

## КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ ТА РАНЖУВАННЯ ОБРАЗІВ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ В БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМАХ РОЗПІЗНАВАННЯ

О. І. Захожай

*Донбаський державний технічний університет*

**Анотація.** Розглянуте питання розробки критеріїв інформативності та ранжування образів при прийнятті рішень у багатопараметричних комбінованих системах розпізнавання образів. Запропоновані критерії дозволяють у будь-який момент життєвого циклу системи здійснювати селекцію інформативних образів з метою забезпечення високого рівня достовірності розпізнавання. Запропонований підхід двоетапного ранжування інформативних образів об'єкту розпізнавання з метою визначення подальшої стратегії їхнього аналізу та прийняття рішень.

**Ключові слова:** багатопараметричні комбіновані системи розпізнавання образів, інформативність образів і ознак, апріорний аналіз образів, апостеріорний аналіз образів, стаціонарні та нестаціонарні викривлення відображення об'єкту розпізнавання у просторі ознак.

### Вступ

Апарат розпізнавання образів знаходить все більше використання в різноманітних системах автоматизованої обробки інформації і управління [1, 2]. Це пов'язано, насамперед, з тим, що використання методико-алгоритмічних підходів розпізнавання образів дає низку переваг у випадку аналізу і управління складними, багатокомпонентними комплексами та системами, в тому числі з високим рівнем топологічного розгалуження [2]. Серед таких переваг можна відокремити:

- відсутність необхідності створення повної математичної моделі складних об'єктів управління, особливо в умовах, коли така задача не піддається простому рішенню або взагалі не може бути вирішена;
- зручність реалізації концепції управління за станом системи;
- можливість прийняття ефективних управлінських рішень в умовах часткової невизначеності.

Все це сприяє широкому розповсюдженню систем розпізнавання для різноманітних застосувань у різних сферах діяльності. Спектр цих охоплює як технічні та технологічні системи, так і географічні, геологічні, економічні, геополітичні тощо.

Одним з пріоритетних напрямків вдосконалення систем розпізнавання образів є розробка теоретичних та методологічних основ створення гнучких, універсальних систем розпізнавання, для здійснення класифікації та прийняття управ-

лінських рішень з високим рівнем достовірності [1-5]. При цьому, належна увага приділяється зменшенню часової складності процесу розпізнавання, що підвищує оперативність прийняття управлінських рішень.

Однією з перспективних концепцій побудови систем розпізнавання є концепція комбінованих систем розпізнавання образів, що була запропонована Ю.І. Журавльовим [6]. Перевага такого підходу полягає в тому, що в комбінованих системах розпізнавання образів опис об'єктів розпізнавання комбінується з ознак різного характеру інформації (детерміновані, імовірнісні, логічні або структурні). В цьому випадку створюється достатньо широка та універсальна база для опису будь-яких об'єктів розпізнавання для різноманітних умов їхнього спостереження. Однак, як показує практика, використання такої концепції не забезпечує високого рівня достовірності розпізнавання за умов динамічної зміни умов спостереження та характеристик самих об'єктів. До того ж, такий підхід не забезпечує значного збільшення кількості інформативних ознак об'єкта розпізнавання, що слабо корелюють між собою. В цьому випадку, виникнення будь-якої завади однаково призводить до викривлення пов'язаних між собою інформативних ознак об'єкта розпізнавання, що значно ускладнює отримання достовірного результату класифікації. З іншого боку, використання інформативних ознак, що слабо корелюють між собою, призводить до того, що визначена завада не буде однаково впливати на всю сукупність інформативних ознак, що дозволить або ідентифікувати та виділити заваду, або викривлені інформативні ознаки усунути від аналізу. В цьому випадку, у

будь-який момент життєвого циклу системи процес розпізнавання буде спиратися на сукупність найбільш інформативних ознак (з найменшим ступенем викривлення та неоднозначності), що дозволить забезпечити високий рівень достовірності отримання результату класифікації.

Для вирішення вказаних вище обмежень відома концепція побудови багатопараметричних комбінованих систем розпізнавання образів [7-10], яка передбачає формування  $k$  ( $k > 1$ ) інформаційних каналів за якими отримується  $k$  інформаційних образів об'єкта розпізнавання, причому ознаки комбінуються не за різним характером інформації, а за різною природою виникнення. Таким чином, забезпечується більша незалежність ознак, а також різний рівень впливу на них завдань різного характеру. При цьому, значно збільшується розмірність інформаційного поля аналізу ознак та прийняття рішень, що збільшує достовірність класифікації та прийняття управлінських рішень.

