

Д.Л.Кирийчук

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ КООРДИНАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Введение. В системах живой и не живой природы всегда можно выделить функцию координации как отдельный элемент управления. Такой элемент выполняет согласование целей, если в системе возможен конфликт целей, или задач, от выбора приоритета которых зависит качество работы всей системы. Класс согласования определяется общностью системы управления. Верхним уровням типична координация целей, а нижним координация задач. Когда система координирует действия своих подсистем, то происходит изменение всей системы, в таком случае говорят, что объект динамичен. Управление динамическими объектами носит характер непрерывного процесса через различные его функции (планирование, организацию, координацию, контроль, мотивацию). Эти функции являются определяющими элементами процесса управления. Координация является основной функцией процесса управления, обеспечивающая слаженность, бесперебойность и непрерывность. Цель координации – достижение согласованности в работе всех звеньев динамического объекта посредством налаживания рациональных связей между ними. Необходимость в исходных данных порождает задачу идентификации координационного управления динамическим объектом, которая распадается на два этапа. На первом – определяется структура (вид) математического описания модели. Этот этап сводится к эвристическому заданию структуры модели идентифицируемого объекта по имеющимся априорным данным. Второй этап идентификации заключается в количественной оценке принятого вида описания модели объекта. Эффективность идентификации во многом определяется тем, насколько удачно выбраны структура модели и метод ее количественной оценки [1,2,3]. Рассмотрим более подробно сущность метода идентификации. На рис. 1 представлена схематическая сущность МКИ.

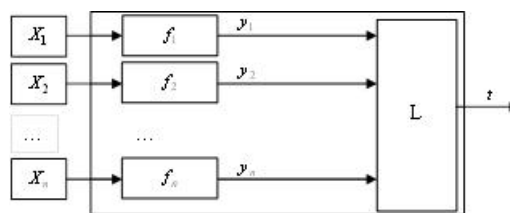


Рис. 1 Сущность метода идентификации

На вход системы подается множество сигналов x_1, x_2, \dots, x_n . Входные сигналы берутся из конечных множеств X_1, X_2, \dots, X_n , причем $x_1 \in X_1, x_2 \in X_2, \dots, x_n \in X_n$. В результате работы системы, осуществляющей обработку информации, на выход поступает определенное множество элементов, основные элементы исследуемого объекта y_1, y_2, \dots, y_n , причем $y_1 \in Y_1, y_2 \in Y_2, \dots, y_n \in Y_n$. Элементы y_1, y_2, \dots, y_n однозначно зависят от сигналов x_1, x_2, \dots, x_n , что показывает существование функций $y_1 = f_1(x_1), y_2 = f_2(x_2), \dots, y_n = f_n(x_n)$, каждая из которых представляет собой сюръекцию, отображающую множество X_i на множество $Y_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ [4]. В отличие от традиционных систем рассматриваемые понятия x_i – неоднородные объекты, являющиеся элементами модели проблемной области: понятия, свойства, значения этих свойств, составные понятия и т.п. Отношения между ними – произвольные связи. При этом для представления данных с разных точек зрения (хранения и обработки, представления и т.п.), а также для реализации различных стратегий или методик поиска может использоваться множественное индексирование.

Выбор конкретного метода идентификации зависит от априорных данных, свойств исследуемого объекта и условий его работы. В частности, применение того или иного метода определяется характером зависимости между параметрами, размерностью объекта, характером возмущений, уровнем помех, допустимым способом экспериментирования. С другой стороны, наличие различных классов динамических объектов (линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных, стационарных и нестационарных, с сосредоточенными и с распределенными параметрами) вызвало появление иных методов идентификации, учитывающих эти особенности [4].

Целью работы. Проведение идентификации моделей координационного управления динамическими объектами и оценка устойчивости при различных уровнях накладываемых шумов.

Решение задачи. В общем случае можно выделить два подхода к построению моделей: аналитический, предполагающий математический анализ процессов, происходящих в изучаемом

объекте, и экспериментальный, при котором основная информация о свойствах объекта получается путем непосредственного измерения входных и выходных величин.

Аналитические методы отыскания математических моделей находят ограниченное применение из-за сложности анализа явлений, протекающих в реальных объектах. Поэтому при идентификации реально функционирующих объектов эти методы дополняются экспериментальными исследованиями. Преимуществом полученных теоретическим путем математических моделей является их, как правило, достаточно общий вид, позволяющий рассматривать поведение системы в различных возможных режимах.

Более широкое применение при идентификации динамических объектов находят экспериментальные методы. Эти методы также предполагают наличие априорных сведений об изучаемом объекте, например о принципе действия, о физической форме и уровнях входных и выходных величин и т.д.

