УДК 621.3.01

ГОРОХОВ Г.Т., *провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ КАРТОК ОБЛІКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ

Запропоновано методичний підхід до побудови моделей образів пошкоджень і відмов при проведенні аналізу карток обліку несправностей

Одним із джерел інформації, що використовують в процесі супроводження експлуатації авіаційної техніки (АТ) за технічним станом, є матеріали аналізу надійності, які отримують при обробці інформації карток обліку несправностей (КОН).

З метою підвищення достовірності результатів аналізу оцінок і прогнозування змін показників надійності в роботі [1] пропонується використовувати методи розпізнавання образів для побудови моделей обробки інформації.

В теперішній час в процесі прийняття рішень щодо оцінки надійності АТ безпосередню участь приймає людина, яка визначає стан конкретних систем АТ на основі результатів статистичної обробки даних про пошкодження і відмови з подальшим аналізом результатів на відповідність нормативним значенням.

В подальшому при розгляді математичних методів будемо використовувати термін „відмова” в разі однаковості його застосування при обробці інформації як для пошкоджень, так і для відмов, якщо це не приводить до зміни результатів досліджень.

Одним із видів діяльності людини при обробці інформації КОН, яка зосереджена в 45 реквізитах КОН, є виконання попереднього групування даних КОН для визначення їх характерних особливостей. В роботі [2] пропонується попередньо до статистичної обробки даних про надійність систем АТ проводити групування даних за ознакою напрацювання систем.

Значення реквізитів, які описують відмови, дозволяють розглядати їх як ознаки відмов. Тому процес проведення цього групування може бути формалізовано за допомогою методів кластерного аналізу, які використовують при статистичній обробці багатовимірних масивів даних і створенні відповідних образів даних.

В роботі [3] показано, що людина при вирішенні задач класифікації експериментальних даних спирається на образний стиль мислення і використовує для групування даних лінійні розподільчі функції. Створення кластерів відмов на основі застосування методів кластерного аналізу має аналогію зі створенням „образів відмов”, які можуть бути наочно відображені для людини при аналізі та прогнозуванні змін критеріїв надійності.

В разі кластеризації даних щодо відмов характерною особливістю є виконання умов прийняття гіпотези компактності образів даних. Ця особливість підтверджена

© Горохов Г.Т., 2009

на прикладах прогнозування індивідуального строку служби електронних приладів [4].

Аналіз методів класифікації показує, що існує три суттєво різних принципи побудови на їх основі алгоритмів кластеризації.

До першого з них відносяться методи, які основані на пошуку моди розподілу даних. Кластери відповідають максимумам щільності розподілу даних [5].

Другий шлях передбачає знання наперед заданого числа кластерів. В цьому разі в якості критерію визначення кластерів використовують відношення внутрикластерної до міжкластерної дисперсії [6].

Третій напрямок використовує підхід, який засновано на побудові ієрархічної схеми кластеризації [7].

Для вибору принципу побудови алгоритму кластеризації необхідно врахувати особливості предметної області, в якій здійснюється класифікація об'єктів. Стосовно КОН особливість полягає в наявності випадків, коли для обробки надається невелика кількість КОН. Застосування в цьому разі алгоритмів, в яких використовуються методи статистики, може привести до помилок.

Тому для вирішення завдання кластеризації даних щодо відмов доцільно застосовувати методи ієрархічної схеми кластеризації, для яких не є суттєвою указана особливість.

При їх використанні кожний об'єкт спочатку розглядається як окремий кластер. Потім два найбільш близькі кластери об'єднуються в один кластер. Такий шаг повторюється до тих пір, поки не залишиться один кластер.

Для проведення кластерного аналізу необхідно задати міру схожості та різниці між відмовами. В роботах по теорії розпізнавання образів використовується велика кількість різних мір схожості та різниці. Для задач класифікації відмов виберемо Евклідову метрику - квадрат евклідової відстані

$$R^2 = \sum_j (X_{1j} - X_{2j})^2/q, \qquad (1)$$

де X_{1j}, X_{2j} – значення ознак 1-го і 2-го кластеру; q – кількість ознак кластерів.