Однак, з іншого боку, збільшення кількості інформаційних ознак об'єкта розпізнавання збільшує часову складність процесу їхнього аналізу, що значно зменшує оперативність прийняття управлінських рішень [2]. Такий аспект є негативним для систем автоматизованої обробки інформації і управління, в особливості, для систем реального часу. Це пов'язано з тим, що для таких систем, отримання достовірної інформації але з великими затримками у часі призводить до втрати її актуальності. Прийняття ж рішення на основі достовірної але неактуальної інформації, фактично, надає недостовірний результат, що нівелює практичну доцільність використання такої системи.

Таким чином, дослідження та розробка методики забезпечення достовірності розпізнавання за мінімальних втрат машинного часу є актуальною науково-технічною задачею.

#### Аналіз питання та постановка завдання

Достовірність розпізнавання залежить від багатьох аспектів з яких можна виділити наступні основні:

- досконалість та адаптивність структурно-алгоритмічної бази систем розпізнавання образів;
- точність відтворення об'єктів розпізнавання у просторі ознак;
- наявність та рівень завдань, що мають місце при спостереженні за об'єктом розпізнавання.

Перший аспект представляє собою комплекс рішень, що повинні реалізуватися у кожному окремому випадку і будь-які загальні підходи тут не можуть мати місце. Специфіка призначення та

функціонування систем розпізнавання значно впливає на процес синтезу їх структурно-алгоритмічної бази.

Точність відтворення об'єктів розпізнавання напряму залежить від досконалості та точності технічних засобів реєстрації характеристик об'єктів розпізнавання. Очевидно, що використання більш точних засобів реєстрації (використання засобів реєстрації з меншим рівнем викривлень та помилок) дозволяє отримувати класифікацію та формування управлінських рішень з більшим ступенем достовірності.

Рівень та різновид завдань є одним з основних аспектів, що впливає на достовірність розпізнавання. Таким чином, для прийняття достовірного рішення у будь-який момент часу інформативні ознаки, що аналізуються, повинні бути інваріантні до впливу завдань або цей вплив повинен компенсуватися. При цьому, рівень завдань та ступінь їхнього впливу може бути використаний в якості непрямой оцінки достовірності розпізнавання.

Використання багатопараметричних комбінованих систем розпізнавання образів, де використовується сукупність образів різної природи виникнення, дозволяє розширити інформаційний простір аналізу даних образами різної природи виникнення, для яких різноманітні завдання мають різний вплив. Методика визначення впливу завдань при розпізнаванні запропонована у [11]. Згідно цієї методики, викривлення відображення об'єкта розпізнавання у просторі образів враховується введенням функції  $h(x', y', x, y)$ , яка описує просторовий зв'язок між об'єктом та його відображенням ( $x, y$  – символізують характеристики об'єкта розпізнавання, а  $x', y'$  – їхні відповідні відображення у просторі ознак). Якщо враховувати, що перенесення інформації здійснюється від точених джерел. Тоді зображення для точки простору об'єкту з координатами  $(\alpha, \beta)$  буде визначатися як [12]

$$g'(x', y') = h(x', y', \alpha, \beta, f'(\alpha, \beta)). \quad (1)$$

У вираженні (1) залежність розподілу відображення від рівня сигналу від точкового джерела враховується додатковим функціональним аргументом  $f'(\alpha, \beta)$ . Очевидно, що для іншого точкового джерела, який має таке ж саме розміщення

$$g''(x', y') = h(x', y', \alpha, \beta, f''(\alpha, \beta)). \quad (2)$$

У відповідності до принципу суперпозиції отримані характеристики складаються

$$g'(x', y') + g''(x', y') = h(x', y', \alpha, \beta, f'(\alpha, \beta)) + h(x', y', \alpha, \beta, f''(\alpha, \beta)). \quad (3)$$

Як витікає з (3), за рахунок нелінійної суперпозиції, сумі розподілів у просторі відображення не відповідає сума функцій у просторі об'єкта.

