А.М. Инков

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ. ЛЕКЦИЯ № 14



Шымкент, 2011

Тема 10 Методы идентификации с настраиваемыми адаптивными моделями

Лекция 14 Методы идентификации с настраиваемыми адаптивными моделями

Рассматриваем вопросы: методы идентификации с настраиваемыми адаптивными моделями; виды адаптивных моделей динамических объектов; модели линейные по параметрам, по сигналам; структурные схемы идентификации с применением адаптивных моделей; связь процесса настройки с характеристиками входного сигнала, условия независимости настроек параметров; виды критериев приближения моделей к объекту; упрощение синтезированных алгоритмов настройки адаптивных моделей.

Адаптивное управление — совокупность методов теории управления, позволяющих синтезировать системы управления, которые имеют возможность изменять параметры регулятора или структуру регулятора в зависимости от изменения параметров объекта управления или внешних возмущений, действующих на объект управления. Подобные системы управления называются адаптивными. Адаптивное управление широко используется во многих приложениях теории управления.

Классификация адаптивных систем. По характеру изменений в управляющем устройстве адаптивные системы делят на две большие группы:

- самонастраивающиеся (изменяются только значения параметров регулятора);
- самоорганизующиеся (изменяется структура самого регулятора).

По способу изучения объекта системы делятся **на поисковые и беспоисковые.**

В первой группе особенно известны экстремальные системы, целью управления которых является поддержание системы в точке экстремума статических характеристик объекта. В таких системах для определения управляющих воздействий, обеспечивающих движение к экстремуму, к управляющему сигналу добавляется поисковый сигнал. Беспоисковые адаптивные системы управления по способу получения информации для подстройки параметров регулятора делятся на:

- системы с эталонной моделью (ЭМ);
- системы с идентификатором, в литературе иногда называют, как системы с настраиваемой моделью (НМ).

Адаптивные системы с ЭМ содержат динамическую модель системы, обладающую требуемым качеством. Адаптивные системы с **идентификатором** делятся по способу управления на:

- прямой;
- косвенный(непрямой).

При косвенном адаптивном управлении сначала делается оценка параметров объекта, после чего на основании полученных оценок определяются требуемые значения параметров регулятора и производится их подстройка. При прямом адаптивном управлении благодаря учёту взаимосвязи параметров объекта и регулятора производится непосредственная оценка и подстройка пара-

метров регулятора, чем исключается этап идентификации параметров объекта. По способу достижения эффекта самонастройки системы с моделью делятся на

- системы с **сигнальной** (пассивной);
- системы с **параметрической** (активной) адаптацией.

В системах с сигнальной адаптацией эффект самонастройки достигается без изменения параметров управляющего устройства с помощью компенсирующих сигналов. Системы, сочетающие в себе оба вида адаптации называют комбинированными.

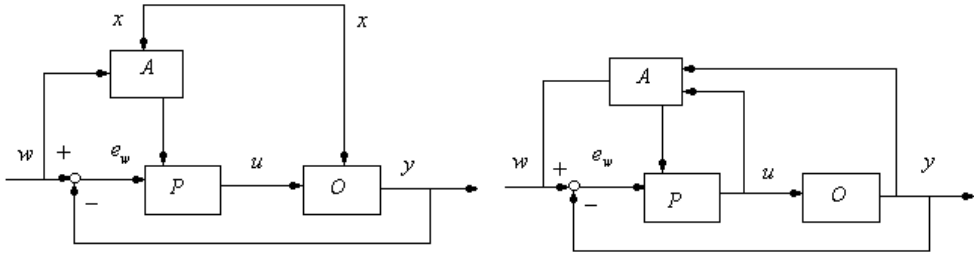
Применяется для управления нелинейной системой, и или системой с переменными параметрами. К примерам таких систем относят, например, асинхронные машины, транспортные средства на магнитной подушке, магнитные подшипники и т.п. Среди механических систем можно назвать инверсный маятник, подъемно транспортные машины, роботы, шагающие машины, подводные аппараты, самолеты, ракеты многие виды управляемого высокоточного оружия и т.п.

