_{21} & P_{11} \\ \ldots\ldots\ldots & & \\ \overline{b}_{11} & \overline{b}_{21} & P_{11} \end{matrix}\right\} k_{11} \text{ строк;} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \left.\begin{matrix} \overline{b}_{1j_1} & \overline{b}_{2j_2} & P_{j_1j_2} \\ \ldots\ldots\ldots & & \\ \overline{b}_{1j_1} & \overline{b}_{2j_2} & P_{j_1j_2} \end{matrix}\right\} k_{j_1j_2} \text{ строк;} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \left.\begin{matrix} \overline{b}_{1J_1} & \overline{b}_{2J_2} & P_{J_1J_2} \\ \ldots\ldots\ldots & & \\ \overline{b}_{1J_1} & \overline{b}_{2J_2} & P_{J_1J_2} \end{matrix}\right\} k_{J_1J_2} \text{ строк.} \end{cases}$$

3 способ

Отличие способа 3 от способа 2 заключается в том, что в качестве входов вместо координат подпространств выступают средние значения случайных величин в рассматриваемом подпространстве.

4 способ

В отличие от 2 и 3 способов количество строк формируемой выборки от каждого подпространства должно быть равно количеству попаданий в подмножество (n_μ). Координатами входов для всех этих точек будут являться координаты подпространства (как в способе 2) или средние значения случайных величин в рассматриваемом подпространстве (как в способе 3).

$$\begin{cases} \left.\begin{matrix} \overline{b}_{11} & \overline{b}_{21} & P_{11} \\ \ldots\ldots\ldots & & \\ \overline{b}_{11} & \overline{b}_{21} & P_{11} \end{matrix}\right\} n_{11} \text{ строк;} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \left.\begin{matrix} \overline{b}_{1j_1} & \overline{b}_{2j_2} & P_{j_1j_2} \\ \ldots\ldots\ldots & & \\ \overline{b}_{1j_1} & \overline{b}_{2j_2} & P_{j_1j_2} \end{matrix}\right\} n_{j_1j_2} \text{ строк;} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \left.\begin{matrix} \overline{b}_{1J_1} & \overline{b}_{2J_2} & P_{J_1J_2} \\ \ldots\ldots\ldots & & \\ \overline{b}_{1J_1} & \overline{b}_{2J_2} & P_{J_1J_2} \end{matrix}\right\} n_{J_1J_2} \text{ строк.} \end{cases}$$

5 способ

Как и в способе 4, количество строк формируемой выборки от каждого подпространства должно быть равно количеству попаданий в подмножество (n_μ), но координатами входов будут реальные значения точек $X_{mj_m}^{n_\mu}$, попавших в подпространство, а выходами (как и во всех предыдущих

$$\begin{cases} \left.\begin{matrix} M\left(X_1 \in b_{11}\big|_{x_2 \in b_{21}}\right) & M\left(X_2 \in b_{21}\big|_{X_1 \in b_{11}}\right) & P_{11} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots & \\ M\left(X_1 \in b_{11}\big|_{x_2 \in b_{21}}\right) & M\left(X_2 \in b_{21}\big|_{X_1 \in b_{11}}\right) & P_{11} \end{matrix}\right\} k_{11} \text{ строк;} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \left.\begin{matrix} M\left(X_1 \in b_{1j_1}\big|_{X_2 \in b_{2j_2}}\right) & M\left(X_2 \in b_{2j_2}\big|_{X_1 \in b_{1j_1}}\right) & P_{j_1j_2} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots & \\ M\left(X_1 \in b_{1j_1}\big|_{X_2 \in b_{2j_2}}\right) & M\left(X_2 \in b_{2j_2}\big|_{X_1 \in b_{1j_1}}\right) & P_{j_1j_2} \end{matrix}\right\} k_{j_1j_2} \text{ строк;} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \left.\begin{matrix} M\left(X_1 \in b_{1J_1}\big|_{X_2 \in b_{2J_2}}\right) & M\left(X_2 \in b_{2J_2}\big|_{X_1 \in b_{1J_1}}\right) & P_{J_1J_2} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots & \\ M\left(X_1 \in b_{1J_1}\big|_{X_2 \in b_{2J_2}}\right) & M\left(X_2 \in b_{2J_2}\big|_{X_1 \in b_{1J_1}}\right) & P_{J_1J_2} \end{matrix}\right\} k_{J_1J_2} \text{ строк.} \end{cases}$$

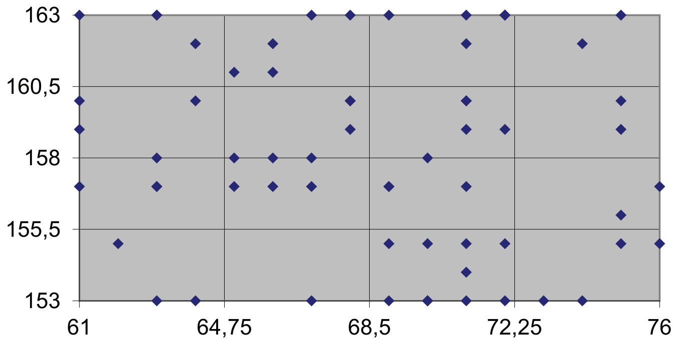

Рис. 3. Распределение точек по интервалам

Координаты подпространств и количество попаданий

Ξ_μ	1,1	1,2	1,3	1,4	2,1	2,2	2,3	2,4	3,1	3,2	3,3	3,4	4,1	4,2	4,3	4,4
n_μ	3	1	9	4	3	6	3	2	3	2	3	2	3	5	4	2