У випадку лінійності системи

$$g'(x', y') = h(x', y', \alpha, \beta) f(\alpha, \beta), \quad (4)$$

а суперпозиція буде мати наступний вигляд:

$$\begin{aligned} g'(x', y') + g''(x', y') = \\ = h(x', y', \alpha, \beta) [f'(\alpha, \beta) + f''(\alpha, \beta)]. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким чином, у випадку лінійності системи, складання функцій у просторі об'єкта приводить до складання розподілів у просторі відображення з точністю до однієї функції перетворення  $h$ .

В загальному випадку, для нелінійної системи співвідношення зв'язку простору об'єкта і простору зображення буде мати наступний вигляд:

$$g(x', y') = \iint_{x \in X, y \in Y} h(x', y', f(x, y)) dx dy, \quad (6)$$

а для лінійної

$$g(x', y') = \iint_{x \in X, y \in Y} h(x', y') f(x, y) dx dy. \quad (7)$$

Якщо значення  $x$  і  $y$  не корелюють друг з другом, вигляд функції  $h$  буде мати наступний вигляд:

$$h(x', y', x, y) = h'(x', x) h(y', y). \quad (8)$$

Функція  $h$  враховує викривлення відображення об'єкта на просторі образу, а отримане відображення може бути представлено так:

$$\begin{aligned} g(x', y') = \\ = \iint_{x \in X, y \in Y} h(x', y', x, y) f(x, y) dx dy + \xi(x', y'), \end{aligned} \quad (9)$$

де  $\xi(x', y')$  – характеристика розподілу завад при відображенні об'єкта у просторі образу.

Представлена методика дозволяє оцінити рівень викривлень і завад при відображенні характеристик розпізнавання у просторі ознак, однак для використання такого підходу в багатопараметричних комбінованих системах розпізнавання образів необхідне вирішення задачі визначення критеріїв інформативності образів. В цьому випадку, у будь який момент життєвого циклу системи автоматизованої обробки інформації і управління, з урахуванням поточних умов спостереження та рівня завад, буде можливість здійснення селекції найбільш інформативних образів [12] для прийняття достовірних управлінських рішень.

Відповідно до вищезазначеного, для зменшення часової складності процесу класифікації у багатопараметричних комбінованих системах розпізнавання образів необхідна розробка критеріїв визначення інформативності образів, для усунення з аналізу найменш інформативних або зовсім неінформативних. При цьому, значний вплив на інформативність того чи іншого образу має поточний рівень завад та викривлень відображення ознак. Додатковою задачею, направленою на зменшення часової складності, є визначення пріоритету інформативних образів при аналізі та класифікації. З цією метою доцільне визначення методики ранжування образів за критеріями інформативності для визначення раціональної послідовності їхнього аналізу.

### Рішення задачі

Для побудови критеріїв інформативності та ранжування образів пропонується використати рівень завад та викривлень відображення характеристик об'єкту розпізнавання у просторі образів, з погляду на те, що вже зазначалося раніше – рівень завад та викривлень є непрямою оцінкою достовірності прийняття рішень. Таким чином, критерії інформативності повинні давати можливість визначати образи об'єктів розпізнавання з мінімальними рівнями завад і викривлень.

Аналіз (9) вказує, що мінімізація викривлень і завад можлива у двох напрямках:

- мінімізація функції викривлення відображення об'єкта розпізнавання у просторі ознак  $h(x', y', x, y)$ ;
- мінімізація характеристики розподілу завад при відображенні об'єкта у просторі образу  $\xi(x', y')$ .

При цьому, викривлення  $h$ , зумовлені недосконалістю системи відображення характеристик об'єкта розпізнавання та носять стаціонарний характер, а характеристика  $\xi$  – нестаціонарна, так як спостерігається апостеріорно.

У випадку нестаціонарності викривлень, коли їх прояв не постійний у часі, можливе використання серії послідовних замірів, після чого статистична обробка отриманих даних дозволяє виключити вплив завади. Такий підхід розглянутий у [13] для аналізу зображення, що представляється послідовністю відеокadrів. Аналіз послідовності декількох кадрів зображення дозволяє виділити графічні елементи, що не проявляються на кожному з них, а відповідно, ідентифікуються в системі як завада.

У випадку стаціонарності викривлень задача істотно ускладнюється. Однак, використання багатопараметричних комбінованих систем розпі-



рмативності. При цьому, ранжування здійснюється у два етапи:

- 1) апіорне ранжування інформативних образів;
- 2) апостеріорне ранжування інформативних образів.

