

Основы теории идентификации

Лекция 1: Введение

Арановский Станислав Владимирович

aranovskiysv@niuitmo.ru



Осень, 2014

Содержание

- 1 Задачи идентификации
- 2 Шаги решения задачи идентификации

Содержание

1 Задачи идентификации

2 Шаги решения задачи идентификации

Что такое идентификация?

Математическое моделирование

“Как можно с помощью математики описать явление?”

Что такое идентификация?

Математическое моделирование

“Как можно с помощью математики описать явление?”

Идентификация

“Какую из множества возможных моделей выбрать? Как определить её параметры? Как понять, что какая-то модель лучше другой?”

Что такое идентификация?

Математическое моделирование

“Как можно с помощью математики описать явление?”

Идентификация

“Какую из множества возможных моделей выбрать? Как определить её параметры? Как понять, что какая-то модель лучше другой?”

Что такое идентификация?

Математическое моделирование

“Как можно с помощью математики описать явление?”

Идентификация

“Какую из множества возможных моделей выбрать? Как определить её параметры? Как понять, что какая-то модель лучше другой?”

Идентификация это

Строгий математический аппарат, детерминированный/стохастический
+ численные методы + инженерная интуиция

Что такое идентификация?

Математическое моделирование

“Как можно с помощью математики описать явление?”

Идентификация

“Какую из множества возможных моделей выбрать? Как определить её параметры? Как понять, что какая-то модель лучше другой?”

Идентификация это

Строгий математический аппарат, детерминированный/стохастический
+ численные методы + инженерная интуиция

Что такое идентификация?

Математическое моделирование

“Как можно с помощью математики описать явление?”

Идентификация

“Какую из множества возможных моделей выбрать? Как определить её параметры? Как понять, что какая-то модель лучше другой?”

Идентификация это

Строгий математический аппарат, детерминированный/стохастический
+ численные методы + инженерная интуиция

Что такое идентификация?

Математическое моделирование

“Как можно с помощью математики описать явление?”

Идентификация

“Какую из множества возможных моделей выбрать? Как определить её параметры? Как понять, что какая-то модель лучше другой?”

Идентификация это

Строгий математический аппарат, детерминированный/стохастический
+ численные методы + инженерная интуиция

Области применения

Техника, физика, статистика, медицина, экономика, криптология и многое другое

Содержание

1 Задачи идентификации

2 Шаги решения задачи идентификации

Шаги решения задачи идентификации

- 1 Техническое осмысление объекта
- 2 Определение семейства моделей
- 3 Выбор методов идентификации
- 4 Эксперимент
- 5 Валидация результатов

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта

- Что собой представляет объект, каково его техническое предназначение?
- Как он взаимодействует с окружением? Какие есть режимы работы? Какие из них нужно идентифицировать?
- Для чего нужна идентификация?
 - ▶ Анализ модели, оценка достижимого качества, затрат на управление
 - ▶ Расчет разомкнутого контура, feedforward & open-loop
 - ▶ Расчет регулятора
 - ▶ Построение адаптивной системы
 - ▶ Диагностика неисправностей
- Нужна ли идентификация динамических свойств или только статических?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта

- Что собой представляет объект, каково его техническое предназначение?
- Как он взаимодействует с окружением? Какие есть режимы работы? Какие из них нужно идентифицировать?
- Для чего нужна идентификация?
 - ▶ Анализ модели, оценка достижимого качества, затрат на управление
 - ▶ Расчет разомкнутого контура, feedforward & open-loop
 - ▶ Расчет регулятора
 - ▶ Построение адаптивной системы
 - ▶ Диагностика неисправностей
- Нужна ли идентификация динамических свойств или только статических?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта

- Что собой представляет объект, каково его техническое предназначение?
- Как он взаимодействует с окружением? Какие есть режимы работы? Какие из них нужно идентифицировать?
- Для чего нужна идентификация?
 - ▶ Анализ модели, оценка достижимого качества, затрат на управление
 - ▶ Расчет разомкнутого контура, feedforward & open-loop
 - ▶ Расчет регулятора
 - ▶ Построение адаптивной системы
 - ▶ Диагностика неисправностей
- Нужна ли идентификация динамических свойств или только статических?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта

- Что собой представляет объект, каково его техническое предназначение?
- Как он взаимодействует с окружением? Какие есть режимы работы? Какие из них нужно идентифицировать?
- Для чего нужна идентификация?
 - ▶ Анализ модели, оценка достижимого качества, затрат на управление
 - ▶ Расчет разомкнутого контура, feedforward & open-loop
 - ▶ Расчет регулятора
 - ▶ Построение адаптивной системы
 - ▶ Диагностика неисправностей
- Нужна ли идентификация динамических свойств или только статических?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта, продолжение

