



МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

ISSN 1681-7710



Системи обробки інформації

Щоквартальне
наукове видання

Випуск 1 (151)

Заснований
у березні 1996 року

У збірнику відображено результати досліджень з розробки нових інформаційних технологій як для рішення традиційних задач збору, обробки та відображення даних, так і для побудови систем обробки інформації у різних проблемних галузях. Збірник призначений для наукових працівників, викладачів, докторантів, ад'юнктів, аспірантів, а також курсантів та студентів старших курсів відповідних спеціальностей.

Засновник і видавець:
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

61023, м. Харків-23,
вул. Сумська, 77/79, НЦ ПС

Телефон:
+38 (057) 704-91-97
+38 (067) 998-02-70

E-mail редколегії:
red@hups.mil.gov.ua
red.hnups@gmail.com

Інформаційний сайт:
www.hups.mil.gov.ua

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ
В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ



ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ



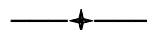
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ



ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ,
ПІДПРИЄМСТВІ ТА ВИРОБНИЦТВІ



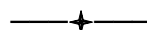
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ ТА БІОЛОГІЇ



ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА



МЕТРОЛОГІЯ,
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ



Харків • 2017

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

ТИМОЧКО Олександр Іванович (д-р техн. наук проф., ХНУПС, Харків).

Заступник головного редактора:

СУХАРЕВСЬКИЙ Олег Ілліч (д-р техн. наук проф., ХНУПС, Харків).

Члени редколегії:

БАЙРАМОВ Азад Агахар Огли (д-р фіз.-мат. наук проф., Військова академія, Баку, Азербайджан);
БАРАННИК Володимир Вікторович (д-р техн. наук, проф., ХНУПС, Харків);
ВАРША Зігмунд Лех (канд. техн. наук, Інститут промислових досліджень автоматики та вимірювань, Варшава, Польща);
ВАСЮТА Костянтин Станіславович (д-р техн. наук проф., ХНУПС, Харків);
ГОРОБЕЦЬ Микола Миколайович (д-р фіз.-мат. наук проф., ХНУ, Харків);
ГОРОДНОВ В'ячеслав Петрович (д-р військ. наук проф., ХНУПС, Харків);
ДРОБАХА Григорій Андрійович (д-р військ. наук проф., ХНУПС, Харків);
ЄВДОКИМОВ Віктор Федорович (д-р техн. наук проф., член-кор. НАНУ, ІПМЕ НАНУ, Київ);
ЄРМОШИН Михайло Олександрович (д-р військ. наук проф., ХНУПС, Харків);
ЗАХАРОВ Ігор Петрович (д-р техн. наук проф., ХНУРЕ, Харків);
ІВАНОВ Віктор Кузьмич (д-р фіз.-мат. наук с.н.с., ІРЕ НАНУ, Харків);
КАВУН Сергій Віталійович (д-р екон. наук доцент, ХННІ ДВНЗ „Університет банківської справи”, Харків);
КАЛАШНИКОВ Вячеслав (д-р техн. наук проф., Монтеррейський технологічний інститут, Мексика);
КОНОВАЛЕНКО Олександр Олександрович (д-р фіз.-мат. наук проф., академік НАНУ, РІ НАНУ, Харків);
КОНОНОВ Володимир Борисович (д-р техн. наук проф., ХНУПС, Харків);
КУЛЬПА Христоф (д-р техн. наук проф., Варшавський політехнічний університет, Польща);
КУПЧЕНКО Леонід Федорович (д-р техн. наук проф., ХНУПС, Харків);
КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук проф., НТУ „ХПІ”, Харків);
ЛОСЄВ Юрій Іванович (д-р техн. наук проф., ХНУ, Харків);
ПАВЛЕНКО Максим Анатолійович (д-р техн. наук доц., ХНУПС, Харків);
ПОРОШИН Сергій Михайлович (д-р техн. наук проф., НТУ „ХПІ”, Харків);
РАДЄВ Христо Кирилов (д-р техн. наук проф., Технічний університет, Софія, Болгарія);
РУБАН Ігор Вікторович (д-р техн. наук проф., ХНУРЕ, Харків);
СМЕЛЯКОВ Кирило Сергійович (д-р техн. наук проф., ХНУПС, Харків);
СМЕЛЯКОВ Сергій В'ячеславович (д-р фіз.-мат. наук проф., ХНУПС, Харків);
ФРЕЙЛИКХЕР Валентин (д-р фіз.-мат. наук проф., Університет імені Бар-Ілана, Ізраїль);
ХАКИМОВ Ортаголи Шарипович (д-р техн. наук проф., Науково-дослідний інститут стандартизації, метрології та сертифікації, Ташкент, Узбекистан);
ХАРЧЕНКО В'ячеслав Сергійович (д-р техн. наук проф., НАКУ „ХАІ”, Харків);
ШМАКОВ Олександр Миколайович (д-р військ. наук проф., ХНУПС, Харків);
ЯРОШ Сергій Петрович (д-р військ. наук проф., ХНУПС, Харків).

Відповідальний секретар:

ЗУБРИЦЬКИЙ Григорій Миколайович (канд. техн. наук доц., ХНУПС, Харків).

*Затверджений до друку вченою радою Харківського національного
університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
(протокол від 19 грудня 2017 року № 19)*

*Занесений до “Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися
результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук”
(технічні та військові науки), затверджено наказом Міністерства освіти і науки України
від 29.12.2014 № 1528 (із змінами від 22.12.2016 № 1604)*

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 22357 – 12257ПР від 30.09.2016 р.*

*Усі статті, що публікуються у журналі, проходять обов'язкове рецензування,
яке здійснюється за відкритою та анонімною формою як для авторів, так і для рецензентів*

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор



Інформаційний сайт видання: www.hups.mil.gov.ua.

Реферативна інформація зберігається у загальнодержавній реферативній базі даних „Україніка наукова” та публікується у відповідних тематичних серіях УРЖ „Джерело”.

