

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАЙКРАЩОГО НАБЛИЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Донбаська державна машинобудівна академія

Анотація

Описується математична модель, застосована в програмі для вибору коефіцієнтів регресії найкращого наближення і визначення значень опосередкованих параметрів, які неможливо отримати безпосередньо з досвіду.

Ключові слова: математична модель, програма, регресія, найкраще наближення, опосередкований параметр, досвід

Abstrac

The mathematical model used in the program to select the best approximation regression coefficient and determine the values of mediated vapor-meters, which can not be obtained directly from the experiment, is described.

Keywords: the mathematical model, the software regression, the best approximation, mediated setting, experience

Вступ

Проектуючи нові машини або технологічні процеси, чи модернізуючи старі, інженери виконують експериментальні дослідження в яких оцінюється вплив зміни вхідних параметрів (x) на кінцевий результат (y). При цьому намагаються знайти оптимальну комбінацію вхідних величин. Предметною областю наукової роботи являються процеси обробки експериментальних даних, які можуть надходити як без посередньо від експериментально-дослідницьких установок, наприклад зі спортивних тренажерів, або з установки для електрофізичної обробки матеріалів [1, 2], або з машини УММ-5, так і у вигляді цифрових, або текстових файлів. Обробка експерименту в такому разі полягає в побудові математичної моделі, обчислення параметрів якої нудний та не безпомилковий процес і тому використання інформаційних технологій [3, 4] в такому випадку являється актуальним.

Мета роботи – автоматизувати розрахунки по обробці експериментальних даних і вибору математичної моделі з найкращим наближенням для подальшого оптимізаційного аналізу.

Результати дослідження

Задачі роботи:

- вивчити і проаналізувати вхідні дані, отримувані з експериментально-дослідницької установки, їх структуру та спосіб представлення;
- перетворити вхідні дані до виду, придатному для їх автоматизованої обробки;
- розробити математичну і інформаційну моделі обробки даних;
- розробити програму для вибору регресійної моделі найкращого наближення і визначення значень опосередкованих (непрямих) параметрів, які неможливо отримати безпосередньо з досвіду.

Єдина вимога до вхідної інформації - файли повинні бути записані в одному із загальноприйнятих форматів, а саме у форматі для Microsoft Office Excel – текстовому (роздільник пробіл), або CSV (роздільник кома). Далі буде розглядатися робота програми на прикладі обробки CSV – файлів.

Схематично обробку експериментальних даних представимо в вигляді взаємодії трьох інформаційно об'єднаних модулів, як це показано на рис. 1.

Модуль формування даних призначений для первісної обробки вимірних сигналів робочого процесу у вигляді, придатний для послідовного автоматизованого опрацювання та пошуку математичної моделі яка оптимально описує параметри досліджуваного процесу з метою їх подальшого прогнозування. Первісні експериментальні дані можуть надходити до модуля з одного,

або з декількох вимірювальних каналів. У модулі виконується фільтрація, ранжування, групування даних по інтервалам і т.п. обробка.

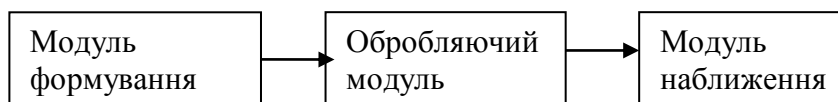


Рис. 1. Принципова схема обробки експериментальних даних

Обробляючий модуль, працюючи з виділеним робочим сигналом, отриманим від попереднього модуля, безпосередньо виконує його математичну обробку, розраховуючи коефіцієнти регресійних рівнянь за п'ятьма моделями, та розраховує середнє квадратичне відхилення (σ^2) для кожної з моделей.

Модуль наближення аналізує значення σ^2 та вибирає ту з моделей для якої воно мінімальне. Також в цьому модулі можуть бути виконані розрахунки опосередкованих параметрів.

Всі модулі програмно зв'язані між собою і їх дискретизація у вигляді, показаному на рис.1 дещо умовна, але такий підхід дозволяє краще представити принцип роботи всієї системи обробки даних та програмного забезпечення (ПЗ).

В разі сумісної обробки даних, пов'язаних між собою в часі додатково проводиться їх синхронізація. Також сигнал синхронізації повинен бути присутнім коли дані надходять з декількох каналів, інакше трудно буде визначити зв'язок сигналів.

