



МІНІСТЕРСТВО СБОРУНИ
ВОЕННО-АЕРОКОСМІЧНА
ДИСЕРТАЦІЯ
ІМЕНІ ЄВГЕНІЯ БЕРЕЗНЯКА
Код 14303342
«22» 11 2016 р.
№ 22.0017358
04050, м. Київ

Голові Спеціалізованої вченої ради
Д 26.162.03 Державної установи
«Науковий Центр аерокосмічних
досліджень Землі ІГН НАН України».

01601, м. Київ, вул. Олеся Гончара,
55-Б

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Альперт Софії Іоганівни на тему „Методи контролюваного класифікування гіперспектральних космічних зображень в умовах навчальних вибірок обмеженої якості”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження

Актуальність теми дисертації

За останнє десятиліття суттєво збільшилися якість, різноманіття та об'єми матеріалів ДЗЗ, що сприяє вивченню та дослідженню геосистем. При цьому гіперспектральні космічні зображення (ГКЗ), як один з видів матеріалів ДЗЗ, є найбільш змістовними і вміщують в собі великий обсяг інформації про об'єкти зйомки та спостереження. Ця інформація дозволяє виявляти та розпізнавати (класифікувати) об'єкти на знімках, оцінювати їх стан, надавати прогнозні оцінки тощо. При цьому найбільш складною процедурою серед них є процедура класифікування об'єктів. Тому останні роки активно розробляються методи і алгоритми, які орієнтуються саме на автоматизоване класифікування в умовах, коли вхідна інформація має елементи невизначення та неповноти.

Одним з ефективних підходів до вирішення проблеми є контролюване класифікування, проте воно потребує наявності навчальних вибірок, які характеризуються обмеженою якістю. Крім того, обмеженні обчислювальні ресурси кінцевих споживачів ГКЗ вимагають зменшення кількості спектральних каналів і ознак, задіяних в класифікуванні. Тому завдання підвищення точності контролюваного класифікування ГКЗ в умовах навчальних вибірок обмеженої якості, що поставлено і вирішуються в дисертації, є актуальним і має важливе наукове та практичне значення.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, достовірність і новизна

Обґрунтованість отриманих у дисертаційній роботі результатів забезпечена використанням методів розпізнавання образів, математичного апарату теорії свідчень Демпстера_Шейфера (ТСДШ), методів статистичного оцінювання, комп’ютерним моделюванням, а також коректно проведеними

експериментальними дослідженнями.

Вірогідність отриманих положень, висновків і рекомендацій, наведених у роботі, забезпечена узгодженістю отриманих теоретичних та експериментальних результатів, а також результатами дослідної експлуатації.

До нових результатів, отриманих у роботі, слід віднести такі:

1. Метод класифікування ГКЗ в умовах забруднених навчальних вибірок та метод класифікування ГКЗ в умовах забруднених навчальних вибірок та обмежень на їх об'єм, на основі математичного апарату та положень теорії Демпстера-Шейфера.

2. Введення функції класифікаційної цінності спектральних каналів, що дозволяє на кількісній основі здійснювати відбір найбільш інформативних зональних зображень.

3. Способ визначення репрезентативної комбінації зональних зображень при класифікуванні гіперспектрального знімка, який мінімізує навантаження на експерта і дає можливість зменшити вимоги до необхідного обчислювального ресурсу.

Значення результатів роботи для науки і практики

Наукова цінність дисертаційній роботи полягає у тому, що на основі ТСДШ розроблені нові методи контролюваного класифікування, які відрізняються від відомих розв'язків однайменних задач введенням процедури оцінювання класифікаційної цінності спектральних каналів за допомогою спеціальної емпіричної функції і особливим способом розбиття спектрального ознакового простору, що, у сукупності, дозволяє застосовувати при класифікуванні лише найбільш інформативні спектральні канали і ознаки і, таким чином, суттєво скоротити розмірність ознакового простору при одночасному збільшенні точності класифікування.