- Какой вид идентификации?
 - ▶ Идентификация при постобработке (offline)
 - ▶ Идентификация в реальном времени (online)
- Какие входные и выходные сигналы? Выделение подсистем
- Какие возможны эксперименты?
 - ▶ Активный эксперимент
 - ▶ Пассивный эксперимент
- На сколько точным должен быть результат? Какие есть методы валидации результата и оценки качества?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта, продолжение

- Какой вид идентификации?
 - ▶ Идентификация при постобработке (offline)
 - ▶ Идентификация в реальном времени (online)
- Какие входные и выходные сигналы? Выделение подсистем
- Какие возможны эксперименты?
 - ▶ Активный эксперимент
 - ▶ Пассивный эксперимент
- На сколько точным должен быть результат? Какие есть методы валидации результата и оценки качества?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта, продолжение

- Какой вид идентификации?
 - ▶ Идентификация при постобработке (offline)
 - ▶ Идентификация в реальном времени (online)
- Какие входные и выходные сигналы? Выделение подсистем
- Какие возможны эксперименты?
 - ▶ Активный эксперимент
 - ▶ Пассивный эксперимент
- На сколько точным должен быть результат? Какие есть методы валидации результата и оценки качества?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 1. Техническое осмысление объекта, продолжение

- Какой вид идентификации?
 - ▶ Идентификация при постобработке (offline)
 - ▶ Идентификация в реальном времени (online)
- Какие входные и выходные сигналы? Выделение подсистем
- Какие возможны эксперименты?
 - ▶ Активный эксперимент
 - ▶ Пассивный эксперимент
- На сколько точным должен быть результат? Какие есть методы валидации результата и оценки качества?

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 2. Определение семейства моделей

- Тип модели
 - ▶ Белый ящик. Модель, построенная на физических принципах. Все параметры известны, вычисляются или измеряются.
 - ▶ Серый ящик. Модель, построенная на физических принципах. Параметры неизвестны и не могут быть вычислены или измерены.
 - ▶ Черный ящик. Физические принципы при построении модели явным образом не используются. Строится некоторая аппроксимация наблюдаемых процессов.
- Классификация модели
 - ▶ Линейная – нелинейная
 - ▶ Непрерывная – дискретная
 - ▶ Стационарная – нестационарная
 - ▶ и т.д.
- Оценка размерности модели

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 2. Определение семейства моделей

- Тип модели
 - ▶ Белый ящик. Модель, построенная на физических принципах. Все параметры известны, вычисляются или измеряются.
 - ▶ Серый ящик. Модель, построенная на физических принципах. Параметры неизвестны и не могут быть вычислены или измерены.
 - ▶ Черный ящик. Физические принципы при построении модели явным образом не используются. Строится некоторая аппроксимация наблюдаемых процессов.
- Классификация модели
 - ▶ Линейная – нелинейная
 - ▶ Непрерывная – дискретная
 - ▶ Стационарная – нестационарная
 - ▶ и т.д.
- Оценка размерности модели

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 2. Определение семейства моделей

- Тип модели
 - ▶ Белый ящик. Модель, построенная на физических принципах. Все параметры известны, вычисляются или измеряются.
 - ▶ Серый ящик. Модель, построенная на физических принципах. Параметры неизвестны и не могут быть вычислены или измерены.
 - ▶ Черный ящик. Физические принципы при построении модели явным образом не используются. Строится некоторая аппроксимация наблюдаемых процессов.
- Классификация модели
 - ▶ Линейная – нелинейная
 - ▶ Непрерывная – дискретная
 - ▶ Стационарная – нестационарная
 - ▶ и т.д.
- Оценка размерности модели

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 3. Выбор методов идентификации

- Требуется идентификация в непрерывном времени
 - ▶ Используются рекуррентные методы идентификации
- Достаточно идентификации при постобработке данных
 - ▶ Аналитические методы (белый ящик)
 - ★ Типовые звенья, анализ переходных или весовых характеристик, использование частотных характеристик
 - ▶ Графо-аналитические методы
 - ★ Построение статической характеристики, факторный анализ и статическая регрессия
 - ★ Анализ параметров динамической модели по набору входных и выходных сигналов
 - ★ Корреляционный анализ (стохастические сигналы)
 - ▶ Экспериментально-эвристические методы
 - ★ Обучающиеся модели, нейронные сети, экспертные системы

