

12.05.2020

1/6-05, 61

ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу Захожая Олега Ігоровича
«Моделі, методи та інформаційна технологія гібридного розпізнавання
образів для консолідованої обробки неоднорідних даних в складних
системах», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології**

Актуальність теми дисертаційної роботи. Робота присвячена вдосконаленню інформаційних технологій обробки даних на основі використання методів розпізнавання образів з метою підвищення достовірності такого розпізнавання з одночасним скороченням кількості даних в умовах наявності різного роду перешкод. Слід зазначити, що загальна проблема розпізнавання образів є однією з центральних в концепції штучного інтелекту. Зусилля по дослідженню даної проблеми протягом, приблизно, половини сторіччя принесли визначені результати, особливо у прикладних галузях з використанням алгоритмів, що орієнтовані на вирішення порівняно вузького кола задач. В цьому напрямі виконуються інтенсивні дослідження великою групою як вітчизняних, так і іноземних дослідників. Ними отримані важливі фундаментальні результати, але в цілому проблема ще далека від вичерпного рішення. Так, наприклад, низка відомих вчених (В. Вапник, О. Червоненкіс, В. Васильєв) в своїх працях відмічали деякий застій в побудові загальної теорії розпізнавання образів. Поява та широке використання в останні три десятиріччя нейромережових методів розцінюється більше як «інструменти», ніж деяка нова методологія вирішення задач класифікації. В цілому методологія розпізнавання образів залишається незмінною та визначається наступними етапами: формування образу або множини образів; формування множини ознак (словника ознак); побудова вирішальних правил класифікації та безпосередня класифікація образів. При цьому присутні процедури навчання із «вчителем» або самонавчання систем розпізнавання. Найбільш складними етапами є перші два, тому якщо запропонувати шляхи подальших досліджень в галузі розпізнавання образів, то, на мій погляд, актуальними будуть

саме дослідження щодо удосконалення та узагальнення існуючих методів реалізації вказаних етапів.

Слід зазначити ще і те, що «поштовхом» до цього є постійна поява нових масштабних і високотехнологічних прикладних задач, що потребують автоматизації та особливістю яких є те, що вони повинні вирішуватись в реальному часі при наявності різного роду перешкод. Все сказане у повній мірі відноситься до теми дисертації автора, присвяченої дослідженню і розробці моделей, методів та інформаційних технологій гібридного розпізнавання образів для консолідованої обробки неоднорідних даних в складних системах. Робота виконана відповідно до пріоритетних напрямів науково-дослідних робіт Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Таким чином, тема роботи є безумовно актуальною, а саму дисертацію можна кваліфікувати як таку, де виконано теоретичне узагальнення методів розпізнавання образів, створення на цій основі нових підходів з метою вирішення низки складних задач.

Структура, логіка і зміст дослідження. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Робота викладена на 317 сторінках машинописного тексту, 259 сторінок основного тексту, містить 49 рисунків, 7 таблиць, 8 додатків на 32 сторінках. Бібліографічний список містить 236 найменувань на 26 сторінках. Робота характеризується цілісністю та логічністю викладення матеріалу. Термінологія дисертаційної роботи є загальнонауковою.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено науково-прикладну проблему, що вимагає розв'язання, показано зв'язок роботи з державними науковими програмами. Сформульовано мету і задачі дослідження, охарактеризовано новизну і практичну цінність одержаних результатів.

В першому розділі проведено глибокий аналіз методів та інформаційних технологій розпізнавання образів в задачах обробки даних у складних системах. В результаті цього обґрунтовується наявність суттєвої науково-практичної проблеми, що виникає через протиріччя, коли збільшення інформативних ознак та використання складних алгоритмів дозволяє отримати підвищення достовірності

результату аналізу, але це може призвести до збільшення часу процесу аналізу даних для прийняття рішень. Особливо це стосується практичних задач, де прийняття рішень повинно здійснюватись в режимі реального часу. Автор бачить вирішення цієї проблеми шляхом реалізації наступних дій:

- збільшення кількості інформативних ознак, що характеризують стан складних систем при різноманітних умовах навколишнього середовища та впливу різноманітних перешкод;

- ситуативна селекція сукупності найбільш інформативних у поточний момент ознак складної системи, що надаються для співставлення та класифікації;

- виділення та сумісна обробка ознак, що входять до логічних поєднань.