Практичне застосування результатів дисертаційної роботи забезпечує покращення повноти та якості вирішення тематичних задач ДЗЗ за рахунок: підвищення точності класифікування ГКЗ в умовах, коли існують обмеження на об'єм навчальних вибірок, а також на їх чистоту (забрудненість); дозволяє, в певних границях, компенсувати помилки експерта-дослідника на етапі навчання системи і далі зберігати достатньо високу точність класифікування.

Повнота опублікованих результатів і оцінка змісту роботи

Матеріали дисертаційних досліджень викладено у чотирьох розділах.

В 1-у розділі проведено досить повний і об'єктивний огляд сучасних методів контролюваного класифікування, обґрунтовується необхідність використання процедури класифікування даних. Деталізований напрямок дисертаційного дослідження. Визначено завдання на дослідження.

2-й розділ присвячено розробленню методу контролюваного класифікування ГКЗ в умовах забруднених навчальних вибірок. Розглянуто основні положення теорії Демпстера_Шейфера, на яких далі базуються два нові методи контролюваного класифікування ГКЗ. Розроблена модель ГКЗ та сформульовано припущення та обмеження, які притаманні процедурі класифікування. Наведена схема організації виконання логіко-обчислювальних процедур при класифікуванні ГКЗ в умовах забруднених навчальних вибірок.

Розроблений метод класифікування ГКЗ, який включає такі процедури: формування бази знань (БЗ); здійснення класифікування ГКЗ; оцінювання точності класифікування; перевіряння на задоволення встановленим (заданим) вимогам. Формування БЗ здійснюється на основі навчальної вибірки, яка одержується експертом-дослідником шляхом аналізу ГКЗ і виділення на ньому пікселів-репрезентів для кожного з наявних класів. Процес класифікування ГКЗ здійснюється в автоматичному режимі, за результатами класифікування будується матриця помилок та обчислюються оцінки досягнутої точності.

Також у другому розділі описано процедуру відбору найбільш інформативних зональних зображень з використанням коефіцієнту взаємної кореляції та процедуру виділення навчальної вибірки.

Розроблено процедуру розбиття ознакового простору. При цьому положення інтервалу на осі спектральних значень задається середнім значенням сигналів пікселів даного класу у спектральному каналі. Розроблено процедуру обчислення внутрішньоінтервальних оцінок для класів. Для визначення класифікаційної цінності спектральних каналів введено спеціальну функцію інформативності.

3-й розділ присвячено розробленню методу контролюваного класифікування ГКЗ в умовах забруднення навчальних вибірок та кількісних обмежень. Особливостями метода є удосконалена процедура навчання та впровадження правила прийняття рішення на основі пігнистичної ймовірності.

Розроблено спосіб визначення репрезентативної комбінації зональних зображень при класифікуванні гіперспектрального знімка, який мінімізує навантаження на експерта і дає можливість зменшити вимоги до необхідного

обчислювального ресурсу. Розроблено процедуру та алгоритм класифікування, що застосовується послідовно до кожного піксела і результатом є відкласифіковане в цілому ГКЗ.

4-й розділ містить матеріали експериментальних досліджень точності розроблених методів контролюваного класифікування на основі залучення реальних ГКЗ. Для реалізації та дослідження ефективності розроблених методів контролюваного класифікування космічних зображень використано спеціально розроблене програмне забезпечення. Проведено порівняння точності запропонованих методів з кількома іншими відомими методами класифікування, й наведені результати порівнянь свідчать о перевагах методів, запропонованих авторкою дисертації.

Теоретичні дослідження авторки та результати їх практичної реалізації досить повно відображені в 15-и друкованих працях, що опубліковані в виданнях з переліку наукових фахових видань ВАК України, а також в іноземних наукових журналах.

Матеріали дисертаційного дослідження пройшли апробацію на національних та міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, що підтверджено тезовими публікаціями у відповідних збірниках.

Зміст автoreферат достатнє повно передає наукові положення дисертації і результати їх обґрунтування.