Відповідно до специфіки функціонування системи автоматизованої обробки інформації і управління, на етапі її синтезу здійснюється апіорне ранжування множини  $k$  образів  $\{P\}$  за рівнем інформативності. З цією метою, на основі експертної оцінки, необхідне визначення мінімально припустимого рівня стаціонарної характеристики інформативності  $SICH^*$ . За запропонованою вище методикою, визначаються стаціонарні характеристики інформативності для кожного з  $k$  образів ( $SICH_1-SICH_k$ ). Надалі, з множини  $\{P\}$  виділяють підмножину  $\{P'\}$  інформативних образів, за критерієм

$$\forall P_k \in \{P'\} \left\{ \begin{array}{l} \{P'\} \subset \{P\}, \\ SICH_k \geq SICH^* \end{array} \right. \quad (15)$$

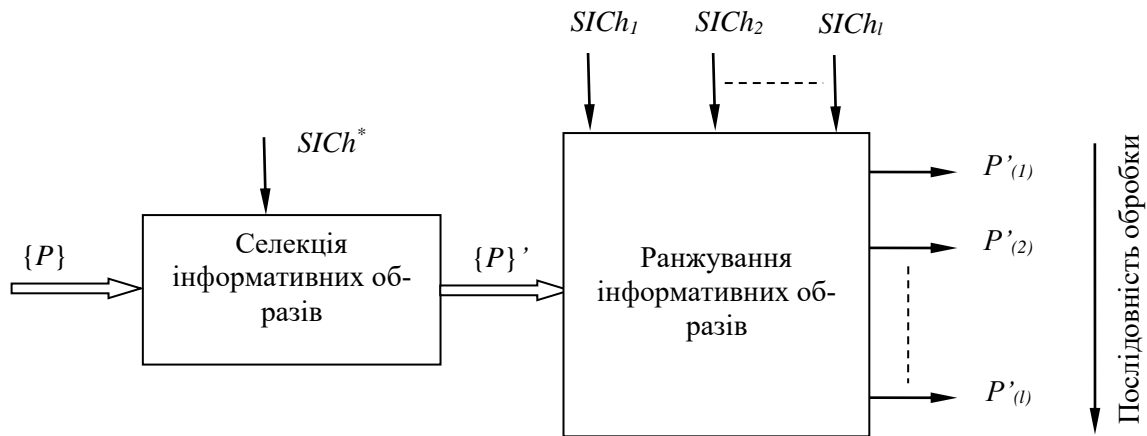


Рис. 1. Апіорне ранжування інформативних образів

Згідно рис. 1, множина інформаційних образів багатопараметричної комбінованої системи розпізнавання образів підлягає попередньої селекції за критерієм (15) та у відповідності до заданого мінімального рівня стаціонарної характеристики інформативності  $SICH^*$ . В результаті селекції, з сукупності  $k$  інформаційних образів множини  $\{P\}$  визначаються  $l$  інформативних образів, що складають множину  $\{P'\}$ . При цьому очевидно, що  $l < k$  і  $\{P'\} \subset \{P\}$ . В подальшому,  $l$  інформативних образів множини  $\{P'\}$  піддаються ранжуванню в порядку зменшення їхніх стаціонарних характеристик інформативності. В результаті отримується послідовність обробки  $l$  інформативних образів множини  $\{P'\}$  ( $P'(1)-P'(l)$ ), в якій  $P'(1)$  – має максимальний пріоритет (відповідно, максимальну достовірність відображення об'єкту

В результаті чого, визначається сукупність найбільш інформативних образів, за якими здійснюється подальша обробка та прийняття управлінських рішень. Така селекція зменшує розмірність інформаційного поля аналізу та зменшує часову складність процесу прийняття рішень.

Подальший пріоритет в обробці інформативних образів доцільно визначати на основі ранжування образів множини  $\{P'\}$  за значеннями їхніх стаціонарних характеристик інформативності ( $SICH_1-SICH_l$ ). Таким чином, пріоритет обробки ознак інформативних образів буде зменшуватися відповідно до зменшення їхніх стаціонарних характеристик інформативності. В цьому випадку, пріоритет обробки та прийняття рішень буде накладатися на найбільш інформативні образи. Функція менш інформативних образів полягає в уточненні результату класифікації та прийняття рішень. Визначення ранжованої послідовності образів проілюстроване на рис. 1.

розпізнавання у просторі образів), а  $P'(l)$  – мінімальний пріоритет та, відповідно, мінімальну достовірність відображення об'єкта розпізнавання у просторі образів.

