

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЇХ КОМПРЕСІЇ НА ОСНОВІ КОМПОНЕНТНОГО АНАЛІЗУ

А. М. Скаковська, канд. техн. наук, доцент;

О. С. Радивоненко, доцент;*

К. В. Шалда, студентка,

Сумський державний університет, м. Суми;

**Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків*

Запропоновано метод кластеризації зображень для їх подальшого адаптивного стискування. Проведено дослідження ефективності стискування зображень шляхом використання кластеризації та стискування кластерів на основі перетворення Карунена-Лоева.

Ключові слова: *кластеризація зображень, перетворення Карунена-Лоева, система підтримки прийняття рішень, інформаційний критерій функціональної ефективності, інформаційно-екстремальна інтелектуальна технологія.*

Предложен метод кластеризации изображений для их дальнейшего адаптивного сжатия. Проведено исследование эффективности сжатия изображений путем кластеризации и сжатия кластеров на основе преобразования Карунена-Лоева.

Ключевые слова: *кластеризация изображений, преобразование Карунена-Лоева, система поддержки принятия решений, информационный критерий функциональной эффективности, информационно-экстремальная интеллектуальная технология.*

ВСТУП

У багатьох системах для зберігання графічної інформації часто виникає необхідність стискування зображень, при чому не лише індивідуальних зображень, а також і їх груп для того, щоб отримати кращі ступені компресії [1].

Сьогодні існує багато алгоритмів стискування зображень, кожен з яких використовує різні методи кластеризації, що вимагає дуже великої кількості перетворень. Але саме розбиттям зображення на окремі частини можна зменшити кількість математичних операцій. При цьому дуже перспективним є застосування компонентного аналізу для стискування монохромних зображень, оскільки він дає мінімальну похибку відновлення даних серед існуючих алгоритмів стискування, тобто є дуже ефективним.

У цій статті пропонується метод кластеризації зображень та алгоритм для покращання ступеня компресії зображення на основі перетворення Карунена-Лоева [2]. Вибраний метод кластеризації є підґрунтям для подальшого стиснення інформації на основі перетворення Карунена-Лоева, оскільки він виключає можливість перетину кластерів.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою дослідження є імітаційне моделювання методу кластеризації зображення для підвищення достовірності та оперативності розпізнавання за інформаційно-екстремальною інтелектуальною технологією [3].

Нехай ефективність навчання розпізнавання реалізацій класу X_m^0 , $m = \overline{1, M}$, характеризується значенням E_m критерію функціональної

ефективності [5]. Відома навчальна матриця $\|y_{m,i}^{(j)}\|, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, n}$, де N, n – кількість ознак розпізнавання і випробувань відповідно. Рядок матриці $\{y_{m,i}^{(j)} | j = \overline{1, N}\}$ утворює j -ту реалізацію образу, а стовпець $\{y_{m,i}^{(j)} | j = \overline{1, n}\}$ – навчальну вибірку з генеральної сукупності значень i -ї ознаки розпізнавання. Необхідно для структурованого вектора параметрів функціонування системи розпізнавання $g_m = \langle g_{m,1}, \dots, g_{m,q}, \dots, g_{m,Q} \rangle$ шляхом організації послідовних ітераційних процедур знайти екстремальні значення координат вектора g_m , що забезпечують максимум критерію функціональної ефективності навчання системи розпізнавання:

$$E_{\max}^* = \max_G E_m,$$

де G – область допустимих значень параметрів навчання.

При цьому кожному об'єкту $x_i \in X_m$ приписується номер кластера S_i .

Потрібно на етапі екзамени визначити з наближеною до асимптотичної повної достовірності належність зображення, що розпізнається до одного з класів розпізнавання із сформованого на етапі навчання алфавіту класів $\{X_m^0\}$.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

Для зображення розміру $m \times n$ розбиваємо матрицю на прямокутні кластери розміром 8×8 та нумеруємо зліва направо та зверху вниз. Також нумеруємо елемент кожного кластера зліва направо та зверху вниз, тобто лівий верхній елемент i -го кластера буде позначатися як S_{i1} , а правий нижній елемент – як S_{i64} .

У результаті отримуємо $\frac{m \times n}{8 \times 8}$ кластерів з 64 елементів кожний. Якщо S_i – i -й кластер, A – матриця зображення, A_{ij} – елемент матриці A , тоді коваріаційна матриця для всіх кластерів S буде виглядати так:

$$R = \frac{8 \times 8}{m \times n} \sum_{i=1}^{\frac{m \times n}{8 \times 8}} (S_i - \bar{x})(S_i - \bar{x})^T,$$

де $\bar{x} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij}$ – середнє значення матриці A .