При аналізі КОН доцільно задавати значення q рівним двом чи трьом з метою подальшого наочного відображення образів відмов.

В теорії надійності досліджуються функціональні залежності критеріїв надійності як функцій одного аргументу від значень напрацювання чи календарних строків експлуатації [8]. Тому застосування математичних методів повинне враховувати ту обставину, що кожна подія „відмова" може бути характеризована значеннями двох ознак: календарний строк служби до відмови та напрацювання до відмови.

В результаті побудови кластерів серед значень області відмов визначаються групи відмов, які мають приблизно однакові значення параметрів. Аналіз значень цих двох ознак дозволяє побудувати геометричні образи множини відмов на 2-х мірній площині.

Для отримання функціональних залежностей критеріїв надійності від напрацювання чи календарного строку служби агрегатів ВАТ необхідно визначити кількість відмов шляхом їх сумування в тих кластерах, де умови виникнення відмов

відповідають умовам, при яких потрібно провести статистичну обробку даних. Тому попередньо необхідно знайти граничну лінію розподілу між кластерами.

Пошук граничних ліній розподілу кластерів доцільно проводити на основі методу потенційних функцій, який засновано на гіпотезі компактності образів даних. При його застосуванні відстань поміж кластерами обчислюється шляхом використання значень функції потенціалів для окремих об'єктів масиву даних [9].

Застосування цього методу при контролі якості потужних клістронів дозволило прогнозувати строк їх служби з середньою надійністю більш ніж 80%.

В роботі [10] для вирішення задач надійності рекомендується застосовувати потенційну функцію в вигляді

$$\varphi(x_i, x_j) = q_{xj} / [1+\alpha R^{\gamma}(x_i, x_j)], \qquad (2)$$

де $\varphi(x_i, x_j)$ – величина „потенціалу" і-го об'єкту, що досліджується, який наводиться j-м „зарядом"; q_{xj} – величина j-го „заряду"; α, γ – коефіцієнт і показник ступеню, які визначаються експериментально з метою оптимізації розпізнавальної функції; $R^{\gamma}(x_i, x_j)$ – відстань між і-ю точкою і j-м зарядом.

Згідно рекомендацій роботи [10] для виконання обчислень доцільно задавати значення: $q_{xj} = 1$; $\alpha = 3$; $\gamma = 4$.

Гранична лінія розподілу між точками відмов деякого кластеру $К_i$ і точками відмов інших кластерів $К_j$ знаходиться як рішення рівняння

$$\Phi(x) = \Phi(x, К_i) - \Phi(x, К_j) = 0, \qquad (3)$$

де $\Phi(x, К_i) = (1/ К_i)\sum_{i=1}^{Ki} \varphi_{ki}$ – сумарний потенціал точок відмов кластеру $К_i$; $\Phi(x, К_j) = (1/К_j)\sum_{j=1}^{Kj} \varphi_{kj}$ – сумарний потенціал точок відмов всіх інших кластерів $К_j$.

Для вирішення рівняння (3) можна використати будь-який один із відомих чисельних методів (наприклад, половинного ділення та інші). Особливість застосування цих методів полягає в тому, що вони орієнтовані на рівняння з одним аргументом. В нашому випадку рівняння має два аргументи: значення по осям абсцис та ординат.

Тому необхідно задати дискретний крок змін по одній із будь-яких осей і на кожному дискретному кроці знаходити рішення рівняння (3) для іншої осі.

В результаті послідовних, наприклад, дискретних змін по осі ординат, після вирішення рівняння (3) отримаємо ряд точок в 2-х мірній площині. З'єднання цих точок прямими лініями призводить до кусочно-лінійної апроксимації граничної лінії розподілу.

На рисунку (1) показано кусочно-лінійну апроксимацію граничних ліній розподілу кластерів на прикладі відмов, які позначено зірочками. Наявність відстані між граничними лініями пояснюється неточністю обчислень.