З огляду на це метою дослідження є розробка науково-теоретичних засад, що забезпечують заданий рівень достовірності розпізнавання образів з одночасним зменшенням кількості даних, що надаються для співставлення в складних системах, які функціонують в реальному часі при наявності різного роду неоднорідних даних. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання наступних задач:

- розробка принципу консолідації неоднорідних даних в складних системах в умовах наявності різноманітних перешкод і викривлень;

- обґрунтування концепції гібридного розпізнавання образів для консолідованої обробки даних в складних системах;

- формалізація процесу представлення даних та розробка інформаційної моделі гібридного розпізнавання образів;

- розробка моделі визначення рівня інформативності ознак в динаміці їхньої зміни;

- розробка методів консолідації інформативних ознак та розпізнавання образів для складаних систем з неоднорідними даними;

- розробка інформаційної технології гібридного розпізнавання образів для консолідованої обробки даних та її практична реалізація для вирішення низки практичних задач.

Ці задачі вирішені відповідно в 2-5 розділах дисертації. В додатках наведені документи, що підтверджують використання результатів дослідження на практиці

і в навчальному процесі. Структура, логіка викладання матеріалу, об'єм і зміст роботи в цілому відповідає чинним вимогам до докторських дисертацій.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи. До найбільш вагомих наукових результатів, отриманих особисто автором, можна віднести наступні:

1) сформульовано принцип консолідації неоднорідних даних в складних системах, який базується на формуванні сукупності образів об'єкту розпізнавання, ознаки яких мають різну природу виникнення;

2) побудовано ситуаційно-подійну модель гібридного розпізнавання образів, що характеризується наявністю стаціонарних та нестаціонарних характеристик інформативності для опису статичної та динамічної складових поточних ситуацій;

3) розроблено метод консолідації неоднорідних даних при гібридному розпізнаванні, який дозволяє здійснити селекцію образів складної системи з метою зменшення кількості співставлень даних для отримання рішення;

4) розроблено метод та інформаційну модель визначення послідовності обробки даних, які базуються на узагальненні моделі емоційних процесів людини, запропонованою Аткинсоном-Шифріном, для складних систем з неоднорідними даними;

5) розроблено метод та інформаційну технологію гібридного розпізнавання образів, які використовують принципи роздільного аналізу інформативних ознак та пошуку груп образів з ідентичною класифікацією, що дозволяє забезпечити апріорно заданий рівень достовірності обробки неоднорідних даних;

6) запропоновано метод екстенціонально-інтенціонального аналізу ознак, який оснований на прийнятті швидкого рішення по узагальненим характеристикам складної системи та використанні, в разі необхідності, деталізованого аналізу даних для уточнення результату, що дозволяє зменшити кількість співставлень даних при класифікації образів;

7) розроблено інформаційну технологію розпізнавання образів, що заснована на принципі гібридного розпізнавання та вирішує задачу консолідованої обробки неоднорідних даних в складних системах.

Отримала подальший розвиток теорія комбінованих систем розпізнавання образів, яка за рахунок опису об'єкту розпізнавання ознаками різної природи виникнення, дозволяє здійснювати достовірну класифікацію за умови зміни різнорідних перешкод та викривлень. Також удосконалено матричну інформаційну модель складної системи, в якій неоднорідні дані компонуються в різних шарах, що забезпечує гнучкість у виборі альтернатив консолідації даних та методів їх обробки.

Достовірність наукових результатів підтверджується коректним використанням математичного апарату, численними експериментальними дослідженнями, теоретичними та практичними результатами, отриманими в галузі автоматизованих систем обробки даних на основі гібридного розпізнавання образів, перевіркою запропонованих рішень в трьох реальних системах автоматизованої обробки інформації різної структурної організації та призначення.

Практичне значення одержаних результатів полягає в придатності для практичного застосування розробленого підходу, методів, моделей та інформаційної технології для вирішення цілої низки задач. Результати досліджень були використані у коксохімічному виробництві для вдосконалення автоматизованої системи контролю просторового розподілу температури коксової печі на базі Алчевського коксохімічного заводу; для систем ультразвукового вимірювання лінійної відстані для засобів автоматизації на базі ДП «Укрчорметавтоматика»; в системі перевірки унікальності тестових даних на базі ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»; в навчальному процесі Східноукраїнського національного університету. Перелічені впровадження підтверджуються відповідними документами, які наведені у додатках дисертації, що визначає практичну цінність отриманих наукових результатів.

Оцінка вмісту дисертації і відповідності чинним вимогам до оформлення. Дисертація є завершеним науковим дослідженням. Вона містить нові фундаментальні науково-практичні результати, які в сукупності є вагомим внеском в теорію розпізнавання образів при управлінні складними системами, що функціонують в умовах наявності неоднорідних даних.

