

УДК 616-073:004.353.244:004.932.2

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ «НЕЧІТКОЇ МАСКИ» ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЦИФРОВИХ АЕРОФОТОЗНІМКІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

С. М. Солошич, М. І. Гученко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: nich@kdu.edu.ua

При проведенні аерофотозйомки з надлегких безпілотних літальних апаратів виникає низка проблем, пов'язаних із тим, що літальний апарат може попадати в зони атмосферної турбулентності. За таких умов значна кількість зображень стають непридатними для подальшої обробки через їх нечіткість, низьку різкість та інших не менш важливих відхилень. Запропоновано використовувати фільтр «нечітка маска» для обробки аерофотознімків з метою покращення якості для подальшого вивчення.

Ключові слова: аерофотознімок, ландшафтний парк, нечітка маска.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «НЕЧЕТКОЙ МАСКИ» ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЦИФРОВЫХ АЭРОФОТОСНИМКОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С. Н. Солошич, Н. И. Гученко

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: nich@kdu.edu.ua

При проведении аэрофотосъемки с суперлёгких беспилотных летательных аппаратов возникает ряд проблем, связанных с тем, что летательный аппарат может попадать в зоны атмосферной турбулентности. В таких условиях значительное количество изображений становится непригодным для дальнейшей обработки вследствие нечеткости, низкой резкости и других не менее важных отклонений. Предложено использовать фильтр «нечеткая маска» для обработки аэрофотоснимков с целью улучшения качества для дальнейшего изучения.

Ключевые слова: аэрофотоснимок, ландшафтный парк, нечеткая маска.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. У задачах моніторингу екосистем актуальності набувають інформаційні системи, орієнтовані на обробку цифрових зображень. Ці зображення можуть бути отримані декількома способами, зокрема, аерофотозйомкою. Відповідно до умов проведення аерофотозйомки [1] отримані результати є різними за якістю. Зрозуміло, що, крім умов проведення аерофотозйомки, на якість отриманих зображень впливає використане обладнання, що, як наслідок, обумовлює вартість проведення аерофотозйомки.

При проведенні аерофотозйомки з надлегких безпілотних літальних апаратів виникає ряд проблем, пов'язаних із тим, що літальний апарат може попадати в зони атмосферної турбулентності. За таких умов значна кількість зображень стають непридатними для подальшої обробки через їх нечіткість, низьку різкість та інших не менш важливих відхилень [2].

Відомо [1], що основними відмінностями між екосистемами, з точки зору розпізнавання образів, є колір та текстура. Ці чинники обумовлюють можливість застосування того чи іншого методу обробки зображень екосистем.

Так як основними критеріями для подальшої обробки є різкість і контрастність зображень, то актуальним є вибір та дослідження методів, придатних для застосування при їх попередньої обробки.

На сьогодні можна виділити множину спеціалізованих програмних продуктів, призначених для всебічної обробки цифрових зображень.

Безперечним лідером в цій сфері є програмний засіб Photoshop (Adobe Systems), в якому реалізовано потужні методи обробки зображень.

Серед сукупності фільтрів призначених для покращення якості знімків можна виділити: More Sharpen, Sharpen Edges, Gaussian Blur, Unsharp Mask [3].

– *More Sharpen* (різкість +) забезпечує знаходження на зображенні ділянки, де колір сусідніх пікселів значно відрізняється (краї об'єктів). Як тільки такі ділянки знайдені, програма збільшує контрастність між суміжними пікселями, що дозволяє світлі тони зробити світлішими, а темні – більш темними;

– *Sharpen Edges* (різкість по краях) не дозволяє покращити контрастність між об'єктами зображення, але підвищує різкість уздовж меж об'єктів;

– *Gaussian Blur* (розмивання за Гауссом) забезпечує обчислення точної величини переходу для кожної пари пікселів. У результаті кольорні значення оброблювальних пікселів усереднюються, завдяки чому саме зображення не стає ні більш темним, ні більш світлим.

– Фільтр *Unsharp Mask* (нечітка маска) виявляє всі суміжні пікселі, різниця яскравості яких дорівнює вказаним значенням і збільшує його до заданого числа. Таким чином, отримується можливість самостійно регулювати різкість зображення.

За результатом аналізу методів, що реалізовані у даному пакеті та можуть бути використанні для покращення якості аерофотознімків екосистем за такими критеріями як чіткість і кольорова насиченість, для досліджень обрано фільтр «нечітка маска».