Таким образом, с целью повышения эффективности систем управления разрабатывается идея адаптивных систем управления. Главное отличие **адаптивных** систем управления от систем с фиксированными параметрами состоит в том, что они могут приспосабливаться (подстраиваться) к изменяющимся характеристикам объектов и протекающих в них процессов (см. рисунок 14.1). Существует два основных способа настройки регуляторов:

- настройка с прямой связью (адаптация по разомкнутому циклу);
- настройка с обратной связью (адаптация по замкнутому циклу).

Если известно, как должен настраиваться регулятор в зависимости от внешних входных факторов (доступных прямому измерению), то можно применять прямой метод настройки.

В условиях, когда невозможно оценить динамические свойства объекта непосредственно, приходится использовать настройку с обратной связью или адаптацию по замкнутому контуру. При этом необходимый минимум информации об объекте получают путем обработки измерений входных и выходных сигналов. Использование адаптации структурно равносильно введению второй обратной связи и соответственно второго замкнутого контура.



A – алгоритм настройки, P – регулятор, O – объект управления, w - вектор заданной переменной,
ew - ошибка управления ew =w – y.

Рисунок 14.1 - Структурная идентификация при адаптации

Все адаптивные регуляторы можно разделить на два класса: самооптимизирующиеся регуляторы и регуляторы с эталонной моделью.

Процесс адаптации в системах управления с регуляторами или регуляторами с эталонной моделью проходит в три этапа: идентификация объекта (эталонной модели) или системы управления в целом; расчет регулятора; настройка регулятора.

Идентификация в замкнутом контуре. Особенности оперативной идентификации дискретных моделей в замкнутом контуре (см. рисунок 14.2).

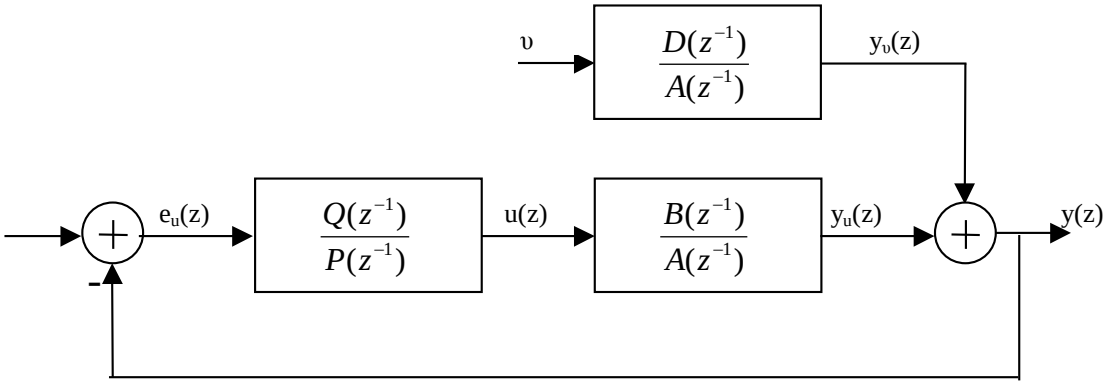


Рисунок 14.2 - Идентификация в замкнутом контуре

При такой постановке задачи возможно несколько вариантов подходов к идентификации модели.

1. Косвенная идентификация ОУ. Оценивают параметры замкнутого контура в целом и если параметры регулятора известны, характеристики объекта определяют путем аналитических преобразований.
2. Параметры модели объекта определяют непосредственно, минуя промежуток идентификации замкнутого объекта.
3. Измерению доступны только выходные системы.
4. Измеряют y и u.
5. Отсутствует внешнее возмущение на объект, тогда yu=y
6. На объект действуют внешние возмущения, но при идентификации их не учитывают.
7. Внешнее возмущение таково, что оно учитывается при идентификации параметров моделей.

При рассмотрении задачи будем предполагать, что объект управления в большом, а регулятор линейный, стационарен и не подвергается воздействию помех.