Етап апостеріорного ранжування інформативних образів проілюстрований на рис. 2 та полягає у визначенні ступеня достовірності класифікації за кожним з попередньо ранжованих інформативних образів ( $P'(1)-P'(l)$ ).

Згідно рис. 2, у послідовності, визначеної на етапі апіорного ранжування, інформативні образи  $P'(1)-P'(l)$  надають для класифікації. За кожним з них визначається його відповідність одному з класів, наявної сукупності  $C_1-C_l$ . Після цього, здійснюється апостеріорне ранжування образів у відповідності до відповідних ним значень нестационарних характеристик інформативності

$NSICH_1$ - $NSICH_l$ . В результаті такого ранжування отримується послідовність образів у порядку зменшення нестационарної характеристики інформативності (отже і у порядку збільшення рівня завад відповідного інформаційного каналу). Як вже вказувалося вище, ця інформація може бути використана для повторення виміру характеристик об'єкта за окремими каналами для виключення нестационарних перешкод, або повного виключення з процедури прийняття рішення образів, що мають високий рівень завад.

Остаточне прийняття управлінського рішення може бути здійснено у відповідності до (14) з урахуванням класифікації за образом, що має максимальну характеристику  $ICH$ . Крім цього, запропонований підхід дозволяє реалізувати зважене голосування між класифікаціями образів, що мають значення характеристик інформативності не менше ніж апіорно задане.

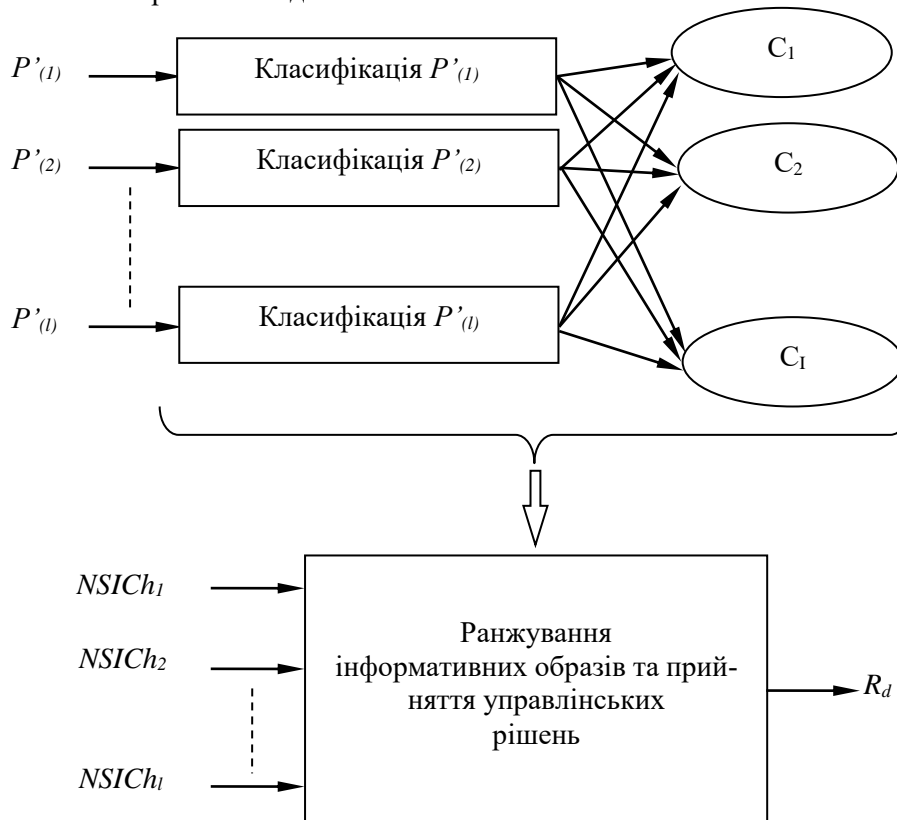


Рис. 2. Апостеріорне ранжування інформативних образів та прийняття управлінських рішень

Запропоновані критерії визначення інформативності та ранжування образів було використано для побудови системи аналізу просторового розподілу температури коксового пирога [9] та системи автоматизованої обробки даних у багатоканальних системах ультразвукового вимірювання [14]. Для обох систем було зафіксовано прискорення процесу отримання результату. Так, в системі ультразвукового вимірювання для статистичної достовірності виміру лінійної відстані 0,96 було отримано зниження на 11% часової складності отримання результату.

