

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Національний науковий інститут інформаційно - діагностичних систем
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
доктор технічних наук, професор

Синеглазов В.М.

«___» _____ 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
“МАГІСТР”

Тема: «Система відновлення ортозображень»

Виконавець: Задорожний Гліб Євгенович

Керівник: д.т.н., доцент Мухіна Марина Петрівна

Консультант з охорони праці:

к.т.н., доцент Козлітін Олексій Олександрович



Консультант з охорони навколишнього середовища:

д.т.н., доцент Маджд Світлана Михайлівна



Нормоконтролер: Тупіцин Микола Федорович

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра авіаційних комп'ютерно – інтегрованих комплексів

Освітній ступінь магістр

Напрямок 15 – Автоматизація та приладобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Синеглазов В.М.

« ___ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту студента


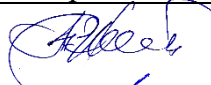


Задорожного Гліба Євгеновича

- 1. Тема проекту:** Відновлення ортозображень
- 2. Термін виконання проекту:** з 01.09.2020 р. до 18.12.2020 р.
- 3. Передумови проекту (роботи) :** зосередити увагу на системі відновлення ортозображень.
- 4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):**
 1. Аналіз питань та актуальність .
 2. Вимоги до автоматизованого робочого місця.
 3. Структура розробленої системи
 4. Розробка системного програмного забезпечення.
- 5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:**
 1. Типи спотворень ортозображень.
 2. Фільтри для відновлення ортозображень.
 3. Масштабування зображень.
 4. Цілісні та биті за допомогою артефактів зображення.

6. Календарний план-графік

| № пор. | Завдання | Термін виконання | Відмітка про виконання |
|--------|---|-------------------------|------------------------|
| 1. | Ознайомлення з постановкою задачі та вивчення літератури | 01.09.2020 – 11.09.2020 | |
| 2. | Дослідження вже існуючих автоматичних систем | 11.09.2020 – 22.09.2020 | |
| 3. | Розгляд переваг та недоліків вже існуючих | 22.09.2020 – 03.10.2020 | |
| 4. | Розробка структури системи відновлення ортозображень | 03.10.2020 – 14.10.2020 | |
| 5. | Формування математичної моделі системи. | 14.10.2020 – 25.10.2020 | |
| 6. | Здійснення вибору програмних засобів для реалізації розробленої системи | 25.10.2020 – 05.11.2020 | |
| 7. | Реалізація розробленої системи відновлення ортозображень | 05.11.2020 – 25.11.2020 | |
| 8. | Аналіз роботи систем, виявлення недоліків та їх усунення | 25.11.2020 – 17.12.2020 | |
| 9. | Захист дипломного проекту | 22.12.2020 | |

7. Консультанти зі спеціальних розділів

| Розділ | Консультант (посада, П.І.Б.) | Дата, підпис | |
|----------------------------------|---------------------------------|--|---|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона праці | д.т.н., доцент Козлітін О.О. |  |  |
| Охорона навколишнього середовища | д.т.н., доцент Маджд С.В. |  |  |

Дата видачі завдання 01.09.2020

Керівник дипломного проекту: д.т.н., доцент Мухіна М.П.

Завдання прийняв до виконання: Задорожний Г.Є.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Система відновлення ортозображень»: 81 с., 24 рис., 9 табл., 15 інформаційних джерел.

Об'єкт розробки — перевірка засобів автоматизації процесів відновлення ортозображень .

Мета проекту — підвищення продуктивності праці та якості роботи, а також усунення «людського фактору».

Розроблена програма побудована на реальній моделі виконання процесів відновлення зображень . У ході роботи було здійснено аналіз існуючих процедур відновлення та досліджено чинники, які впливають на продуктивність праці та якість готового продукту.

Результати дипломного проекту рекомендується використовувати для автоматизованих систем відновлення зображень після попереднього тестування та доопрацювання.

Розробка та дослідження проводилися під управлінням ОС Windows 10.
Розробка програми здійснювалася у середовищі MATLAB.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 8 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ГЕОЗОБРАЖЕНЬ ТА ТИПІВ ЇХ СПОТВОРЕНЬ..... | 9 |
| 1.1. Види геозображень | 9 |
| 1.2. Джерела спотворень геозображень | 13 |
| 1.3. Типи спотворень геозображень | 15 |
| 1.4. Постановка задачі відновлення ортозображень | 17 |
| Висновки | 19 |
| РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ..... | 20 |
| 2.1. Методи фільтрації зображень | 20 |
| 2.2. Методи інтерполяції та екстраполяції зображень | 25 |
| 2.3. Описова база даних текстурних зображень (DTD) | 31 |
| 2.4. Попередня обробка зображень | 32 |
| Висновки | 43 |
| РОЗДІЛ 3. ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ТЕКСТУРНИХ ФРАГМЕНТІВ В ОРТОЗОБРАЖЕННЯХ | 44 |
| 3.1. Штучне внесення спотворень в текстурні зображення..... | 44 |
| 3.2. Лінійна інтерполяція..... | 45 |
| 3.3. Інтерполяція сплайнами | 46 |
| 3.4. Гаусівська інтерполяція на основі ймовірного підходу..... | 47 |
| Висновок | 48 |
| РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІДТВОРЕННЯ ОРТОЗОБРАЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ВІДТВОРЕННЯ..... | 49 |
| 4.1. Підготовка тестових зображень | 49 |
| 4.2. Програмне забезпечення | 50 |
| Висновки | 54 |
| РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА | 55 |
| 5.1. Енергозбереження та його напрямки..... | 55 |
| 5.2. Енергозбереження в електронній апаратурі..... | 56 |
| 5.3. Альтернативні джерела енергії..... | 59 |
| 5.4. Еколого-економічні збитки..... | 61 |

| | |
|--|----|
| Висновки | 63 |
| РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ | 64 |
| 6.1.Визначення основних потенційно-шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виконанні науково-дослідницької роботи | 64 |
| 6.2.Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії..... | 65 |
| 6.3.Електробезпека..... | 68 |
| 6.4.Безпека у надзвичайних ситуаціях..... | 73 |
| Висновки | 79 |
| ВИСНОВКИ..... | 80 |

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ

МФ – медіанний фільтр

РБФ – радіальних базисних функцій

ЛФ – лінійний фільтр

ЦОЗ – цифрова обробка зображень

МФ – медіальний фільтр

НС – надзвичайна ситуація

ВДТ – візуальні дисплейні термінали

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

ВДЕ - відновлювані джерела енергії

ПК – персональний комп'ютер

PSNR – пікове співвідношення сигналу до шуму

SSIM – індекс структурної подібності

Вступ

Ніколи раніше вчені і практики, що працюють в області наук про Землю і суспільстві, не мали справи з такою кількістю карт самого різного призначення і тематики, а крім того, аерознімків та космічних знімків, тривимірних моделей, електронних карт, анімацій та інших екранних зображень. Прогрес геоінформаційного картографування, дистанційного зондування та засобів телекомунікації привів до того, що карти традиційного типу перестали бути єдиним і неподільним засобом пізнання навколишнього світу. Зйомки в будь-яких масштабах і діапазонах, з різним просторовим охопленням ведуться на землі і під землею, на поверхні океанів і під водою, з повітря і з космосу.

Всі безліч карт, знімків та інших подібних моделей можна позначити загальним терміном - «геозображення» . Термін його такий: геозображення - це будь-яка просторово-часова, масштабна, генералізована модель земних (планетних) об'єктів або процесів, представлена в графічній формі. У цьому формулюванні відзначені головні властивості, притаманні всім геозображенням (масштаб, генералізованість , наявність графічних образів), і зазначена їхня специфіка - це зображення Землі і планет .

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ ГЕОЗОБРАЖЕНЬ ТА ТИПВ ЇХ СПОТВОРЕНЬ

1.1. Види геозображень

Геозображення відображає надра Землі і її поверхню, океани і атмосферу, педосферу, соціально-економічну сферу і області їх взаємодії.

Геозображення за видами поділяються на три класи:

- плоскі або двомірні-карти, плани, фотознімки, фотоплани, телевізійні, Сканерне, радіолокаційне та інші дистанційні зображення;
- об'ємні або тривимірні (Анагліф), рельєфні і фізичні карти, стереоскопічні і голографічні моделі;
- динамічні трьох-і чотиривимірні анімації, картографічні і стереокартографічні фільми, кіноатласи, віртуальні зображення т.п.

Нові комп'ютерні технології постійно породжують нові і нові геозображення, які повинні задовольняти вимоги наукових досліджень і практичних додатків. У межах кожного виду є десятки різновидів: карти всілякої тематики, знімки в різних діапазонах спектру, блок-діаграми в будь-яких проекціях і ракурсах. Але є також багато комбінованих геозображень, які поєднують в собі особливості різних моделей.

Це, наприклад, комбінації карт і знімків: фотокарти, ортофотокарти, космокарти. Зазвичай це поліграфічні відбитки з аеро-або космічних фотопланів, в яких зображені координатні сітки і рамка, картографічні позначення і підписи.

Широко відомі топографічні і тематичні фотокарти: космо-тектонічні, космо-фото-геоботанічні і т.д. Вони зручні для проектно-пошукових робіт, геологічних розвідок, освоєння сільськогосподарських угідь тощо. Застосовують монтажі космічних зображень з координатною сіткою на них, так звані «іконокарти», оперативно складаються в великих масштабах на маловивченій території.

Комбіновані зображення включають фототелевізійні зображення, на яких переваги чіткості та незначне спотворення фотографій поєднуються з ефективністю телевізійного методу їх передачі на Землю.

До комбінованих тривимірних зображень відносять дисплейні стереомодельні анагліфи. Погляд на них через спеціальні окуляри створює повну ілюзію об'ємного зображення. Розроблено методи побудови голограм, в тому числі метахронних.

Віртуальне зображення, що поєднує в собі тривимірну модель рельєфу, фотозображення ландшафту і комп'ютерну анімацію, - один із найяскравіших прикладів багатовимірного комбінованого зображення. Такі складні, комбіновані моделі, що поєднують в собі різні властивості, можна назвати гіпергеозображеннями (або для стислості -гіперзображеннями).

У різних комбінаціях вони синтезують геометричні, динамічні, стереоскопічні властивості. Окрім віртуальних моделей, до них можна віднести і статичні «пейзажні карти» -особливі тривимірні зображення, в яких реалістична наочність художніх пейзажів з'єднується з точністю блок-діаграм, і космофотокарти, що охоплюють всю планету або великі її регіони.

Гіперзображення- це майже завжди програмно-керовані моделі, створюючи які можна встановлювати певні властивості та змінювати їх за потреби.

Для того, щоб орієнтуватися у всіх багатообразиях геоізоображень, необхідні їх упорядкування та групування, що дозволяють знайти місце для простих, виробничих та комбінованих варіантів. Важливо, щоб система класифікації дозволила можливість для поповнення та розширення її за рахунок появи появ нових видів геоізоображень, що відбувається постійно.

