

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра системного програмного забезпечення та технологій дистанційного навчання

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Дипломна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Спосіб відновлення цифрових зображень геоінформаційного моніторингу поверхні / Method for recovering digital images of geoinformation surface monitoring

Виконав: студент денної форми навчання

напряму підготовки 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

_____ (прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник _____

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент _____

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ _____ від «____» _____ 2019 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

Ю.О. Гунченко

(прізвище, ініціали)

Захищено на засіданні ЕК № _____

протокол № ____ від «____» _____ 2019 р.

Оцінка _____ / _____ / _____

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

(підпис)

О.О. Арсірій

(прізвище, ініціали)

Одеса - 2019

СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ
ПОВЕРХНІ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	
СТИСК ЗОБРАЖЕНЬ У ПІДСИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ПОВЕРХНІ	7
1.1 Особливості функціонування засобів дистанційного зондування на борті дрона	9
1.2 Вибір показників ефективності і процедур методу стиску зображень на борті дрона..	17
РОЗДІЛ 2	
РОЗВИТОК СПОСОБУ ЗОНАЛЬНОЇ СЕЛЕКЦІЇ КОЕФІЦІЄНТІВ ДВОВИМІРНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ В БАЗИСІ ХААРА	28
2.1 Аналіз особливостей двовимірного цілочисельного перетворення Хаара й обґрунтування субквантизації коефіцієнтів перетворення	27
2.2 Формування зон селекції коефіцієнтів перетворення Хаара і дослідження їхніх властивостей для зображень	37
2.3 Оцінка зображень по ступеню насиченості	41
2.4 Розвиток способу адаптивної зональної селекції коефіцієнтів двовимірного перетворення Хаара	48
РОЗДІЛ 3	
ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ І РЕКОМЕНДАЦІЇ З РЕАЛІЗАЦІЇ ВДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ СТИСКУ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СПОСОБУ ЗОНАЛЬНОЇ СЕЛЕКЦІЇ КОЕФІЦІЄНТІВ ДВОВИМІРНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ В БАЗИСІ	56

ХААРА.	
3.1 Порівняльна оцінка методу стиску зображень з використанням способу зональної селекції коефіцієнтів двовимірного перетворення в базисі Хаара.	56
3.2 Рекомендації з вибору параметрів методу стиску при обробці зображень з різним ступенем насиченості	66
3.3 Реалізація розробленого способу стиску зображень.	68
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75
ДОДАТОК А. Вихідні коди підпрограм процедур розробленого методу стиску виконані в Math Lab R13	81

АННОТАЦИЯ

Гаврилюк В.О. Способ восстановления цифровых изображений геоинформационного мониторинга поверхности.

В работе показано, что существующие вычислительные системы на борту дронов не обеспечивают обработку и передачу цифровых изображений в реальном масштабе времени. Для повышения оперативности обработки изображений на борту летательных аппаратов типа коптер (дрон) та эффективности использования каналов связи получили развитие процедуры сжатия, которые обеспечивают решение процесса в один этап, исключение части арифметических операций с разными числовыми данными, которые представлено с плавающей запятой. Обеспечена возможность выполнения процедур преобразования и учета известного статистического распределения коэффициентов преобразования.

Ключевые слова: геоинформационный мониторинг, способ восстановления цифровых изображений, преобразование Хаара, летательные аппараты типа коптер (дрон).

АННОТАЦІЯ

Гаврилюк В.О. Спосіб відновлення цифрових зображень геоінформаційного моніторингу поверхні.

В дипломній роботі показано, що існуючі обчислювальні системи дронів не забезпечують обробку і передачу зображень у реальному масштабі часу. Для підвищення оперативності обробки зображень на борту літальних апаратів типу коптер (дрон) та ефективності використання каналів зв'язку отримали розвиток процедури стиску зображень. Ці процедури забезпечують одноетапність процесу перетворень, виключення чистки арифметичних операцій з різновеликими числовими даними, що представлено з плаваючою комою. Забезпечена можливість рівнобіжного виконання процедур перетворення та врахування відомого статистичного розподілу коефіцієнтів перетворення.

Ключові слова: геоінформаційний моніторинг, спосіб відновлення цифрових зображень, перетворення Хаара, літальні апарати типу коптер (дрон).

ANNOTATION

Gavrilyuk V.O. The method of recovering digital images of geo-information surface monitoring.

The paper shows that the existing computing systems on board drones do not provide for the processing and transmission of digital images in real time. In order to increase the efficiency of image processing on board aircraft of the copter type (drone) and the efficiency of using communication channels, compression procedures have been developed that provide a one-step solution to the process.

Also provided an exception part of the arithmetic operations with different numeric data, which is represented with a floating point. The possibility of performing conversion procedures and accounting for the known statistical distribution of conversion coefficients is provided.

Keywords: geoinformation monitoring, digital image recovery method, Haar transform, aircraft-type kopter (drone).