### Висновки

Основні результати, представлені у статті, полягають у наступному.

1. Для зменшення часової складності аналізу даних та прийняття рішень у багатопарамет-

ричних комбінованих системах розпізнавання образів доцільне здійснення селекції образів за поточним рівнем інформативності та подальше їх ранжування з метою визначення раціональної послідовності аналізу при класифікації.

2. В якості основи для визначення критеріїв інформативності у багатопараметричних комбінованих системах розпізнавання образів запропоновано використання рівнів завад та викривлень відображення характеристик об'єкта розпізнавання у просторі ознак.

3. Запропоноване використання характеристики інформативності образів об'єкту розпізнавання, що складається з двох складових – стаціонарної та нестационарної.

4. Запропонована методика визначення стаціонарних та нестационарних характеристик інформативності образів об'єкту розпізнавання.

5. Розроблені критерії визначення інформативності образів, що дозволяють у будь-який момент життєвого циклу системи автоматизованої обробки інформації і управління здійснити селекцію інформативних образів та їх ранжування для визначення подальшої послідовності обробки та прийняття управлінських рішень.

6. З метою зменшення часової складності попередньої обробки ознак у багатопараметричних комбінованих системах розпізнавання образів запропонована декомпозиція процесу ранжування образів, що підлягає реалізації у два етапи: апіорне та апостеріорне ранжування.

В плані подальшого напрямку дослідження, є доцільним адаптація існуючих та розробка нових методів автоматизованої обробки інформації і управління на базі багатопараметричних комбінованих систем розпізнавання образів, в яких буде реалізована концепція селекції образів за характеристиками інформативності.

### Список використаної літератури

1. Симанков, В. С. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов: Монография [Текст] / В. С. Симанков, Е. В. Луценко. – Краснодар: Техн. ун-т Кубан. гос. технол. ун-та, 1999. – 318 с.

2. Захожай, О. І. Інформаційна технологія розпізнавання образів в задачах автоматизованої обробки інформації й управління складними системами [Текст] / О. І. Захожай // Журнал «Проблеми інформаційних технологій». – 2013. – № 01 (013). – С. 61–68.

3. Berger, M. A new parametric family of fuzzy connectives and their application to fuzzy control [Text] / M. Berger // Fuzzy Sets Systems. – 1998. – vol. 93. – pp. 1–16.

4. Dubois, D. Checking the coherence and redundancy of fuzzy knowledge bases [Text] / D. Dubois, H. Prade, L. Ughetto // IEEE Trans. on Fuzzy Systems. – 1997. – pp. 398–417.

5. Иванов, Г. Е. Моделирование процессов обработки информации и управления [Текст] / Г. Е. Иванов. – М.: МФТИ, 1990. – 158 с.

6. Журавлев, Ю. И. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. [Текст] / Ю. И. Журавлев, В. В. Рязанов, О. В. Сенько. – М.: Фазис, 2005. – 159 с.

7. Рябенський, В. М. Комбіновані системи розпізнавання образів [Текст] / В. М. Рябенський, О. І. Захожай // Журнал «Проблеми інформаційних технологій». – 2011. – № 1(009). – С. 152–157.

8. Захожай, О. І. Основні аспекти структурної організації комбінованих систем розпізна-

вання образів [Текст] / О. І. Захожай, Ю. Е. Паєранд // Вісник Херсонського національного технологічного університету. – 2012. – № 1(44). – С. 221–225.

9. Меньяйленко, О. С. Комбіновані системи розпізнавання образів при аналізі просторового розподілу температури коксового пирога [Текст] / О. С. Меньяйленко, О. І. Захожай // Журнал «Електротехнічні та комп'ютерні системи». – 2013. – № 12(88). – С. 147–154.

10. Патент 90109 Україна, МПК (2014.01) G06/00. Пристрій розпізнавання образів / О. С. Меньяйленко, О. І. Захожай (Україна). – опубл. 12.05.2014, бюл. № 9.

11. Захожай, О. І. Підвищення достовірності розпізнавання об'єктів за умови наявності викривлень їхнього відображення у просторі образів [Текст] / О. І. Захожай // Вісник Херсонського національного технологічного університету. – 2013. № 1 (46). – С. 144–148.