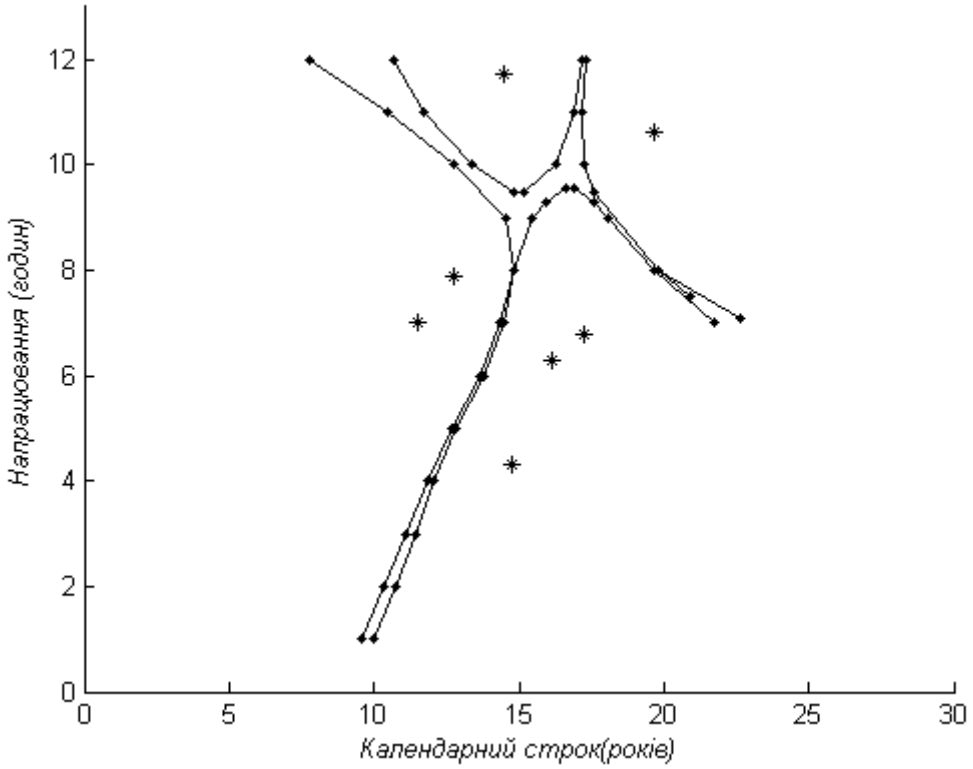

Рис.1.

Таким чином, застосування методів кластеризації при обробці інформації КОН дозволяє формувати в наочному вигляді образи відмов АТ, що створює умови для більш обґрунтованого вибору даних і підвищення достовірності результатів їх статистичної обробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барзилович Е.Ю., Воскобоев В.Ф. Эксплуатация авиационных систем по состоянию.- М.: Транспорт, 1981.-197 с.
2. Соловйов В.І. Основи теорії надійності і експлуатації авіаційних систем. Київ: КІ ВПС, 2000.-247 с.
3. Загоруйко Н.Г. Методы распознавания и их применение.-М.: Советское радио, 1972.-208 с.
4. Морозов В.С., Морозова В.А. и др., Прогнозирование индивидуального срока службы электронных приборов с помощью метода обобщенных портретов. Электронная техника, серия 1. Электроника СВЧ, вып. 9, 1969.
5. Распознавание образов: состояние и перспективы: Пер. с англ./ К. Верхаген, Р. Дейн, Ф. Грун др. – М.: Радио и связь. 1985.-104 с.
6. Биргер И. А. Техническая диагностика.-М.: Машиностроение, 1978-240с.
7. Головкин Б.А. Машинное распознавание и линейное программирование.-М.: Советское радио, 1973.-100 с.
8. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
9. Аркадьєв А.Г., Браверман Э.М. Обучение машины классификации объектов.-М.: Наука, 1971.-192 с.
10. Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности.-М.: Высшая школа,1977.-160 с.

Надійшла до редакції 29.10.2009