

УДК 621.3 : 004.7

Д.М. ФЕДОРОВ

*Національний авіаційний університет, Україна***ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ**

Проведено аналітичний огляд існуючих алгоритмів розпізнавання зображень. Виявлено, що всі розглянуті алгоритми мають недоліки, пов'язані або з відсутністю стадії навчання, або з відсутністю теоретичного обґрунтування вибору параметрів алгоритму, в результаті чого розпізнавання стає неякісним. В роботі був запропонований алгоритм класифікації вимірюваних об'єктів, який може використовуватись в координатно-вимірювальних машинах для ідентифікації класу вимірюваних об'єктів, що дозволить зробити вимірювання більш точними і швидшими.

Ключові слова: *розпізнавання зображень, задача класифікації, координатно-вимірювальна машина, вимірюваний об'єкт, алгоритм розпізнавання, функції перетворення зображень.*

Вступ

Робота координатно-вимірювальної машини (КВМ) базується на координатних вимірюваннях, тобто на почерговій зміні координат певного числа точок поверхні деталі і подальших розрахунках лінійних і кутових розмірів, відхилень розміру, форми і розташування у відповідних системах координат. Всі операції по розрахунку систем координат і трансформації значень координатних даних виконуються по програмі автоматично, на основі даних вимірювань, що вводяться в системи координат машини [1].

Координатні вимірювання реалізуються комплексом апаратних і програмних засобів. КВМ умовно можна розділити на базову частину, що містить вузли координатних переміщень, вимірювальні перетворювачі (ВП), вимірювальну головку (ВГ), призначену для безпосереднього вимірювання координат точок, і управляючий обчислювальний комплекс (УОК) на основі ЕОМ, призначений для управління процесом вимірювання, обробки і представлення даних вимірювання [2].

Порядок вимірювання на КВМ залежить від пристрою УОК, базової частини, засобів та методів підготовки програм і включає наступні операції:

1. За кресленням чи зразком деталі визначаються параметри, що підлягають контролю.

2. Визначається послідовність вимірів і розрахунків; необхідне число, форма і орієнтація вимірювальних наконечників; спосіб установки і кріплення деталі; форма представлення результатів вимірювань [3].

В даній роботі пропонується на першій операції виконувати розпізнавання і віднесення вимірю-

ваного об'єкту до одного з класів вимірюваних об'єктів, що дозволить зробити вимірювання на КВМ більш точними та швидшими.

До розпізнавання графічних образів на сьогодні існує два підходи: перший полягає у вивченні можливостей розпізнавання, якими володіють живі істоти, поясненні і моделюванні їх, а другий – у розвитку теорії і методів побудови пристроїв, призначених для розв'язку окремих задач в прикладних цілях [4].

Прихильники першого підходу вивчають та досліджують розпізнавання зображень за допомогою нейронних мереж. Поки що апарат нейронних мереж слабо формалізований. Тобто не можливо передбачити яка саме структура мережі буде успішно розпізнавати графічні образи, вона визначається експериментально. Крім того, було помічено, що фірми, які розробляють програмні продукти по розпізнаванню графічних об'єктів, не використовують нейронні мережі.

Ті алгоритми, які не базуються на нейронних мережах, не містять в собі стадії навчання, що негативно впливає на результат розпізнавання. Запропонований в статті алгоритм дозволяє розпізнавати спотворені монохромні зображення, обчислюючи ступінь належності зображення до кожного з існуючих класів. Запропонований алгоритм містить стадію навчання та розпізнавання.

1. Постановка задачі

Нехай є прямокутний знімок Z розміром $N \times M$ точок, на якому зображений графічний образ для класифікації. Кожна точка знімку має значення 1 – якщо вона належить до сфотографованої деталі і 0 – якщо не належить. Крім того є набір класів зобра-

жень, до кожного з яких можуть належати вхідні знімки. Необхідно обчислити ступінь належності поданого знімку до кожного класу зображень і вибрати найбільший. Той клас зображень, до якого поданий знімок належить найбільше і буде відповіддю на поставлену задачу.

