

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ

Ткаченко О.Н., Гринкевич А.А., Перепелица Н.Л.

Государственный университет телекоммуникаций, Украина

E-mail: okar@ukr.net

Authentication of model parameters

The concept of authentication of model is described. Basic data that is used in the process of authentication are analysed. Observer identifiers are considered: adaptive and non-adaptive.

Под идентификацией модели подразумеваем процесс определения ее параметров

$$C = (c_1, \dots, c_k) \quad (1)$$

в режиме нормальной эксплуатации объекта. Структура модели при этом известна (она определена на стадии структурного синтеза):

$$Y = F(X, U, C) \quad (2)$$

т. е. оператор F предполагается заданным. Это означает, что задан алгоритм (правило, инструкция), с помощью которого можно определить состояние Y модели, если заданы состояния X и U ее входов, а также параметры (1). Именно эти параметры определяются на этапе идентификации [1].

Очевидно, что для идентификации необходимо иметь информацию об изменении входов и выходов объекта. Но объект пока не управляется (мы только создаем систему управления), поэтому влияние входа U на выход Y не может быть исследовано на этапе идентификации. Это несколько упрощает задачу, так как вместо модели (2) следует брать модель вида

$$Y = F^{\wedge}(X, C), \quad (3)$$

в которой не фигурирует управляемый вход U .

В процессе идентификации используются исходные данные, которые удобно подразделить на два класса:

— априорные, которые содержатся в структуре S' модели. Это означает, что должен быть задан (или определен на этапе структурного синтеза) вид оператора F^{\wedge} . Например, вид уравнения, граф взаимосвязи элементов модели и т. д.;

— апостериорные, которые представляют собой наблюдения состояний входа X и выхода Y объекта в процессе его нормальной эксплуатации, т. е. информацию

$$I = (X_i, Y_i), i = 1, \dots, N, \quad (4)$$

где i - номер моментов времени t_i , когда фиксировались значения X и Y , т. е. $X_i = X(t_i), Y_i = Y(t_i)$, где $X(t)$ и $Y(t)$ - функции, описывающие поведение входа и выхода объекта в процессе его нормального функционирования в среде. Моменты времени t_i обычно равномерно покрывают промежуток времени наблюдения $[0, T]$, т. е.

$$t_i = \tau(i-1),$$

где τ - интервал между наблюдениями (4), т. е. $\tau = T / (N-1)$.

Таким образом, исходные данные, необходимые для идентификации, образуются двойкой

$$\langle St, I \rangle \quad (5)$$

т. е. структурой модели (3) и наблюдениями (4). Процесс идентификации параметров модели сводится к определению параметров (1) по исходным данным (4), т. е.

$$C = \varphi(St, I) \quad (6)$$

где φ - алгоритм идентификации, определяющий, каким образом можно найти параметры C , зная St и I .

Рассмотрим различные алгоритмы φ . Эти алгоритмы можно подразделить на два больших класса: адаптивные и неадаптивные [2].

Под адаптивным алгоритмом идентификации будем понимать алгоритм, позволяющий уточнять значения идентифицируемых параметров модели по мере получения дополнительной информации о работе объекта. Пусть на i -м шаге адаптивной идентификации были какие-то определенные значения идентифицируемых параметров. Отметим их индексом i ;

$$C_i = (c_1^i, \dots, c_k^i).$$

Пусть, далее, получена дополнительная информация, т. е. пара наблюдений входа и выхода объекта в $(i+1)$ -й момент времени:

$$I_{i+1} = \langle X_{i+1}, Y_{i+1} \rangle. \quad (7)$$

Очевидно, что эта информация должна каким-то образом изменить (откорректировать) имеющиеся значения C и дать возможность получить C_{i+1} - более точное значение параметров. Связь между C_i и C_{i+1} определяется адаптивным алгоритмом идентификации:

$$(C_i, I_{i+1}) \xrightarrow{\tilde{\varphi}_a} C_{i+1}$$

или в обычной рекуррентной форме

$$C_{i+1} = \tilde{\varphi}_a(C_i, I_{i+1}) \quad (8)$$

Здесь $\tilde{\varphi}_a$ - алгоритм адаптивной идентификации, который позволяет определить последующее значение параметров, исходя из новой информации (I_{i+1}) и старых представлений о значениях параметров C_i . Адаптация, таким образом, представляет собой способ получения «нового знания» путем коррекции «старого знания» на основе новой информации [3].