З коваріаційної матриці отримаємо матрицю власних векторів, розв'язавши рівняння на власні значення λ_j вигляду

$$R\varphi_j = \lambda_j\varphi_j,$$

яка складається із 64 власних векторів, кожний з яких складається із 64 елементів, тут φ_j – j -й власний вектор.

Знаходимо вектор коефіцієнтів розкладу за власними векторами для кожного кластера:

$$c_i = \Phi^{-1}S_i,$$

де Φ – матриця власних векторів, яка складена з векторів φ_j .

Метод стискання зображень за допомогою перетворення Карунена-Лоева полягає в тому, що якщо в кожному векторі c_i матриці

коефіцієнтів розкладу C виділити лише певну кількість найбільш суттєвих значень за амплітудою і лише їх зберігати і враховувати, то можна зменшити кількість інформації, що зберігається. Крім того, необхідно зберігати значення матриці власних векторів.

РЕЗУЛЬТАТИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Як вхідний математичний опис було обрано два монохромних зображення. З метою підвищення достовірності функціонування системи підтримки прийняття рішень та підвищення оперативності прийняття рішень було вирішено перетворити вхідні зображення за допомогою інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології з використанням кластеризації та стискання кластерів на основі перетворення Карунена-Лоева.

За критерій оптимізації параметрів функціонування системи розпізнавання було вибрано інформаційний критерій Шеннона:

$$E_m = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{K_1}{K_1 + K_3} \log_2 \frac{K_1}{K_1 + K_3} + \frac{K_2}{K_2 + K_4} \log_2 \frac{K_2}{K_2 + K_4} + \frac{K_3}{K_1 + K_3} \log_2 \frac{K_3}{K_1 + K_3} + \frac{K_4}{K_2 + K_4} \log_2 \frac{K_4}{K_2 + K_4} \right),$$

де K_1, K_2 – кількість подій, які означають неналежність та належність реалізацій класу X_m^0 відповідно, якщо $\{x_m^n\} \in X_m^0$;

K_3, K_4 – кількість подій, які означають належність і неналежність реалізацій класу X_m^0 , якщо вони дійсно не належать до класу X_m^0 ;

n – обсяг вибірки.

На рис. 1, 2 показано результати обчислення критерію функціональної ефективності для різних методів класифікації зображень.

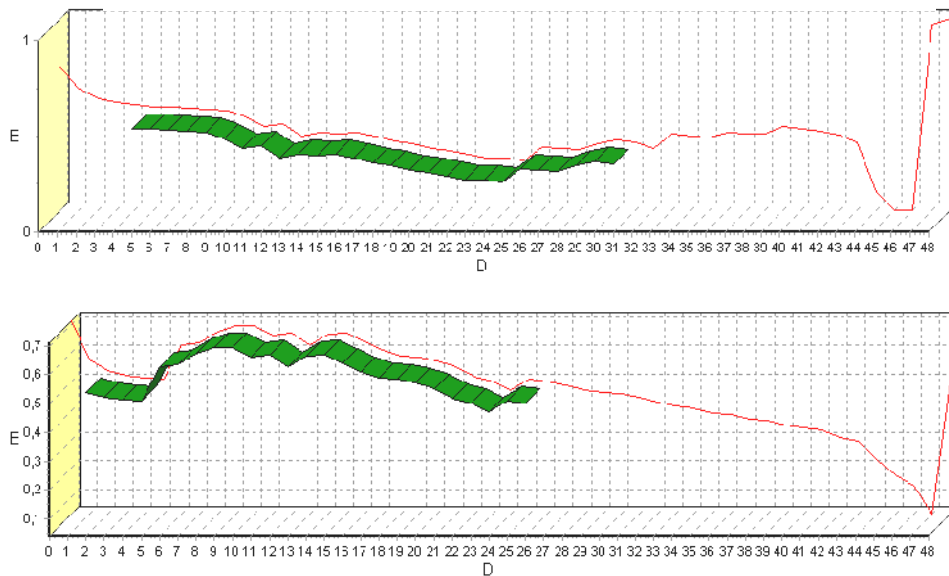


Рисунок 1 – Залежність критерію функціональної ефективності від радіуса контейнерів з використанням кластеризації на основі перетворення Карунена-Лоева