Мета роботи – дослідження можливостей методу «нечіткої маски» для покращення якості аерофотознімків, отриманих в умовах турбулентності.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Фільтр «нечітка маска» базується на технології суміщення зображення з його більш нерізкою інвертованою копією. Ця технологія була винайдена ще задовго до появи комп'ютерів, і в хіміко-фізичному процесі виглядає наступним чином: чорно-білий негатив через товсте скло копіюється на негативну плівку малої контрастності при цьому отримуємо нерізкий позитив. Нечіткості більш усього помітні там, де в оригіналі чіткість була максимальною (в околі контурів). Достатньо різкий негатив і нечіткий позитив з'єднують. Як результат, на фоні середньо-сірого відбитку найбільш помітними будуть контурні ореоли, так як переходи яскравості вздовж контурів на негативі і нечіткому позитиві відрізняються. Для того, щоб забезпечити фотографії нормальний контраст, здійснюється друк при нерізкому маскуванні не на звичайному, а на висококонтрастному папіру. Це автоматично забезпечує підвищення контурного контрасту, таким чином кінцева картинка сприймається більш чіткою [4].

Робота данного фільтру у Photoshop корегується параметрами: Amount, Radius, Threshold (рис. 1).

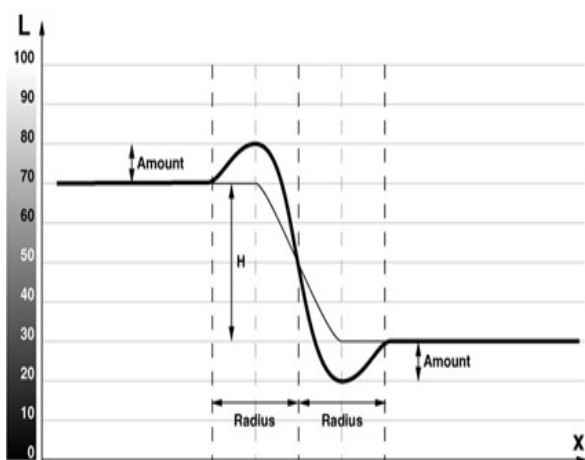


Рисунок 1 – Залежність параметрів фільтру

Параметр Amount. Визначає силу впливу фільтра (висоту "горбів" на графіку). Вимірюється у відсотках від початкового значення висоти горбів на графіку. Конкретне значення визначається різкістю вихідної картинки: чим вона нижча, тим більшою доводиться задавати ширину ореолів (параметр Radius) і знижувати значення Amount, щоб зберегти оптичну ілюзію підвищення різкості

Параметр Radius. Визначається ступенем нерізкості маскуючого зображення, задає ширину створюваних уздовж контрастного контуру ореолів. Вимірюється в пікселях. Аналогічний параметру Radius фільтру Gaussian Blur при "ручному" вико-

нанні алгоритму нерізкої маски. Має діапазон зміни параметрів від 0,1 до 250 з кроком 0,1. Конкретне значення визначається ступенем нерізкості картини, а саме: середньою шириною зони контрастних переходів на художньо значущих елементах зображення. Загальне правило: чим менше значення параметру Radius (рис. 1), тим більше підкреслюються дрібні деталі й менше "витягуються" великі; чим більше значення, тим сильніше "з'їдаються" дрібні деталі і краще підкреслюються великі. За різної різкості на різних частинах зображення доводиться вибирати компромісне значення, жертвуючи дрібними деталями в його різкій частині і не до кінця "витягуючи" різкість в нерізкій частині.

Параметр Threshold (nopia). У класичному "плівковому" нерізкому маскуванні аналогу не має. Алгоритм роботи аналогічний "відсіченню" в інших інструментах Photoshop: програма аналізує перепад яскравості на кордонах контрастного переходу (висота H, рис. 1) і, якщо він виявляється менше заданого порогу, цей перехід виключається з обробки, та ореоли вздовж нього не додаються. Призначений для запобігання посилення шуму. Вимірюється в рівнях (levels). Один рівень відповідає мінімальній різниці між тонами зображення при восьмибітному режимі кодування. Має діапазон зміни параметру від 0 до 255 з кроком в одиницю. Оскільки комп'ютер нездатний відрізнити "художні деталі" від "паразитних шумів", він просто відкидає з розгляду всі слабкі тонові переходи, характерні для найбільш дрібних деталей зображення. Тому, чим більше значення задається параметру Threshold, тим менше дрібної деталізації на зображенні піддається посиленню різкості.

При використанні фільтру «нечітка маска» виникають наступні проблеми:

Кольорові ореоли. При роботі з чорно-білою картинкою на граничних ореолах міняється тільки один параметр – яскравість. Коли починають працювати з кольоровим зображенням, ореоли можуть набувати дефектного забарвлення. Відбувається це з наступних причин: фільтр Unsharp Mask обробляє кожен канал окремо як звичайну чорно-білу картинку, тобто вплив на кожен канал відбувається не відповідно до загальної "карти нерізкого маскування", а відповідно до власної "карти" каналу.

