

## МЕТОДИКА ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІЗНОМАНІТНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА СТАТИСТИЧНИМ РОЗПОДІЛОМ ЇХ ОЗНАК

На сьогоднішній день системи технічного зору (СТЗ) та камери машинного зору роботів стрімко розвиваються. Майбутнє робототехніки пов'язане з удосконаленням цих систем. СТЗ повинні мати можливість за вимірними значеннями ознак розпізнати будь-який об'єкт (деталь, креслення, будівельний виріб тощо), що потрапив у поле їхнього зору, та віднести його до певного класу. Залежно від класу об'єкта та апріорно заданої мети керуючий пристрій приймає відповідне рішення та на його основі видає команду маніпуляторам робота [1].

Ще однією важливою перевагою сучасних СТЗ є можливість роботи не тільки з великими, але й дуже дрібними об'єктами. Цього досягають за допомогою поєднання камери та мікроскопа. Це актуально, наприклад, при автоматизованому складанні транзисторів та мікросхем, які б дозволили автоматизувати операції відбраковування, встановлення, кріплення кристалів, розпаювання висновків. У таких системах використовують камери промислового телебачення, оснащені мікроскопами. Як ознаки класів об'єктів використовують різноманітні фізичні параметри, доступні виміру. З урахуванням великої кількості випадкових факторів навколишнього середовища, що впливають на ці параметри, ознаки мають чималий розкид значень, який у більшості випадків підпорядковується нормальному закону [2, 3], наприклад для трьох ознак маємо залежність

$$f_x = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^3 \cdot |S_i|}} e^{-0,5(x-\bar{x}_n)^t \cdot S_i^{-1} \cdot (x-\bar{x}_n)},$$

$$\bar{x}_n = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N x_q^i \right)$$

– середнє значення вектора ознак;

де  $n$  – номер ознаки,  $n = 1, 2, 3$ ;

$i$  – номер класу,  $i = 1, 2$ ;

$x$  – вектор вимірних значень контрольованих ознак (одноразовий вимір);

$t$  – операція транспонування матриць;

$S_i$  – коваріаційна матриця ознак, яка рівна

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{bmatrix},$$

$$S_{jk} = \frac{1}{N_i} \sum_{q=1}^{N_i} (x_{jq} - \bar{x}_j) \cdot (x_{kq} - \bar{x}_k),$$

тут  $j, k = 1, 2, 3$ ; ( $j, k$  – параметри, що корелюються).

При  $j=k$  створюються діагональні члени коваріаційної матриці, котрі дорівнюють дисперсії результатів

$$S_{ij} = S_{kk} = \frac{1}{N_i} \sum_{q=1}^{N_i} (x_{jq} - \bar{x}_j)^2 = \sigma_j^2;$$

$S^{-1}$  – зворотна коваріаційна матриця.

Рівняння дискримінантної функції при розпізнаванні об'єктів альтернативних пар класів з нормальним ознаковим описом можна отримати згідно з правилом максимальної правдоподібності для пари нормальних сукупностей з різними коваріаційними матрицями  $S_1, S_2$ . В такому випадку рівняння дискримінантної функції має квадратичний вид і при використанні трьох ознак буде мати 10 членів. Як показують експериментальні дослідження, об'єкти, класи котрих описуються еліпсоїдами з мало відмінним нахилом головних осей, доцільно розпізнавати за спрощеною моделлю ознакового опису. Цю модель отримують підстановкою загальної коваріаційної матриці  $S$  у відношення максимальної правдоподібності альтернативних класів.

Проведені експерименти з триальтернативної класифікації будівельних виробів за їхньою міцністю та ступенем пошкодження показали, що лінійні рівняння порівняно з квадратичними завищують ймовірність помилки не більше ніж на 0,6% при довірчій ймовірності 0,95.

Таким чином, у системах технічного зору роботів для ідентифікації нескладних об'єктів має право на використання спрощена модель статистичного розподілу ознак, яка дозволяє виконувати лінійну класифікацію. Ця модель є найбільш доцільною при роботизації процесів, для яких характерний дефіцит часу.

#### Література

1. Prases K. Mohanty, Dayal R. Parhi *Controlling the Motion of an Autonomous Mobile Robot Using Various Techniques: a Review // Journal of Advance Mechanical Engineering*, 2013. – Pp. 24-39.

2. Жученко А.І., Ярошук Л.Д. *Оцінювання параметрів та перевірка статистичних гіпотез. теорія та практика роботи з MathCAD, Matlab, MS Excel: навч. посіб.* – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 154 с.

3. *Методологія наукових досліджень у статистиці: навч. посіб.* / [С. О. Матковський, М. Л. Вдовин, О. С. Гринькевич, Л. М. Зомчак, Т. Я. Лагоцький, Т. В. Панчишин] – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. - 378 с.