Класифікація геоізоображень повинна бути не лише груповою та вміщувати найбільш повний перелік їх, але головне, передбачати можливість появи нових видів та типових геоізоображень за темами чи їх властивостями.

Для того, щоб орієнтуватися у всіх багатообразиях геоізоображень, потрібно їх упорядкувати та згрупувати, що дозволяють знайти місце для простих, виробничих та комбінованих варіантів. Важливо, щоб система класифікації дозволила можливість для поповнення та розширення її за рахунок появи появ нових видів геоізоображень, що відбувається постійно.

Класифікація геозображень повинна бути не лише груповою та вміщувати найбільш повний перелік їх, але головне, передбачати можливість появи нових видів та типових геозображень за темами чи їх властивостями.

Можливі різні підходи до класифікацій геозображень, тому вони мають багато спільних властивостей та водночас суттєвих відмінностей. Перш за все, геозображення підрозділяють за способами їх отримання:

- зйомки - комплекс натурних інструментальних спостережень і реєстрацій (наземних, підземних, водних, підводних, аеро- і космічних) з метою отримання первинних геоізображень;
- лабораторне створення - операції по обробці і перетворенню (корекція, узагальнення, монтування та т.п.) первинних знімальних матеріалів для отримання похідних геоізображень;
- конструювання - виконання аналітичних, фотомеханічних або комп'ютерних процедур для створення реальних або абстрактних геозображень із заданими властивостями.

Можна поділяти всі геозображень по тематиці або змістом, як це прийнято для карт. Тоді перелік виявляється практично невичерпним, адже карти і знімки відображають всі явища природи і багато соціально-економічні сюжети, а знімки в інфрачервоному і радіохвильова діапазонах здатні передати навіть ті фізичні властивості об'єктів, які не видно або НЕ сприймаються людиною. Тому від класифікації геозображень за змістом доведеться відмовитися через неможливість досягнути неосяжне.

Є й інші підстави для класифікації. Наприклад, за рівнем генералізованості зображень, по тривалості їх використання (скажімо, довготривалі, оперативні, миттєві і т.д.). Космічні знімки розрізняють за технологією отримання, спектральному дозволу, масштабом, оглядовості, повторюваності зйомки, а крім того, застосовують багатопараметричну класифікацію за комплексом показників.

Нижче наводиться одна з класифікацій геозображень по 2-м важливим ознаками: статичності-динамічності і розмірності.

Класифікація геозображень

| <i>Статичні</i> | | <i>Динамічні</i> | |
|--|---|--|--|
| <i>2-х мірні</i> | <i>3-х мірні</i> | | <i>4-х мірні</i> |
| <i>Плоскі</i> | <i>Об'ємні</i> | <i>Плоскі</i> | <i>Об'ємні</i> |
| Карти, знімки, плани, фотокарти, електронні карти, синтезованні зображення | Анаглифи, блок- діаграми, Рельєфі- моделі, голограми | Кинофільми, анимації, слайд-фільми, багаточасові фільми, метахронний блок- діаграми, кіно-атласм | Стереофільми, стереоанимації, киноголограми, динамічні блок-діаграми, динамічні голограми, виртуальні зображення |

Є ще одна класифікація, яка поділяє геозображення на типи: аналітичний, комплексний і синтетичний, включаючи і комбіновані варіанти - аналітико-синтетичний і комплексно синтетичний.

Аналітичні геозображення вибірково характеризують будь-яке явище або процес, деякі їх властивості поза зв'язком з іншими явищами або властивостями. Такі, наприклад, аналітичні карти, що відрізняються високою вибірковістю, і знімки, отримані в вузьких зональних діапазонах, хоча ступінь аналітичності (вибіркової) знімків істотно інша.

Комплексні геозображення поєднують відображення декількох елементів або явищ близької тематики. Одночасне представлення двох, а іноді і трьох-чотирьох показників дозволяє користувачеві самому їх скласти та оцінити закономірності розміщення одного явища щодо іншого. Прикладом можуть служити електронні

навігаційні карти. Вони поєднують батиметричне зображення, дані навігаційної обстановки і поточної радіолокації.

Синтетичні геозображення відображають складні явища разом з їх властивостями і взаємозв'язками як єдине ціле. Вони не містять поелементних характеристик, зате дають уявлення про геосистемах в цілому.

Існують ще й комбіновані аналітико-синтетичні і комплексно-синтетичні зображення. Всі фотокарти, космофотокарти, космофотогеологічні і інші геозображення, що поєднують фотографічне зображення місцевості зі знаковими позначеннями окремих її елементів, можна розглядати як комплексні або комплексно-синтетичні моделі.

Множинність геозображень забезпечує всебічне вивчення складних багатовимірних систем, виявлення їх структури, ієрархії, динаміки.

1.2. Джерела спотворень геозображень

Усі геозображення, незалежно від того, чи отримані вони датчиком на супутнику або літаком, матимуть певну кількість геометричних спотворень. Це проблема дистанційного зондування, оскільки ми хочемо мати змогу точно зобразити тривимірну поверхню на двовимірному зображенні. Помилки можуть бути обумовлені низкою факторів, включаючи:

- Нахил камери / датчика
- Спотворення об'єктива камери
- Місцевість / Рельєф

Більшість аерофотознімків робляться за допомогою спеціалізованих камер, щоб мінімізувати спотворення об'єктива, але деякі спотворення все ще є.

Переміщення рельєфу (рисунок 1.1.) :

Масштаби геозображень різняться через зміну висоти поверхні місцевості. Масштабне спотворення дорівнює нулю в головній точці (центрі) і збільшується радіально від центру зображення.

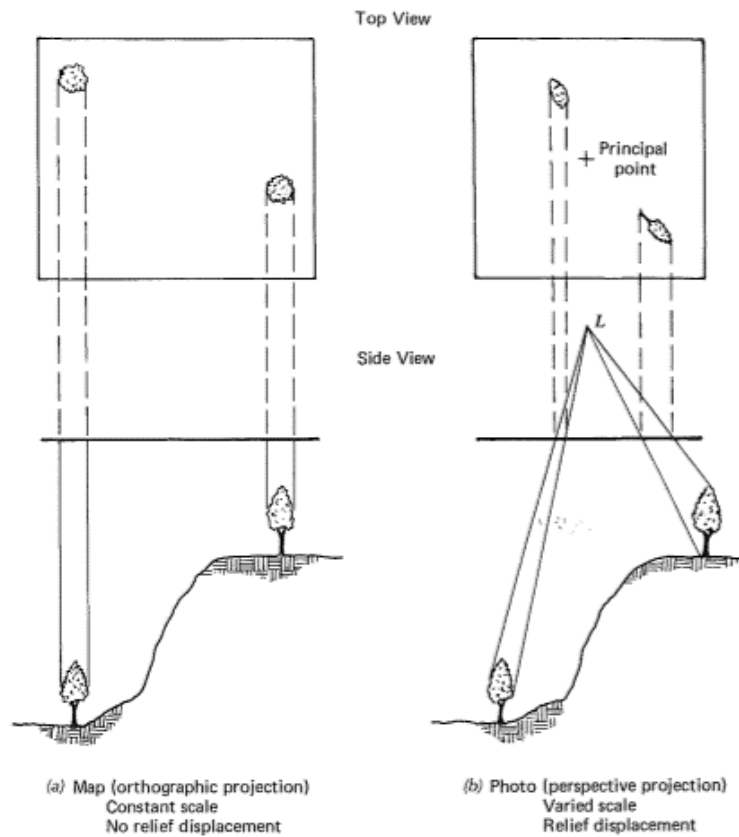


Рис.1.1. Переміщення рельєфу

Отже, коли масштаб дається для не виправленої аеро-космозйомки, це насправді середній масштаб, заснований на середній висоті місцевості для зображення. На фотографії ділянки місцевості (або будівлі) на більш високій висоті лежать ближче до камери під час експозиції. Тож вони виглядають більшими, ніж низовини (рис. 1.2.).

Верхівки високих предметів завжди зміщуються з їхніх підстав. Це відоме як рельєфне зміщення і змушує будь-які предмети над землею нахилитися від основної точки фотографії. Чим більша відстань від об'єкта від головної точки, тим більше зміщення. Зміщення також збільшується із збільшенням висоти об'єкта. Рельєфне зміщення спричинене різницею висот. Якщо висота поверхні місцевості відома протягом всієї сцени, геометричні спотворення можна виправити.

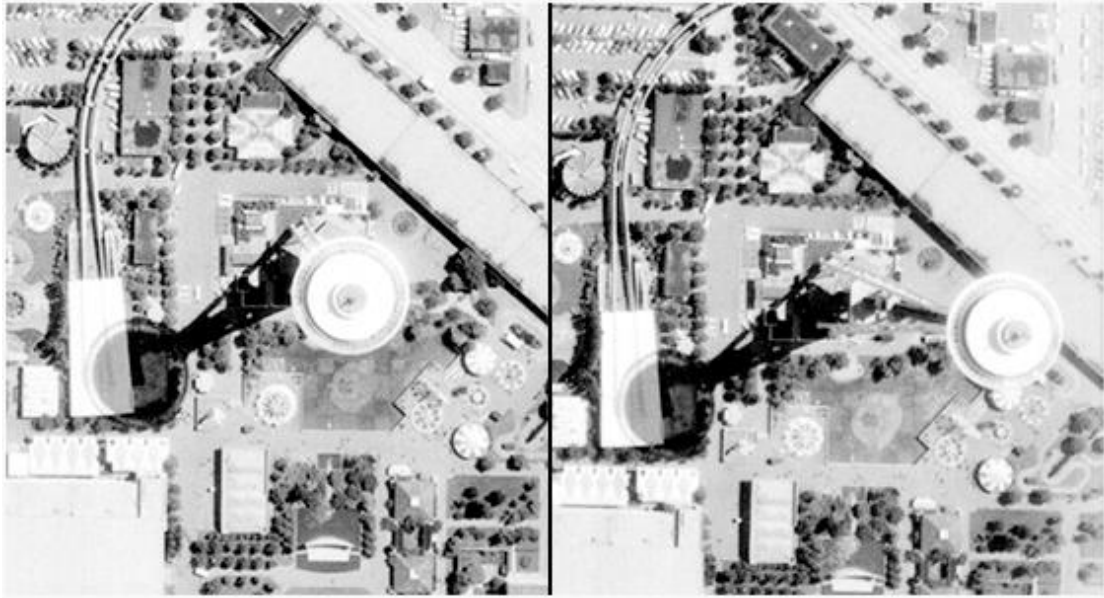


Рис. 1.2. Рельєфне зміщення

На лівому зображенні Космічна голка в Сіетлі була розташована близько до основної точки, тому є мінімальне переміщення. На правому зображенні Космічна Голка розташована далі від головної точки, що призводить до її "нахилу" від центру.

Також наявне штучне спотворення. Спотворення зображення, яке виникає в результаті його оброблення, наприклад, після фільтрації з метою зниження рівня шуму в зображенні. Іншим прикладом є елайзинг.