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 3. Выбор методов идентификации

- Требуется идентификация в непрерывном времени
 - ▶ Используются рекуррентные методы идентификации
- Достаточно идентификации при постобработке данных
 - ▶ Аналитические методы (белый ящик)
 - ▶ Графо-аналитические методы
 - ★ Типовые звенья, анализ переходных или весовых характеристик, использование частотных характеристик
 - ▶ Экспериментально-аналитические методы
 - ★ Построение статической характеристики, факторный анализ и статическая регрессия
 - ★ Анализ параметров динамической модели по набору входных и выходных сигналов
 - ★ Корреляционный анализ (стохастические сигналы)
 - ▶ Экспериментально-эвристические методы
 - ★ Обучающиеся модели, нейронные сети, экспертные системы

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 3. Выбор методов идентификации

- Требуется идентификация в непрерывном времени
 - ▶ Используются рекуррентные методы идентификации
- Достаточно идентификации при постобработке данных
 - ▶ Аналитические методы (белый ящик)
 - ★ Типовые звенья, анализ переходных или весовых характеристик, использование частотных характеристик
 - ▶ Экспериментально-аналитические методы
 - ★ Построение статической характеристики, факторный анализ и статическая регрессия
 - ★ Анализ параметров динамической модели по набору входных и выходных сигналов
 - ★ Корреляционный анализ (стохастические сигналы)
 - ▶ Экспериментально-эвристические методы
 - ★ Обучающиеся модели, нейронные сети, экспертные системы

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 3. Выбор методов идентификации

- Требуется идентификация в непрерывном времени
 - ▶ Используются рекуррентные методы идентификации
- Достаточно идентификации при постобработке данных
 - ▶ Аналитические методы (белый ящик)
 - ★ Типовые звенья, анализ переходных или весовых характеристик, использование частотных характеристик
 - ▶ Графо-аналитические методы
 - ★ Типовые звенья, анализ переходных или весовых характеристик, использование частотных характеристик
 - ▶ Экспериментально-аналитические методы
 - ★ Построение статической характеристики, факторный анализ и статическая регрессия
 - ★ Анализ параметров динамической модели по набору входных и выходных сигналов
 - ★ Корреляционный анализ (стохастические сигналы)
 - ▶ Экспериментально-эвристические методы
 - ★ Обучающиеся модели, нейронные сети, экспертные системы

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 3. Выбор методов идентификации

- Требуется идентификация в непрерывном времени
 - ▶ Используются рекуррентные методы идентификации
- Достаточно идентификации при постобработке данных
 - ▶ Аналитические методы (белый ящик)
 - ▶ Графо-аналитические методы
 - ★ Типовые звенья, анализ переходных или весовых характеристик, использование частотных характеристик
 - ▶ Экспериментально-аналитические методы
 - ★ Построение статической характеристики, факторный анализ и статическая регрессия
 - ★ Анализ параметров динамической модели по набору входных и выходных сигналов
 - ★ Корреляционный анализ (стохастические сигналы)
 - ▶ Экспериментально-эвристические методы
 - ★ Обучающиеся модели, нейронные сети, экспертные системы

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 4. Эксперимент

Проведение эксперимента и обработка данных



Шаги решения задачи идентификации

Шаг 5. Валидация результатов

- Оценка качества идентификации
 - ▶ Оценка статистических свойств невязки
 - ▶ Кросс-верификация
 - ▶ Оценка обусловленности модели: слишком хорошо – тоже плохо
- Выполнена ли цель идентификации?
- Возможно, стоит вернуться на один из предыдущих шагов

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 5. Валидация результатов

- Оценка качества идентификации
 - ▶ Оценка статистических свойств невязки
 - ▶ Кросс-верификация
 - ▶ Оценка обусловленности модели: слишком хорошо – тоже плохо
- Выполнена ли цель идентификации?
- Возможно, стоит вернуться на один из предыдущих шагов

Шаги решения задачи идентификации

Шаг 5. Валидация результатов

- Оценка качества идентификации
 - ▶ Оценка статистических свойств невязки
 - ▶ Кросс-верификация
 - ▶ Оценка обусловленности модели: слишком хорошо – тоже плохо
- Выполнена ли цель идентификации?
- Возможно, стоит вернуться на один из предыдущих шагов

Статический инструментарий теории идентификации Методы оптимизации

Арановский Станислав Владимирович

`aranovskiysv@niuitmo.ru`