

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу

Хламова Сергія Васильовича

«Обчислювальні методи обробки даних для виявлення об'єктів з близьконульовим видимим рухом», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми. Автоматична або автоматизована обробка цифрового відеоряду з будь якою метою виконується за допомогою відповідних спеціальних обчислювальних методів. Одним з завдань обчислювальних методів обробки цифрового відеоряду яких є виявлення рухомих об'єктів на відеоряді. Така задача зустрічається під час виявлення зображень снарядів, які наближаються, штучних супутників Землі під час їх виходу з-під горизонту, астероїдів або комет, що зближуються з Землею, та інше. Особливо складним ця задача стає у випадку виявлення об'єктів, переміщення яких між кадрами сумірне з розмірами їх зображень. Унікальність таких об'єктів, як об'єктів виявлення засобами спостереження дозволила автору віднести їх до введеного ним окремого підкласу об'єктів з близьконульовим видимим рухом.

Існують жорсткі вимоги до показників якості виявлення об'єктів з близьконульовим видимим рухом, але їх реалізація неможлива при використанні традиційних методів обробки. Тому актуальною є науково-технічна задача розробки обчислювальних методів виявлення близьконульового видимого руху об'єкта і методів дослідження показників якості виявлення розроблених методів. Вирішення цієї задачі пов'язане такими національними та міжнародними науковими програмами як, наприклад, міжнародної програми «Захист Планети» (Planetary Defense) від Міжнародної Академії Астронавтики (International Academy of Astronautics – IAA) або міжнародної програми Gaia-FUN-SSO, НДР №307 «Динамічний



інтелектуальний аналіз послідовностей нечіткої інформації за умов суттєвої невизначеності на основі гібридних систем обчислювального інтелекту».

Логіка викладення матеріалу та основний зміст роботи. Основний зміст роботи викладений у трьох розділах.

Перший розділ обґрунтовує актуальність теми досліджень. У розділі введено клас об'єктів з близьконульовим видимим рухом, як підклас рухомих об'єктів, та наведено приклади таких об'єктів різної природи. Проаналізовані характеристики та особливості умов спостереження об'єктів з близьконульовим видимим рухом. Вказані передумови, які необхідні для вдосконалення традиційних та створення нових обчислювальних методів обробки даних для виявлення об'єктів з близьконульовим видимим рухом. На основі проведеного аналізу сформульовані мета та задачі дослідження.

У другому розділі містяться теоретичні результати дослідження. У розділі вдосконалено підстановочний обчислювальний метод максимально правдоподібного виявлення близьконульового видимого руху об'єкта. Розглянуті випадки використання відомої та невідомої дисперсії вимірювань положення об'єкта, а також використання її зовнішньої оцінки. У розділі вперше запропоновано обчислювальний метод виявлення близьконульового видимого руху об'єкта, що заснований на критеріях значущості швидкості видимого руху об'єкта.

Третій розділ містить опис проведення експериментальних досліджень розроблених методів та їх впровадження у програму автоматизованого виявлення астероїдів і комет CoLiTec. У розділі запропоновано метод оцінки показників якості виявлення близьконульового видимого руху об'єкта на основі статистичного та натурного моделювання. Використання цього методу дозволило визначити показники якості виявлення близьконульового видимого руху об'єкта на відеоряді для розроблених обчислювальних методів виявлення. Розділ містить опис функціональної взаємодії блоків у програмного комплексу CoLiTec, який використовує розроблені обчислювальні методи у модулі міжкадрової обробки. Також показані результати застосування цього програмного комплексу для автоматизованого спостереження малих тіл Сонячної системи (астероїдів та комет).

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій. Запорукою обґрунтованості наукових результатів дисертаційної роботи є коректне використання математичного апарату статистичної теорії перевірки гіпотез і оцінки параметрів, оптимізації, дисперсійного аналізу, статистичного і натурального моделювання та методів математичної статистики. Достовірність отриманих результатів підтверджується експериментально та через дослідну експлуатацію програмних виробів, що їх реалізують.