1.3. Типи спотворень геообразень

За характером спотворень розрізняють проекції рівнокутні, рівновеликі та довільні. Карти, складені у рівнокутних проекціях, точно передають форми об'єктів і напрямки, проте спотворюють довжини і площі. Наведемо приклад на рисунок 1.3.

Рівновеликі проекції, навпаки, дають змогу правильно передати відстані та площі, але суттєво спотворюють форми предметів та напрямків.

Для довільних проекцій характерні одночасно всі види спотворень, але не такі значні. Різновидом довільних проекцій є рівнопроміжні, в яких основний масштаб

зберігається на певних меридіанах або паралелях. Географічні карти України, як правило, складають у рівнопроміжних проекціях.



Рис. 1.3. Типи спотворень геообразень

Отже, будь-яка карта має ті чи інші спотворення. Спотворюються довжини ліній, кути, площі і форми географічних об'єктів. Спотворення на карті тим більші, чим більша зображувана на ній поверхня.

На планах місцевості і великомасштабних картах, що зображують невеликі ділянки місцевості, спотворень майже немає, але на дрібномасштабних картах вони бувають дуже великі. А звідси й неоднаковий масштаб довжин і площ у різних місцях карти.

Про характер і розміри спотворень на карті можна дізнатися, порівнявши картографічну сітку з градусною сіткою глобуса. На глобусі всі меридіани рівні між собою, паралелі рівновіддалені один від одного. Майже всі меридіани з паралелями перетинаються, під прямим кутом, тому на глобусі всі клітинки градусної сітки між

двома сусідніми паралелями мають однакову форму і розміри, а клітинки між двома сусідніми меридіанами звужуються і зменшуються за величиною з віддаленням на північ і на південь від екватора.

Таким чином, ознаками спотворень на карті будуть: неоднакова форма і величина клітинок між двома сусідніми паралелями (спотворення форм і площ), різні за довжиною відрізки меридіанів між паралелями (спотворення довжин ліній і неоднаковий масштаб у різних частинах карти), відхилення величини кутів між меридіанами і паралелями від 90° (спотворення кутів).

1.4. Постановка задачі відновлення ортозображень

Маючи частково відомі значення функції зображення $I(x, y)$ розміром $m \times n$ пікселів і типом текстури $T \in \Omega$, де Ω - це набір дескрипторів текстур, навчених раніше (відомий раніше), необхідно знайти повну функцію зображення $I(x, y)$ із забезпеченням максимально вибраного показника якості зображення.

Характеристика зображення I_{ref} та відновлене зображення I порівнюються за піковим відношенням сигналу / шумом (PSNR) та показником індексу структурної схожості (SSIM).

PSNR можна визначити як :

$$PSNR(I_{ref}, I) = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE(I_{ref}, I)} \right), \quad (1.1.)$$

Де

$$MSE(I_{ref}, I) = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (I_{ref}(i, j) - I(i, j))^2. \quad (1.2.)$$

Для абсолютної ідентичності порівняних зображень $PSNR \rightarrow \infty$.

SSIM можна визначити як:

$$SSIM(I_{ref}, I) = l(I_{ref}, I) c(I_{ref}, I) s(I_{ref}, I), \quad (1.3.)$$

де відповідні компоненти - це функції яскравості, контрасту та порівняння структури:

$$\begin{aligned}l(I_{ref}, I) &= \frac{2\mu_{ref}\mu + C_1}{\mu_{ref}^2 + \mu^2 + C_1}; \\c(I_{ref}, I) &= \frac{2\sigma_{ref}\sigma + C_2}{\sigma_{ref}^2 + \sigma^2 + C_2}; \\s(I_{ref}, I) &= \frac{\Sigma + C_3}{\sigma_{ref}\sigma + C_3}.\end{aligned}\tag{1.4.}$$

μ_{ref}, μ – математичні очікування щодо еталонних та відновлених зображень;

σ_{ref}, σ – є стандартні відхилення еталонних та відновлених зображень;

Σ – коваріація двох зображень;

і коефіцієнти C_1, C_2, C_3 додаються, щоб уникнути нескінченності результатів.

Серед порівняних методів відновлення зображень будуть такі:

- лінійний поліном;
- сплайн;
- бігармонічна сплайн-інтерполяція - так звані "сіткові дані" ;
- кубічний кубічний ермітівський інтерполяційний поліном - так званий "рсір" ;
- модифікована кусочно-кубічна інтерполяція Ерміта Акіма - так звана "макіма";
- розсіяння природнього інтерполянту ;
- регресія гауссового процесу .

Висновки

В ході дослідження теоретичних основ цифрової обробки зображень було визначено план для подальшого виконання завдання, визначено методи для покращення зображень, аналіз яких буде виконано в наступному розділі. Було визначено особливості обробки зображень, їх структуру та призначення.

Що є до відомих систем відновлення, то вони не можуть бути використані як системи, бо не володіють достатньою гнучкістю. У більшості випадків, вони написані для одного-двох обраних завдань. Прийняте рішення про постановку завдання щодо детальнішого дослідження підходів для покращення зображень.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

2.1 Методи фільтрації зображень

Як правило, зображення, сформовані різними інформаційними системами, спотворюються через перешкоди. Це ускладнює їх візуальний аналіз людиною, та і автоматичну обробку в ЕОМ. При вирішенні проблем обробки зображень в ролі перешкод можуть виступати і ті чи інші компоненти самого зображення. Наприклад, при аналізі космічного знімка земної поверхні може стояти завдання визначення меж між її окремими ділянками -лісом і полем, водою і сушею і т.д. З точки зору цього завдання окремі деталі зображення всередині поділених областей є перешкодою.

Ослаблення дії перешкод досягається фільтрацією. При фільтрації яскравість (сигнал) кожної точки вихідного зображення, спотвореного перешкодою, замінюється деяким іншим значенням яскравості, яке визнається в найменшій мірі спотвореною перешкодою.

На сьогодні запропоновано чимало методів фільтрацій зображень, які пов'язані з великою кількістю типів задач, які доводиться описувати різними математичними моделями. Однак всі їх можна поділити на лінійні та нелінійні.

Лінійні фільтри – це сімейство фільтрів, які мають дуже простий математичний опис. Разом з тим вони дозволяють домогтися найрізноманітніших ефектів. Наприклад задано вихідне полутонове зображення A , і позначимо інтенсивності його пікселів $A(x, y)$. Лінійний фільтр визначається вещественнозначною функцією F , заданої на растрі. Ця функція називається ядром фільтра, а сама фільтрація проводиться за допомогою операції дискретної згортки.

$$B(x, y) = \sum_i \sum_j F(i, j) \cdot A(x + i, y + j). \quad (2.1.)$$

В цьому рівнянні B – результат фільтрації корисного сигналу в точці кадру з координатами (x, y) , Підсумовування B проводиться по $(i, j) \in N$ і значення кожного пікселя $B(x, y)$ визначається пікселями зображення A , які лежать в N .

Згладжувальні фільтри діють на зображення аналогічно мутного скла: зображення стає розмитим. Найпростіший прямокутний згладжує фільтр радіуса r задається за допомогою матриці розміру $(2r + 1) \times (2r + 1)$, всі значення якого рівні:

$$\frac{1}{(2r + 1)^2} \quad (2.2)$$

а сума за всіх елементів матриці дорівнює, одиниці. При фільтрації з даними ядром значення пікселя замінюється на усереднене значення пікселів в квадраті зі стороною $2r + 1$ навколо нього. Приклад фільтрації за допомогою прямокутного фільтра наведено на (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Прямокутний згладжуючий фільтр

Для чого можуть застосовуватися згладжують фільтри? Одним з їх можливих застосувань є шумозаглушення, тобто завдання відновлення вихідного зображення, до пікселів якого доданий випадковий шум. Шум змінюється незалежно від пікселів до пікселів i , за умови, що математичне очікування значення шуму дорівнює нулю, шуми

сусідніх пікселя компенсують один одного. Якщо більше вікно фільтрації, тим менше буде усереднена інтенсивність шуму, однак при цьому буде відбуватися і суттєве розмиття значущих деталей зображення.

Природним припущенням про вихіді незашумлене зображення буде схожість значень інтенсивності пікселів, що знаходяться поруч. Причому, чим менше відстань між пікселями, тим більша ймовірність їх схожості. Це і відрізняє вихідне незашумлене зображення від шумового компонента, для якого схожість пікселів ніяк не залежить від відстані між ними. Виходячи з вищесказаного можна припустити, що шумозаглушення за допомогою прямокутного фільтра має істотний недолік: пікселі на відстані r від оброблюваного зображення надають на результат той же ефект, що і сусідні.

Більш ефективнішим шумозаглушенням володіє гауссовський фільтр з ядром:

$$F_{gauss}(i, j) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.3)$$

Гауссовський фільтр має нульове ядро нескінченного розміру. Однак ядро фільтру дуже швидко направляє до нуля при віддаленні від точки $(0, 0)$, і тому на практиці можна обмежитися вікном невеликого розміру навколо $(0, 0)$ (Наприклад, взявши радіус вікна рівним 3σ).

Гауссовська фільтрація також є згладжувальною. Однак, на відміну від прямокутного фільтру, точки при гаус. фільтрації буде симетрично розмитенена пляма, зі спаданням яскравості від середини до країв, що набагато ближче до реального розмиття чим від розфокусування лінз.

Завдяки використанню лінійних фільтрів, що згладжують, відбувається придушення шумів, але в той же час розмиваються границі між областями з різною амплітудою сигналу. Для зменшення кількості розмитих границь розроблені різні нелінійні фільтри. Як і лінійні КІХ фільтри, нелінійні фільтри працюють у ковзному вікні. Різниця між лінійною та нелінійною фільтрацією полягає в тому, що лінійна фільтрація обчислює лінійну комбінацію відліків сигналу, а при нелінійній фільтрації

виконуються нелінійні перетворення відліків сигналу в околиці елементів, які обумовлюються маскою фільтра.

Сігма-фільтр призначений для придушення шумів у зображенні зі збереженням контурів (різких границь областей). Центральний елемент маски заміщується зваженим середнім значенням, розраховане лише на тих амплітуда відліків, значення яких попадають в $\pm k\sigma$ – область вибрана згідно яскравості центрального елемента σ вибирається або як середньоквадратичне відхилення (СКВ) шуму, що придушується, або як СКВ в масці, або встановлюється рівною СКВ, отриманому по всьому зображенню:

$$g(x, y) = \sum_{s, t \in S} h(s, t) f(x - s, y - t) \quad (2.4.)$$

де S – околицю становлять ті значення координат маски, у яких виконується накладена умова:

$$S = \{(s, t) : |f(x - s, y - t) - f(x - y)| \leq k\sigma\} \quad (2.5.)$$

$h(s, t)$ - КІХ лінійного згладжуючого фільтра.