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ	– автоматизована система управління;
БПЛА	– безпілотний літальний апарат;
ДЦПХ	– двовимірне цілочисельне перетворення Хаара;
ЗП	– зональна послідовність;
ЗПС	– зонально-гранична селекція;
ЗС	– зони селекції;
ОЭВМ	– однокристална електронно-вчислювальна машина;
ПЗС	– прилад із зарядовим зв'язком;
СЗС	– спосіб зональної селекції;
СКВ	– середньоквадратичне відхилення;
ССЗ	– засобу стиску зображень;
СВИ	– системи відображення інформації;
СЗГС	– спосіб зонально-граничної селекції
СЧВЯ	– стиск із частковою втратою якості;
КА	– космічний апарат;
МК	– мікроконтролер;
МАК	– метод арифметичного кодування;
НЗР	– нормальний закон розподілу;
УОС	– універсальні обчислювальні системи.

ВСТУП

Аналіз відомих робіт свідчить про постійний ріст обсягів інформації, що добувається різними засобами дистанційного зондування поверхні, що випереджає темпи росту можливостей технічних засобів по її обробці [1, 2, 4, 7, 20, 35, 36]. Рішення обробити всю наявну інформацію, з одного боку, приводить до того, що значна її частина застаріває перш, ніж буде оброблена. З іншого боку, спроба виключити ту або іншу її частину з обробки підвищує імовірність утрати важливої інформації. Крім того, надлишок інформації перевантажує канали зв'язку, розосереджує увагу персоналу і тим самим знижує ефективність керування.

Автоматизація процесів обробки інформації і прийняття управлінських рішень, широке впровадження комп'ютерних технологій дозволяє усунути протиріччя між необхідністю забезпечення користувача своєчасною достовірною інформацією й обмеженими технічними можливостями апаратури обробки і передачі інформації [6, 36, 37, 56].

Прагнення одержати повну і достовірну інформацію привело до використання різноманітних засобів дистанційного зондування поверхні [7, 22, 28 – 30, 64, 110]. Найбільш ефективним шляхом одержання видових зображень поверхні є використання космічних і аэрозасобів [2, 20, 22, 29, 85]. При цьому фотографічні й оптикоелектронні засоби займають домінуюче положення. Таке положення обумовлене як особливістю сприйняття інформації людиною, відповідно до якого через зоровий канал сприйняття людина одержує до 80% інформації про навколишній світ [4, 7, 68], так і високою ефективністю, відносно низкою вартістю засобів. При цьому фотографічні засоби дистанційного зондування поверхні здатні вирішувати задачі.

Аналіз розвитку існуючих і створення перспективних засобів відображення інформації (COI) [2, 13, 22, 42, 43] показав, що однієї з гострих науково-технічних задач є зменшення обсягу інформації про зображення без збитку її якості. Дана задача характеризується протиріччям між великими і

всезростаючими обсягами інформації про передані зображення й обмеженими можливостями систем передачі і збереження зображень. Збільшення пропускної здатності каналів зв'язку зв'язано як з високою вартістю останніх, так і з істотним ростом вартості апаратної реалізації засобів передачі. Тому задача зменшення обсягу інформації про зображення, як правило, вирішується шляхом використання в складі систем дистанційного зондування – засобів стиску зображень (ССЗ). При цьому, незважаючи на інтенсивний розвиток мікроелектроніки, створення усе більш швидкодіючих процесорів, що запам'ятовують пристроїв з великими обсягами пам'яті, більш швидкісних середовищ передачі даних, підвищення ефективності методів обробки візуальної інформації, у тому числі методів стиску, залишається актуальною задачею [5, 8, 17, 23, 71].

Якість зображень використовуваних для ухвалення рішення, повинна визначатися вимогами споживачів інформації і складом розв'язуваних задач, тому великий інтерес представляють методи адаптивної обробки зображень.

Аналіз існуючих методів стиску зображень показав, що необхідні високі ступені стиску досягаються за рахунок збільшення обчислювальної складності алгоритмів стиску [108, 111, 112, 123] і, як наслідок, час їхньої реалізації складає від 4 до 24 секунд. Переважна більшість цих методів не забезпечує виконання вимоги до оперативності обробки в умовах безперервного дистанційного зондування поверхні з борта БПЛА, відповідно до якого час стиску зображень не повинний перевищувати 3 секунди. Таким чином, існує протиріччя між високою обчислювальною складністю ефективних методів стиску і часом їхньої реалізації, що задовольняє вимогу до оперативності обробки і передачі інформації з борта БПЛА. Це обумовлює необхідність розробки нових методів адаптивного стиску зображень [33, 38, 42, 43].

Ціль роботи складається в пошуку шляхів забезпечення вимоги до оперативності обробки і передачі зображень при припустимому рівні спотворень у процесі ведення дистанційного зондування поверхні БПЛА за рахунок використання адаптивного стиску зображень у режимі реального часу.

ВИСНОВКИ

У роботі приведені теоретичне узагальнення і розвиток одного з можливих розв'язків задачі розробки способу адаптивного стиску зображень, що забезпечує виконання вимоги до оперативності обробки і передачі інформації в режимі реального часу при припустимому рівні саотворень відновленого зображення. Дано практичні рекомендації з побудови систем стиску зображень працюючих у режимі реального часу.