По способу накопления экспериментальных данных методы идентификации могут быть пассивные и активные. При использовании пассивных методов математическую модель объекта находят по результатам наблюдения за естественными случайными изменениями ее входных и выходных величин в процессе нормального функционирования. Для получения математических моделей объектов при пассивной идентификации используются методы корреляционного и регрессионного анализа, стохастической аппроксимации и другие. При пассивной идентификации могут быть также использованы естественные изменения входных воздействий, осуществляемые обслуживающим персоналом в зависимости от текущего состояния объекта. Скачкообразный характер таких воздействий, присущий системам со статистическим принципом управления, позволяет рассматривать их как детерминированные. Это дает возможность после регистрации входных процессов вести их обработку методами, развитыми для детерминированных воздействий при активном эксперименте.

Пассивные методы идентификации сопряжены со значительными затратами времени на накопление и обработку информации. Кроме того, их применение возможно лишь в том случае, если входное воздействие обладает достаточно широким частотным спектром (по крайней мере, не меньшим, чем полоса частот, в пределах которой необходимо оценить динамическую характеристику системы). В случае идентификации многомерных и нелинейных объектов пассивные методы малоэффективны.

Для целей координационного управления объектом необходимо иметь модель в виде математического описания, устанавливающую связь между входными и выходными переменными в форме, на основе которой может быть выбран закон управления, обеспечивающий заданное функционирование объекта. При составлении моделей объектов автоматического управления используется априорная информация об объекте, раскрывающая характер и закономерности протекающих в нем процессов. Получаемое описание должно давать правило преобразования воздействия на объект x в реакцию объекта y . В простейшем случае модель объекта задается функциональной зависимостью (1) между переменными x и y :

$$y = F[x] \tag{1}$$

Общим является случай, когда переменные представляют собой функции разных аргументов (2). Преобразование одной функции в другую производится оператором, представляющим собой совокупность математических или логических операций, устанавливающих соответствие между ними:

$$y(t) = A_t \{x(s)\} \tag{2}$$

В качестве примера можно указать операторы дифференцирования, интегрирования и т.д. Оператор A называют линейным, если для него выполняется принцип суперпозиции (3):

$$A \left\{ \sum_{i=1}^n c_i x_i(t) \right\} = \sum_{i=1}^n c_i A \{x_i(t)\} \tag{3}$$

При математическом описании динамического объекта воздействие и реакция представляют собой функции времени, и характеристикой объекта может быть оператор, преобразующий воздействие в реакцию. Для стационарных линейных одномерных объектов оператор может быть задан при помощи следующих описаний:

$$\sum_{i=0}^n a_i \frac{d^i y(t)}{dt^i} = \sum_{j=0}^m b_j \frac{d^j x(t)}{dt^j} \tag{4}$$

$$y(t) = \int_0^\infty w(\tau)x(t-\tau)d\tau = \int_{-\infty}^t w(t-\tau)x(\tau)d\tau \tag{5}$$

где $w(\tau) = \frac{dh(t)}{dt}$ – импульсная переходная функция объекта (ИПФ); $h(t)$ – переходная функция объекта (ПФ);

линейных преобразований:

$$y(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} W(j\omega)x(j\omega)e^{j\omega t} d\omega; \tag{6}$$

$$y(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} W(s)x(s)e^{st} ds. \tag{7}$$

Заметим, что частотная характеристика и ИПФ связаны между собой парой преобразований Фурье

$$W(j\omega) \xrightarrow{F^{-1}} w(t) \qquad W(j\omega) \xleftarrow{F} w(t) \tag{8}$$

а передаточная функция и ИПФ – парой преобразований Лапласа:

$$W(s) \xrightarrow{L^{-1}} w(t) \qquad W(s) \xleftarrow{L} w(t) \tag{9}$$

Примером передаточной функции реального объекта, описываемого обыкновенным дифференциальным уравнением, является дробно-рациональная функция (10)

$$W(s) = \frac{b_m s^m + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + \dots + a_1 s + a_0}, \quad n \geq m. \tag{10}$$

Таким образом, в операторе, описывающем модель объекта, могут применяться характеристики, задаваемые в частотной области или во временной области. Перечисленные характеристики могут быть заданы различным образом: аналитически, таблично, в виде разложения по какой-либо системе функций и т.д.

Выводы. В результате сравнения методов идентификации установлены основные характеристики в операторе, описывающем модель для реального объекта (передаточная функция, частотные характеристики). Описана импульсная переходная функция и переходная функция объекта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов. – М.:Наука, 1970.
2. Хемминг Р.В. Численные методы. – М.:Наука, 1968.
3. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – М.:Физматгиз, 1963.
4. Сборник трудов I Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» (SICPRO-2000). Российский фонд фундаментальных исследований (проект РФФК 00-01-10066). М. -2000 г.

КИРИЙЧУК Дмитрий Леонидович – старший преподаватель кафедры Информационных технологий, Херсонского национального технического университета.

Научные интересы: современные информационные технологии, координация больших и сложных систем.