Видання індексується міжнародними бібліометричними та наукометричними базами даних: *Academic Resource Index (EC), Google Scholar (США), Scientific Indexed Service (США), Index Copernicus (Польща), Open Academic Journals Index (EC), General Impact Factor (EC).*

Наукометричні показники:

ICV (Index Copernicus Value) = 60.92

З М І С Т

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

<i>Деденок В.П., Певцов Г.В., Карлов Д.В., Резников Ю.В., Чернявський О.Ю.</i> Застосування інформаційного підходу до синтезу непараметричних вирішальних правил виявлення та оцінювання параметрів сигналу на фоні завад з невідомим законом розподілу 5
<i>Жук О.Г., Шишацький А.В., Жук П.В., Животовський Р.М.</i> Методологічні основи побудови підсистеми управління радіоресурсом систем військового радіозв'язку (engl.) 16
<i>Орленко В.М.</i> Огляд сучасних систем самозахисту літаків з використанням хибних цілей, що буксируються (engl.) 26
<i>Сотніков О.М., Таршин В.А., Ясечко М.М.</i> Протидія потужному електромагнітному випромінюванню для захисту радіоелектронних засобів 32

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

<i>Пронина О.И.</i> Формализованное представление индивидуальной городской поездки на основе лингвистических переменных 39

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ

<i>Бодянский Е.В., Винокурова Е.А., Пелешко Д.Д., Кобылин И.О., Кобылин О.А.</i> Нечёткая кластеризация временных рядов с неравномерными и асинхронными тактами квантования 47
<i>Красиленко В.Г., Яцковська Р.О., Яцковський В.І.</i> Моделювання методів розпізнавання та класифікації фрагментів кольорових зображень земель сільськогосподарського призначення при їх дистанційному моніторингу 55

ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ

<i>Баранник В.В., Тарасенко Д.А.</i> Концептуальная модель эффективного внутрикадрового синтаксического кодирования сегментов на основе их трансформирования 62
<i>Воротников В.В., Бойченко О.С., Гриневич С.О.</i> Методика підвищення живучості інформаційно-комунікаційної мережі 69

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ, ПІДПРИЄМСТВІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

<i>Баглай Р.О.</i> Хмарні обчислення в діяльності банківських установ 76
<i>Дорофеев Ю.И., Никулченко А.А.</i> Оптимальное гарантирующее управление запасами в цепях поставок в условиях неопределенных запаздываний 82

C O N T E N T S

INFORMATION PROCESSING IN COMPLEX ENGINEERING SYSTEMS

<i>Dedenok V., Pievtsov H., Karlov D., Reznikov U., Chernyavskiy O.</i> Development of informative methods of synthesis of non-parametric decision rules of detection and estimation of parameters of signal on a background radio interference with the unknown law of distributing 5
<i>Zhuk O., Shyshatskyi A., Zhuk P., Zhyvotovskiy R.</i> Methodological substances of management of the radio-resource managing systems of military radio communication 16
<i>Orlenko V.</i> Review of contemporary systems for aircraft self-protection using towed decoys 26
<i>Sotnikov A., Tarshyn V., Yasechko M.</i> Counteraction to powerful electromagnetic radiation for the protection of radio-electronic devices 32

INFORMATION PROCESSING IN COMPLEX ORGANIZATIONAL SYSTEMS

<i>Pronina O.</i> Formalized presentation of an individual city trip on the basis of linguistic variables 39

MATHEMATICAL MODELS AND METHODS

<i>Bodyanskiy Y., Vynokurova O., Peleshko D., Kobylin I., Kobylin O.</i> Fuzzy clustering of time series with non-uniform and asynchronous quantization 47
<i>Krasilenko V., Yatskovska R., Yatskovskiy V.</i> Modeling of recognition and classification methods of fragments of color images of agricultural plants in their remote monitoring 55

INFOCOMMUNICATION SYSTEMS

<i>Barannik V., Tarasenko D.</i> The conceptual model of intra-frame effective syntactic segments coding on the transformation basis 62
<i>Vorotnikov V., Boychenko O., Grinevich E.</i> Method for increasing the survivability of information and communication network 69

INFORMATION TECHNOLOGIES IN ECONOMICS, ON AN ENTERPRISE AND A FACTORY

<i>Baglai R.</i> Cloud computing in the bank institutions activities 76
<i>Dorofiev Yu., Nikulchenko A.</i> Optimal guaranteed cost inventory control in supply chains with uncertain delays 82

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕДИЦИНІ ТА БІОЛОГІЇ

<i>Вербовий С.О.</i> Інформаційна модель гібридної інтелектуальної інформаційної системи опрацювання біомедичних зображень	90
<i>Печерская А.И., Высоцкая Е.В., Григорьев А.Я., Радзисhevская Е.Б., Петренко А.С.</i> Компьютеризированный анализ пространственного распределения биопродукционных процессов на изображениях биофото с плавающими растениями	96

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА

<i>Борисова Н.В., Шабанова-Кушнаренко Л.В.</i> Гибридные системы безопасности информационных и коммуникационных сетей	103
<i>Евсеев С.П.</i> Использование уязвимых кодов в крипто- кодированных системах	109
<i>Молодецька-Гринчук К.В.</i> Прототип программного комплекса выявления ознак угроз информационной безопасности государства в социальных интернет-сервисах та оцінювання їх рівня	122
<i>Ковтун М.Г.</i> Применение кривых Эдвардса для защищенной реализации механизмов электронной цифровой подписи согласно ДСТУ 4145-2002	130
<i>Шаров С.В., Лубко Д.В.</i> Разработка та використання sniffера как способа обеспечения безопасности TCP соединения	138
<i>Шевченко В.Л., Шчебланін Ю.М., Шевченко А.В.</i> Эпидемиологический подход к прогнозированию та управлению информационными инцидентами (англ.)	145

МЕТРОЛОГІЯ, ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

<i>Брацлавська А.Ю., Герасимов С.В., Зубрицький Г.М., Тимочко О.І., Тимочко О.О.</i> Теоретические основы формирования критериев оптимальности синтеза измерительных сигналов для контроля технического состояния сложных радиотехнических систем (англ.)	151
<i>Сокотун Ж.В., Кошелева О.Б., Пилипенко Ю.М., Зубрецька Н.А.</i> Нормативные обеспечения методов контроля качества поливинилхлоридной изоляции электрических кабелей	158
<i>Спольник А.И., Калиберда Л.М., Гайдусь А.Ю.</i> Информационные возможности ферромагнитного резонанса при исследовании дефектов кристаллической структуры	167
Алфавітний покажчик	172

INFORMATION TECHNOLOGIES IN MEDICINE AND BIOLOGY

<i>Verbovyi S.</i> Information model of the hybrid intelligent information system for processing biomedical images	90
<i>Pecherska A., Vysotska O., Grigoriev A., Radzishavska Y., Petrenko A.</i> Computerized analysis of spatial distribution of bioproduction processes on biophoto images with floating plants	96