Недоліки та зауваження:

1. В першому розділі проводиться постановка задачі з визначенням основного математичного апарату ТСДШ як основи для реалізації методів класифікування, проте в розділі не проведено попередній аналіз альтернативних підходів до роботи з невизначеністю та неточністю.

2. В аналізі кожного з методів контролюваного класифікування ГКЗ було висвітлено порядок використання вибірки та наведена їх стисла характеристика, проте поза увагою залишилось питання оцінки методів з точки зору відповідності їх основним вимогам репрезентативності, достатності та чистоти.

3. Під час розроблення методу класифікування ГКЗ в умовах забруднених навчальних вибірок багато кроків в процедурі формування бази знань покладається на людину-експерта, проте практично не розглянуті вимоги до кваліфікації такого експерта та можливі негативні наслідки невірно прийнятих рішень.

4. В роботі запропоновано алгоритмічне забезпечення для автоматизованого по-піксельного класифікування ГКЗ, але, зважаючи на велику розмірність сучасних знімків, було б доцільно дати оцінку обчислювальний складності виконання операції або запропонувати звузити кількість пікселів, задіяних в розрахунках, до репрезентативної вибірки.

5. Для реалізації методу контролюваного класифікування ГКЗ в умовах забруднення навчальних вибірок та кількісних обмежень авторка пропонує використовувати спеціалізоване програмне забезпечення що реалізовано у середовищі пакету Visual Basic. Доречним було б обґрунтувати вибір цього середовища та окреслити шляхи подальшої обчислювальної оптимізації програмного забезпечення.

6. Для оцінки ефективності класифікації з використанням запропонованого авторкою спеціалізованого програмного забезпечення для порівняння було використано два відомі алгоритми – SVM і алгоритм класифікування об'єктів за їх спектрально-топологічними характеристиками. Проте обґрунтування такого вибору авторкою не наведено.

7. Під час експериментальних досліджень ефективності розроблених методів контролюваного класифікування було використано ГКЗ Hyperion, що одержані із супутника ЕО-1. Уявляється, що доцільно було б дослідити, наскільки чутливий склад репрезентативної вибірки до зміни пори року, об'єктів класифікування, типу апаратури тощо.

Відзначимо, що зазначені недоліки та зроблені зауваження принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значимості отриманих в дисертаційній роботі результатів.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

Дисертація С.І. Альперт є завершеним науковим дослідженням, в якому отримано нові науково обґрунтовані результати, що дають вирішення актуальної задачі підвищення точності контролюваного класифікування ГКЗ в умовах навчальних вибірок обмеженої якості.

В роботі вперше, на основі математичного апарату та положень ТСДШ розроблені та обґрунтовані нові ефективні методи класифікування ГКЗ в умовах забруднених навчальних вибірок та обмежень на їх об'єм.

Запропоновано новий спосіб визначення репрезентативної комбінації зональних зображень при класифікуванні гіперспектрального знімка, який мінімізує навантаження на експерта і дає можливість зменшити вимоги до необхідного

обчислювального ресурсу.

Наведені результати експериментів підтверджують ефективність практичного застосування розроблених методів, зокрема, при вирішенні таких тематичних задач ДЗЗ, як оцінювання стану лісів і сільськогосподарських земель, вивчення природних ресурсів, екологічний моніторинг забруднених територій тощо.

Висновок: За науковою глибиною, рівнем теоретичного обґрунтування та практичною цінністю дисертація відповідає вимогам і положенням "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань", а її авторка Альперт Софія Іоганівна заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження.

Заступник начальника третьої кафедри Воєнно-дипломатичної академії імені Євгенія Березняка кандидат технічних наук, доцент

О.В. ЗАЙЦЕВ

21 листопада 2016 р.

Підпис Зайцева Олександра Вікторовича засвідчує

Начальник відділу особового складу

Воєнно-дипломатичної академії імені Євгенія Березняка



Ю.В. НОВОХАТНИЙ