Передаточные функции объекта:

1. $Gp(z) = \dfrac{b_1 z^{-1} + ... + b_{mb} z^{-mb}}{1 + a_1 z^{-1} + ... + a_{ma} Z^{-ma}} \cdot Z^{-d}$
2. $Gpv(z) = \dfrac{1 + d_1 z^{-1} + ... + d_{md} z^{-md}}{1 + a_1 z^{-1} + ... + a_{ma} Z^{-ma}}$
3. $Gr(z) = \dfrac{g_0 + g_0 z^{-1} + ... + g_0 z^{-v}}{1 + p_1 z^{-1} + ... + p_M Z^{-M}}$

Если применить за вход u(z), а за выход y(z) определим передаточные функции:

$$W(z) = \frac{y(z)}{V(Z)} = \frac{Gpv}{1 + Gr + Gp} = \frac{D(z^{-1})P(z^{-1})}{A(z^{-1})P(z^{-1}) + B(z^{-1})Q(z^{-1})} = \frac{B(z^{-1})}{\alpha(z^{-1})} = \frac{(r)}{(l)}$$

l=max[ma+μ, mb+υ+d]

θTα,β=[α1... αl β1...βr]

θa,b=F/ θα,β /

Для однозначного решения задачи необходимо выполнение определенных условий, которые называются условия идентификации объекта в замкнутом контуре.

Объект выходящий в состав замкнутого контура управления называется параметрически идентифицируемым, если с помощью некоторого метода идентификации можно получить самостоятельные оценки его параметров.

$$\lim_{N \to \infty} E\{\theta(N)\} = \theta$$

Для объекта у которого выполняется это условие можно сформулировать 2 условия, которое называется условие идентифицируемости объекта в замкнутом контуре. Порядок моделей идентифицируемого объекта ma и mb и порядок числителя модели md должны быть известны заранее.

Если оценки параметров моделей Ai и Bi, число которых равно (ma + mb) определяется из уравнения по l–параметрам αi и если у полиномов D(z-1) и A(z-1) нет общих корней, то для получения однозначного решения надо выполнение неравенства:

$l \geq m_a + m_b$

Тогда, $\max\left|m_a + \mu, m_b + \upsilon + d\right| \geq m_a + m_b$ или $\max\left|\mu - m_b, \upsilon + d - m_a\right| \geq \tau$

$\upsilon > \mu - d - m_a - m_b$

$\upsilon \geq m_a - d$; $\mu \geq m_b$; $\upsilon > m_a$; $\mu \geq m_b$.

Если объект удовлетворяет этим условиям, то задача косвенной идентификации параметров объекта может быть решена однозначно.

Прямая идентификация параметров объекта в замкнутом контуре (см. рисунок 14.3).

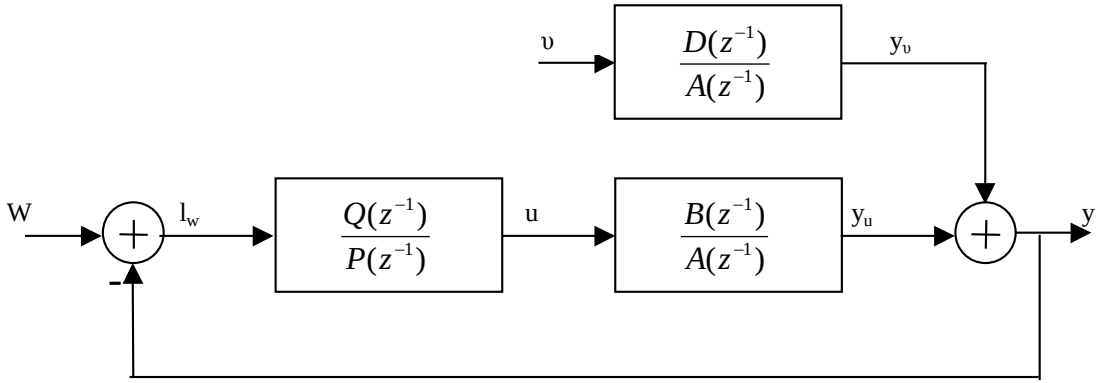


Рисунок 14.3 - Прямая идентификация параметров объекта в замкнутом контуре

W=0; lw=-y

$$\frac{U(z)}{V(z)} = \frac{-Gr \cdot Gpv}{1 + Gr \cdot Gp}$$

$$\frac{y(z)}{V(z)} = \frac{Gpv}{1 + Gr \cdot Gp}$$

$$\frac{y(z)}{U(z)} = \frac{y(z)V(z)}{U(z)V(z)} = -\frac{1}{Gr}$$

Представим полученные значения в виде разностных уравнений:

