

УДК 62.505

S.I. Osadchy, V.A. Zozulya

Kirovograd National Technical University

A.S. Timoshenko

Kirovograd Flight Academy National Aviation University

Multidimensional structural identification at regular signals

New structural identification algorithm at a regular signals for the multidimensional objects with unstable poles is discussed in this article. This algorithm is based on the use of transformation of Laplace for the decision of reverse control task. It allows to find the object transfer matrices from the control input and from the indignation input as a result of the quadratic functional minimization.

identification, transfer function, matrix, vector, Laplace

С.І. Осадчий, В.А. Зозуля

Кіровоградський національний технічний університет

А.С. Тимошенко

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету

Багатовимірна структурна ідентифікація при регулярних сигналах

Новий алгоритм структурної ідентифікації багатовимірних можливо нестійких об'єктів при регулярних сигналах розглянуто у статті. Зазначений алгоритм заснований на використанні перетворення Лапласу для розв'язання зворотної задачі керування. Він дозволяє знаходити матриці передатних функцій об'єкта від регульованого входу та від збурення в результаті мінімізації квадратичного функціоналу якості.

ідентифікація, передатна функція, матриця, вектор, Лаплас

From the automatic theory point of view there are many mobile control objects with two multidimensional entrances (control signals u and disturbances ψ) and one output vector x (fig.1) with unstable poles. Such objects dynamics is characterized with the help of two transfer function matrix W_u and W_ψ . Knowledge of these matrices allows successfully design the optimum control systems. A lot of methods for the structural identification of the multidimensional objects dynamics with a stochastic entrances signals is today well-known [1, 2]. At the same time the structural identification of dynamics with vector regular signals requires comfortable algorithms development.

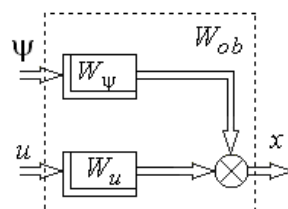


Figure 1 - Block diagram of the multidimensional object

The main purpose of present research is to determinate the mathematical model, which characterizes interrelation between the control signals, disturbances and output vector with a help of identification.

Let consider that vectors u , ψ and x components are measured fully. At this case, the structural identification task can be formulated as follows: after the known vectors u , ψ and x components records find the transfer function matrixes W_u W_ψ , and also estimate the vectors u and ψ influence on the vector x .

The solution of the problem is found as a result of the develop an algorithm for structural identification of multivariable dynamic object with regular input signals.

Let the identification object dynamics is characterized by matrix transfer functions W_{ob} (Fig. 2), which may have unstable poles. Suppose that as a result of the processing of input and output vectors regular components are defined Laplace transforms \widehat{U}_p and \widehat{X}_p

$$\widehat{U}_p = L\left\{\begin{bmatrix} \Psi \\ u \end{bmatrix}\right\}, \quad \widehat{X}_p = L\{x\}. \quad (2)$$

In the case of the object instability in the vector \widehat{X}_p components will be presented unstable poles of \widehat{U}_p and unstable poles of W_{ob} . So it appears the possibility to define a diagonal polynomial matrix W_2 as a result of the left-hand removal of unstable poles \widehat{X}_p [3], which differ from the unstable poles \widehat{U}_p , such that

$$\widehat{Y}_p = W_2 \cdot \widehat{X}_p. \quad (3)$$

In this case, the vector \widehat{Y}_p with image vector \widehat{U} expresses the equation

$$\widehat{Y}_p = F_{1p} \cdot \widehat{U}_p, \quad (4)$$

where F_{1p} - matrix transfer function, all the poles of which are located in the left half-plane (LHP) of complex variable s

$$F_{1p} = W_2 \cdot W_{ob}. \quad (5)$$

Thus identification problem consists in determining such physically implement F_{1p} that reaches the minimum to the quality functional

$$J = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot j} \cdot \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr}(\varepsilon \cdot \varepsilon_* \cdot A) \cdot ds, \quad (6)$$

where ε – identification error which is arose from errors models \widehat{U}_p and \widehat{Y}_p and is equal to

$$\varepsilon = F_{1p} \cdot \widehat{U}_p - \widehat{Y}_p, \quad (7)$$

A – positive definite polynomial weight matrix .