Медіанний фільтр (МФ) замінює центральний елемент маски медіаною впорядкованої вибірки, утворену всіма амплітудами відліків, що покриваються маскою фільтра. При застосуванні МФ відбувається послідовна обробка кожної точки кадру, у результаті чого утворюється послідовність оцінок. При медіанній фільтрації використовується ковзне двовимірне вікно. У принципі, для кожного відліку виконується незалежна оцінка медіани у вікні. З метою прискорення оцінки доцільно алгоритмічно на кожному кроці використовувати раніше виконані обчислення. Розмір вікна встановлюється непарним і рівним $m \times n$.

Відліки зображення, що знаходяться в межах вікна, утворюють робочу вибірку поточного відліку. Якщо впорядкувати послідовність $\{f_i, i = [1, mn]\}$ по зростанню, то

її медіаною буде той елемент вибірки, що займає центральне положення в цій упорядкованій послідовності. Цей елемент є $(mn + 1)/2$ найбільшим і $(mn + 1)/2$ найменшим значенням у вибірці й визначає результат медіанної фільтрації для поточної точки кадру. Введемо позначення описаної процедури у вигляді:

$$g_{med} = med(f_1, f_2, \dots, f_n) \quad (2.6.)$$

На рисунку 2.2. наведено приклад усунення шуму за допомогою медіанного фільтра.

У системі Matlab (Image Processing Toolbox) існує можливість формування й накладення на зображення трьох типів шумів. Для цього використовується вбудована функція `imnoise`, що призначена, в основному, для створення тестових зображень, що використовуються при виборі й дослідженні методів фільтрації шуму. В даному випадку, на зображення був накладений імпульсний шум за допомогою команди

```
J = imnoise(I,'salt & pepper',0.02);
```

Для наочного порівняння приведемо три зображення разом: вихідне, зашумлене та відновлене. Як видно з рисунку (рис. 4) вихідне та відновлене зображення майже не відрізняються один від одного.



Рис 2.2. 1) Вихідне зображення, 2) Зашумлене зображення (імпульсний шум)
3) Відновлене зображення

2.2. Методи інтерполяції та екстраполяції зображень

Інтерполяція зображень відбувається у всіх цифрових фотографіях на певному етапі, будь то дематрізація або масштабування. Вона відбувається всякий раз, коли ви змінюєте розмір або розгортку зображення з однієї сітки пікселів в іншу (рисунок 2.3.). Зміна розміру зображення необхідно, коли вам потрібно збільшити або зменшити число пікселів, тоді як зміна положення може відбуватися в самих різних випадках: виправлення викривлень об'єктива, зміна перспективи або поворот зображення.

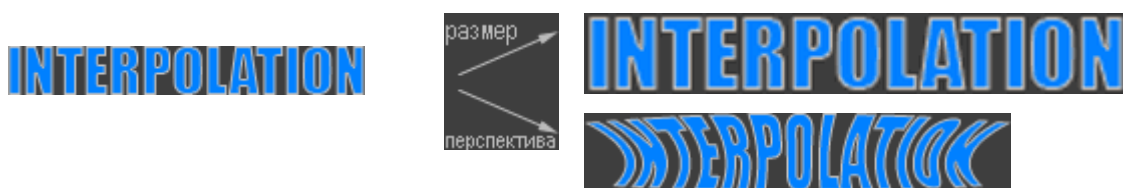


Рис.2.3. Приклад інтерполяції

Навіть якщо зміни розміру або розгортки піддається одне і те ж зображення, результати можуть значно відрізнятися в залежності від алгоритму інтерполяції. Оскільки будь-яка інтерполяція є всього лише наближенням, зображення буде дещо втрачати в якості щоразу, коли піддається інтерполяції.

Інтерполяція зображень працює в двох вимірах і намагається досягти найкращого наближення в кольорі і яскравості пікселя, ґрунтуючись на значеннях оточуючих пікселів. Наступний приклад (рисунок 2.4.) ілюструє роботу масштабування:

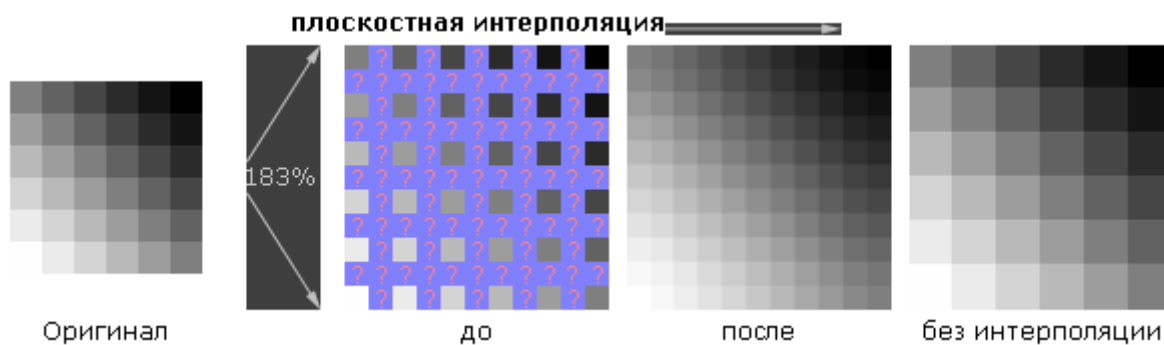


Рис.2.4. Масштабування

Загальноприйняті алгоритми інтерполяції можна поділити на дві категорії: адаптивні та неадаптивні. Адаптивні методи змінюються в залежності від предмета інтерполяції (різкі границі, гладка текстура), тоді як неадаптивні методи обробляють всі пікселі однаково.

Неадаптивні алгоритми включають: метод найближчого сусіда, білінійної, Бікубічний, сплайни, функція кардинального синуса (sinc), метод Ланцоша і інші. Залежно від складності, вони використовують від 0 до 256 (або більше) суміжних пікселів для інтерполяції. Чим більше суміжних пікселів вони включають, тим більш точними можуть виявитися, але це досягається за рахунок значного приросту часу обробки (риунок 2.5.). Ці алгоритми можуть використовуватися як для розгортки, так і для масштабування зображення.

Адаптивні алгоритми включають в себе багато комерційних алгоритми в ліцензованих програмах, таких як Qimage, PhotoZoom Pro, Genuine Fractals і інші. Багато з них застосовують різні версії своїх алгоритмів (на основі попіксельного аналізу), коли виявляють наявність границі - з метою мінімізувати непривабливі дефекти інтерполяції в місцях, де вони найбільш видно. Ці алгоритми в першу чергу розроблені для максимізації бездефектної детальності збільшених зображень, так що деякі з них для обертання або зміни перспективи зображення непридатні.

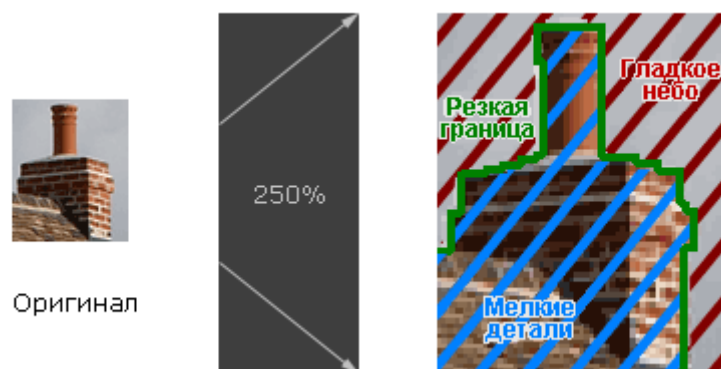


Рис.2.5. Приклад суміжних пікселів

Метод найближчого сусіда найбільш базовий з усіх алгоритмів інтерполяції, який вимагає найменшого часу обробки, оскільки враховує тільки один піксель - найближчий до точки інтерполяції. В результаті кожен піксель просто стає більше.

Інтерполяція на основі триангуляції - метод інтерполяції, результатом якого є вже не ступінчаста поверхня, а аппроксимированная трикутними гранями - на зразок того як об'єкти представлені в системах тривимірного моделювання і комп'ютерних іграх. Триангуляція є поверхнею, склеєну з трикутників, що з'єднують вихідні точки. Кожен трикутник є ділянкою похилій площині.

Границею триангуляції є опукла оболонка безліччю точок.

Для виконання інтерполяції в довільно заданій точці (x, y) необхідно знайти рівняння площини того трикутника який включає дану точку. У загальному вигляді рівняння площини містить чотири невідомих коефіцієнта:

$$Ax + By + Cz + D = 0, \quad (2.7.)$$

Маючи три точки $p1, p2$ і $p3$, шукані коефіцієнти можна отримати шляхом вирішення рівняння, ліва частина якого задана в формі визначника:

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 & z - z_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \end{vmatrix} = 0 \quad (2.8.)$$

Коефіцієнти A, B, C і D обчислюються заздалегідь для кожного трикутника і зберігаються разом з триангуляцією. Отримавши коефіцієнти потрібного трикутника, шукану величину $z(x, y)$ можна знайти, вразивши її з вищенаведеного рівняння площині:

$$z(x, y) = -\frac{1}{C} (Ax + By + D) \quad (2.9.)$$

У методі назад зважених відстаней (IWD) значення показника в довільній точці виходить як середньозважена сума значень у вихідних точках. Ваги визначаються обернено пропорційно відстані: чим далі вихідна точка вилучена, тим меншу вагу вона

матиме в горизонтальній осі. Формально значення функції в точці визначає згідно наступної формули:

$$z(P) = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^N w_i(p)z_i}{\sum_{i=1}^N w_i(p)} \\ z_i, \end{cases} \quad (2.10.)$$

если $d(p, p_i) \neq 0$ для всех i ,

если $d(p, p_i) = 0$ хотя бы для одного i ,

де $w_i(P) = |P - P_i|^{-p}$ – вагова функція.

Метод Шепарда - одна з найбільш поширених модифікацій методу IDW. Ваги обчислюються за формулою:

$$w_i(\mathbf{p}) = d_i^{-2} / \sum_{j=1}^n d_j^{-2} \quad (2.11.)$$

Метод радіальних базисних функцій (РБФ). Радіальної функцією називається вещественнозначная функція, значення якої залежить тільки від відстані між аргументом p і якоїсь фіксованою точкою в просторі c :

$$\phi(\mathbf{p}, \mathbf{c}) = \phi(\|\mathbf{p} - \mathbf{c}\|) \quad (2.12.)$$

Найпоширеніший варіант двовимірної радіальної функції виникає при $c = (0,0)$.

У цьому випадку функція залежить тільки від відстані до початку координат:
 $\phi(p) = \phi(\|p\|)$.

Засадничими радіальні функції називаються в тому випадку, коли їх лінійна комбінація використовується для апроксимації довільних вещественнозначних функцій:

$$Z(\mathbf{p}) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \phi(\|\mathbf{p} - \mathbf{p}_i\|) \quad (2.13.)$$

Саме ця ідея і використовується в методі інтерполяції на основі радіальних базисних функцій (РБФ).