Наукова новизна результатів роботи:

– вперше запропоновано обчислювальний метод виявлення близьконульового видимого руху об'єкта, що заснований на критеріях значущості швидкості видимого руху об'єкта, з вирішальними правилами перевірки статистичної значущості швидкості видимого руху об'єкта, в основі яких застосовуються критерії значущості t-критерій Стюдента і f-критерій Фішера. Його використання максимізує умовну ймовірність правильного виявлення близьконульового видимого руху об'єкта в умовах спостереження, які постійно змінюються;

– удосконалено підстановочний обчислювальний метод максимально правдоподібного виявлення близьконульового видимого руху об'єкта, використання якого обґрунтовано відсутністю апріорних даних щодо параметрів видимого руху об'єкта в частині використання різних значень дисперсії вимірювань положень об'єкта;

– удосконалено метод оцінки показників якості виявлення близьконульового видимого руху об'єкта на основі статистичного та натурального моделювання, використання якого дозволило визначити показники якості виявлення близьконульового видимого руху об'єкта розроблених обчислювальних методів виявлення в частині використання реального закону розподілу помилок вимірювань положення об'єкта.

Значущість результатів дисертаційної роботи для науки й практики. Запропоновані обчислювальні методи були апробовані на практиці і впроваджені в блоці виявлення об'єктів з близьконульовим видимим рухом програмного забезпечення (ПЗ) CoLiTec, одним із розробників якого є дисертант. Розроблені методи та ПЗ CoLiTec були використані в лабораторії

космічних досліджень ДВНЗ «Ужгородський національний університет», в Одеській астрономічній обсерваторії Odessa-Mayaki, а також в рамках навчального процесу, що підтверджується відповідними актами впровадження.

З використанням розроблених в дисертації методів відкрито значну кількість малих тіл Сонячної системи. Найвідомішим з них стала довгоперіодична навколосонячна комета C/2012 S1 (ISON), яка була відкрита за допомогою ПЗ CoLiTec, і на момент відкриття була об'єктом з близьконульовим видимим рухом. Комета ISON стала найвідомішою кометою 2013 року.

Повнота відображення результатів дисертації в публікаціях. Зміст дисертаційної роботи достатньо повно викладено в 15 публікаціях автора у фахових наукових виданнях України з технічних наук та 3 публікаціях у міжнародних журналах. Три статті входять до наукометричної бази Scopus. Апробація результатів роботи на 17 науково-технічних конференціях та у 3 авторських правах на твір є достатньою. Зміст автореферату дисертації правильно й повно відбиває основні її положення.

Оцінка мови та стилю дисертації та автореферату. Матеріал дисертації викладено послідовно та логічно. Дисертант вільно володіє науковою та технічною термінологією в галузі цифрових методів обробки зображень. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту дисертації.

Зауваження. Серед недоліків дисертації слід зазначити такі.

1. З роботи не зрозуміло, за якими ознаками обираються умови спостереження об'єктів з близьконульовим видимим рухом.

2. У дисертації об'єктами з близьконульовим видимим рухом вважаються тільки об'єкти, що рухаються прямолінійно та рівномірно. Між тим на практиці таким об'єктам можуть відповідати інші моделі руху.

3. У роботі не зазначено, яким чином обирається значення радіусу нерухомості, що застосовується при відбракуванні об'єктів внутрішнього каталогу об'єктів, нерухомих на серії кадрів.

4. У дисертації немає порівняння показників якості виявлення близьконульового видимого руху об'єкта між обсерваторіями, що

використовують розроблене програмне забезпечення CoLiTec, та іншими обсерваторіями.

5. Автору слід було б більш докладно викласти у роботі метод та результати експериментальних досліджень показників якості виявлення близьконульового видимого руху об'єкта.

6. У роботі не розглянуті питання використання розроблених методів виявлення близьконульового видимого руху об'єкта, зображення якого взаємно перетинається з зображеннями інших об'єктів.

Вказані недоліки не знижують загального позитивного враження від дисертаційної роботи.

Висновки. Дисертаційна робота Хламова С. В. є завершеним науковим дослідженням, що містить закінчене розв'язання актуальної науково-технічної задачі розробки обчислювальних методів виявлення близьконульового видимого руху об'єкта і методів дослідження показників якості виявлення розроблених методів. Дисертаційна робота Хламова Сергія Васильовича «Обчислювальні методи обробки даних для виявлення об'єктів з близьконульовим видимим рухом» відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент
професор кафедри математичних методів
системного аналізу Навчально-наукового
комплексу «Інститут прикладного системного
аналізу» КПІ ім. Ігоря Сікорського,
доктор технічних наук, професор



В. Я. Данилов

Підпис професора кафедри математичних методів
системного аналізу Данилова В. Я. засвідчую