Обмеженні знання про особливості досліджуваного процесу не дозволяють відразу встановити точну математичну модель.

Задіяні моделі:

- пряма лінія - $y=b_0+b_1x$;
- парабола другого порядку - $y=b_0+b_1x+b_2x^2$;
- степенева функція - $y=b_0x^{b_1}$;
- показова функція - $y=b_0e^{b_1x}$;
- логарифмічна функція - $y=b_0+b_1x+b_2\ln x$;

- опосередкований параметр – потужність $N= A/t$. Де $A = \sum[F(\tau)*S(\tau)*\cos(\alpha)]$ – робота; $F(\tau)$ – значення механічної сили на момент часу τ ; $S(\tau)$ – значення шляху в напрямку сили; α - кут між напрямками сили і переміщення; $0 \leq \tau \leq t$ – дискретні значення інтервалу; t - тривалість роботи.

Процес обробки вимірювальних даних складається з декількох етапів, на кожному із яких дослідник виконує наступні операції:

- перевіряє склад та синхронізацію даних;
- поводить їх первісну обробку;
- знаходить коефіцієнти регресії, та вибирає з них модель найкращого наближення, а при необхідності і розраховує значення опосередкованих параметрів.

Інформаційну модель представимо у вигляді SADT - діаграми (рис. 2).



Рис. 2. Принципова схема інформаційної моделі

SADT-діаграма нульового рівня має вхід, на який надходять – вхідні дані, в які входять оцифровані значення вимірюваних даних, наприклад сили (стрілка зліва від прямокутника - блока).

Управління:

– перша керуюча дуга (стрілка) зверху – система обмежень до якої входять правила перевірки достовірності (синхронізації) даних, групування і т.п. Вона дозволяє видалити варіанти, які заздалегідь не підійдуть для подальшої обробки.

– друга керуюча дуга зверху, задіяні математичні моделі, власне за якими і виконується основний бізнес процес автоматизації.

Виконавцем всіх операцій є дослідник (стрілка знизу), який звертається до програми для автоматизації обробки вимірюваних даних.

Програма автоматично перебирає запрограмовані методи обробки даних і виробляє побудову математичної моделі найліпшого наближення за даними розрахунку, отриманими після введення вхідних даних.

На виході, (стрілка справа) маємо відіограми (екрані форми) з результатами розрахунків, математичну модель найкращого наближення, супроводжуючи її специфікації і т.п.

На базі описаних моделей з використанням новітньої версії Delphi 10.2 Tokyo розроблено програму для первісної обробки вхідних даних, розрахунку коефіцієнтів регресії, формування додаткової інформації, передбаченої математичною і інформаційною моделями та програмне забезпечення в складі опису програми і інструкції для дослідника по роботі з нею.

Висновки

Розробка математичної і інформаційної моделей для основного бізнес - процесу «Автоматизація обробки вимірюваних даних» та проектування і застосування програми допомогло знизити кількість помилок, підвищило достовірність оброблених даних і дало можливість автоматизувати обчислювальну діяльність дослідника - інженера. Подальший напрямок розробки - програмування повнофакторного експерименту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бородай Д. А., Кравченко В.И. Моделирование системы учета оздоровительно-физической нагрузки работников предприятия. Студентський вісник ДДМА 2016, С. 160-163.
2. Жартовский А.В. Экспериментальная установка для электрофизической обработки материалов/А.В. Жартовский, В.В. Деживецкий, А.Г.Ковган. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ – ДДМА. Вип. №34, 2014. С. 130 – 134.
3. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 1984. - 425 с.
4. Дэвид А. Марка, Клемент Л. Мак Гоуэн. Методология структурного анализа и проектирования SADT. – М.: Метатехнология, ТОО ФРЭД. 1993. – 242 с.

Кравченко Валерій Іванович, канд. техн. наук, доцент, доцент, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, електронна адреса - krwkld84@gmail.com

Жартовський Олександр Володимирович, канд. техн. наук, доцент, доцент, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Kravchenko Valery Ivanovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor, Donbass state machine-building Academy, Kramatorsk, e - mail- krwkld84@gmail.com

Gurtowski Alexander Vladimirovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor, Donbass state machine-building Academy, Kramatorsk