Метод РБФ є одним з найбільш гнучких завдяки широким можливостям вибору радіальної функції. Недоліком же його є те, що поверхня може виходити за межі вихідного діапазону значень (хоча і обов'язково проходить через вихідні точки).

До числа широко використовуваних радіальних функцій відносяться:

- Мультиквадрики $\phi(r) = \sqrt{r^2 + \delta^2}$
- Зворотні мультиквадрики $\phi(r) = \frac{1}{\sqrt{r^2 + \delta^2}}$
- Мульти-логарифмічні $\phi(r) = \ln(r^2 + \delta^2)$
- Сплайни мінімальної кривизни $\phi(r) = r^2 \ln(r^2)$

Особливу увагу серед радіальних функцій заслуговують сплайни - функції, які виконують деяку додаткову умову (умови) при одночасному виконанні умов інтерполяції (проходження через вихідні точки). Зокрема, наведений вище сплайн мінімальної кривизни (thin plate spline - TPS) дає поверхню, що володіє максимально низькою кривизною між вихідними точками. Це не означає що поверхня щільно натягнута на вихідні точки (як в триангуляції).

Іноді поряд з компенсацією крайових ефектів потрібно розширити межі відновлюваного зображення, щоб витягти більший обсяг інформації про оригінальному документі. Для цього використовується процедура екстраполяції, яка полягає в тому, що двовимірну функцію яскравості $s(i1, i2)$ спостережуваного зображення продовжують з меж кадру $\theta^{(s)}$ на кадр більших розмірів $\theta^{(e)}$ так, щоб функція яскравості була гладкою і на кордонах кадру $\theta^{(e)}$ дорівнювала нулю.

Найпростішою є процедура одновимірної екстраполяції. Яскравість зображення уздовж рядків і стовпців за межами кадру спостережуваного зображення $\theta^{(s)}$ задається у вигляді полінома

$$f(i_j) = a_0 + a_1 i_j + a_2 i_j^2 \dots, j = \overline{1, 2} \quad (2.14.)$$

Коефіцієнти $\{a_k\}$ визначаються виходячи з вимог, що пред'являються до властивостей функції яскравості.

Наприклад, на межі кадру $\theta^{(3)}$ функція яскравості повинна дорівнювати нулю, вона повинна бути негативною, максимальне значення екстраполюючої функції не повинно перевищувати максимального значення спостережуваного зображення і т.п. Метод екстраполяції ілюструється (рисунок 2.6.), де а - екстрапольоване зображення; б - результат відновлення.

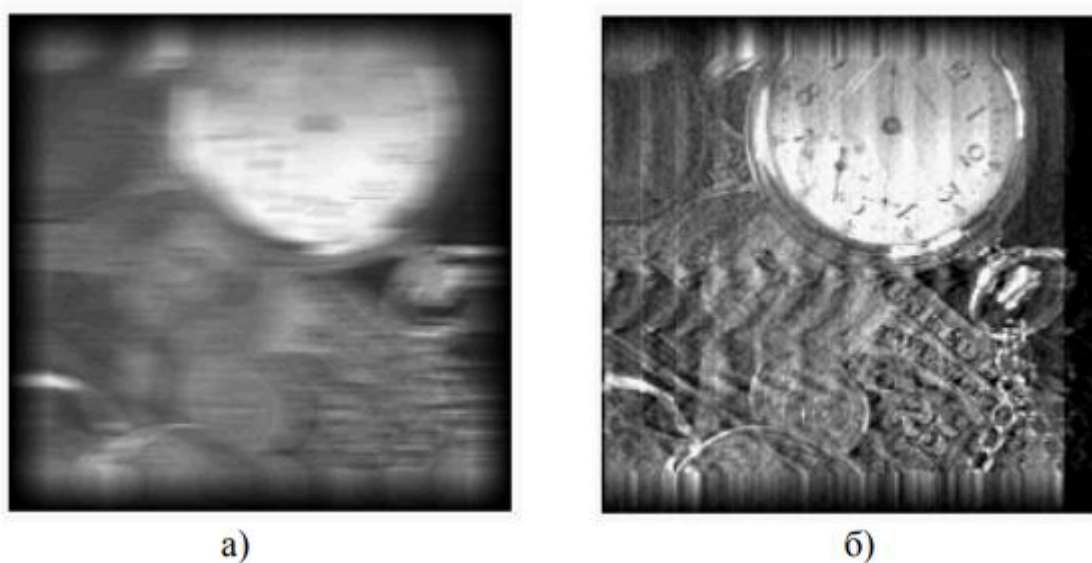


Рис.2.6. Відновлення із застосуванням екстраполяції

Слід звернути увагу на те, що застосування процедури екстраполяції дозволило відновити зображення в межах кадру вихідного зображення, розміри якого більше розмірів кадру спостережуваного зображення на величину смазу. Очевидно, що в центральній частині якість відновлення при екстраполяції гірше, ніж при множенні на вікно. Однак ця процедура дозволяє збільшити розміри кадру відновленого зображення.

2.3. Описова база даних текстурних зображень (DTD)

DTD досліджує проблему опису текстур, призначену для розпізнавання описуваних атрибутів текстур. Це завдання відрізняється від стандартних завдань аналізу текстур, таких як ідентифікація текстур і розпізнавання матеріалів. У той час як описувані атрибути співвідносяться з матеріалами, атрибути не мають на увазі матеріали (наприклад, прожилки можуть в рівній мірі ставитися до листя або мармуру), а матеріали не мають на увазі атрибути (не весь мрамур має прожилки). Описувані атрибути можуть бути об'єднані для створення багатих описів (мармур може бути прожилкуватим, шаруватим і тріснути одночасно), в той час як типове припущення полягає в тому, що текстури зроблені з одного матеріалу.

Описувані атрибути - це суб'єктивні властивості, які залежать як від зображуваного об'єкта, так і від людських суджень, тоді як матеріали об'єктивні. Атрибути фіксують властивості текстур, що доповнюють матеріали, підтримуючи орієнтовані на людину завдання, де опис текстур важливий.

DTD містить текстури в дикій природі, тобто текстурні зображення, витягнуті з інтернету, замість того, щоб захоплювати або генерувати в контрольованій обстановці. У більшості наших зображень текстура заповнює все зображення - це було зроблено спеціально, щоб вивчати проблему опису текстури незалежно від сегментації текстури.

Маючи 5640 таких зображень, цей набір даних націлений на підтримку реальних додатків, де розпізнавання властивостей текстур є ключовим компонентом (рисунки 2.7.).

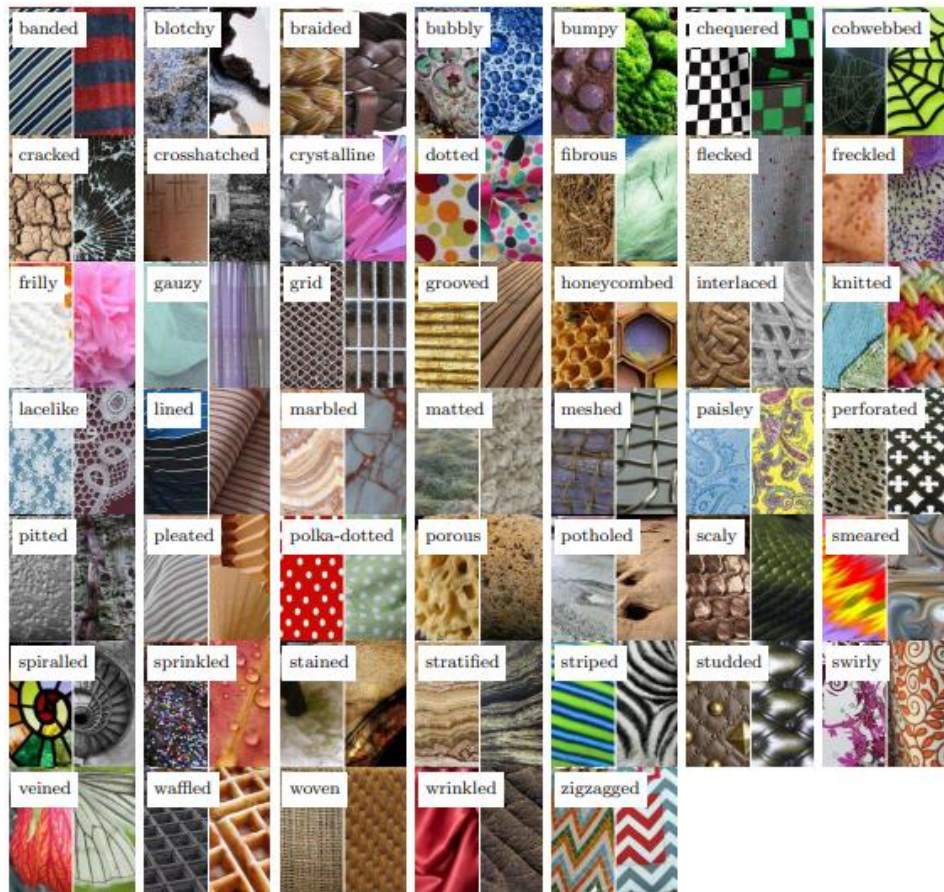


Рис.2.7. 47 текстурних слів в описуваному наборі даних текстур, представленому у цій статті

Крім того, інваріантність описуваних ознак не є внутрішньою властивістю матеріалу, але відображає інваріантність людських суджень, які повинні бути зафіксовані емпірично.

2.4. Попередня обробка зображень

Попередня обробка зображення - процес поліпшення якості зображення, що ставить за мету отримання на основі оригіналу максимально точного і адаптованого для автоматичного аналізу зображення .

Серед дефектів цифрового зображення можна виділити наступні види:

- Цифровий шум
- Колірні дефекти (недостатні або надлишкові яскравість і контраст, неправильний колірний тон)
- Розмитість (розфокусування)

Методи попередньої обробки зображень залежать від завдань досліджень і можуть включати наступні види робіт:

- Фільтрація зашумлених зображень.
- Корекція яскравості і контрасту.

Цифровий шум зображення-дефект зображення, що вноситься фотосенсорами і електронікою пристроїв, які їх використовують. Для його придушення використовують такі методи:

- Лінійне усереднення точок по сусідах. Розмиття по Гауссу.
- Медіанна фільтрація.
- Морфологічні перетворення.

Лінійне усереднення точок по сусідах - найпростіший вид алгоритмів видалення шуму. Основна ідея їх в тому щоб брати середнє арифметичне значення точок в деякій околиці в якості нового значення точки .