В роботі виконані наступні етапи:

1. На основі аналізу літературних джерел і умов функціонування сучасних дронів показано, що існуючі методи стиску зображень досягають високих ступенів стиску за рахунок збільшення обчислювальної складності алгоритмів і не відповідають вимогам до оперативності обробки, при цьому відсутня можливість керування рівнем утрат якості відновлення зображення. Тому задача розробки нових методів стиску зображень, що задовольняють вимозі до оперативності обробки і відновлення, що забезпечують високу якість, зображень у підсистемі дистанційного зондування поверхні є актуальною.

Проаналізовано необхідність і обґрунтована можливість стиску зображень на борті дрона з метою зниження вимог до обсягу пам'яті запам'ятовуючих пристроїв при зменшенні часу обробки зображень в автоматизованих системах підтримки прийнять рішень. Аналіз досвіду використання дронов різного призначення показав, що сучасні дрони виконують до 80% задач, розв'язуваних при дистанційному зондуванні поверхні, що зв'язано з їхній відносно низкою вартістю, високою маневреністю й оперативністю одержання інформації.

Аналіз показав, що використання цифрових джерел зображень, таких як матриці ПЗС, на борту дрона, вимагає оперативної передачі великих обсягів інформації (8?30 Мб). Через обмежені можливості існуючих каналів зв'язку по передачі інформації, основним напрямком підвищення оперативності є зменшення обсягу інформації про зображення. Ця задача вирішується шляхом використання засобів стиску зображень. Найбільш перспективним є

використання методів стиску з перетворенням, що забезпечують високі коефіцієнти стиску (10–15 разів) за рахунок зниження надмірності представлення зображень.

У результаті моделювання моніторингу Земної поверхні з використанням БПЛА отримане вираження припустимого часу обробки зображень на його борті при якому забезпечується безперервність зйомки з урахуванням характеристик використовуваного апарата і встановленої на ньому фотоапаратури. У роботі показано, що при реалізації відомих методів стиску з перетворенням не забезпечується виконання даної вимоги.

Аналіз найбільш часто використовуваних на практиці методів стиску показав, що вони є комплексними і являють собою послідовність ряду процедур, спрямованих на зниження різного роду надмірності представлення зображення (статистичної, структурної і т.д.). Показано, що використання як процедури стиску двовимірного перетворення в базисі Хаара, зонально-граничної селекції й арифметичного кодування коефіцієнтів перетворення при забезпеченні цілочисельності даних операцій дозволяє забезпечити виконання установлених вимог до розроблювального методу стиску.

2. Отримано методику оцінки ступеня насиченості зображень, заснований на обліку глобальної і локальної чутливості базисних функцій перетворення Хаара, і використанні енергетичного підходу до аналізу трансформанти зображення. Проведень аналіз розподілу енергії різні зображення по зональних послідовностях показав, що за значенням енергії в тієї або іншій зональній послідовності можна оцінити ступінь насиченості зображення дрібними деталями. Уведено сумарний зважений енергетичний показник, що залежить від розподілу енергії і кількості коефіцієнтів, що формують дану зональну послідовність. Використання методики оцінки ступеня насиченості зображень дозволяє:

– більш точно, у порівнянні з експертною оцінкою, класифікувати зображення за цією ознакою;

- виділити будь-яке необхідне в кожному конкретному випадку кількість класів ступеня насиченості;

- автоматизувати процес класифікації зображення (усунути вплив людини як суб'єктивного фактора оцінки зображення);

- використовувати цей метод як процедуру розроблювального методу адаптивного стиску.

3. Одержали розвиток способи зональної і зонально-граничної селекції коефіцієнтів ортогональні перетворення, що відрізняються від відомих тем, що:

- при зональній селекції враховуються особливості розподілу енергії по зональних послідовностях оброблюваного зображення і виключаються лише ті, котрі вносять мінімальні перекручування у відновлене зображення, що дозволяє керувати співвідношенням коефіцієнта стиску і середньоквадратичного відхилення;

- при зонально-граничній селекції враховується нерівномірний перерозподіл енергії по зональних послідовностях кожного оброблюваного блоку зображення, що дозволяє зменшити ентропію стосовно вихідного зображення в середньому в 4,5 рази і тим самим збільшити ефективність використання статистичного кодування.

4. Розроблено метод адаптивного стиску зображень, що дозволяє забезпечити виконання вимоги до оперативності обробки зображень на борті дрона у всьому діапазоні висот його польоту при забезпеченні параметрів стиску, порівнянних з параметрами кращих з відомих методів стиску.

5. Перспективними напрямками подальших досліджень є:

- розробки комплексного програмного забезпечення на основі запропонованих процедур стиску;

- удосконалювання підходів по забезпеченню адаптивності розроблювальних методів стиску зображень;

- збільшення коефіцієнтів стиску при мінімізації внесених перекручувань за рахунок подальшого зменшення надмірності представлення зображень.