12. Захожай, О. І. Селекція раціональної сукупності образів в комбінованих системах розпізнавання [Текст] / О. І. Захожай // Журнал «Електротехнічні та комп'ютерні системи». – 2013. – № 09 (85). – С. 186–192.

13. Захожай, О. И. Определение проективной структуры и движения по бинокулярным соответствиям в системах технического зрения [Текст] / О. И. Захожай // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – 2007. – Вып. 25. – С. 243–249.

14. Меньяйленко, О. С. Інформаційна технологія автоматизованої обробки даних в багатоканальних системах ультразвукового вимірювання [Текст] / О. С. Меньяйленко, О. І. Захожай // Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – 2014. – № 6 (98). – С. 62–67.

### References

1. Simankov, V. S., Lutsenko, E. V., (1999), “Adaptive management of complex systems based on the theory of pattern recognition: Monography” [Adaptivnoe upravlenie slozhnymi sistemami na osnove teorii raspoznavaniya obrazov: Monografiya], Techn. univ. Kuban state technol. univ., Krasnodar, 318 p.

2. Zakhzhay, O. I., (2013), “Information technology of patterns recognition in tasks of automation information processing and complex systems controlling. Problems of information technologies [Informatsiina tekhnolohiia rozpoznavannia obraziv v zadachakh avtomatyzovanoi obrobky informatsii y upravlinnia skladnyu systemamu. Problemy informatsiinykh tekhnolohii], vol. 01(013), pp. 61–68.

3. Berger, M., (1998), A new parametric family of fuzzy connectives and their application to fuzzy control. *Fuzzy Sets Syst*, vol. 93, pp. 1–16.
4. Dubois, D., Prade, H., Ughetto L., (1997), Checking the coherence and redundancy of fuzzy knowledge bases. *IEEE Trans. on Fuzzy Systems*, pp. 398–417.
5. Ivanov, G. E., (1990), Modelling of information processing and controlling [Modelirovanie processov obrabotki informacii i upravleniya], MFTI, Moscow, 158 p.
6. Zhuravlev, Yu. I., Ryazanov, V. V., Senko, O. V., (2005), Recognition. Mathematical methods. Programm System. Practical using [Metematicheskie metody. Programmnyaya sistema. Practicheskie primeneniya], Phazis, Moscow, 159 p.
7. Ryabenkyi, V. M., Zakhzhay, O. I., (2011), Combined systems of patterns recognition. Problems of information technologies [Kombinovani systemy rozpoznavannya obraziv. Problemy informatsiinykh tekhnologii], vol. 1(009), pp. 152–157.
8. Zakhzhay, O. I., Paerand, Yu. E., (2012), Basic aspects of structure organization of combined systems of patterns recognition. Bulletin of Kherson national technological university [Osnovni aspekty struktornoї orhanizatsii kombinovanykh system rozpoznavannya obraziv. Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnolohichnoho universytetu], vol. 1(44), pp. 221–225.
9. Menyaylenko, O. S., Zakhzhay, O. I., (2013), The Combined systems of patterns recognition in monitoring temperature's spatial distribution for coke pie. *Electrotechnical and computer systems [Kombinovani systemy rozpoznavannya obraziv pry analizi prostorovoho rozpodilu temperatury koksovoho pyroha. Elektrotekhnichni ta kompiuterni systemy]*, vol. 12(88), pp. 147–154.
10. Menyaylenko, O. S., Zakhzhay, O. I., Patent of Ukraine 90109 IPC (2014.01) G06/00 publ. 12.05.2014, bull. № 9.
11. Zakhzhay, O. I., (2013), Increasing of object's recognition authenticity for condition of their reflection distortions presence in patterns space. *Bulletin of Kherson national technological university [Pidvyshchennia dostovirnosti rozpoznavannya ob'ektiv za umovy naiavnosti vykryvlen yikhnoho vidobrazhennia u prostori obraziv. Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnolohichnoho universytetu]*, vol. 1 (46), pp. 144–148.
12. Zakhzhay, O. I., (2013), The rational aggregate selection of informative patterns in the combined recognition systems. *Electrotechnical and computer systems [Seleksiia ratsionalnoi sukupnosti obraziv v kombinovanykh systemakh rozpoznavannya. Elektrotekhnichni ta kompiuterni systemy]*, vol. 09 (85), pp. 186–192.
13. Zakhzhay, O. I., (2007), Definition of a projective structure and motion according to binocular correspondences in systems of technical vision. *Bulletin of Donbass state technical university [Opredelenye proektyvnoi struktury y dvyzheniya po bynokulyarnym sootvetstviyam v systemakh tekhnicheskoho zreniya. Sbornik nauchnykh trudov Donbasskoho hosudarstvennoho tekhnicheskoho universiteta.]*. vol. 25, pp. 243–249.
14. Menyaylenko, O. S., Zakhzhay, O. I., (2014), The information technology of automated data processing in the multi-channel ultrasonic measurement systems. *Research bulletin of National technical university of Ukraine "Kyiv polytechnic institute" [Informatsiina tekhnolohiia avtomatyzovanoi obrobky danykh v bahatokanalnykh systemakh ultrazvukovoho vymiriuvannya. Naukovi visti Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut]*, vol. 6 (98), pp. 62–67.

