

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Гривачевського Андрія Петровича на тему «Підвищення інформативності мультиспектральних систем моніторингу шляхом комплексування зображень видимого та інфрачервоного діапазонів», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи

Актуальність теми дисертаційної роботи

При дослідженнях оточуючого середовища на основі аналізу цифрових зображень, одержаних за допомогою сканерів і працюючих в різних оптичних діапазонах, починаючи від видимого, закінчуючи інфрачервоним, виникає цілий ряд науково-практичних задач, а саме підвищення роздільної здатності, безвтратної компресії зображень та інші. Останнім часом все більше уваги звертається на моніторинг оточуючого середовища в кількох спектральних діапазонах випромінювання. Такий моніторинг прийнято називати мультиспектральним. Очевидно, що при такому моніторингу значно зростає об'єм вхідних даних, які необхідно обробити, проаналізувати та прийняти рішення в реальному масштабі часу. Тому, дисертаційна робота Гривачевського А. П., яка присвячена підвищенню інформативності мультиспектральних систем моніторингу шляхом комплексування зображень видимого та інфрачервоного діапазонів є актуальною науковою працею.

Наукова новизна одержаних результатів

У роботі розв'язано актуальне науково-технічне завдання підвищення інформативності мультиспектральних систем моніторингу шляхом комплексування зображень видимого та інфрачервоного діапазонів.

Основними науковими результатами роботи є:

1. Вперше розроблено метод комплексування зображень видимого та інфрачервоного діапазонів на основі дискретного вейвлет-перетворення, в якому, на відміну від відомих, в процесі комплексування зображень

запропоновано формувати низькочастотні коефіцієнти результуючого вейвлет-спектру на основі регресійного аналізу зв'язків між відповідними низькочастотними коефіцієнтами вейвлет-спектрів вхідних зображень.

2. Удосконалено багатокритеріальну метрику оцінювання інформативності зображень, шляхом заміни ентропії зображення, як одного з критеріїв метрики, на градієнт зображення, а також порогового обмеження кількості значущих градацій яскравості.

3. Набула подальшого розвитку модель процесу комплексування зображень, яка, на відміну від відомої, дає змогу одержати кольорове комплексоване зображення, яке є більш адаптованим для психофізичного сприйняття людиною-оператором у порівнянні з комплексуванням, при якому результуюче зображення є монохромним.

Загальна характеристика роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання дисертаційної роботи, визначено об'єкт і предмет дослідження, відображено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також наведено відомості про особистий внесок здобувача і апробацію результатів дисертації, показано структуру та обсяг роботи.

У першому розділі розглянуто основні підходи, які сьогодні використовуються для підвищення ефективності систем моніторингу, проведено аналіз та класифікацію існуючих методів комплексування зображень, розглянуто та вказано їх переваги та недоліки.

У другому розділі удосконалено багатокритеріальну метрику оцінювання інформативності зображень, визначено ефективний критерій погодження зображень видимого та інфрачервоного діапазонів, проведено комп'ютерне моделювання теоретично розглянутих в першому розділі методів комплексування та оцінено їх ефективність.

У третьому розділі розроблено та досліджено метод комплексування зображень видимого та інфрачервоного діапазонів, отриманих в складних умовах спостереження на основі дискретного вейвлет-перетворення.

У четвертому розділі проведено дослідження функціонування мультиспектральної системи моніторингу з застосуванням запропонованого методу комплексування зображень при спостереженні за рухомими об'єктами.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і достовірність результатів

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Гривачевського А. П., базується на тому, що:

– отримані результати не суперечать класичним положенням теорії сигналів та методів їх цифрової обробки;

– достовірність отриманих здобувачем науково-практичних результатів підтверджено актами впровадження, зокрема результати дисертаційної роботи використовувались при виконанні науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України, які виконувалися на кафедрі радіоелектронних пристроїв та систем та НДКІ ЕЛВІТ (м. Львів), а саме: «Розробка засад застосування та обробки сигналів перспективних сенсорів для космічних апаратів і для наземних камер»; № держреєстрації 0113U001355, 2013–2014 рр.; «Розроблення засобів і методів формування та обробки багатоспектральних зображень для систем спеціального призначення» № держреєстрації 0115U000435, 2015-2016 рр.; «Розроблення портативних засобів вимірювання магнітних та електричних полів кораблів і засад оптико-радіолокаційного моніторингу надводної обстановки в місцях базування кораблів ВМС», № держреєстрації 0117U004454, 2017-2018 рр.;

– основні результати і положення дисертації доповідались та всебічно обговорювались на 16 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях, наукових семінарах та симпозіумах, де отримали позитивну оцінку.

Практичне значення результатів, отриманих в дисертаційній роботі

1. Удосконалена багатокритеріальна методика оцінювання інформативності зображень, дає змогу автоматизовано кількісно оцінювати інформативність зображень більш наближено (на 25%), порівняно з широко вживаним методом ентропії, до значень інформативності, які отримуються групою експертів, що є важливим при створенні методів та побудові систем формування й обробки зображень, де кінцевим споживачем є людина-оператор.