На рис. 2 наведено приклад межі між сірим і зеленим кольорами (компонентне RGB і поканальне зображення в градаціях сірого) і результат застосування до цієї межі фільтра Unsharp Mask з наступними параметрами (сильно завищені для наочності): Amount 500 %, Radius 10 pixels, Threshold 3 levels.

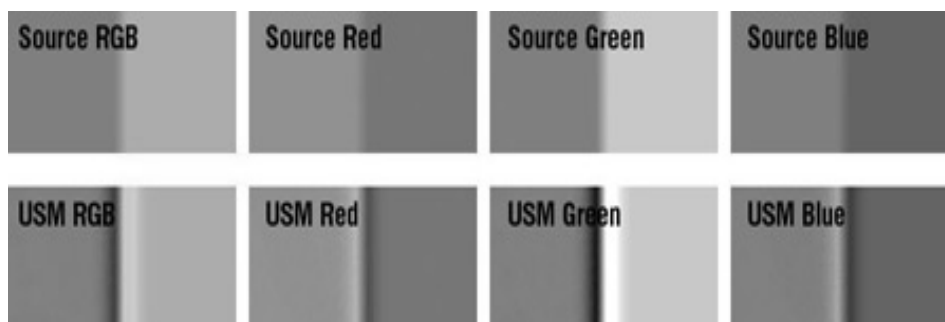


Рисунок 2 – Кордони між синім і зеленим кольорами

З аналізу поканального зображення (рис. 2) видно, що фільтр абсолютно відпрацював алгоритм нерізкого маскування для кожного каналу окремо, але через те, що перехід від сірого до зеленого в червоному і синьому каналах задається як перехід від світлого до темного, а в зеленому каналі навпаки - від темного до світлого, на сірому полі сталося освітлення червоного і синього каналів і затемнення зеленого. Це викликає появу на сірому яскравої пурпурової смуги [4].

Щоб позбутися такого ефекту треба забезпечити вплив на всі канали відповідно до єдиної "карти нерізкого маскування", тобто, в кожній точці всі канали повинні одночасно освітлюватися або одночасно затемнюється на одну і ту ж відносну величину (скільки то відсотків від вихідного тону каналу). Таким чином колірної тон збережеться, а яскравість зміниться. Тобто треба обробити яскраву складову не чіпаючи колір. Є два варіанти зробити це, залишаючись в просторі RGB. Перший, після застосування фільтра задати команду Edit\Fade Unsharp Mask (Photoshop) з параметрами: Opacity – 100%, Mode – Luminosity. Ця команда дозволяє змінити ступінь впливу і режим останньої виконаної операції. Другий: скопіювати зображення в новий шар, застосувати фільтр до нього і змінити режим накладання на Luminosity, міняючи для нього параметр Opacity також можна зменшити ступінь впливу нерізкого маскування. Другий варіант більш зручний, оскільки дозволяє в будь-який момент змінити ступінь впливу нерізкого маскування або зовсім відмовитися від нього.

2. Прояв світлих ореолів [5]. Як правило, темні ореоли менш помітні, ніж світлі, тому допускають більш сильний вплив без руйнування оптичної ілюзії. Якщо працювати в Lab і Шарп тільки канал Lightness проблема світлих ореолів може не виникнути зовсім, або виникне набагато пізніше (при більш сильному впливі), ніж в RGB.

Строго кажучи, Lab в тому вигляді, в якому він існує зараз, є математичною абстракцією і куб зі сторонами L, а і b не відповідає колірному охопленню людського зору, а перевищує його.

Таким чином, утворюється деяка кількість абстрактних поєднань значень L, а і b які задають точки,

які не потрапляють в колірний обхват людського зору. При переведенні в RGB програма змушена заганяти ці точки в колірний обхват людини і зіставляти їм деякі кольори. Ця недоробка в побудові Lab і алгоритмі перерахунку колірних координат і дозволяє обійти проблему надмірного прояву світлих ореолів.

3. Посилення шумів. Шуми в цифровому зображенні присутні завжди. Вони породжуються як чисто технічними проблемами (зерно плівки, рефлексії при скануванні віддрукованих на глянцевому папері рельєфною фотографій, тепловий шум напівпровідників матриці цифрової фотокамери тощо), так і структурою поверхні моделей (шорсткість матеріалу фону, пори шкіри тощо).