## CRITERIA FOR THE DETERMINATION OF INFORMATIVITY AND PATTERNS RANKING FOR MAKING DECISIONS IN MULTI-PARAMETRIC COMBINED RECOGNITION SYSTEMS

**O. I. Zakhzhay**

*Donbass state technical university*

**Annotation.** *One of the most promising concepts for construct recognition systems is combined systems of patterns recognition. Its concept proposed by Zhuravlev Yu.I. In this combined systems of patterns recognitions objects description included the signs of different types of information (deterministic, probabilistic, logical or structural). In this case, a sufficiently large-scale and universal database is created to describe any recognition objects for a variety of conditions for their observation. But this concept does not provide high level of recognition authenticity. For eliminate this disadvantage may be used multi-parameter combined recognition systems where the signs have a different nature of occurrence. However, such systems also have a significant disadvantage: essential increase the number of information signs for the recognition objects. This article considered questions of the informative criteria and patterns ranking development for de-*



*cision making in multi-parameter combined recognition systems. The proposed criteria allow at any time in the system's life cycle to carry out selection of informative patterns for high level of recognition authenticity providing. The proposed approach of two-stage ranking of informative images for the object of recognition. It allows determine the further strategy of their analysis and decision-making. Determination informativity criteria is based on stationarity and non-stationarity distortions of object's patterns when they are reflected on sign's area. It allows for any patterns of recognition objects to use two criteria (stationarity and non-stationarity) for determination of informativity. At the first stage carry out a priori determining patterns informativity with stationary criteria and its information is base for second stage – a posteriori determining informativity by non-stationary criteria. These two stages allow make the choice most informativity patterns for next decision-making. It allows reduce the information field of analysis and speed up result obtaining. Also on the two-stage informativity determining based patterns ranking, which was proposed. For decision-making speed maximization informative patterns analysis is carried out in accordance with ranking and decreasing of informativity level. Thus, at any time of system's life cycle, the decision-making is based on the most informativity patterns of recognition object.*

**Keywords:** *multi-parameter combined patterns recognition systems, patterns and signs informative, a priori patterns analysis, a posteriori patterns analysis, stationary and non-stationary distortion of recognition objects reflection in sign's area.*

## КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ И РАНЖИРОВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ

**О. И. Захожай**

*Донбасский государственный технический университет*

**Аннотация.** *Рассмотрен вопрос разработки критериев информативности и ранжирования образов при принятии решений в многопараметрических комбинированных системах распознавания образов. Предложенные критерии позволяют в произвольный момент жизненного цикла системы осуществлять селекцию информативных образов с целью обеспечения высокого уровня достоверности распознавания. Предложен подход двухэтапного ранжирования информативных образов объекта распознавания с целью определения дальнейшей стратегии их анализа и принятия решений.*

**Ключевые слова:** *многопараметрические комбинированные системы распознавания образов, информативность образов и признаков, априорный анализ образов, апостериорный анализ образов, стационарные и нестационарные искажения отображения объекта распознавания в пространстве признаков.*

Получено: 15.03.2018



**Захожай Олег Ігорович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій і електронних систем Донбаського державного технічного університету. Просп. Перемоги, 84, Лисичанськ, Україна, E-mail: zakhozhay.oleg@gmail.com, тел. +380668002274.

**Oleh Zakhozhay**, PhD, ass. prof., associate professor of Information technologies and electronic systems chair in Donbass state technical university. Peremogy ave., 84, Lysychansk, Ukraine.

**ORCID ID:** 0000-0002-9078-3242