2. Розроблений алгоритм мультимодального комплексування зображень у площині коефіцієнтів вейвлет-розкладу, який підвищує інформативність комплексованого мультиспектрального зображення в середньому на 12,2%, порівняно з найбільш інформативним каналом мультиспектральної системи моніторингу та на 4,7%, порівняно з відомим методом комплексування на основі дискретного вейвлет-перетворення.

3. Удосконалений алгоритм виявлення рухомих об'єктів за рахунок підвищення інформативності, шляхом комплексування зображень збільшує імовірність виявлення рухомих об'єктів мультиспектральною системою моніторингу на 11%, порівняно з аналогічною системою без використання комплексування.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи відображено у 23 наукових працях, в тому числі 5 статті у фахових виданнях України та 1 стаття у виданні іноземної держави, з них 5 – у наукових періодичних виданнях включених до міжнародних науково-метричних баз Web of Science та Index Copernicus; 17 є матеріалами і тезами на міжнародних науково-технічних конференціях, симпозіумах та форумах, з них 5 опубліковані у виданнях, що входять до міжнародної науково-метричної бази Scopus.

Відповідність дисертації встановленим вимогам

Оформлення дисертації за структурою та змістом відповідає вимогам, що ставляться МОН України до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Дисертаційна робота написана сучасною науково-технічною мовою, послідовно та логічно. Автореферат достатньо повно розкриває її зміст. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень та висновків забезпечує доступність їх сприйняття.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. Формула (1.10) записана не вірно, а саме бракує подвійної суми, оскільки значення середнього значення відбувається по двох змінних n і m .
2. Вирази (1.21, 1.43, 1.44, 1.45) записані не вірно, оскільки знак \oplus означає сумування по модулю 2, а не згортку.
3. У другому розділі наведена формула Шеннона для визначення ентропії $E(A)$. Не зрозуміло, чому автор посилається на літературу [59, 67, 68], адже вона ними не запропонована, а лише використовується.
4. У приведених на рис. 2.4 і 2.5 результатах суміщення телевізійного і тепловізійного зображень не вистачає кількісної, а не якісної, оцінки процесу суміщення мультиспектральних зображень.
5. У другому розділі наведено оглядовий матеріал, який стосується оцінювання інформативності зображень (п. 2.2), методів оцінювання ефективності комплексування зображень (п. 2.3), які доцільно було б описати у першому оглядовому розділі.
6. Не зрозуміло, для якого класу зображень доцільно проводити комплексування запропонованим методом при використанні базисної функції вейвлет-перетворення.
7. У третьому розділі запропонована структурна схема мультимодального комплексування кольорових зображень, проте не

приведено її переваг в порівнянні з відомими методами. Є лише констатація факту розробки комплексування в мультиспектральній системі моніторингу.

8. Вираз (4.4), який стосується усереднення K послідовних кадрів відеосигналу математично записані не вірно, оскільки бракує подвійних сум.

9. В п 4.11 запропоновано алгоритм виявлення рухомих об'єктів по даних відеомоніторингу, проте не приведено досліджень, які б свідчили про усунення впливу артефактів, таких як зміна освітлення сцени, шум цифрової відеокамери, тіней та інші.

10. Одержані залежності ймовірності виявлення об'єктів від віддалі до них не порівняні з іншими відомими методами, а також не показано їхні кількісні переваги.

Загальні висновки

1. Дисертація Гривачевського Андрія Петровича на тему «Підвищення інформативності мультиспектральних систем моніторингу шляхом комплексування зображень видимого та інфрачервоного діапазонів» є самостійною, завершеною науковою працею з чіткою структурою, в якій міститься розв'язок важливого науково-технічного завдання підвищення інформативності мультиспектральних систем моніторингу, що здійснюють спостереження у видимому та інфрачервоному діапазонах електромагнітних хвиль.

2. Дисертаційна робота та її автореферат за змістом та оформленням відповідають встановленим вимогам. Результати дисертації достатньо повно опубліковані у фахових наукових виданнях та апробовані на конференціях та форумах.

3. За змістом дисертаційна робота відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи. Автореферат дисертації об'єктивно та з необхідною повнотою відображає основні положення дисертації.

4. Приведені зауваження у цілому не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

5. За актуальністю, обґрунтованістю наукових положень, новизною і достовірністю отриманих результатів, їх теоретичною та практичною цінністю дисертаційна робота «Підвищення інформативності мультиспектральних систем моніторингу шляхом комплексування зображень видимого та інфрачервоного діапазонів» повністю відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 чинного «Порядку присудження наукових ступенів» (постанови Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року), а її автор Гривачевський Андрій Петрович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи.

Офіційний опонент,
завідувач відділу методів
та систем дистанційного зондування
Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України,
д.т.н., проф.

Б.П. Русин

Підпис проф. Б.П. Русина засвідчую:
Учений секретар Фізико-механічного
інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України
к.т.н., ст.н.с.



В.В. Корній