

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
SUMY STATE UNIVERSITY
UKRAINIAN FEDERATION OF INFORMATICS**

PROCEEDINGS

**OF THE IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE**

**ADVANCED INFORMATION
SYSTEMS AND TECHNOLOGIES**

AIST-2016



**May 25 –27, 2016
Sumy, Ukraine**

Information-Extreme Algorithm of Learning for System Identification of Objects on the Terrain

V.V. Moskalenko, A.G. Korobov, R.S. Prihodchenko
Sumy State University, Ukraine, artemkorr@gmail.com

Abstract. *The method of optimization of the input mathematical description of the information-extreme classifier objects of interest for air reconnaissance is considered.*

Keywords. *Machine Learning, Training Set, Key Point Descriptor, Bag-of-Features, Information Criterion.*

ВСТУП

Ефективність моніторингу повітряного та наземного оточення за допомогою безпілотного літального апарату значною мірою визначається інформаційною спроможністю бортової оптико-електронної системи ідентифікації об'єктів інтересу.

При розробці бортових систем відеоспостереження набули широкого використання локальні і глобальні дескриптори фрагментів зображення, оскільки вони забезпечують інваріантність до зміни масштабу, освітленості та афінних перетворень [1]. При цьому переважна більшість праць, пов'язаних з ідентифікацією об'єктів на місцевості, присвячені дослідженню і розробці нових алгоритмів кратномасштабної фільтрації зображень та обчислення локальних дескрипторів окремих фрагментів. Питання вибору структури і розмірності глобальних дескрипторів об'єктів на зображенні все ще залишається малодослідженим. Одним з перспективних шляхів обґрунтування вибору параметрів формування вхідного математичного опису системи ідентифікації об'єктів на зображенні є використання ідей і методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології), що ґрунтується на максимізації в процесі навчання інформаційної спроможності системи [2].

В роботі в рамках ІЕІ-технології розглядається метод синтезу класифікатора об'єктів

на місцевості з оптимальною в інформаційному сенсі розмірністю глобального дескриптора, що описує вектори-реалізації класів навчальної матриці.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Нехай дано алфавіт $\{X_m^o | m = \overline{1, M}\}$ класів розпізнавання, які характеризують об'єкти інтересу на місцевості. Як реалізації кожного класу розпізнавання розглядаються впорядковані дескрипторні вектори ознак $\{y_{m,i}^{(j)} | m = \overline{1, M}; j = \overline{1, n_m}; i = \overline{1, N}\}$, де M – потужність алфавіту класів розпізнавання; n_m – кількість реалізацій класу X_m^o ; N – кількість ознак розпізнавання, що описують-ся дескрипторами вікна пошуку. Відомий структурований вектор параметрів:

$$g = \langle N, \delta_i, d_m \rangle, \quad (1)$$

де δ_i – параметр, який визначає півширину симетричного поля контрольних допусків на значення i -ї ознаки розпізнавання відносно усередненого значенню i -ї ознаки в базовому класу $X_1^o \in \{X_m^o\}$, який характеризує об'єкт найбільшого інтересу; d_m – кодовий радіус гіперсферичного (вписаного в одиничний гіперпаралелепіпед) контейнера класу X_m^o , який відновлюється в радіальному базисі бінарного простору Хеммінга.

Відомі обмеження на параметри функціонування $g : \delta_i \in [0; \delta_{\max,i}]$, де $\delta_{\max,i}$ – максимальна ширина поля контрольних допусків; $d_m < d(x_m \oplus x_c)$, де $d(x_m \oplus x_c)$ – кодова відстань між еталонними векторами

класу X_m^o та найближчого до нього класу X_c^o .

Процес машинного навчання полягає в організації послідовних ітераційних процедур оптимізації параметрів навчання (1) з метою забезпечення максимуму усередненого за алфавітом класів розпізнавання інформаційного критерію функціональної ефективності (КФЕ) [2]

$$\bar{E}^* = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \max_{\{k\}} E_m, \quad (2)$$

де E_m – інформаційний КФЕ навчання системи керування розпізнавати реалізації класу X_m^o ; $\{k\}$ – впорядкована множина кроків навчання (відновлення контейнерів класів розпізнавання).

Основним етапом обробки вхідних даних є пошук на зображенні за допомогою оператора Гессе ключових фрагментів і обчислення для кожного з них локальних дескрипторів SURF, що відображають флуктуації градієнту навколо центральної точки кожного фрагменту [1]. Словник ознак об'єктів інтересу формується за результатами кластер-аналізу локальних дескрипторів, в результаті якого схожі фрагменти об'єднуються в одну групу, яку представляє усереднений дескриптор.

Як алгоритм кластер-аналізу можна використати один з найпростіших, наприклад алгоритм k -середніх [1]. При цьому вибір оптимальної в інформаційному сенсі кількості кластерів k^* ключових фрагментів, що формують словник ознак інформаційно-екстремального класифікатора $k^* = N^*$, запропоновано здійснювати за результатами ітераційної процедури максимізації усередненого за алфавітом класів інформаційного КФЕ (2) в допустимій області визначення його функції

$$N^* = \arg \max_{\{N\}} \left\{ \max_{G_\delta} \bar{E} \right\}. \quad (3)$$

З метою забезпечення інваріантності до масштабу глобальних дескрипторів можна використовувати кратномасштабне подання зображення, що інколи називають пірамідою зображень [1]. Піраміда зображень представляє собою послідовність зображень, де кожне наступне зображення отримане з попереднього шляхом фільтрації і прорідження в два рази.

На рис. 1 показано приклади навчальних зображень.

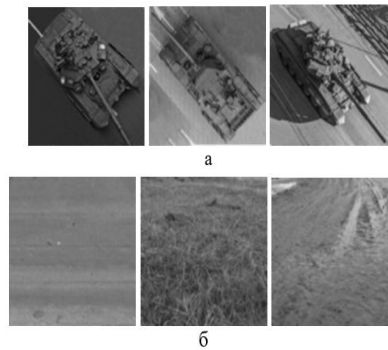


Рисунок 1 – Приклади навчальних зображень:
а – об'єкт інтересу; б – місцевість

ВИСНОВКИ

Таким чином алгоритм машинного навчання системи ідентифікації об'єктів на місцевості з визначенням оптимальної в інформаційному сенсі розмірності глобального дескриптора об'єктів інтересу полягає в ітераційній процедурі наближення глобального максимуму інформаційного КФЕ (2) до його граничного значення.

REFERENCES

- [1] Sahzabi V. A., Omar K. (2013). Object Class Recognition Using Surf Descriptors and Shape Skeleton. *Intelligent Robotics Systems*, 255-264.
- [2] Dovbysh A. S., Moskalenko V. V., Rizhova A. S. (2016). Information-extreme method of classification of observation with categorical attributes. *Kibernetika i sistemny analiz*, 52 (02), 4-13.