To solve this problem the ratio (7) must be submitted in vector-matrix form

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} F_{1p} & -E_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \widehat{U}_p \\ \widehat{Y}_p \end{bmatrix}. \quad (8)$$

The Hermitian conjugate vector ε^* from equation (6) is

$$\varepsilon^* = \begin{bmatrix} \widehat{U}_p & \widehat{Y}_p \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F_{1p} \\ -E_n \end{bmatrix}. \quad (9)$$

As a result of substituting expressions (8), (9) in the formula (6) identification quality functional takes the following form

$$J = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot j} \cdot \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr} \left\{ \begin{bmatrix} F_{1p} & -E_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widehat{U}_p \cdot \widehat{U}_{p^*} & \widehat{U}_p \cdot \widehat{Y}_{p^*} \\ \widehat{Y}_p \cdot \widehat{U}_{p^*} & \widehat{Y}_p \cdot \widehat{Y}_{p^*} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F_{1p^*} \\ -E_n \end{bmatrix} \cdot A \right\} \cdot ds. \quad (10)$$

Positive definite polynomial matrix A may be presented as a product of Hermitian conjugate [4] polynomial matrices with a help of factorization

$$A = A_{0^*} \cdot A_0, \quad (11)$$

such that the determinant of the matrix A_0 has only zeros with negative real parts. Since the product of vectors $\widehat{U}_p \cdot \widehat{U}_{p^*}$ is a singular matrix ($|\widehat{U}_p \cdot \widehat{U}_{p^*}| = 0$), then it can not be done all the steps of factorization [3]. The procedure proposed at article [5] have been used to overcome this difficulty. The result of consistent execution reduction poles and decreasing the order of polynomials stages from algorithm described in [3] makes possible to introduce the product $\widehat{U}_p \cdot \widehat{U}_{p^*}$ as follows

$$\widehat{U}_p \cdot \widehat{U}_{p^*} = D \cdot L \cdot D^*. \quad (12)$$

As a result, finding the pseudo inverse matrix L to L^+ in accordance with the algorithm [6] make it possible to define e first variation of the quality functional as

$$\begin{aligned} \delta J = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot j} \cdot \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr} \{ & A_{0^*} \cdot [A_0 \cdot F_{1p} \cdot D - A_0 \cdot \widehat{Y}_p \cdot \widehat{U}_p \cdot D_*^{-1} \cdot L^+] \cdot L \cdot D_* \cdot \delta F_{1p^*} + \\ & + \delta F_{1p} \cdot D \cdot L \cdot [D_* \cdot F_{1p^*} \cdot A_{0^*} - L^+ \cdot D^{-1} \cdot \widehat{U}_p \cdot \widehat{Y}_p \cdot A_{0^*}] \cdot A_0 \} \cdot ds. \end{aligned} \quad (13)$$

With a help of separation product

$$H = A_0 \cdot \widehat{Y}_p \cdot \widehat{U}_{p^*} \cdot D_*^{-1} \cdot L^+, \quad (14)$$

can be represented as a sum of three functions:

$$A_0 \cdot \widehat{Y}_p \cdot \widehat{U}_{p^*} \cdot D_*^{-1} \cdot L^+ = H_0 + H_+ + H_-. \quad (15)$$

where matrix H_0 – the results of division of polynomials numerators of elements H to polynomials denominators; fractional rational matrix H_+ with analytic only in the right half-plane (RHP) poles; fractional rational H_- matrix with analytic in LHP poles.

Thus, expression (13) is reduced to

$$\delta J = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot j} \cdot \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr} \{ A_{0^*} \cdot [A_0 \cdot F_{1p} \cdot D - (H_0 + H_+ + H_-)] \cdot L \cdot D_* \cdot \delta F_{1p^*} +$$

$$+ \delta F_{1p} \cdot D \cdot L \cdot [D_* \cdot F_{1p*} \cdot A_{0*} - (H_0 + H_+ + H_-)_*] \cdot A_0 \cdot ds, \quad (16)$$

and the condition of the functional (10) minimum on the class of analytic functions in the RHP variations δF_{1p} is determined from (16) in the following form

$$A_0 \cdot F_{1p} \cdot D = H_0 + H_+. \quad (17)$$

Consequently, the desired matrix transfer functions F_{1p} can be calculated on the basis of the algorithm

$$F_{1p} = A_0^{-1} \cdot (H_0 + H_+) \cdot D^{-1}. \quad (18)$$

In that case the object W_{ob} transfer functions matrix is shown in the form

$$W_{ob} = W_2^{-1} \cdot F_{1p} \quad (19)$$

if we take into account the W_2, F_{1p} with (18).

The algorithm for structural identification of the multidimensional object by analyzing the regular components of vectors \hat{u}_p and \hat{x}_p provides the following operations:

- search matrix W_2 with reversed as a result of left-hand removal of unstable poles of X_p , which differ from the poles U_p ;
- factorization of weight matrix A from (17);
- identification of analytical complex variable matrix D in RHP based on (12);
- calculation of $H_0 + H_+$ as a result of separation (15);
- calculation F_{1p} based on equation (18);
- identifying W_{ob} .