Алгоритм (8) удобнее записать в виде

$$C_{i+1} = C_i + \varphi_a(F(X_{i+1}, C_i), I_{i+1}) \quad (9)$$

где φ_a - оператор адаптивной идентификации.

Если адаптивный метод идентификации реализуется в реальном масштабе времени, то его целесообразно называть методом самонастраивающейся модели. Схема этого метода показана на рис. 1. Здесь на вход модели подается вход X объекта. Информация о состоянии объекта Y , модели $F(X, C)$ и среды X

сообщается блоку адаптации, который вырабатывает сигнал коррекции $\Delta C = \varphi_a(F(X, C), I)$, изменяющий параметры модели в соответствии с (9) с помощью исполнительного механизма.

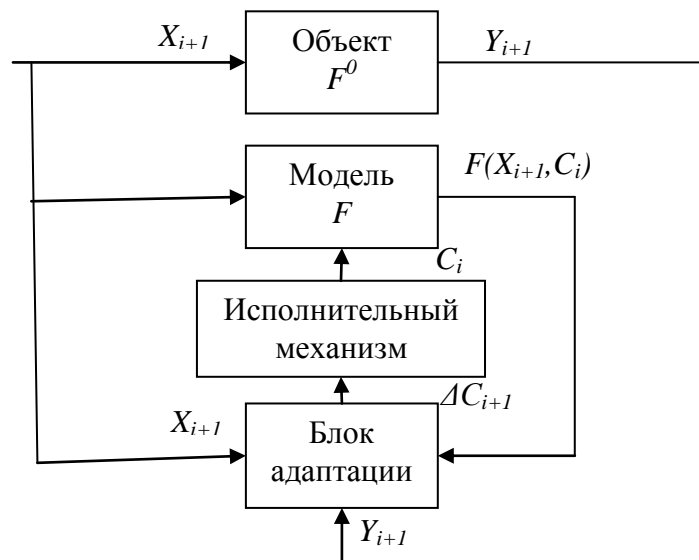


Рис. 1. Схема адаптивной идентификации

Очевидно, что для реализации адаптивных алгоритмов идентификации вовсе не обязательно использовать реальный масштаб времени. В этом случае роль объекта играет информация I (4), которая поступает в алгоритм адаптивной идентификации из памяти порциями X_i, Y_i ($i = 1, \dots, N$).

В противоположность адаптивному алгоритму идентификации неадаптивный позволяет получить искомые параметры C сразу, используя всю информацию I (4), а не путем их постепенного уточнения. Если информация I задана, то задачу идентификации можно решать как адаптивным, так и неадаптивным способом. На первый взгляд может показаться, что неадаптивный алгоритм всегда лучше адаптивного, но каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Неадаптивный алгоритм позволяет сразу определить идентифицируемые параметры C , но он сложнее и для его реализации требуются значительные вычислительные мощности.

Литература

1. Стеклов В. К. Оптимізація та моделювання пристроїв та систем зв'язку: підруч. для вищ. навч. закл. / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман, Є. В. Кільчицький; за ред. В. К. Стеклова. – К.: Техніка, 2004. – 576 с.
2. Ткаченко О. М. Ідентифікація параметрів моделі як один з етапів управління складним об'єктом / О. М. Ткаченко // Тези доповідей IV Міжнар. наук.-техн. конференції студентства та молоді «Світ інформації та телекомунікацій-2007». – Київ: 12-13 квітня 2007 р. – С. 61.
3. Ткаченко О. М. Оптимізація параметрів систем управління телекомунікаційними мережами / О. М. Ткаченко, Д. О. Нацик // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – 2005. – Т. 3, № 3–4. – С. 71–73.