2. Розв'язання задачі

Щоб віднести зображення до певного класу, пропонується для кожного класу сформувати матрицю частот. Матриця частот буде мати розміри такі самі, як і розміри знімку, тобто $N \times M$, а кожен її елемент P_{ij} означатиме імовірність зафарбування точки (i, j) в процесі навчання. Процес навчання полягає у створенні великої кількості трохі спотворених чорно-білих знімків і обчисленні імовірності зафарбування кожної точки результуючої матриці, тобто матриці частот. Ця імовірність обчислюється за формулою середнього арифметичного

$$P_{ij} = \frac{1}{C} \sum_{k=1}^C T_{ijk}.$$

Після отримання матриць частот для кожного класу зображень необхідно представити ці матриці в параметричному вигляді. Поданий на розпізнавання знімок буде спотворений різним чином, але будемо вважати що спотворення можливі тільки за рахунок зміщення, повороту та масштабування. Тож потрібно ввести в матрицю частот параметри, підібравши які, можна було б змістити, повернути чи збільшити або зменшити масштаб матриці частот таким чином, щоб вона якнайбільше накладалася на вхідний знімок. Можна було б ввести і інші параметри, наприклад коефіцієнти розтягування по обом осям координат, але якщо це зробити, то матрицю частот тоді можна буде підігнати під будь-яке зображення і результат розпізнавання буде невірним.

Позначимо матрицю P_{ij} у вигляді функції $f(i, j)$.

Як відомо, будь-яку функцію незалежно від її вигляду можна зміщувати, обертати та масштабувати.

Функцію зміщення зображення позначимо як $d(f, \Delta i, \Delta j) = f(i - \Delta i, j - \Delta j)$ де f – функція, що перетворюється, Δi – зміщення по осі i , Δj – зміщення по осі j .

Функцію повороту можна позначити як $g(f, \alpha) = f(i \sin \alpha + j \cos \alpha, i \cos \alpha - j \sin \alpha)$, де f – функція, що перетворюється, а α – кут повороту.

Функцію масштабування позначимо як $s(f, k) = f(ki, kj)$, де f – функція, що перетворюється, а k – коефіцієнт масштабування. Якщо $0 < k < 1$, то зображення зменшується, а якщо $k > 1$, то збільшується.

Після заміни фіксованої матриці P плаваючою функцією отримаємо матрицю U

$$U_{ij} = d(s(g(f, \alpha), k), \Delta i, \Delta j) = f(k(i \sin \alpha + j \cos \alpha) - \Delta i, k(i \cos \alpha - j \sin \alpha) - \Delta j).$$

Для класифікації знімків формується матриця $R_{N \times M}$, кожен її елемент R_{ij} означає імовірність того, що точка з координатами (i, j) відноситься до знімку деталі саме того класу, який потрібно ідентифікувати. Елементи матриці R у випадку з фіксованою матрицею P розраховуються за наступною формулою:

$$R_{ij} = \begin{cases} 1 - P_{ij}, & S_{ij} = 0, \\ P_{ij}, & S_{ij} = 1. \end{cases}$$

Сенс її полягає в тому, що якщо точка S_{ij} не належить до вимірюваної деталі, то елемент матриці R дорівнює імовірності належності точки до пустого простору (наприклад столу координатно-вимірювальної машини). Якщо точка S_{ij} належить до вимірюваної деталі то імовірність залишається незмінною.

Матриця R може розраховуватись і за іншими формулами, наприклад:

$$R_{ij} = \begin{cases} 1, & P_{ij} < 0,5, & S_{ij} = 0, \\ 0 & P_{ij} \geq 0,5, & S_{ij} = 0, \\ 0, & P_{ij} < 0,5, & S_{ij} = 1, \\ 1, & P_{ij} \geq 0,5, & S_{ij} = 1, \end{cases} \quad (1)$$

або $R_{ij} = 2P_{ij}S_{ij} + 1 - P_{ij} - S_{ij}. \quad (2)$

Сенс формули (1) полягає в тому, що якщо імовірність належності точки до деталі мала і точка S_{ij} не належить до деталі, то елемент R_{ij} буде дорівнювати 1, тому що в такому випадку точка з координатами (i, j) відноситься до знімку деталі саме того класу, який потрібно ідентифікувати. Якщо імовірність належності точки до деталі велика і точка S_{ij} належить до деталі, то елемент R_{ij} також буде дорівнювати 1, тому що в такому випадку точка з координатами (i, j) відноситься не тільки до знімку, але й до самої деталі того класу, який потрібно ідентифікувати. За такою ж логікою можна пояснити і інші частини першої формули. Формула (2) є більш універсальною, оскільки дозволяє розраховувати значення елементів матриці R тоді, коли на знімку деталі складається не тільки з нулів та одиниць, але й має значення 0,5 на межі деталі та вільного простору.