INFORMATION SECURITY AND CYBERSECURITY

<i>Borisova N., Shabanova-Kushnarenko L.</i> Hybrid security systems in information and transmission networks	103
<i>Yevseiev S.</i> The use of damaged codes in crypto code systems	109
<i>Molodetska-Hrynychuk K.</i> Model of the software for determining the state's information security threats in the social networking services	122
<i>Kovtun M.</i> Using Edwards curves for the protected implementation of digital signature mechanisms according to DSTU 4145-2002 standard	130
<i>Sharov S., Lubko D.</i> The development and usage of the sniffer as a safety method of TCP-connectivity	138
<i>Shevchenko V., Shcheblanin Ju., Shevchenko A.</i> The epidemiological approach to prognosis and management of information incidents	145

METROLOGY, INFORMATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

<i>Bractslavska A., Herasimov S., Zubrytskyi H., Tymochko A., Tymochko A.</i> Theoretical basic concepts for formation of the criteria for measurement signals synthesis optimality for control of complex radio engineering systems technical status	151
<i>Sokotun Zh., Koshelieva O., Pylypenko Yu., Zubretska N.</i> Regulatory frameworks of quality control methods for PVC insulation of electric cables	158
<i>Spolnik O., Kaliberda L., Gaidus A.</i> Information opportunities of ferromagnetic resonance in the study of defects of crystalline structure	167
Alphabetical index	172

УДК 004.032

В.Г. Красиленко¹, Р.О. Яцковська², В.І. Яцковський²¹ Вінницький соціально-економічний інститут Університету «Україна», Вінниця² Вінницький національний аграрний університет, Вінниця

МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ФРАГМЕНТІВ КОЛЬОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ ЇХ ДИСТАНЦІЙНОМУ МОНІТОРИНГУ

Запропоновані модифікації еквівалентнісних моделей розпізнавання зображень, узагальнені на випадок великорозмірних кольорових та багато-спектральних зображень, що дозволяють проводити селекцію фрагментів зображень за їх кольоровими чи спектральними ознаками та виконувати їх класифікацію. Виконано моделювання цих моделей у програмному середовищі Mathcad, та наведено результати моделювання, що підтверджують адекватність алгоритмів та моделей, їх добру збіжність та якість і можливість їх застосування для селекції та групування окремих фрагментів земельних ділянок за їх ознаками при дистанційному аеро-агро-моніторингу.

Ключові слова: розпізнавання зображень, кластеризація фрагментів зображень, еквівалентнісна просторово-інваріантна модель, просторова еквівалентнісна нелінійна функція, дистанційний аеро-агро-моніторинг.

Вступ

Для багатьох галузей та сфер все більш актуальним завданням стає аналіз багатоспектральних чи гіперспектральних зображень різних природних явищ та процесів при спостереженні за ними з супутників, літаків, безпілотних апаратів, тощо та кореляційно-екстремальна координатна прив'язка в системах навігації, дистанційного моніторингу для кадастрових робіт, геодезичних та агрономічних потреб [1–3]. За кордоном, особливо в останні десятиріччя, дуже активно ведуться дослідження в цих напрямках, про що свідчать і створення спеціалізованих періодичних фахових видань, журналів, спеціальних тематичних випусків у них та широкий спектр публікацій, в тому числі і для вирішення завдань аеро-агро-моніторингу [4–13].

Важливою та основною складовою такого аналізу є обробка та розпізнавання цифрових зображень, вибір та виділення фрагментів, що становлять певний інтерес для спостерігачів, виділення характерних особливостей та текстурно-топологічних чи спектральних ознак [4–20].

Відомі деякі роботи [16–18], в яких на основі еквівалентнісної парадигми, узагальнених підходів до просторово-інваріантних розпізнавань [18], біо-інспірованих нейроасоціативних методів обробки зображень [21] та еквівалентнісних моделей частково розглядалися подібні питання, наприклад, в [16–17] розглядалися аспекти застосування еквівалентнісних функцій та моделей на їх основі для розпізнавання текстурно-топологічних ознак чорнобілих зображень та кластеризації фрагментів зображень, а в [16–19; 22–23] було розглянуто виділення контурів, ліній з різним кутом нахилу, різної товщи-

ни, просторово дискретних мікрозображень, подібних до різних геометричних фігур, тощо. Базовою моделлю вищеперерахованих робіт були еквівалентнісні моделі, описані більш детально в роботах [19–20], а в роботах [18–21] також було показано що вони можуть бути широко застосованими, як для аналізу та розпізнавання зображень, так для побудови нейронних моделей, структур, асоціативної і гетероасоціативної пам'яті.

Частково питання кластеризації фрагментів зображень розглядалися в роботах [22–23], але в них не розглядалися аспекти кластеризації фрагментів кольорових зображень саме за їх кольоровими чи спектральними ознаками. В той же час саме багатоспектральні чи гіперспектральні зображення дозволяють отримати з них більше корисної інформації [1–3; 10–13].

Особливістю аеро-гео-моніторингу є те, що його необхідно проводити періодично, та визначати зміни спектральних ознак, оскільки саме вони часто несуть в собі потрібну для дослідника чи експериментатора корисну інформацію про схожість сільськогосподарських культур, їх дозрівання, стан забур'янення, ушкодження посівів хворобами, шкідниками тощо. Тому, в даній роботі ми акцентуємо увагу і ставимо за мету адаптувати відомі еквівалентнісні моделі та методи розпізнавання образів на їх основі для випадку селекції фрагментів кольорових зображень в залежності від їх спектральних та частково текстурних ознак.

Викладення основного матеріалу

Запропонована нами модифікація відомих методів для розпізнавання фрагментів кольорових зо-

бражень саме за їх спектральними ознаками, коротко кажучи, за кольором, полягає в тому, що для визначення міри близькості між вибраним в якості еталона фрагментом та всіма іншими можливими фрагментами аналізованого зображення використо-

вується усереднена по всіх спектральних каналах просторова нормована еквівалентнісна (нееквівалентнісна) функція [18; 20]. Наприклад, нееквівалентнісна функція для визначення несхожості фрагментів, що порівнюються, буде мати вигляд:

$$NE_R_{k,l} := \frac{1}{3} \sum_s^3 \text{mean}(\text{submatrix}(R_s, k, k+lx-1, l, l+ly-1) - C_R_s), \quad (1)$$

де R_s – це відповідно R,G,B ($s \in r, g, b$) спектральні складові аналізованого зображення;

C_R_s – відповідно R,G,B спектральні складові вибраного експериментатором еталонного фрагменту з відповідною розмірністю $lx \times ly$ елементів;

$\text{submatrix}(R_s, k, k+lx-1, l, l+ly-1)$ – вибраний k, l -й фрагмент аналізованого зображення при просторовому зміщенні, а $NE_R_{k,l}$ – відповідний k, l -й елемент просторової нормованої нееквівалентнісної функції.