Фізично така фільтрація реалізується за допомогою обходу пікселів зображення матрицею згортки, що має такий вигляд:

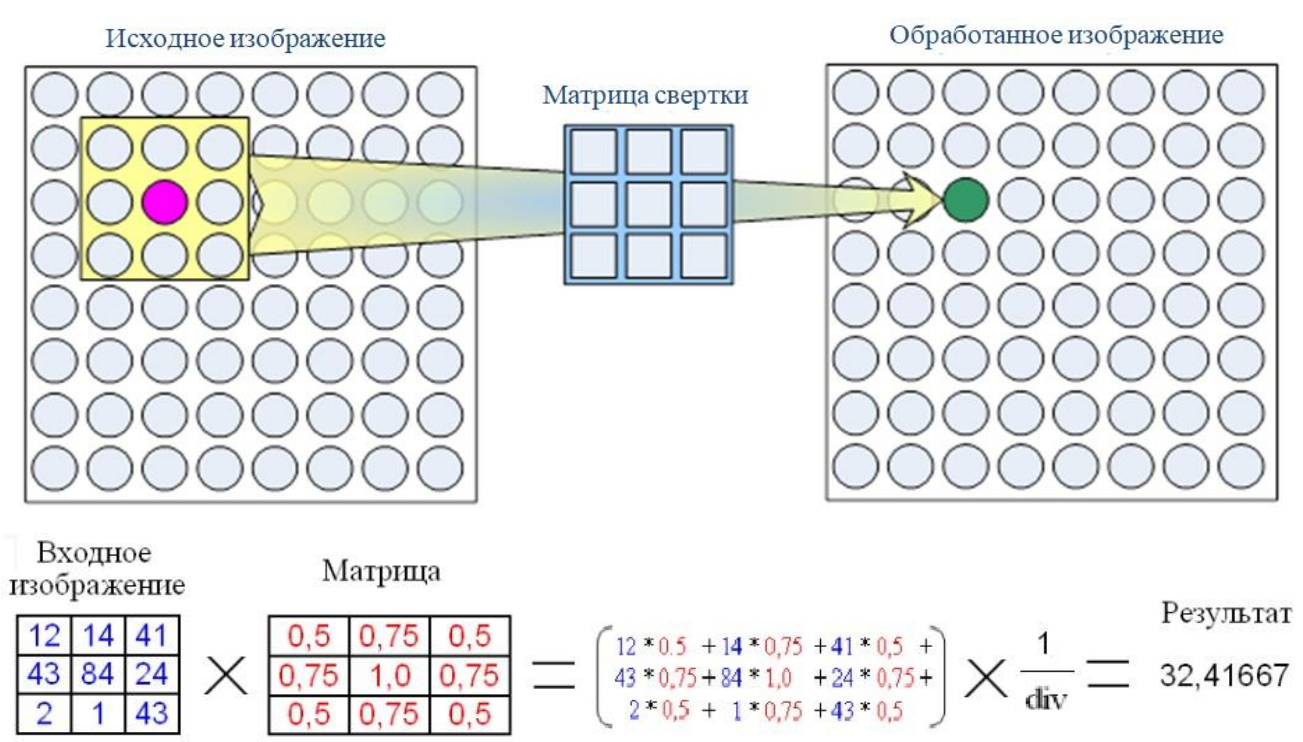


Рис.2.8. Усреднения точек по сусідах

div - це коефіцієнт нормування, для того щоб середня інтенсивність залишалася незмінною. Він дорівнює сумі коефіцієнтів матриці, в прикладі $div = 6$.

Розмиття по Гауса (різновид лінійного згортання) реалізується за допомогою обходу пікселів зображення матрицею згортки, що має такий вигляд (рисунок 2.9.):

| | | | | | |
|-----------------|---|----|----|----|---|
| | 1 | 4 | 7 | 4 | 1 |
| | 4 | 16 | 26 | 16 | 4 |
| $\frac{1}{273}$ | 7 | 26 | 41 | 26 | 7 |
| | 4 | 16 | 26 | 16 | 4 |
| | 1 | 4 | 7 | 4 | 1 |

Рис. 2.9. Матриця згортки

Матриця 5×5 заповнюється по нормальному (гауссовому закону). Нижче наведена (рисунок 2.10.) та ж матриця, де коефіцієнти вже є нормованими, так що div для цієї матриці дорівнює одному.

| | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0,000789 | 0,006581 | 0,013347 | 0,006581 | 0,000789 |
| 0,006581 | 0,054901 | 0,111345 | 0,054901 | 0,006581 |
| 0,013347 | 0,111345 | 0,225821 | 0,111345 | 0,013347 |
| 0,006581 | 0,054901 | 0,111345 | 0,054901 | 0,006581 |
| 0,000789 | 0,006581 | 0,013347 | 0,006581 | 0,000789 |

Рис. 2.10. Матриця заповнена по гауссовому закону

Від розміру матриці залежить сила розмиття (рисунок 2.11.):

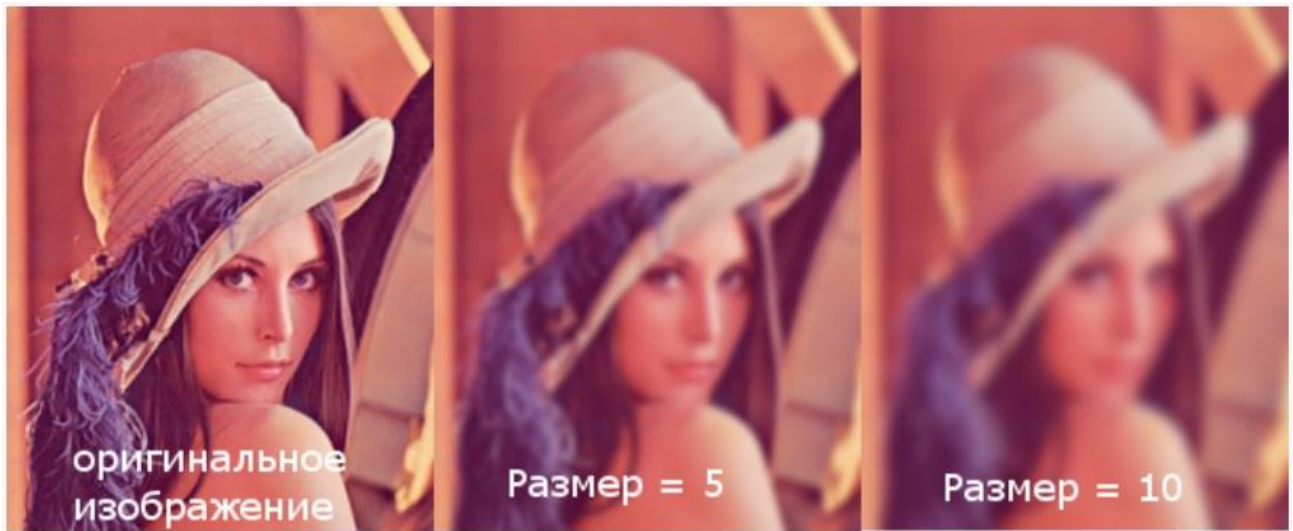


Рис. 2.11. Розмиття зображення

У верхнього лівого пікселя не існує "сусідів" зліва і зверху, отже, нам нема на що помножити коефіцієнти матриці (рис. 2.12.).



Рис. 2.12. Коефіцієнти матриці

Для вирішення цієї проблеми потрібне створення проміжного зображення. Ідея в тому, щоб створювати тимчасове зображення з розмірами

- $width + 2 * gap / 2$, $height + 2 * gap / 2$, де
- $width$ і $height$ -ширина і висота фільтрованого зображення,

- гар-розмірність матриці згортки.

У центр зображення копіюється вхідна картинка, а краю заповнюються крайніми пікселями зображення (рисунок 2.13.). Розмиття застосовується до проміжного буфера, а потім з нього витягується результат

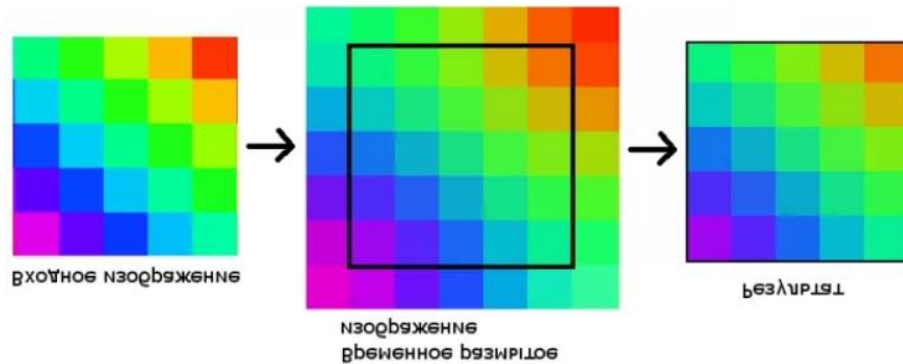


Рис. 2.13. Розмиття зображення

Медіанний фільтр являє собою віконний фільтр, послідовно скануючий зображення, і повертає на кожному кроці один з елементів, що потрапили у вікно фільтра (рисунок 2.14.).



Рис. 2.14. Медіальний фільтр

Пікселі, які потрапляють у вікно, сортуються в порядку зростання і вибирається те значення, яке знаходиться посередині відсортованого списку.

Медіанний фільтр зазвичай використовується для зменшення шуму або згладжування зображення (рисунок 2.15.).



original image



median filter

Рис. 2.15. Приклад медіального фільтру

Для поліпшення чіткості зображення використовується наступний фільтр (div=1):

| | | |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| -1 | 9 | -1 |
| -1 | -1 | -1 |



Рис. 2.16. Поліпшення чіткості зображення

Морфологічна фільтрація використовується для розширення (дилатації) або звуження (ерозії) елементів бінарного зображення.

Дилатація – (морфологічне розширення) - згортка зображення або виділеної області зображення деяким шаблоном. Шаблон може мати довільну форму і розмір. При цьому в ньому виділяється єдина провідна позиція (anchor), яка поєднується з поточним пікселем при обчисленні згортки (рисунок 2.17.).

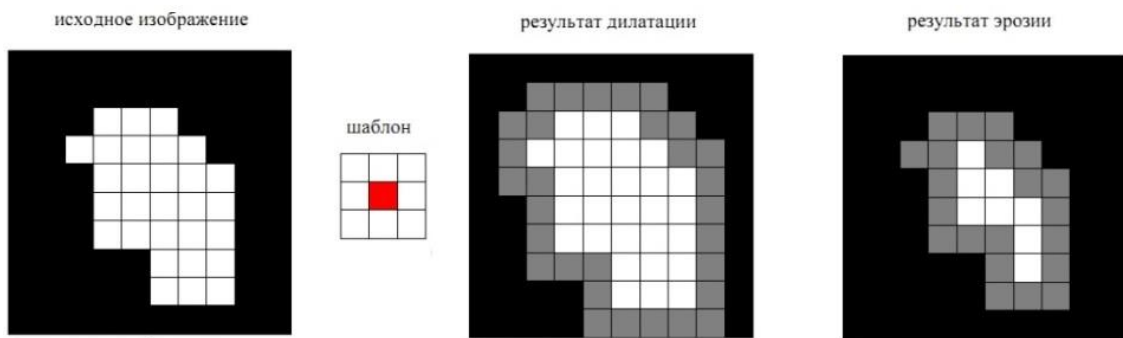


Рис. 2.17. – Приклад Дилатації

Застосування дилатації зводиться до проходу шаблоном по всьому зображенню і застосування оператора пошуку локального максимуму інтенсивності пікселів зображення, які накриваються шаблоном. Якщо максимум дорівнює 1, то точка, в якій знаходиться анкор шаблону буде біла. Така операція викликає зростання світлих областей на зображенні на малюнку сірим кольором відзначені пікселі, які в результаті застосування дилатації будуть білими.