случаях) частоты возникновения дефекта данного подмножества.

$$\left\{\begin{array}{l}
\left.\begin{array}{lll} X_{11}^{1} & X_{21}^{1} & P_{11} \\ \multicolumn{3}{l}{\ldots\ldots\ldots\ldots} \\ X_{11}^{n_{11}} & X_{11}^{n_{11}} & P_{11} \end{array}\right\} n_{11} \text{ строк;} \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\left.\begin{array}{lll} X_{1j_1}^{1} & X_{2j_2}^{1} & P_{j_1j_2} \\ \multicolumn{3}{l}{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots} \\ X_{1j_1}^{n_{j_1j_2}} & X_{2j_2}^{n_{j_1j_2}} & P_{j_1j_2} \end{array}\right\} n_{j_1j_2} \text{ строк;} \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\left.\begin{array}{lll} X_{1J_1}^{1} & X_{2J_2}^{1} & P_{J_1J_2} \\ \multicolumn{3}{l}{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots} \\ X_{1J_1}^{n_{J_1J_2}} & X_{2J_2}^{n_{J_1J_2}} & P_{J_1J_2} \end{array}\right\} n_{J_1J_2} \text{ строк.}
\end{array}\right.$$

Пример распределения точек приведен на рис. 3. Координаты подпространств и количество попаданий представлены в таблице.

Если принять пороговое значение равным 3, то подпространства с координатами (1,2), (2,4), (3,2), (3,4), (4,4) участвовать в формировании выборки не будут.

(0–2 точки = 0; 3–5 точек = 1 запись;
6–8 точек = 2 записи;
9–11 точек = 3 записи).

Заключение

Предложена методика построения моделей зависимости показателей, не имеющих количественной меры, от технологических величин. Рассмотрены способы формирования исходной выборки для построения моделей.

Список литературы

1. Блюмин С.Л., Корнеев А.М. Дискретное моделирование систем автоматизации и управления: монография; Липецкий эколого-гуманитарный институт. – Липецк: ЛЭГИ, 2005. – 124 с.

2. Корнеев А.М. Дискретное моделирование сложных производственных систем / А.М. Корнеев, Ф.А.А. Аль-Саиди, Г.М. Аль-Сабри, Т.А. Сметанникова, А.М.М. Наги // Theoretical & Applied Science. – 2014. – № 1 (9). – С. 32–35.

3. Корнеев, А.М. Методы идентификации сквозной технологии производства металлопродукции: монография / А.М. Корнеев; Липецкий государственный педагогический университет. – Липецк: ЛГПУ, 2009. – 286 с.

4. Корнеев А.М. Численные методы поисковой оптимизации дискретных клеточно-иерархических систем / А.М. Корнеев, С.Л. Блюмин, Т.А. Сметанникова // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2013. – № 3. – С. 21–26.

5. Кузнецов Л.А. Введение в САПР производства проката. – М.: Металлургия, 1991. – 112 с.

6. Korneev A.M., Al-Sabry G.M., Al-Saeedi F.A. The optimal strategy for adapting technological regimes in discrete systems // Proceedings of the 4rd International Academic Conference «Applied and Fundamental Studies» Vol. I, St. Louis, Missouri. – USA, 2013. – P. 264–267.

References

1. Bljumin S.L., Korneev A.M. Diskretnoe modelirovanie sistem avtomatizacii i upravlenija: monografija; Lipeckij jekologo-gumanitarnyj institut. Lipeck: LJeGI, 2005. 124 p.

2. Korneev A.M. Diskretnoe modelirovanie slozhnyh proizvodstvennyh sistem / A.M. Korneev, F.A.A. Al-Saidi, G.M. Al-Sabri, T.A. Smetannikova, A.M.M. Nagi // Theoretical & Applied Science. 2014. no. 1 (9). pp. 32–35.

3. Korneev, A.M. Metody identifikacii skvoznoj tehnologii proizvodstva metalloprodukcii: monografija / A.M. Korneev; Lipeckij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet. Lipeck: LGPU, 2009. 286 p.

4. Korneev A.M. Chislennye metody poiskovoj optimizacii diskretnyh kletochno-ierarhicheskih sistem / A.M. Korneev, S.L. Bljumin, T.A. Smetannikova // Vesti vysshih uchebnyh zavedenij Chernozemja. 2013. no. 3. pp. 21–26.

5. Kuznecov L.A. Vvedenie v SAPR proizvodstva prokata. M.: Metallurgija, 1991. 112 p.

6. Korneev A.M., Al-Sabry G.M., Al-Saeedi F.A. The optimal strategy for adapting technological regimes in discrete systems // Proceedings of the 4rd International Academic Conference «Applied and Fundamental Studies» Vol. I, St. Louis, Missouri. USA, 2013. pp. 264–267.