Для знаходження міри близькості чи схожості використовується доповнювальна дуальна еквівалентнісна функція, що визначається наступним чином:

$$E_R := RD - NE_R, \quad (2)$$

де RD – матриця, всі елементи якої мають значення 255, її нормоване значення:

$$En_R := \frac{E_R}{255}, \quad (3)$$

чи адаптивно-скоригована коефіцієнтом α нелінійності її нелінійна нормована еквівалентнісна функція (ННЕФ) після еквалізації:

$$EN_R_{k,l} := 0.5 \left[1 + (2 \cdot En_R_{k,l} - 1)^\alpha \right] \cdot 255. \quad (4)$$

Коефіцієнт $\alpha \in 1, 3, 5, \dots$. При збільшенні коефіцієнту перевага надається більш співпадаючим фрагментам.

Після бінаризації ННЕФ відповідним пороговим значенням thr визначаються функції $EN_RT_{k,l} := \Phi(EN_R_{k,l} - \text{thr}) \cdot EN_R_{k,l}$ або $EN_RTD_{k,l} := \Phi(EN_R_{k,l} - \text{thr}) \cdot 1$, які відрізняються лише тим, що в першому випадку всі пік селі, які менші за порогове значення, обнуляються, а інші залишаються зі своїми значеннями, а в другому випадку – ті, які перевищують поріг, прирівнюються до значення «1», що після відповідної еквалізації відповідає значенню «255».

Для проведення експериментів нами вибрано кольорове зображення за допомогою пакету MathCad вводилося у програмний модуль, його матриця зображення записувалася як матриця A : $A := \text{submatrix}(Im, 0, \text{rows}(Im) - 1)$, автоматично ви-

значалися індекси елементів з урахуванням розмірності, тобто кількості рядків та стовбців: $i := 0.. \text{rows}(Im) - 1$, $j := 0.. \frac{\text{cols}(Im)}{3} - 1$, виділялися відповідні спектральні складові:

$$R := \text{submatrix}\left(Im, 0, \text{rows}(Im) - 1, 0, \frac{\text{cols}(Im)}{3} - 1\right), \quad (5)$$

$$G := \text{submatrix}\left(\begin{array}{c} Im, 0, \text{rows}(Im) - 1, \\ \frac{\text{cols}(Im)}{3}, \frac{\text{cols}(Im) \cdot 2}{3} - 1 \end{array}\right), \quad (6)$$

$$B := \text{submatrix}\left(\begin{array}{c} Im, 0, \text{rows}(Im) - 1, \\ \frac{\text{cols}(Im)}{3}, \frac{\text{cols}(Im) \cdot 3}{3} - 1 \end{array}\right) \quad (7)$$

та їх доповнення:

$$RN_{i,j} := 255 - R_{i,j}$$

$$GN_{i,j} := 255 - G_{i,j}$$

$$BN_{i,j} := 255 - B_{i,j}.$$

Для вибору підходящого еталону експериментатор, підводячи курсор до пікселя фрагмента, що його зацікавив, автоматично визначає початкові координати io, jo , розміри lx, ly еталонного фрагменту та формує відповідні його спектральні складові:

$$C_R := \text{submatrix}(R, io, io + lx - 1, jo, jo + ly - 1), \quad (8)$$

$$C_G := \text{submatrix}(G, io, io + lx - 1, jo, jo + ly - 1), \quad (9)$$

$$C_B := \text{submatrix}(B, io, io + lx - 1, jo, jo + ly - 1). \quad (10)$$

Для кожного такого вибраного фрагменту, наприклад для фрагменту з координатами та розмірністю $io := 234$, $jo := 415$, $lx := 5$, $ly := 5$ визначаються розмірності та індекси (k, l) по одній та другій координатах ННЕФ: $k := 0.. \text{rows}(R) - lx$, $l := 0.. \text{cols}(R) - ly$. Використовуючи формулу: $\text{mean}(EN_RTD) \cdot \text{rows}(EN_RTD) \cdot \text{cols}(EN_RTD)$, можна визначати площу виділеного фрагменту в пікселях.

Результати модельних експериментів

Для перевірки запропонованих модифікацій еквівалентнісних моделей, що були спеціально адаптовані для вирішення вищезначеного завдання, а

саме для селекції і вибору фрагментів зображень за їх кольоровими ознаками нами було проведено низку модельних експериментів результати яких наведені нижче.

На рис. 1 показано початкове зображення яке використовувалося для експерименту.



Рис. 1. Початкове зображення земельних угідь взяте для аналізу

На рис. 2 показано один з варіантів інтерфейсного вікна Mathcad з формулами та результатами моделювання. На ньому видно формули, які викори-

стовувалися для попередньої обробки зображення, виділені після їх нелінійної обробки просторові нелінійні нормалізовані еквівалентнісні функції EN_RT та EN_RTD, що відображають області фрагментів з найбільшою схожістю з еталонним зображенням, та початкове R,G,B зображення.

Приклад виділення фрагменту з червоним кольором (покрівля будинку) показаний на рис. 3, а результат виділення по зеленому еталонному фрагменту поля з аналогічною спектральною гамою показаний на рис. 4. З урахуванням обмежень розміру статті результати оброблених зображень при виділенні фрагментів з іншими спектральними ознаками тут не наводяться. Результати моделювання показали, що на якість виділення фрагментів суттєво впливають значення вибраного порогу бінаризації еквівалентнісної функції, а для перевірки якості необхідно створити свій окремий програмний модуль і використовувати його для тестування по набору відібраних і оцінених експертами масивах зображень. Ці аспекти діагностики та тестування ми розглянемо в наступній нашій роботі.