Ерозія (морфологічне звуження) – операція, зворотна дилатації. Дія ерозії подібно дилатації, різниця лише в тому, що використовується оператор пошуку локального мінімуму. Якщо мінімум дорівнює 0, то точка, в якій знаходиться анкор шаблону, буде чорна. На малюнку праворуч сірим кольором відзначені пікселі, які стануть чорними в результаті ерозії.

Результат морфологічних операцій багато в чому визначається застосовуваним шаблоном (структурним елементом). Вибираючи різний структурний елемент можна вирішувати різні завдання обробки зображень (рисунок 2.18.):

- Шумозаглушення.
- Виділення меж об'єкта.

- Нарощування точок області.
- Виділення скелета об'єкта.

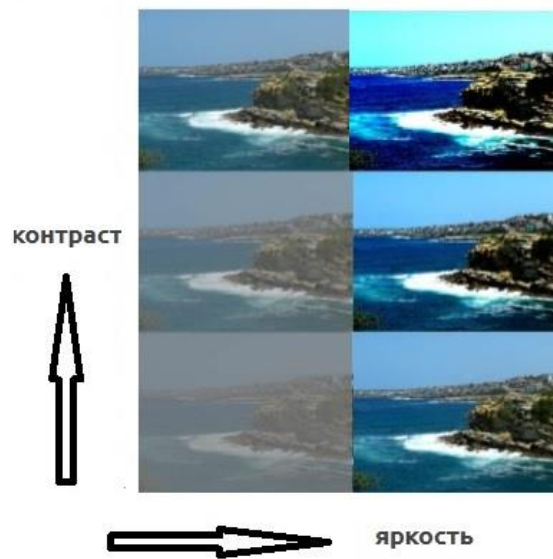


Рис. 2.18. Різні завдання обробки зображень

Яскравість являє собою характеристику, що визначає те, наскільки сильно кольори пікселів відрізняються від чорного кольору. Наприклад, якщо оцифрована фотографія зроблена в сонячну погоду, то її яскравість буде значною. З іншого боку, якщо фотографія зроблена ввечері або вночі, то її яскравість буде невелика.

Контраст являє собою характеристику того, наскільки великий розкид мають кольору пікселів зображення. Чим більший розкид мають значення кольорів пікселів, тим більший контраст має зображення.

За аналогією з термінами математичної статистики можна відзначити, що

- яскравість - середнє значення;
- контраст - середньоквадратичне відхилення від середнього значення.

Якщо яскравість і контраст зображення не змінюються в процесі перетворення, то функція має графік , представлений на рисунку 2.19. а. .

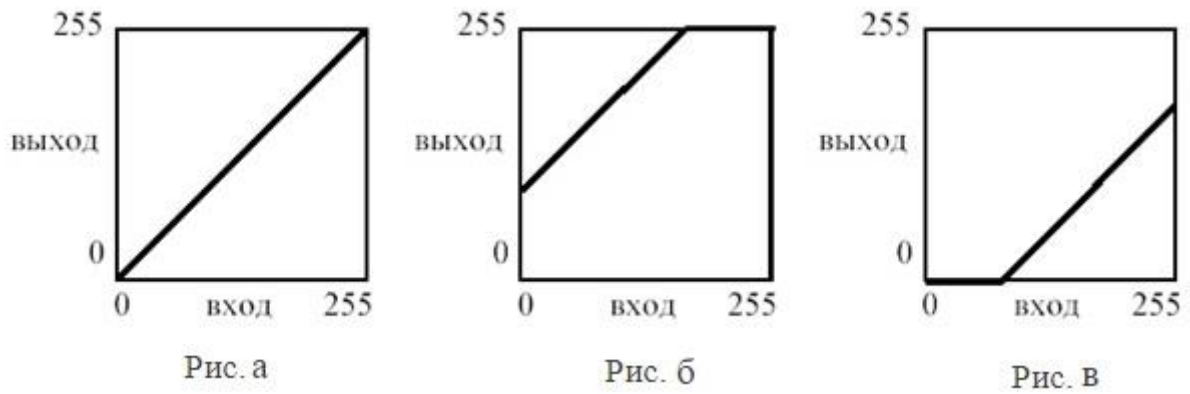


Рис. 2.19. Графік яркості

Якщо пряма зсувається вгору (рисунок 2.19. б), яскравість зображення збільшується, а якщо пряма зсувається вниз (рисунок 2.19. в) - зменшується.

На наступному малюнку показано перетворення контрасту. При збільшенні контрасту зображення (рисунок 2.20. а) нахил прямої збільшується, при зменшенні контрасту – зменшується (рисунок 2.20. б).

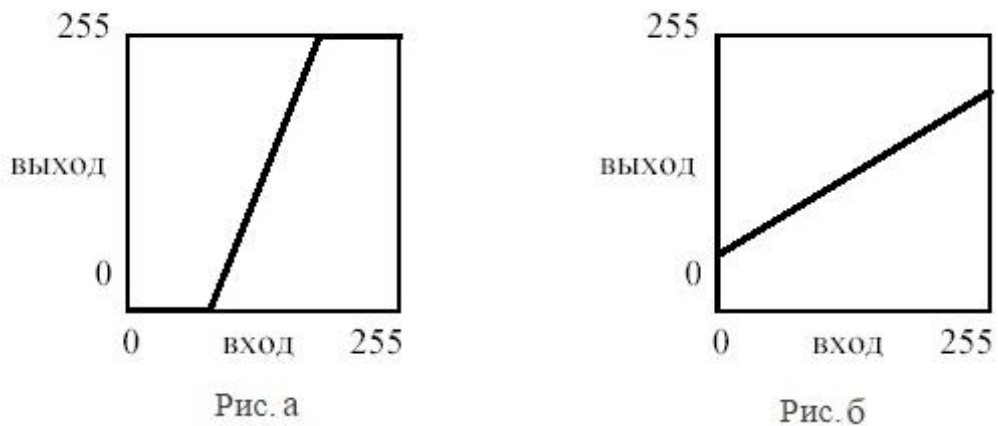


Рис. 2.20. Графіки контрастності

Можна задавати різні перетворення яскравості / контрасту для кожного з компонентів моделі RGB.

Гістограма яркостей (рисунок 2.21.) показує, скільки пікселів N з близьким значенням яскравості f потрапляє в інтервал від f_i до $f_i + \Delta f_i$.

Нехай, наприклад, рівні деякого зображення с відтінками сірого займають інтервал від 6 до 158 із середнім значенням яскравості 67 при можливому найбільшому інтервалі значень від 0 до 255.

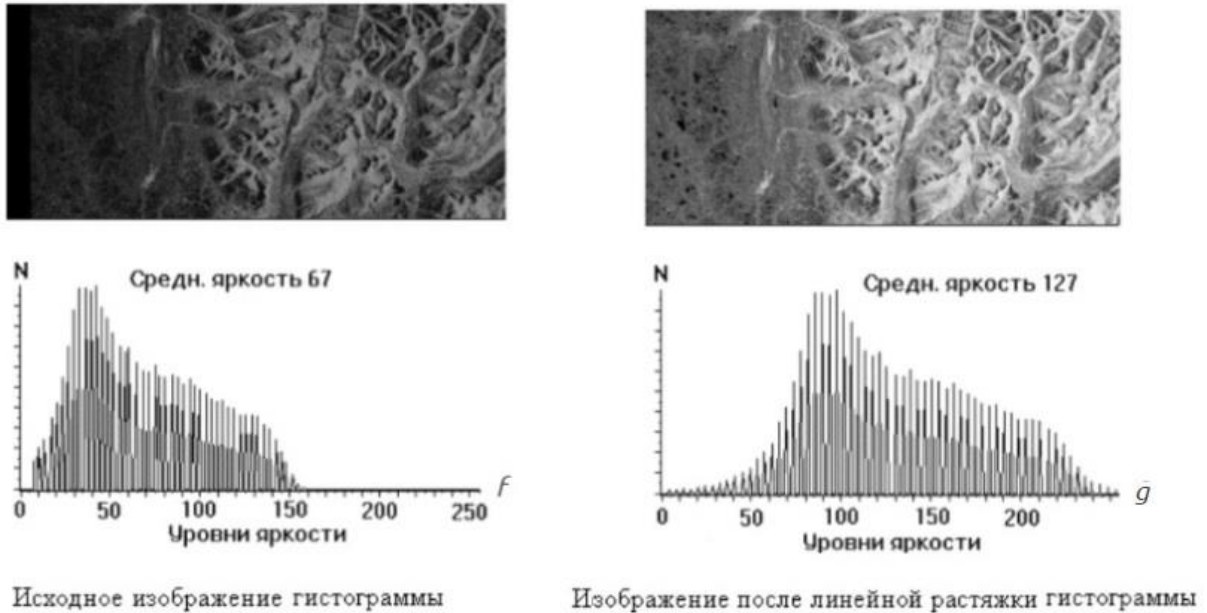


Рис. 2.21. Гістограма яркостей

Це зображення є малокоонтрастним, превалує темний відтінок. Можливим методом поліпшення контрасту може стати так звана лінійна розтяжка гістограми (stretch), коли рівням вихідного зображення, що лежить в інтервалі $[f_{\min}, f_{\max}]$, присвоюються нові значення з тим, щоб охопити весь можливий інтервал зміни яскравості, в даному випадку $[0, 255]$. При цьому контраст істотно збільшується (див. Перетворення рівнів яскравості здійснюється за формулою:

$$g_i = a + bf_i \quad (2.15.)$$

Де f_i - старе значення яскравості i -го пікселя, g_i - нове значення, a , b – коефіцієнти.

$f_{\min} = 6, f_{\max} = 158$, обираєм a і b таким чином щоб $g_{\min} = 0, g_{\max} = 255$. З першого виходить $a = -10,01, b = 1,67$.

Ще більш можна поліпшити контраст, використовуючи нормалізацію гистограми. При цьому на весь максимальний інтервал рівнів яскравості $[0, 255]$ розтягується не вся гистограма, що лежить в межах від $f_{\text{мин}}$ до $f_{\text{макс}}$ а її найбільш інтенсивну ділянку. На наступному малюнку виключено 5% пікселів (рисунок 2.22.).