З трьох наведених вище формул розрахунку найбільш зручною та прийнятною є третя формула, оскільки замість фіксованої матриці P буде використовуватись параметрично задана матриця U . Отже, матриця R також буде в параметричному вигляді і матиме вигляд $R_{ij} = 2U_{ij}S_{ij} + 1 - U_{ij} - S_{ij}$. Маючи матрицю R , можна вивести параметричну функцію належності пред'явленого образу до кожного з наявних класів графічних образів. Ця функція має такий вигляд:

$$D(\Delta i, \Delta j, \alpha, k) = \frac{1}{NM} \sum_{i,j=1}^{N,M} R_{ij}.$$

Оскільки подане зображення може бути спотворене, то його потрібно змінити таким чином, щоб дізнатися найбільший ступінь належності до кожного з наявних класів. Це досягається за допомогою його переміщення, зменшення, збільшення або повороту. Описуючи математично, потрібно підібрати такі параметри Δi , Δj , α , k , при яких $D \rightarrow \max$. Але нас цікавлять не параметри Δi , Δj , α , k , а найбільше значення функції D . Для кожного наявного класу зображень воно різне, але серед класів зображень також є найбільше D . Той клас, в якому воно найбільше скоріш за все і буде класом поданого на розпізнавання зображення.

Висновок

В роботі був запропонований алгоритм розпізнавання графічних образів деталей, які вимірюються за допомогою координатно-вимірювальної машини. Це дозволить зробити процес вимірювань більш точним та швидким.

Цей алгоритм може розпізнавати будь-які деталі на монохромних знімках, але тільки якщо деталь на знімку одна.

Універсальність запропонованого алгоритму

полягає в тому, що він може розпізнавати на знімку деталь у спотвореному вигляді. Вона може бути зміщена, повернута, збільшена або зменшена. Можуть бути також і інші спотворення, наприклад стищення чи розтягнення по обом осям координат, але якщо врахувати і їх, то деталь на знімку можна буде підігнати під будь-який клас деталей. Тому в запропонованому алгоритмі будується матриця частот, щоб врахувати всі інші спотворення.

Література

1. Квасников В.П. *Повышение точности и быстродействия информационно-измерительных систем механических величин объектов со сложными пространственными поверхностями* / В.П. Квасников. – К.: Черкасы, 2002. – 192 с.
2. Гапиус А.А. *Координатные измерительные машины и их применение* / А.А. Гапиус, А.Ю. Каспарайтис, М.Б. Модестов. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
3. Новицкий П.В. *Оценка погрешностей результатов измерений* / П.В. Новицкий, И.А. Зограф. – Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.
4. Фисенко В.Т. *Компьютерная обработка и распознавание изображений: учебное пособие* / В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

Надійшла до редакції 30.05.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Квасніков, Національний авіаційний університет, Київ.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.М. Фёдоров

Проведен аналитический обзор существующих алгоритмов распознавания изображений. Выявлено, что все рассмотренные алгоритмы имеют недостатки, связанные или с отсутствием стадии обучения, или с отсутствием теоретического обоснования выбора параметров алгоритма, в результате чего распознавание становится некачественным. В работе был предложен алгоритм классификации измеряемых объектов, который может использоваться в координатно-измерительных машинах для идентификации класса измеряемых объектов, что позволит сделать измерения более точными и быстрыми.

Ключевые слова: распознавание изображений, задача классификации, координатно-измерительная машина, измеряемый объект, алгоритм распознавания, функции преобразования изображений.

INFORMATION TECHNOLOGY OF IMAGE CLASSIFICATION

D.M. Fedorov

An analytical review of existing algorithms for image recognition. Revealed that all the above algorithms have disadvantages or the lack of stage training, or lack of theoretical justification of the choice of algorithm parameters, resulting in recognition becomes defective. The paper proposed a classification algorithm of the measured object, which can be used to coordinate measuring machines to identify the class of measured objects, which will make measurements more accurately and quickly.

Key words: image recognition, classification problem, coordinate measuring machine, as measured by the object recognition algorithm, a function to convert images.

Федоров Дмитро Михайлович – аспірант факультету інформаційних технологій Національного авіаційного університету, Київ, Україна, e-mail: vorodef@ukr.net.