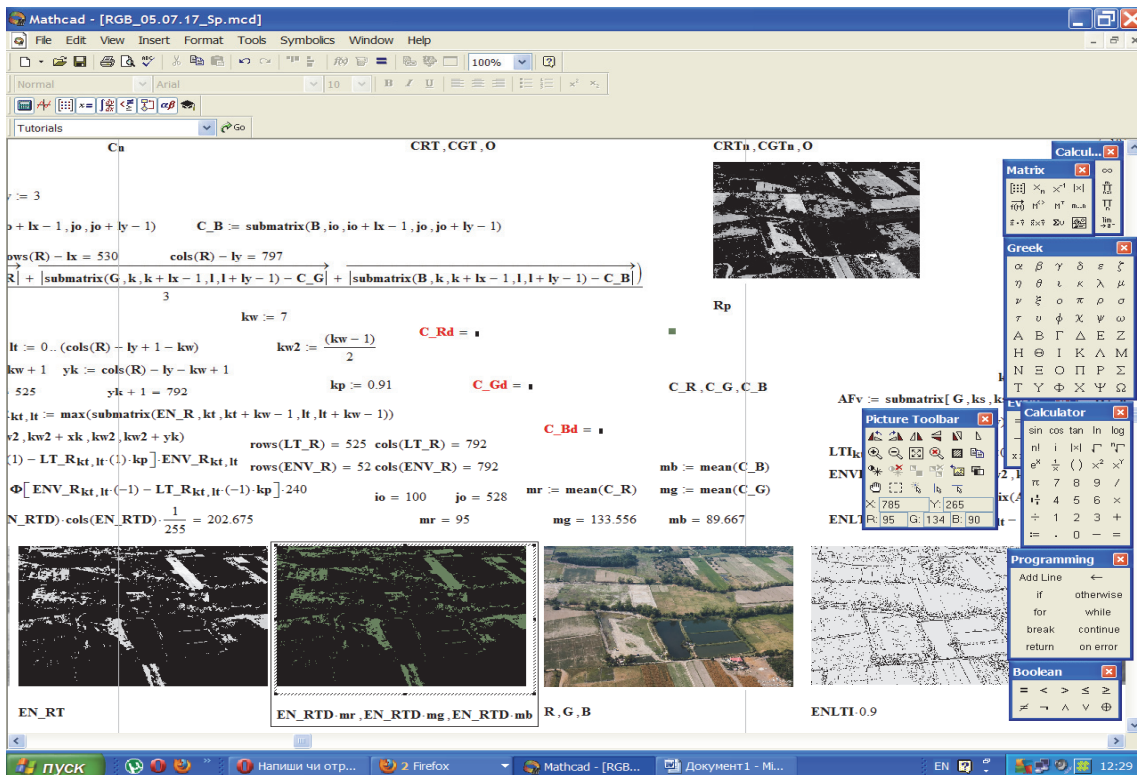


Рис. 2. Загальний вигляд інтерфейсного вікна Mathcad з формулами та результатами моделювання

Тут ми відмітимо лише той факт, що модератор чи експериментатор поки що повинен в напівавтоматичному режимі вибирати найбільш оптимальне значення порогу бінаризації наряду з вибором розміру еталонного фрагменту. Для демонстрації роботи запропонованого підходу та моделей показані результати модельних експериментів з іншим поді-

бним кольоровим зображенням, що показано на рис. 5, а самі результати – на рис. 6.

Тому частково питання стосовно визначення площі нами також в цих модельних експериментах були виконані, наприклад, ми можемо програмно визначати площу або в кількості пікселів або у відносних (частка) одиницях.



Рис. 3. Результат виділення за кольором фрагментів що подібні фрагменту покрівлі будівлі (червоний)

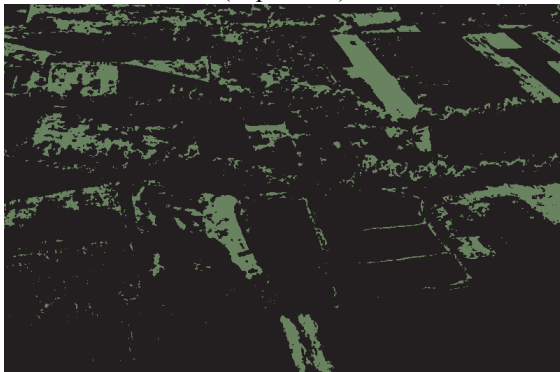


Рис. 4. Результат обробки зображення рис. 1 за фрагментами зеленого поля



Рис. 5. Вигляд другого зображення, яке використовувалося для модельних експериментів при перевірці запропонованого підходу



Рис. 6. Виділений фрагмент рис. 4 за спектральною ознакою (теракотовий)

Стосовно групування та кластеризації, тут ми ці аспекти розглядали лише частково, тому що аспекти кластеризації за різними ознаками, такими як топологічно-текстурні, рівень інтенсивності, були розглянуті в роботах [16–18].

Відмітимо те, що в наступних наших роботах ми акцентуємо увагу також на адаптації даних з баз спостережуваних зображень з метою виявлення в них закономірностей і суміщенні процесів виділення кластеризації з процесами самонавчання і визначення оптимальних для заданої кількості кластерів кількості і параметрів еталонних фрагментів.

Висновки

Запропоновано модифікації еквівалентнісних моделей для задач виділення та селекції фрагментів кольорових зображень за їх спектральними та топологічно-текстурними ознаками.

Наведені результати моделювання на конкретних кольорових зображеннях у програмному середовищі Mathcad, конкретні інтерфейсні вікна з формулами та препаративними зображеннями, що підтверджують адекватність моделей, алгоритмів що їх реалізують та показують переваги та перспективи їх застосування для задач аеро-гео-моніторингу.

Список літератури

1. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / за ред. В.І. Лялька та М.О. Попова. – К.: Наукова думка, 2006. – 360 с.
2. Зелик Я.І. Досвід використання європейських проектів CORINE і LUCAS для моніторингу та валідації земного покриву і землекористування на основі супутникових та наземних спостережень / Я.І. Зелик, Н.М. Куссуль, А.Ю. Шелестов // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки. Матеріали доповідей п'ятої Міжнародної конференції "GEOUA" (Україна, Київ, 10–14 жовтня 2016 р.). – Київ: ІКД НАН України та ДКА України, 2016. – С. 24-27.
3. Efficiency Assessment of Multitemporal CBand Radarsat 2 Intensity and Landsat 8 Surface Reflectance Satellite Imagery for Crop Classification in Ukraine / S. Skakun, N. Kussul, A. Y. Shelestov, M. Lavreniuk, O. Kussul // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – Aug. 2016. – Vol. 9, No. 8. – P. 3712-3719. – DOI: 10.1109/JSTARS.2015.2454297.
4. Sushil Kumar Joshi. Spaceborne PolInSAR tomography for vertical profile retrieval of forest vegetation / Sushil Kumar Joshi, Shashi Kumar [Електронний ресурс] // Journal of Applied Remote Sensing 11(1), 016001 (2 January 2017). – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.1117/1.JRS.11.016001>.