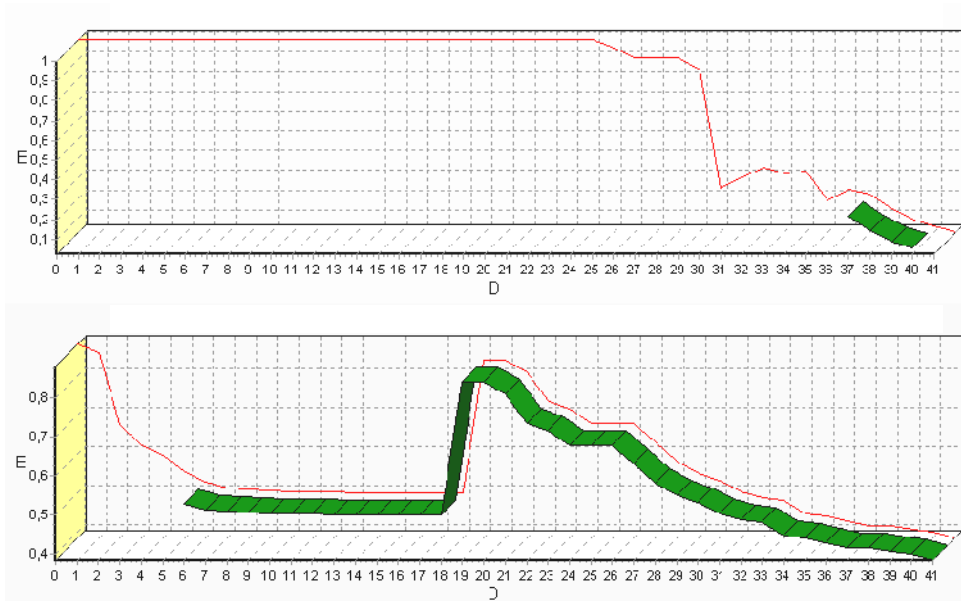


Рисунок 2 – Графіки залежностей критерію функціональної ефективності від радіуса контейнерів за інформаційно-екстремальною інтелектуальною технологією

Аналіз результатів імітаційного моделювання показав, що при застосуванні перетворення Карунена-Лоева максимальні значення критерію функціональної ефективності, як міри різноманітності двох різних класів розпізнавання, отримано на 5-му кроці навчання для першого класу та на 10-му кроці – для другого класу. Це свідчить про підвищення оперативності розпізнавання порівняно з іншими методами.

На графіках позначено робочу область визначення інформаційного критерію функціональної ефективності. Аналіз рисунка 1 свідчить про наявність робочої області в обох класів розпізнавання. Відносно невисоке значення критерію функціональної ефективності свідчить про наявність перетину класів розпізнавання

ВИСНОВКИ

Було запропоновано та реалізовано алгоритм синтезу системи підтримки прийняття рішень, що навчається у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології на базі кластеризації з використанням перетворення Карунена-Лоева.

У результаті роботи алгоритму навчання було побудовано оптимальний в інформаційному сенсі класифікатор із оптимальним словником ознак розпізнавання та системою контрольних допусків, що не лише покращує ефективність роботи системи, але й дозволяє підвищити оперативність навчання та перенавчання системи.

SUMMARY

IMAGE CLUSTERING FOR THEIR COMPRESSION BASED ON THE COMPONENT ANALYSIS

A. N. Skakovskaya, O. S. Radivonenko, K. V. Shalda,*

Sumy State University, Sumy;

**National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv*

The method of image clustering for its further adaptive compression is proposed. The research in the effectiveness of images compression using clustering and cluster is based on the Karhunen-Loyev transformation.

Key words: *image clustering, Karhunen-Loyev transformation, system of support decision-making, informational criterion for functional efficiency, information- extreme intellectual technology.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Довбиш А. С. Інформаційно-екстремальна система підтримки прийняття рішень у режимі кластер-аналізу / А. С. Довбиш, В. О. Востоцький // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2010. – № 1. – С. 77 –83.
2. Таянов С. А. Методика кластеризації зображень для їх компресії на основі компонентного аналізу / С. А. Таянов, В. А. Таянов// Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Харьков: Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2008. – Вып. 145. – С. 63 –68.
3. Соколов О. Ю. Класифікація зображень в контейнерному просторі ознак розпізнавання / О. Ю. Соколов, А. М. Скаковська // Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2008. - № 1 (31). – С. 50 –52.

Надійшла до редакції 22 грудня 2011 р.