Emro Science and Education
Open-access scientific journal
Journal homepage: https://journal.emro.uz
OPEN ACCESS

CONFERENCE PAPER OPEN ACCESS

Vol. 1 No. 1 (2023) · “Axborot oqimlari va intellektual tizimlarning ijtimoiy, iqtisodiy va texnik-texnologik tarmoqlardagi o‘rni” mavzus...

materiallar to‘plami

АЛГОРИТМЫ УСТОЙЧИВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ

Игамбердиев Х.З. – д.т.н., проф. Академик, Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан.

Сотволдиев Х.И. – декан факультета, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий, г. Фергана, Узбекистан.

В современной промышленности высокий уровень автоматизации присутствует на всех стадиях обработки материалов и веществ. Системы автоматического управления в производственных процессах необходимы для обеспечения безопасности технологических процессов, а также для высокой экономической эффективности технологических установок и всего производства. Значительная часть технологических процессов и установок в промышленности - это объекты управления с изменчивыми нестационарными свойствами [1].

Изменчивость является важным аспектом технологического процесса (ТП) в качестве объекта управления, поскольку его свойства могут меняться вследствие воздействия изменяющихся условий внешней среды, свойств исходного сырья, а также внутренних изменений, связанных с переналадкой, заменой оборудования, старением и износом. Нестационарность - это существенная характеристика ТП, влияющая на управление им. С помощью методов идентификации и управления нестационарными объектами можно решить значительное количество задач.

Обычно технологический процесс (ТП) определяется набором входных параметров, подлежащих контролю (наблюдению), и набором выходных параметров, также подлежащих контролю. В этой связи ТП исследуется как нестационарная динамическая система с несколькими входами и выходами [1].

Представленные выводы свидетельствуют о целесообразности построения алгоритмов адаптивного управления линейными и нелинейными нестационарными технологическими объектами, а также создания вычислительных схем, позволяющих эффективно реализовать эти алгоритмы. Это позволит обеспечить надлежащую стабильность решений и будет способствовать достижению повышения эффективности функционирования адаптивных систем управления технологическими процессами с нестационарными параметрами.

Рассмотрим задачу идентификации кусочно-линейных параметров для нестационарных систем. Пусть имеется линейная динамическая система со случайными коэффициентами, которая описывается уравнениями

Published: 10.11.2023

Cite this article: Игамбердиев Х.З, Сотволдиев Х.И (2023). Алгоритмы устойчивой идентификации кусочно-линейных параметров нестационарных систем. Emro Science and Education, 1(1). https://journal.emro.uz/public/maqola/420

© 2023 The Author(s). Published by Emro Science and Education. This is an open access article.

$$x_k = a_1(k)x_{k-1} + ... + a_p(k)_{k-p} + b_1(k)u_{k-1} + ... + b_q(k)u_{k-q} + \sigma_0\varepsilon_k,\ k = 1,2,...,$$
$$a_i(k) = a_i + \sigma_i\eta_i(k), \qquad b_j(k) = b_j + \Delta_j\gamma_j(k), \quad k = 1,2,.... \qquad (1)$$

где $\{u_k\}$ - определенная последовательность входных воздействий; вектор $X_0 = (x_0, x_{-1},..., x_{-p+1})$ описывает начальные воздействия с $E\|X_0\|^2 < +\infty$, не зависящие от последовательностей независимых случайных велечин $\{\varepsilon_k,,,\}$, $\{\eta_i(k)\}$, $\{\lambda_j(k)\}$; $\sigma_0 > 0$, $\sigma_i \geq 0$, $\Delta_i \geq 0$ – постоянные параметры.

В результате наблюдения процесса $\{x_k\}$ должна быть определена оценка вектора параметров $\theta = (a_1,...., a_p, b_1,..., b_q)^T$, являющимися неизвестными. Используем следующие обозначения $X_{k-1} = (x_{k-1},..., x_{k-p})^T$, $U_{k-1} = (u_{k-1},..., u_{k-q})^T$, $\xi_k = (\sigma_0\varepsilon_k, 0,..., 0)^T$, тогда уравнение (1) можно записать в векторном виде:

$$X_k = A_k X_{k-1} + B_k U_{k-1} + \xi_k,$$

здесь A_k и B_k – матрицы, которые имеют размеры $p \times p$ и $p \times q$ соответственно

$$A_k = A + \Gamma_k,\ B_k = B + R_k,$$

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & ... & a_p \\ ..... & & \\ I_{p-1} & & 0 \end{bmatrix},\ B = \begin{bmatrix} b_1 & ... & b_q \\ ..... & & \\ 0 & ... & 0 \\ ..... & & \\ 0 & ... & 0 \end{bmatrix},\ \Gamma_k = \begin{bmatrix} \sigma_1\eta_1(k) & ... & \sigma_p\eta_p(k) \\ 0 & ... & 0 \\ ..... & & \\ 0 & ... & 0 \end{bmatrix},\ R_k = \begin{bmatrix} \Delta_1\gamma_1(k) & ... & \Delta_q\gamma_q(k) \\ 0 & ... & 0 \\ ..... & & \\ 0 & ... & 0 \end{bmatrix},$$

здесь I_{p-1} - единичная матрица порядка $p-1$.

Как было отмечено выше, $\theta = (a_1,...., a_p, b_1,..., b_q)^T$ - является вектором неизвестных параметров динамической системы (1), для его оценки используется последовательный вариант оценок МНК, основывающийся на последовательном обновлении оценок параметров по мере поступления новых данных:

$$M_n \cdot \theta(n) = c, \qquad (2)$$

где

$$M_n = \sum_{k-1}^{n} Y_{k-1}Y_{k-1}^T,\quad Y_{k-1} = (X_{k-1}^T, U_{k-1}^T)^T,\quad c = \sum_{k-1}^{n} Y_{k-1}x_k,\quad n \geq n_0,\quad n_0 = \inf\{l \geq 1;\ \lambda_{\min}(M_l) > 0\},$$

$\lambda_{\min}(A)$ обозначает минимальное собственное значение матрицы A, условия аппроксимации исходных данных примем в виде $\|\tilde{c} - \bar{c}\| \leq \delta$, $\|\tilde{M}_n - \bar{M}_n\| \leq h$.

В системе уравнений (2) при малых изменениях исходных данных происходят большие изменения решения, то есть система плохо обусловлена [2].

В соответствии с этим разработаны регулярные алгоритмы параметрической идентификации линейного динамического объекта со случайными параметрами с гарантированной среднеквадратической точностью на основе последовательного варианта оценок МНК [3], позволяющего производить устойчивую идентификацию параметров объекта в реальном времени.

Литература:

1. Куркин О.М. Исследование алгоритмов гарантирующего оценивания в задачах прогнозирования и интерполяции случайных процессов // АиТ. 2001. № 4. С. 67-79.
2. Tikhonov A.N., Leonov A.S., Yagola A.G. Nonlinear ill-posed problems, –M.: Nauka, 1995. -308 p.
3. Igamberdiyev H.Z., Sotvoldiev H.I., Mamirov U.F. Regular algorithms for adaptive identification of linear non-stationary systems // International scientific and technical journal “Chemical technology. control and management”, 2021, №6 (102) - PP: 49-54.