5. Jianhua Wang. Analysis of dynamic changes in land use based on landscape metrics in Nagasaki, Japan / Jianhua Wang, Susumu Ogawa [Електронний ресурс] // Journal of Applied Remote Sensing 11(1), 016022 (6 February 2017). – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.1117/1.JRS.11.016022>.
6. Airborne multispectral identification of individual cotton plants using consumer-grade cameras / J.K. Westbrook et al. // Remote Sens. Appl.: Soc. Environ. – 2016. – № 4. – P. 37-43.
7. Land cover mapping in an agricultural setting using multiseasonal thematic map-per data / D.R. Oettera et al. // Remote Sens. Environ. – 2001. – № 76. – P. 139-155.
8. Schmedtmann J. Reliable crop identification with satellite imagery in the context of common agriculture policy subsidy control / J. Schmedtmann, M.L. Campagnolo // Remote Sens. – 2015. – № 7. – P. 9325-9346.
9. Ozdarici A. Field-based classification of agricultural crops using multiscale images / A. Ozdarici, M. Turker // Proc. First Int. Conf. on Object-Based Image Analysis (OBIA'06), Salzburg, Austria, 2006.
10. Suitable remote sensing method and data for mapping and measuring active crop fields / H. Xie et al. // Int. J. Remote Sens. – 2007. – № 28(2). – P. 395-411.
11. Lu D. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance / D. Lu, Q. Weng // Int. J. Remote Sens. – 2007. – № 28(5). – P. 823-870.
12. Object-based crop identification using multiple vegetation indices, textural features and crop phenology / J.M. Peña-Barragán et al. // Remote Sens. Environ. – 2011. – № 115. – P. 1301-1316.
13. Object- and pixel-based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using QuickBird imagery / I.L. Castillejo-González et al. // Comput. Electron. Agric. – 2009. – № 68. – P. 207-215.
14. Харалик Р.М. Статистический и структурный подходы к описанию текстур / Р.М. Харалик // ТИИЭР. – 1979. – 1.67. – № 5.
15. Анализ и синтез случайных пространственных текстур / Г.А. Андреев, О.В. Базарский, А.С. Глауберман и др. // Зарубежная радиоэлектроника. – 1984. – № 2. – С. 3-33.
16. Красиленко В.Г. Суміщений з самонавчанням метод кластеризації фрагментів зображень за їх структурно-топологічними ознаками та його моделювання [Текст] / В.Г. Красиленко, Д.В. Нікітович // Питання прикладної математики і математичного моделювання: збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, 2014. – С. 167-176.
17. Красиленко В.Г. Моделювання суміщеного з самонавчанням методу кластеризації фрагментів зображень за їх структурно-топологічними ознаками / В.Г. Красиленко, Д.В. Нікітович // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2014. – № 2 (211). – С. 165-170.
18. Красиленко В.Г. Експериментальні дослідження просторово-інваріантних еквівалентних моделей асоціативної та гетероасоціативної пам'яті 2d образів / В.Г. Красиленко, Д.В. Нікітович // Системи обробки інформації. – Харків: ХУПС, 2014. – Вип. 4 (120). – С. 113-120.
19. Krasilenko V.G. Continuous logic equivalence models of Hamming neural network architectures with adaptive correlated weighting / V.G. Krasilenko, F.M. Saletsky, V.I. Yatskovsky, K. Konate // Proceedings of SPIE. – Vol. 3402. – SPIE, Bellingham, WA 1998. – P. 398-408.
20. Krasilenko V.G. Optical pattern recognition algorithms based on neural-logic equivalent models and demonstration of their prospects and possible implementations / V.G. Krasilenko, A.I. Nikolsky // Proc. of SPIE. – Vol. 4387. – SPIE, Bellingham, WA 2001. – P. 247-260.
21. Krasilenko Vladimir. Design and simulation of a multiport neural network heteroassociative memory for optical pattern recognitions / Vladimir Krasilenko, Alexander Lazarev, Sveta Grabovlyak // Optical Pattern Recognition XXIII, David P. Casasent; Tien-Hsin Chao, Editors, Proceedings of SPIE Vol. 8398. – SPIE, Bellingham, WA 2012, 83980N.
22. Krasilenko Vladimir G. Using a multi-port architecture of neural-net associative memory based on the equivalency paradigm for parallel cluster image analysis and self-learning / Vladimir G. Krasilenko, Alexander A. Lazarev, Sveta K. Grabovlyak, Diana V. Nikitovich // Intelligent Robots and Computer Vision XXX: Algorithms and Techniques, Juha Röning; David Casasent, Editors, Proc. of SPIE Vol. 8662. – SPIE, Bellingham, WA 2013. – 86620S. – DOI: 10.1117/12.2003169.
23. Krasilenko Vladimir G. Experimental research of methods for clustering and selecting image fragments using spatial invariant equivalent models / Vladimir G. Krasilenko, Alexander A. Lazarev, Diana V. Nikitovich // Second International Conference on Applications of Optics and Photonics, Manuel Filipe P. C. Martins Costa; Rogério Nunes Nogueira, Editors, Proceedings of SPIE Vol. 9286. – SPIE, Bellingham, WA 2014. – 928650.

References

1. Lyalka, V.I. and Popov, M. (2016), “Bahatospektralni metody dystantsiinoho zonduvannia Zemli v zadachakh pryrodokorystuvannia” [Multi-spectral methods of remote sensing of the Earth in the problems of nature management], Scientific Opinion, Kyiv, 360 p.
2. Zelik, Y.A., Kussul, N.M. and Shelestov, A.Y. (2016), “Dosvid vykorystannia yevropeiskykh proektiv CORINE i LUCAS dlia monitorynhu ta validatsii zemnoho pokryvu i zemlekorystuvannia na osnovi sputnykovykh ta nazemnykh sposterezhen” [Experience of using CORINE and LUCAS European projects for monitoring and validation of terrestrial cover and land use on the basis of satellite and ground observations], 5th International Conference “GEOUA”: Aerospace Observations in the interests of sustainable development and security. October 10-14, 2016, National Academy of Sciences of Ukraine and DKA of Ukraine, pp. 24-27.
3. Skakun, S., Kussul, N., Shelestov, A.Y., Lavreniuk, M. and Kussul, O. (2016), Efficiency Assessment of Multitemporal CBand Radarsat 2 Intensity and Landsat 8 Surface Reflectance Satellite Imagery for Crop Classification in Ukraine, *IEEE*

Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol. 9, No. 8, pp. 3712-3719, DOI: 10.1109/JSTARS.2015.2454297.