Дисертація повністю відповідає формулі і напрямкам дослідження, вказаним в паспорті спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Автореферат дисертації розкриває основні положення та висновки роботи, є ідентичним за структурою та змістом дисертації. Дисертація та автореферат відповідають вимогам щодо їх оформлення.

Дисертаційна робота повно опублікована в 42 наукових працях, в тому числі: 10 працях у фахових виданнях, рекомендованих МОН України для опублікування результатів наукових робіт; 16 статтях в фахових виданнях, рекомендованих МОН України та таких, що входять до наукометричних баз даних Scopus та ін.; 1 статті в іноземному виданні, що входить до наукометричних баз даних Web of Science та ін.; 9 тезах доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях; отримано 6 патентів України.

Зауваження щодо дисертації та автореферату. Поряд із зазначеними здобутками дисертаційної роботи слід вказати на наступні недоліки:

1) В першому розділі роботи (п. 1.2) аналізуються різні напрями, існуючі моделі та методи теорії розпізнавання образів, однак поза увагою автора залишилися нейронні мережі. І хоча вони не вплинули на подальший розвиток загальної методології даної теорії, їх огляд був би доречним.

2) У п. 1.2.3 (розділ 1) йдеться про методи обробки неоднорідних даних, однак саме поняття «неоднорідні дані» не формалізовано. Це ж саме стосується виразів (1.10), (1.11), до складу яких входить «деяка перешкода».

3) У другому розділі роботи (с. 103) для визначення інформативності (корисності) ознак використовується вираз (2.7), однак не зрозуміло, що означає «виправлене» середньоквадратичне відхилення інформативностей.

4) У виразі (2.15), що описує залежність розподілу відображення від рівня сигналу не розкрито суть додаткового функціонального аргумента $f'(\alpha, \beta)$.

5) У третьому розділі роботи (с. 133, вираз 3.6) йдеться про вагові коефіцієнти ознак, те ж саме відзначається на с. 146 при розгляді виразу (3.21). Однак, яким саме чином визначаються або призначаються такі коефіцієнти в роботі не розкрито.

6) На с. 157 третього розділу роботи стверджується, що «для уникнення неоднозначності розподілу образів за консолідованими групами» було використано елементи теорії грубих множин, але подробиці такого використання в роботі не розглянуті.

7) Четвертий розділ роботи можна розглядати, як теоретичний, в якому розглянуті основні принципи, умови та вимоги щодо створення інформаційної технології на базі запропонованих автором моделей та методів. Однак, він викладений, в основному, на описовому рівні та відрізняється за об'ємом від перших трьох розділів.

8) Не зовсім зрозумілий рис. 4.2 (с. 183), який відображає формування черги і послідовності обробки даних при гібридному розпізнаванні, наприклад, яким чином розцінювати зменшення пріоритету, як по горизонталі, так і по вертикалі.

9) У п'ятому розділі роботи при описі інформаційної технології аналізу просторового розподілу температури коксового пирога для коксохімічного виробництва наведена модель опису складної системи, що описується виразом (5.4) на с. 209. Однак, незрозуміло чому ознаки образу P_1 подаються простим їх переліченням, а ознаки образу P_2 ставляться в залежності від часу.

10) При описі інформаційної технології ультразвукового вимірювання лінійних відстаней для систем автоматички на с. 233 йдеться про надання оператору експертних знань щодо характеристик датчиків, однак формування експертних оцінок в роботі детально не розглянуто.

11) В тексті дисертації подекуди зустрічаються помилки стилістичного та граматичного характеру, а об'єм автореферату, на мій погляд, дещо перевищує встановлену норму.

Зазначені недоліки не є визначальними і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Загальний висновок по дисертаційній роботі. Дисертаційна робота Захожая Олега Ігоровича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридного розпізнавання образів для консолідованої обробки неоднорідних даних в складних системах» є завершеною науково-дослідною роботою і містить нові наукові результати, які в сукупності вирішують актуальну науково-практичну проблему підвищення ефективності і якості розпізнавання образів у складних системах в умовах наявності різного роду неоднорідних даних.

Вважаю, що за обсягом, якістю дослідження і отриманими теоретичними та практичними результатами дисертаційна робота Захожая Олега Ігоровича відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 (зі змінами) щодо докторських дисертацій, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,
професор кафедри інженерії
програмного забезпечення
Чорноморського національного
університету імені Петра Могили,
доктор технічних наук, професор

Підпис Коваленка І. І. засвідчую:
вчений секретар Чорноморського
національного університету імені Петра Могили



І. І. Коваленко

В. О. Чорна