Проблема полягає в тому, що алгоритм нерізкого маскування, як і будь-який інший формалізований комп'ютерний алгоритм, не робить різниці між "художніми" і "не художніми" деталями зображення. Він піднімає візуальну різкість і тих і інших. У результаті маємо посилення шумів, якого, природно, хотілося б уникнути.

Першим кроком є використання регулятора Threshold. Він задає поріг "відсічення", аналізується перепад яскравості на кордонах контрастного переходу і якщо він виявляється меншим за заданий поріг, цей перехід виключається з обробки та ореоли вздовж нього не додаються.

Таким чином, якщо шум у зображенні слабкий, а дрібні деталі більш висококонтрастні ніж шум, ми зможемо знайти граничне значення, при якому деталі зображення ще будуть посилюватися, а шуму вже немає [6].

Відповідно до опису роботи фільтру «нечітка маска» (у Photoshop) та зазначених шляхів розв'язання проблем, які виникають при практичному його використанні здійснено дослідження застосування даного фільтру для попередньої обробки аерофотознімків екосистем.

На рис. 3 наведено первинне (не оброблене) зображення, а на рис. 4 – результати його обробки для певної комбінації значень параметрів: Amount, Radius, Threshold.



Рисунок 3 – Зображення перед обробкою



Рисунок 4 – Зображення після обробки

З візуального аналізу (рис. 3, 4) видно, що у результаті обробки вихідного зображення вдалося підвищити чіткість і насиченість зображення на межах розділення типів екосистем (водної, лісової та лучної), що дозволить при подальшій обробці

зображень більш якісно відокремлювати відповідні типи екосистем.

ВИСНОВКИ. Метод «нечіткої маски», відповідно до визначених критеріїв, може бути застосованим для первинної обробки отриманих аерофотознімків. Але, він потребує додаткових досліджень щодо визначення кількісних оцінок, на основі яких дане «покращення» можна вважати доцільним, вважаючи на необхідність первинної обробки аерофотознімків в автоматизованому режимі.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елизаров А.И., Заблоцкая Т.Ю. Метод количественной оценки изображений с центральной симметрией на примере фаций биологических жидкостей // Вестник Карельского госуд. педагог. университета. – 2007. – Вып. 1(42). – С. 8–13.
2. Харалик Р.М. Статистический и структурный подходы к описанию текстур // ТИИЭР. – 1979. – № 5. – С. 98–118.
3. Andre Galalowicz and Song De Ma. Sequential Synthesis of Natural Textures Computer Vision // Graphics and Image Processing. – 1985. – № 30. – PP. 289–315.
4. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображения / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986. – 400 с.
5. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. – М.: Физматлит, 2003. – 784 с.
6. Прэтт У.К., Фожра О.Д., Гагалович А. Применение моделей стохастических текстур для обработки изображений // ТИИЭР. – 1981. – № 5. – С. 54–64.

"FUZZY MASK" METHOD APPLICATION FOR IMPROVING OF ECOSYSTEMS DIGITAL AERIAL PHOTOGRAPHS

S. Soloshych, N. Huchenko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: nich@kdu.edu.ua

While conducting aerial photography with ultra light unmanned aerial vehicles, a number of issues related to the fact that the aircraft can be caught in the zone of atmospheric turbulence. Under these conditions, a significant number of images are unsuitable for further processing because of their ambiguity, low sharpness and other equally important deviations. A "Fuzzy Mask" filter is proposed to be used to process aerial images aiming to improve their quality for further study.

Key words: aerial image, landscape park, fuzzy mask.

REFERENCES

1. Elizarov A.I., Zablotskaya T.Y. The method of quantifying image with central symmetry for example facies fluids // *Bulletin of the Karelian State Pedagogical University*. – 2007. – Issue 1(42). – PP. 8–13. [in Russian].
2. Haralik R.M. Statistical and structural approaches to texture description // *TIIEER*. – 1979. – № 5. – PP. 98–118. [in Russian].
3. Andre Galalowicz and Song De Ma. Sequential Synthesis of Natural Textures Computer Vision // *Graphics and Image Processing*. – 1985. – № 30. – PP. 289–315.
4. Pavlidis T. *Algorithms for computer graphics and image processing* / Ed. from English. – М.: Radio and Communications, 1986. – 400 p. [in Russian].
5. *Methods of computer image processing*, Ed. V.A. Soifer. – Moscow: Fizmatlit, 2003. – 784 p. [in Russian].
6. Pratt U.K., Fozhra O.D., Galalovich A. Application of stochastic texture models for image processing // *TIIEER*. – 1981. – № 5. – PP. 54–64 [in Russian].

Стаття надійшла 18.05.2012.
Рекомендовано до друку
д.т.н., доц. Ляшенко В.П.