4. Sushil Kumar Joshi, Shashi Kumar, (2017), Spaceborne PolInSAR tomography for vertical profile retrieval of forest vegetation, *Journal of Applied Remote Sensing*, No. 11(1), 016001, <http://dx.doi.org/10.1117/1.JRS.11.016001> (2 January 2017).
5. Wang, Jianhua and Ogawa, Susumu (2017), Analysis of dynamic changes in land use based on landscape metrics in Nagasaki, Japan, *Journal of Applied Remote Sensing*, No. 11(1), 016022, (6 February 2017). <http://dx.doi.org/10.1117/1.JRS.11.016022> (6 February 2017).
6. Westbrook, J.K. (2016), Airborne multispectral identification of individual cotton plants using consumer-grade cameras, *Remote Sens. Appl.: Soc. Environ.*, No. 4, pp. 37-43.
7. Oettera D.R. (2001), Land cover mapping in an agricultural setting using multiseasonal thematic map-per data, *Remote Sens. Environ.*, No. 76, pp. 139-155.
8. Schmedtmann, J. and Campagnolo, M.L. (2015), Reliable crop identification with satellite imagery in the context of common agriculture policy subsidy control, *Remote Sens.*, No. 7, pp. 9325-9346.
9. Ozdarici, A. and Turker, M. (2006), Field-based classification of agricultural crops using multiscale images, *Proc. First Int. Conf. on Object-Based Image Analysis (OBIA'06)*, Salzburg, Austria.
10. Xie, H. (2007), Suitable remote sensing method and data for mapping and measuring active crop fields, *Int. J. Remote Sens.*, No. 28(2), pp. 395-411.
11. Lu, D. and Weng, Q. (2007), A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance, *Int. J. Remote Sens.*, No. 28(5), pp. 823-870.
12. Peña-Barragán, J.M. (2011), Object-based crop identification using multiple vegetation indices, textural features and crop phenology, *Remote Sens. Environ.*, No. 115, pp. 1301-1316.
13. Castillejo-González I.L. (2009), Object- and pixel-based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using QuickBird imagery, *Comput. Electron. Agric.*, No. 68, pp. 207-215.
14. Haralik, R.M. (1979), "Analiz i sintez sluchaynykh prostranstvennykh tekstur" [Statistical and structural approaches to the description of textures], *TIYER*, 1.67, No. 5.
15. Andreev, G.A., Bazarsky O.V. and Glauberman, A.S. (1984), "Analiz i sintez sluchaynykh prostranstvennykh tekstur" [Analysis and synthesis of random spatial textures], *Foreign radio electronics*, No. 2, pp. 3-33.
16. Krasilenko, V.G. and Nikitovich, D.V. (2014), "Sumishchenyi z samonavchanniam metod klasteryzatsii frahmentiv zobrazhen za yikh strukturno-topolohichnymy oznakamy ta yoho modeliuвання" [Together with self-study the method of clustering of fragments of images according to their structural-topological features and its modeling], *Collection of scientific works of Oles Gonchar Dnepropetrovsk National University: Questions of Applied Mathematics and Mathematical Modeling*, Dnipropetrovsk, pp. 167-176.
17. Krasilenko, V.G. and Nikitovich, D.V. (2014), "Modeliuвання sumishchenoho z samonavchanniam metodu klasteryzatsii frahmentiv zobrazhen za yikh strukturno-topolohichnymy oznakamy" [Simulation of a method of clustering of fragments of images combined with self-study according to their structural-topological features], *Bulletin of the Khmelnytsky National University*, №2 (211), pp. 165-170.
18. Krasilenko, V.G. and Nikitovich, D.V. (2014), "Eksperymentalni doslidzhennia prostorovo-invariantnykh ekvivalentnistnykh modelei asotsiatyvnoi ta heteroasotsiatyvnoi pam'iaty 2d obraziv" [Experimental investigations of space-invariant equivalent models of associative and hetero-associative memory of 2d images], *Information Processing Systems*, Vol. 4(102), pp. 113-120.
19. Krasilenko, V.G. Saletsky, F.M., Yatskovsky, V.I. and Konate, K. (1998), Continuous logic equivalence models of Hamming neural network architectures with adaptive correlated weighting, *Proceedings of SPIE*, Vol. 3402, SPIE, Bellingham, WA, pp. 398-408.
20. Krasilenko, V.G. and Nikolsky, A.I. (2001), Optical pattern recognition algorithms based on neural-logic equivalent models and demonstration of their prospects and possible implementations, *Proc. of SPIE*, Vol. 4387, SPIE, Bellingham, WA, pp. 247-260.
21. Krasilenko, V., Lazarev, A. and Grabovlyak, S. (2012), Design and simulation of a multiport neural network heteroassociative memory for optical pattern recognitions, *Optical Pattern Recognition XXIII, Proceedings of SPIE*, Vol. 8398, SPIE, Bellingham, WA, 83980N.
22. Krasilenko, Vladimir G., Lazarev, Alexander A., Grabovlyak, Sveta K. and Nikitovich, Diana V. (2013), Using a multiport architecture of neural-net associative memory based on the equivalency paradigm for parallel cluster image analysis and self-learning, *Intelligent Robots and Computer Vision XXX: Algorithms and Techniques, Juha Röning; David Casasent, Editors, Proc. of SPIE*, Vol. 8662, SPIE, Bellingham, WA, 86620S, DOI: 10.1117/12.2003169.
23. Krasilenko, Vladimir G., Lazarev, Alexander A. and Nikitovich, Diana V. (2014), Experimental research of methods for clustering and selecting image fragments using spatial invariant equivalent models, *Second International Conference on Applications of Optics and Photonics, Manuel Filipe P. C. Martins Costa; Rogério Nunes Nogueira, Editors, Proceedings of SPIE*, Vol. 9286, SPIE, Bellingham, WA, 928650.

Надійшла до редколегії 27.10.2017

Схвалена до друку 07.12.2017

Відомості про авторів:

Красиленко Володимир Григорович

кандидат технічних наук старший науковий співробітник
доцент Вінницького соціально-економічного інституту
Університету «Україна»
Вінниця, Україна,
<https://orcid.org/0000-0001-6528-3150>
e-mail: krasv@i.ua

Яцковська Римма Олександрівна

асистент Вінницького національного аграрного
університету,
Вінниця, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-6093-8058>
e-mail: rimmayatsk@gmail.com

Яцковський Віктор Іванович

кандидат технічних наук старший викладач
Вінницького національного аграрного
університету,
Вінниця, Україна
e-mail: vik@vsau.vin.ua

Information about the authors:

Krasilenko Volodymyr

Candidate of Sciences Senior Research
Associate Professor Vinnytsia Socio-Economic Institute
of the University of Ukraine,
Vinnitsa, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6528-3150>
e-mail: krasv@i.ua

Yatskovska Rymma

Assistant Lecturer
Vinnitsa National Agrarian University,
Vinnitsa, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6093-8058>
e-mail: rimmayatsk@gmail.com

