

Завваження. Умови обмеженості на функції $f(x, t)$, $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, $a(t)$, $b(t)$ можна замінити умовами обмеженого росту при $t \rightarrow -\infty$.

Стаття надійшла до редколегії 04.01.84

УДК 519.24 + 681.3.06

А.І.Кардаш, О.П.Коркуна

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ В РЕГРЕСІЙНОМУ АНАЛІЗІ

Під час створення складних технічних систем у сучасних умовах виникає проблема ідентифікації й оптимізації зразків нової техніки [4]. Для її розв'язання необхідна велика кількість дослідів, які треба обробляти в реальному масштабі часу [5].

Задача дослідження складних систем полягає у виявленні залежності між вхідними параметрами /факторами/ та вихідними параметрами /показниками якості функціонування системи/, а також визначенні рівнів факторів, які оптимізують вихідні параметри системи. Вона має статистичний характер, тому як модель об'єкта вибираємо рівняння регресії

$$y = b_0 x_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i, \quad /1/$$

де $x_0 = 1$ - фіксована змінна; $x_i (i=1, 2, \dots, k)$ - фактори; y - відгук. Рівняння /1/ лінійне. Це не зменшує загальності, оскільки добуток двох і більшого числа змінних можна замінити новими змінними.

Задача регресійного аналізу полягає в експериментальному визначенні коефіцієнтів регресії шляхом спостереження за характером зміни вхідних змінних $x_1, x_2, \dots, x_k$ і вихідної змінної y .

Проведенню експериментів передувє вибір плану випробувань, який базується на схемі повного факторного експерименту та його дробових репліках [2]. Оцінки коефіцієнтів регресії дістаємо з допомогою метода найменших квадратів. Стосовно нашого випадку отримуємо систему нормальних рівнянь

$$\sum_{i=0}^k b_i \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} = \sum_{u=1}^N x_{ju} y_u, \quad j=0, 1, \dots, k, \quad /2/$$

де N - число дослідів / $N \geq k+1$ /. Система містить $k+1$ рівняння, з яких можна визначити $k+1$ невідомий коефіцієнт регресії.

Після реалізації експерименту переходимо до аналізу й обробки результатів випробувань. Здійснимо програмну реалізацію обчислювальних процедур статистичного аналізу результатів експериментування.

Однорідність отриманого статистичного матеріалу та виключення грубих помилок /викидів/ перевіряємо, використовуючи статистичні критерії прийняття гіпотез /критерій Стюдента, Фішера, Кокрена/ [3]. Розв'язок рівняння /2/ дає змогу отримати коефіцієнти математичної моделі досліджуваного об'єкта чи системи. Далі проводимо перевірку математичної моделі на адекватність з використанням критерію Фішера [1]. Щоб здійснити перевірку значущості коефіцієнтів регресії, розраховуємо інтервали довір'я при певному рівні значущості α . Статистичний аналіз завершує інтерпретація моделі в термінах об'єкта досліджень.

Запропонована система обробки експериментальних даних дає змогу:

1/ виділити суттєві фактори і відкинути з розгляду менш важливі, віднісши їх до "фону";

2/ отримати лінійну математичну модель, яку застосовують в методі крутого сходження під час руху в напрямку майже стаціонарної області /області, що містить екстремум/. Після досягнення майже стаціонарної області використовують плани з великою кількістю дослідних точок, які дозволяють отримати поліноміальні моделі більш високого порядку /другого і вище/;

3/ з допомогою математичних моделей, які включають головні ефекти факторів, а також ефекти взаємодій, у випадку адекватності з певним ступенем точності визначати оптимальні поєднання рівнів факторів.

Розглянемо приклад аналізу матеріалів випробувань півнатурного рухомого об'єкта. До уваги взято 13 факторів. Реалізовано 128 дослідів за схемою дробового факторного експерименту 2^{13-6} . Внаслідок аналізу п'ять дослідів відкинуто. Крім цього, виявилось, що розбігу та гальмуванню відповідають різні області факторного простору. Тому аналіз цих режимів надалі проводили окремо. Складено таблиці для двох режимів. Статистичну обробку проводили послідовно. Спочатку брали до уваги головні ефекти, потім - парні взаємодії

і т.д. Одержано такі адекватні рівняння регресії:

1/ для розбігу

$$\hat{y} = 0,2753 - 0,0195 x_5 - 0,1009 x_{10} + 0,0252 x_1 x_2 ;$$

2/ для гальмування

$$\hat{y} = 0,3740 - 0,0249 x_6 + 0,0073 x_9 + 0,0409 x_{13} .$$

Аналіз проводили з 5%-ним рівнем значущості.

Експериментальні дані обробляли з допомогою спеціалізованих проблемно-орієнтованих міні-ЕОМ, що забезпечують, як правило, головний режим випробувань – режим вибіркового експрес-аналізу експериментальних даних у реальному масштабі часу. Наявність такого режиму дає змогу виявити непередбачені ситуації, внести відповідні корективи в експеримент і здійснити таким чином динамічне управління ходом випробувань, а також планування наступних його стадій.

Запропонована організація обчислювального процесу системи обробки експериментальних даних в натурних умовах добре поєднується з можливостями міні-ЕОМ, що використовують як базові при побудові таких систем.

Список літератури: 1. А ф и ф и А., Э й з е н С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с. 2. Д ж о н с о н Н., Д и о н Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. – М.: Мир, 1981. – 520 с. 3. З е д - г и н и д з е И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. – М.: Наука, 1976. – 390 с. 4. К а р - д а ш А.И., К о р к у н а О.П., М а к с и м о в и ч Ю.М. Статистика и планирование эксперимента при проведении натурных испытаний объектов новой техники. – В кн.: Численные методы решения задач математической физики. М., 1983, с.41-42. 5. К о р н и е н - к о Г.И. Цифровой вычислительный комплекс многоканальной обработки экспериментальных данных в реальном времени /ДВК "Пирс"/. – Управляющие системы и машины, 1979, № 6, с.130-136.

Стаття надійшла до редколегії 06.10.83