In this way, we substantiate the algorithm for structural identification the model of multidimensional object with arbitrary dynamics in a matrix of transfer functions W_{ob} with regular exposure.

Conducted Researches of the multivariable object dynamics made it possible to obtain the following scientific and practical result:

- substantiate a new algorithm for structural identification of dynamic multivariate models moving object, including unstable, which allows to determine the structure and parameters of the transfer function matrix of this object with regular vectors "input-output".

references

1. Azarskov V.N. The methodology of constructing optimal systems stochastic stabilization: Monograph / V.N. Azarskov, L.N. Blokhin, L.S. Zhitetsky / Ed. Blokhin L.N. - K.: NAU Book Publishers, 2006. – 440p. -Bibliography.: p.416-428 (in Russian) .
2. Osadchiy S.I. Technology of Structural Identification and Subsequent Synthesis of Optimal Stabilization Systems of Unstable Dynamic Objects/ L.N. Blokhin, S.I. Osadchiy, Yu. N. Bezkorovainyi // Journal of Automation and Information Sciences. – 2007. – V.39. – N.11.- Pp. 57-66.
3. Davis M.C. Factoring the spectral matrix // IEEE Trans. Automat. Cointr. – 1963.- AC-8, N 4. – p. 296-305.
4. Gantmaher F.R. Theory matrixs.-4th ed. - Nauka, 1988.- 552p. (in Russian).
5. Kucera V. Discrete line control: the polynomial equation approach. – Praha: Akademia, 1979. – 206p.
6. Aliev F.A. Time and frequency methods for the synthesis of optimal regulators /F.A. Aliyev, V.A. Bordyug, V.B. Larin - Baku: Institute of Physics of the Academy of Sciences, 1988. – 46p. (in Russian).

С.И. Осадчий, В.А. Зозуля

Кировоградский национальный технический университет

А.С. Тимошенко

Кировоградская летная академия Национального авиационного университета

Многомерная структурная идентификация при регулярных сигналах

Новый алгоритм структурной идентификации многомерного возможно неустойчивого объекта при регулярных сигналах рассмотрен в статье. Указанный алгоритм основан на использовании преобразования Лапласа для решения обратной задачи управления. Он позволяет находить матрицы передаточных функций объекта от регулируемого входа и от возмущения в результате минимизации квадратичного функционала качества.

идентификация, передаточная функция, матрица, вектор, Лаплас

Одержано 23.05.13

УДК 681.513.6; 681.5.015

**Ю.М. Пархоменко, канд. техн. наук, В.О. Кондратец, проф., канд. техн. наук,
М.Д. Пархоменко, доц.**

Кіровоградський національний технічний університет

Обґрунтування вибору параметра регулювання норми висіву системою автоматичного керування зерновими сівалками

У статті приведені результати теоретичного обґрунтування параметра регулювання норми висіву системою автоматичного керування зерновими сівалками з котушковими висівними апаратами. Отримані і проаналізовані залежності інтенсивності висіву від швидкості руху сівалки, робочої довжини котушки і передаточної величини, а також щільності розподілу зерна вздовж рядка висіву від робочої довжини котушки і передаточної величини. Показано, що в якості параметра регулювання САК процесом висіву зернової сівалки доцільно прийняти щільність розподілу зерна вздовж рядка висіву, яка лінійно залежить від керуючого діяння - робочої довжини котушки висівного апарата.

система автоматичного керування, параметр регулювання, зернова сівалка, щільність

Ю.М. Пархоменко, В.А. Кондратец, М.Д. Пархоменко

Кіровоградський національний технічний університет

Обоснование выбора параметра регулирования нормы высева системой автоматического управления зерновыми сеялками

В статье приведены результаты теоретического обоснования параметра регулирования нормы высева системой автоматического управления зерновыми сеялками с катушечными высевающими аппаратами. Получены и проанализированы зависимости интенсивности высева от скорости движения сеялки, рабочей длины катушки и передаточной величины, а также плотности распределения зернового потока вдоль рядка высева от рабочей длины катушки и передаточной величины. Показано, что в качестве параметра регулирования САУ процессом высева зерновой сеялки целесообразно принять плотность распределения семян вдоль рядка высева, которая линейно зависит от управляющего воздействия – рабочей длины катушки высевающего аппарата.

система автоматического управления, параметр регулирования, зерновая сеялка, плотность

Аграрний сектор України є стратегічною і найбільш ефективною галуззю народного господарства, яка за підсумками 2012 року єдиною зберегла позитивне