Yatskovskiy Viktor

Candidate of Sciences
Senior Instructor
Vinnitsa National Agrarian University,
Vinnitsa, Ukraine
e-mail: vik@vsau.vin.ua

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ
ФРАГМЕНТОВ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
ПРИ ИХ ДИСТАНЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ**

В.Г. Красиленко, Р.А. Яцковская, В.И. Яцковский

На основе обзора и анализа публикаций в статье обоснована перспективность применения для дистанционного агро-агро-мониторинга методов обработки, распознавания цветных и многоспектральных изображений и актуальность совершенствования, адаптации известных моделей и алгоритмов распознавания фрагментов изображений сельскохозяйственных угодий с целью их классификации и изучения пространственно-временных изменений. В соответствии с поставленной целью – адаптацией известных пространственно-инвариантных эквивалентностных моделей и процедур распознавания образов на их основе, выполнением модельных экспериментов для верификации, предложены и промоделированы модификации этих моделей для случая селекции фрагментов цветных изображений в зависимости от их спектральных и частично текстурных признаков. Преимущество предложенных модификаций эквивалентностных моделей распознавания изображений, использующих в качестве меры близости-сходства двумерных образов пространственные эквивалентностные функции со спектральным и адаптивным нелинейным взвешиваниями, заключается в их адаптивности к специфике изображений, возможности обобщения на случай крупноразмерных цветных многоспектральных изображений и в более точной интегральной идентификации-селекции фрагментов изображений в соответствии с их цветными или спектральными признаками с целью их классификации, уточнения, изучения особенностей. Выполнено моделирование этих моделей в программной среде Mathcad, и приведены результаты моделирования, подтверждающие адекватность алгоритмов и моделей, их хорошую сходимость, качество и возможность их применения для селекции и группировки отдельных фрагментов земельных участков по их признакам при дистанционном агро-агро-мониторинге.

Ключевые слова: распознавание изображений, кластеризация фрагментов изображений, эквивалентностная пространственно-инвариантная модель, пространственная эквивалентностная нелинейная функция, дистанционный агро-агро-мониторинг.

**MODELING OF RECOGNITION AND CLASSIFICATION METHODS OF FRAGMENTS OF COLOR IMAGES
OF AGRICULTURAL PLANTS IN THEIR REMOTE MONITORING**

V. Krasilenko, R. Yatskovska, V. Yatskovskiy

Based on the review and analysis of publications in the article, the perspectives of application for remote agro-agro monitoring of processing methods, color and multi-spectral image recognition and the relevance of improvement, adaptation of known models and algorithms for recognizing fragments of images of agricultural lands with the purpose of their classification and study space-time changes. In accordance with the goal - the adaptation of known spatially invariant equivalent models and pattern recognition procedures based on them, the implementation of model experiments for verification, modifications of these models are suggested and modeled for the case of selection of fragments of color images depending on their spectral and partially textural features. The advantage of the proposed modifications of the equivalence models of image recognition using spatial equivalence functions with spectral and adaptive nonlinear weights as a measure of closeness and similarity of two-dimensional images is their adaptation to the specificity of images, the possibility of generalization to the case of large-scale color multi-spectral images, and in a more accurate integral identification-selection of image fragments in accordance with their color or spectral recognition for the purpose of classification, specification, study characteristics. Modeling of these models in the software environment of Mathcad is performed, and the simulation results confirming the adequacy of algorithms and models, their good convergence, quality and the possibility of their application for the selection and grouping of individual fragments of land plots according to their characteristics during remote agro-agro monitoring are presented.

Keywords: image recognition, clustering of image fragments, equivalent spatial-invariant model, spatial equivalent nonlinear function, remote agro-agro monitoring.

Алфавітний покажчик

Баглай Р.О.	76	Каліберда Л.М.	167	Сокотун Ж.В.	158
Бараннік В.В.	62	Карлов Д.В.	5	Сотніков О.М.	32
Бодянський Є.В.	47	Кобилін І.О.	47	Спольник О.І.	167
Борисова Н.В.	103	Кобилін О.А.	47	Тарасенко Д.А.	62
Брацлавська А.Ю.	151	Ковтун М.Г.	130	Таршин В.А.	32
Вербовий С.О.	90	Кошелева О.Б.	158	Тимочко О.І.	151
Винокурова О.А.	47	Красиленко В.Г.	55	Тимочко О.О.	151
Висоцька О.В.	96	Лубко Д.В.	138	Чернявський О.Ю.	5
Гайдусь А.Ю.	167	Молодецька-Гринчук К.В.	122	Шабанова-Кушнарєнко Л.В.	103
Герасимов С.В.	151	Нікульченко А.О.	82	Шаров С.В.	138
Григор'єв О.Я.	96	Орленко В.М.	26	Шевченко А.В.	145
Деденок В.П.	5	Пелешко Д.Д.	47	Шевченко В.Л.	145
Дорофєєв Ю.І.	82	Петренко А.С.	96	Шишацький А.В.	16
Євсєєв С.П.	109	Печерська А.І.	96	Щебланін Ю.М.	145
Животовський Р.М.	16	Пєвцов Г.В.	5	Ясєчко М.М.	32
Жук О.Г.	16	Пилипенко Ю.М.	158	Яцковська Р.О.	55
Жук П.В.	16	Проніна О.І.	39	Яцковський В.І.	55
Зубрецька Н.А.	158	Радзішевська Є.Б.	96		
Зубрицький Г.М.	151	Резников Ю.В.	5		

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ Випуск 5 (151)

Відповідальний за випуск *Г.М. Зубрицький*
Комп'ютерна верстка *В.В. Кірвас*
Комп'ютерний дизайн обкладинки *І.В. Льїна*
Техн. редактор *В.В. Кірвас* Коректор *Н.К. Гур'єва*
Формат 60×84/8 Ум.-друк. арк. – 19,99
Підписано до друку 21.12.2017



Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 22357 – 12257ПР від 30.09.2016 р.
Ціна договірна Тираж 150 пр. Зам. 1221-17
Адреса редакції: 61023, Харків-23, вул. Сумська, 77/79
тел. (057) 704-91-97, (067) 998-02-70 e-mail: red@hups.mil.gov.ua red.hnups@gmail.com

Видавництво Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5370 від 30.06.2017 р.
Адреса видавництва: 61023, Харків-23, вул. Сумська, 77/79

Віддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В.В.
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.
Запис № 2480000000106167 від 08.01.2009 р.
61144, Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137
тел. (057) 778-60-34 e-mail: bookfabrik@mail.ua