$$A(z^{-1})y(z) = B(z^{-1}) \cdot z^{-d}U(z) - D(z^{-1}) \cdot V(z)$$

$$[A(z^{-1}) \cdot P(z^{-1}) + B(z^{-1}) \cdot z^{-d}Q(z^{-1})]y(z) = D(z^{-1}) \cdot U(z)$$

$$Q(z^{-1})y(z) = -P(z^{-1})U(z)$$

$$A(z^{-1})P(z^{-1})y(z) - B(z^{-1})z^{-d}P(z^{-1})U(z) = D(z^{-1})P(z^{-1})V(z)$$

$$A(z^{-1})y(z) - B(z^{-1})z^{-d}U(z) = D(z^{-1})V(z)$$

Отличие этого подхода – U(z) вход объекта в замкнутом контуре непроизводная функция и является функцией y(z).

Идентификация в замкнутом контуре при внешних возмущениях на выходе регулятора (см. рисунок 14.4)

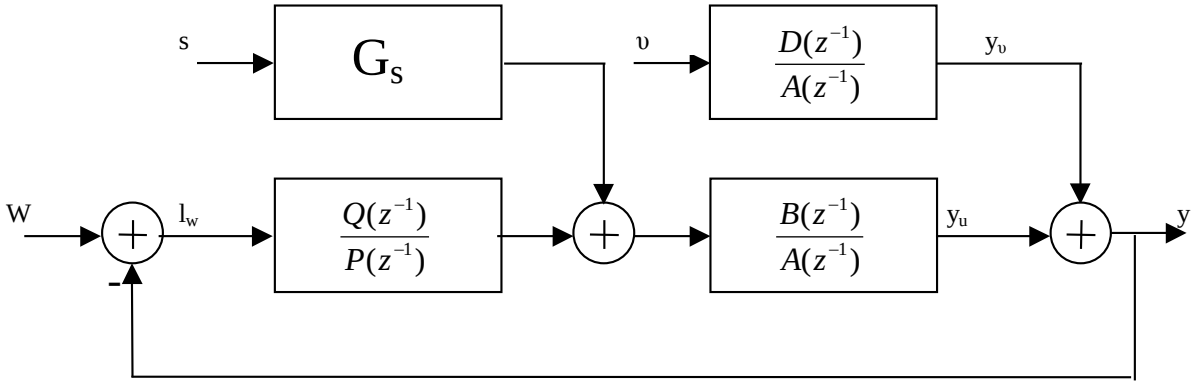


Рисунок 14.4 - Идентификация в замкнутом контуре при внешних возмущениях

Задача сводится к идентификации на основании разносного уравнения, причем форма их будет такой же, как и без начала помехи.

$$A(z^{-1})y(z) - B(z^{-1})z^{-d}U(z) = D(z^{-1})V(z)$$

$$U(z) = Ur(z) + Us(z)$$

При любых значениях полином ν и μ не является линейной комбинацией вектора данных, т.е. всегда возможна идентификация объекта в независимости от порядка ν и μ.

Рационально можно использовать схему, при которой на начальном этапе идентификации используют МНК, а при достижении некоторой стабильности используют более точные алгоритмы получения оценок.

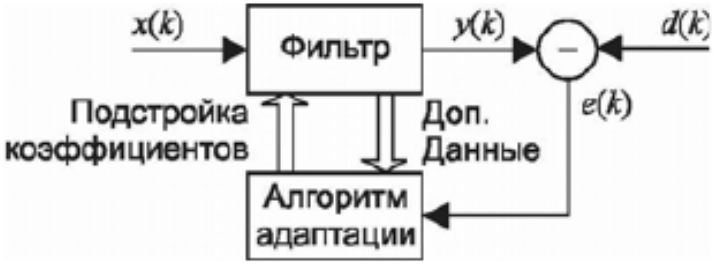


Рисунок 14.5 – Общая структура адаптивного фильтра

Основная литература

1. Фомин В Н., Фрадков О.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. М : Наука, 1981
2. Эйкхофф П. Основа идентификации систем управления. - М.: Мир, 1975.
3. Гроп Д. Методы идентификации систем. - М.: Мир, 1979

Дополнительная литература

4. Построение математических моделей химико-технологических процессов. Под ред. Дудникова Е.Г. - Л.: Химия, 1970. –312 с.
5. Бокс Дж, Дженкинс. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Выпуск 1. –М.: Мир, 1970, 406с