

УДК 681.5.075

ОЦІНКА СТАНУ ДЛЯ СИСТЕМИ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Омеліч Єлизавета Вікторівна

ДВНЗ “Національний гірничий університет”, <http://nmu.org.ua>, topsy_secrets@mail.ru

В даній статті розглядається задача — оцінка стану для системи з розподіленими параметрами. Оцінка стану проводиться за нагрівом довгого тонкого стрижня. Для аналізу системи використовується модальне подання. Дана задача дає змогу оцінити у значній мірі кількість точок вимірювань та отримати матрицю спостережуваності.

Ключові слова — спостережуваність, нагрів стрижня, рівняння з частковими похідними.

ВСТУП

Складною проблемою при зборі інформації і управлінні є обробка сигналів, одержуваних від датчиків або надісланих у виконавчі ланцюги регулюючих сигналів. Мета цієї обробки — підвищення точності, зниження рівня завад, більш ефективне використання апаратури і каналів зв'язку.

Для систем з розподіленими параметрами характерна залежність станів, управлінь та виходів від просторових координат. Природною моделлю в цьому випадку є рівняння з частковими похідними.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Розглянемо задачу керування нагрівом довгого тонкого стрижня. Процес нагріву уздовж осі z задається рівнянням [1]

$$\frac{\partial x(z, t)}{\partial t} = \frac{\partial^2 x(z, t)}{\partial z^2} + f(z, t) \quad (1)$$

з граничними умовами

$$x|_{z=0} = 0, \quad x|_{z=1} = 0. \quad (2)$$

Нехай вимірювання вихідних координат здійснюється за допомогою термопар, розташованих в l фіксованих точках:

$$y_i = x(z_i^*, t), \quad i = 1, 2, \dots, l.$$

Стає завдання вибору оптимальної кількості та розташування окремих термопар для забезпечення спостережуваності системи. Почнемо з випадку одного вимірювання. Рішення задачі (1) - (2) має вигляд:

$$x(z, t) = a_0(t) + \sqrt{2} \sum_{n=1}^N a_n(t) \cos n\pi z,$$

$$f(z, t) = b_0(t) + \sqrt{2} \sum_{n=1}^N b_n(t) \cos n\pi z.$$

При цьому рівняння виходу має вигляд:

$$y_i(t) = a_0(t) + \sqrt{2} \sum_{n=1}^N a_n(t) \cos n\pi z_i^*, \quad i = 1, 2, \dots, l.$$

Запишемо систему у вигляді:

$$w = Aw + v,$$

$$y = Cw,$$

де w і v — $N+1$ - мірні вектори, A — $(N+1) \times (N+1)$ матриця.

Матриця вимірювань $C = l \times (N+1)$ визначається виразом:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & \sqrt{2} \cos \pi z_1^* & \sqrt{2} \cos 2\pi z_1^* & \dots & \sqrt{2} \cos N\pi z_1^* \\ 1 & \sqrt{2} \cos \pi z_2^* & \sqrt{2} \cos 2\pi z_2^* & \dots & \sqrt{2} \cos N\pi z_2^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \sqrt{2} \cos \pi z_l^* & \sqrt{2} \cos 2\pi z_l^* & \dots & \sqrt{2} \cos N\pi z_l^* \end{bmatrix}$$

Умова наближеної спостережуваності для N мод полягає в тому, що матриця L_0 має ранг $N+1$.

Отже, матриця спостережуваності приймає вигляд

$$L_0 = \begin{bmatrix} 1 & A^T C^T & \dots & (A^T)^N C^T \end{bmatrix}.$$

ВИСНОВКИ

При нагріванні стрижня з одним датчиком температури спостережуваність буде забезпечуватися в тих випадках, коли точка вимірювання не збігається ні з одним із нулів власних функцій.

Для планування оптимального розташування вимірювань необхідний більш складний аналіз, так як є нескінченна безліч конфігурацій вимірювальної системи, що гарантують спостережуваність.

ПЕРЕЛІК ВИКОРАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рей У.Х. Методы управления технологическими процессами. [Текст]: Монография / А.М. Шафир; под ред. к.т.н. С.А. Малой. — М.: Мир, 1983. — 368 с.