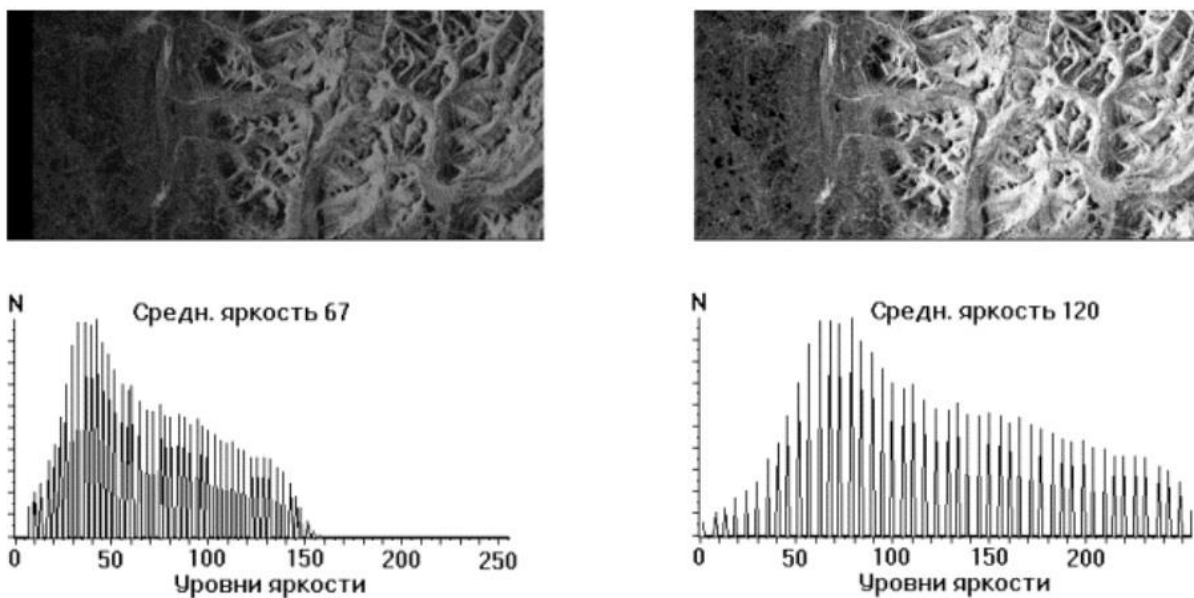


Рис. 2.22. Нормалізація гистограмми

Висновки

В другому розділі представлено огляд методів та алгоритмів для покращення (відновлення) зображень та аналіз існуючих систем для обробки цифрових зображень.

В процесі дослідження було велика кількість відновлюючих фільтрів для якісного, кращого збільшення розширення зображення.

Сформовано перелік функціональних вимог до системи, а також розроблено концепцію алгоритму, що буде реалізовано у наступних розділах.

РОЗДІЛ 3.

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ТЕКСТУРНИХ ФРАГМЕНТІВ В ОРТОЗОБРАЖЕННЯХ

3.1. Штучне внесення спотворень в текстурні зображення

Лінійна інтерполяція - найпростіший і часто використовуваний вид інтерполяції. Вона полягає в тому, що задані точки з координатами x_i, y_i при $i = 0, 1, 2, \dots, n$ з'єднуються прямолінійними відрізками, а функцію $y(x)$ можна наближено представити у вигляді ламаної.

Рівняння кожного відрізка ламаної в загальному випадку різні. Оскільки існує n інтервалів (x_{i-1}, x_i) , то для кожного з них в якості рівняння інтерполяційного многочлена використовує рівняння прямої, що проходить через дві точки: для i -го інтервалу можна написати рівняння прямої, що проходить через точки (x_{i-1}, y_{i-1}) та (x_i, y_i)

$$\frac{y - y_{i-1}}{y_i - y_{i-1}} = \frac{x - x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}} \quad (3.1.)$$

Звідси:

$$y = a_i x + b_i, x_{i-1} \leq x \leq x_i \quad (3.2.)$$

$$a_i = \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}, b_i = y_{i-1} - a_i x_{i-1} \quad (3.3.)$$

Отже, при використанні лінійної інтерполяції спочатку потрібно визначити інтервал, в який потрапляє значення аргументу x , а потім підставити його в формулу і знайти наближене значення функції в цій точці. Приклад лінійної інтерполяції для експериментальних даних наведено на рисунку 3.1.

| Индекс | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------|-----|---|-----|---|---|
| x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| y | 2,5 | 4 | 3,5 | 5 | 6 |

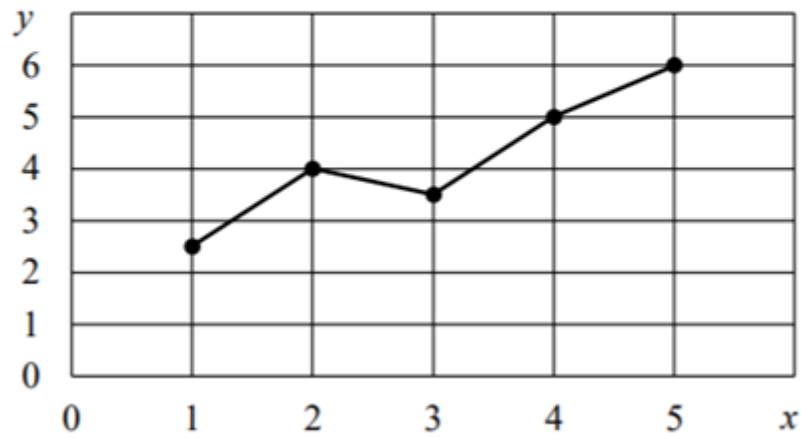


Рис.3.1. Графічний розв'язок графічної інтерполяції

3.2. Лінійна інтерполяція

Сплайн При великій кількості вузлів інтерполяції сильно зростає степiнь інтерполяційних многочленів, що робить їх незручними для обчислень. Уникнути даної проблеми можна розбивши відрізок інтерполяції на кілька частин з побудовою на кожній з них окремого інтерполяційного многочлена.

Найпростішим і водночас часто використовуваним видом такого роду інтерполяції, є кусочно-лінійна інтерполяція. Вона полягає в тому, що задані точки $(x_i; y_i) (i = \overline{0, n})$ з'єднуються прямолінійними відрізками, а функція $f(x)$ наближається до ламаної з вершинами в даних точках (рисунок 3.2.).

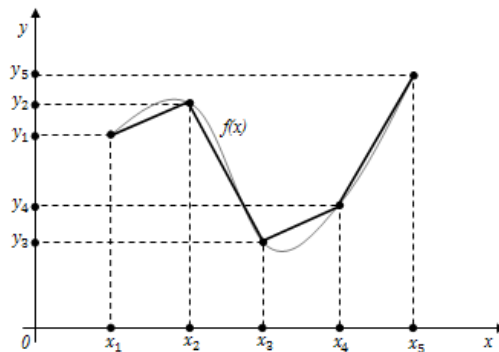


Рис. 3.2. Лінійна інтерполяція

Тобто, через кожні дві точки $(x_i; y_i)$ та $(x_{i+1}; y_{i+1})$ проводиться пряма, рівнянням якої являється поліном першої степені $F(x) = ax + b$ (де $x_i \leq x \leq x_{i+1}$) невідомі коефіцієнти якого можна знайти з умови проходження прямої через задані дві точки, тобто розв'язавши наступну систему з двох лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} y_i = ax_i + b \\ y_{i+1} = ax_{i+1} + b \end{cases} \quad (3.4)$$

де перше рівняння — це умова проходження прямої через точку з координатами $(x_i; y_i)$ друге рівняння — умова проходження прямої через точку з координатами та $(x_{i+1}; y_{i+1})$.

Отже, при використанні кусочно-лінійної інтерполяції, спочатку необхідно визначити інтервал, в який потрапляє значення аргументу x , потім підставити це значення у формулі з відповідними для даного інтервалу коефіцієнтами і знайти наближене значення функції.

3.3. Інтерполяція сплайнами

Сплайн - функція, яка разом з декількома похідними неперервна на всьому заданому відрізку $[a, b]$, а на кожному частковому відрізку $[x_i, x_{i+1}]$ окремо є деяким алгебраїчним многочленом.

Ступенем сплайна називається максимальна по всім частковим відрізкам ступінь многочленів, а дефектом сплайна - різниця між ступенем сплайна і порядком найвищої безперервної на $[a, b]$ похідною. Наприклад, безперервна ламана є сплайном ступеня 1 з дефектом 1 (так як сама функція - неперервна, а перша похідна вже розривна).

На практиці найбільш часто використовуються кубічні сплайни $S_3(x)$ - сплайни третього ступеня з безперервною, по крайній мере, першої похідної. При цьому величина $m_i = S'_3(x_i)$ — називається нахилом сплайна в точці (вузлі) x_i . Розібем відрізок відрізок $[a, b]$ на N рівних відрізків $[x_i, x_{i+1}]$ де $x_i = a + ih, i = 0, 1, \dots, N - 1, x_N = b, h = (b - a)/N$.

3.4. Гаусівська інтерполяція на основі ймовірного підходу

Залежно від розглянутої моделі шуму складність вирішення такого завдання може істотно змінюватися. У практичних завданнях, як правило, має сенс використовувати моделі імпульсного і адитивного гауссова шуму, так як вони близькі до найбільш часто зустрічається в реальному світі шумів.

Адитивний шум Гауса заснований на використанні нормально розподіленої випадкової величини з нульовим математичним очікуванням, значення якої додаються до кожного пікселя зображення. Ця модель описує шум, який природним чином виникає при захопленні зображення цифровими сенсорами, і для якого існують добре вивчені способи шумозаглушення - високу ефективність мають класичні лінійні фільтри, наприклад фільтр Вінера однак, разом з шумом фільтрації схильні також дрібні деталі, і в контексті даної задачі може виникнути необхідність використання нелінійних методів, таких як алгоритми анізотропної дифузії, білатеральні і трілатеральні фільтри. Перераховані вище методи базуються на локалізованій оцінці градієнта зображення, наявності контурів і дрібних деталей, що в подальшому дозволяє послабити згладжування цих ділянок і зберегти більшу кількість деталей.

Імпульсний шум виражається в неправильному (фіксованому або випадковому) значенні частини пікселів зображення. Як правило, подібний шум виникає через помилки при передачі інформації. Для такої моделі ефективними є ранжуючі фільтри, метою яких є виявлення імпульсної помилки і коригування її з використанням оцінки на основі наявних даних, при цьому неушкоджені пікселі залишаються недоторканими.

Висновок

Таким чином в результаті написання розділу були розглянуті основні методи інтерполяції, які можна застосувати для відновлення зображень. Кожен із розглянутих методів має свої переваги і недоліки.

Також, важливою задачею є оцінка точності побудованої карти рельєфу(інтерполяція). У зв'язку з цим, дослідження та удосконалення методів побудови карти рельєфу та методів інтерполяції є актуальними, що дозволить зменшити затрати на вироблення та використання роботів або наземних транспортних засобів.

РОЗДІЛ 4.

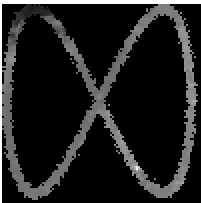
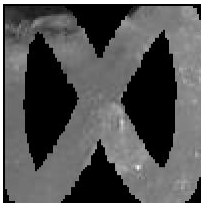
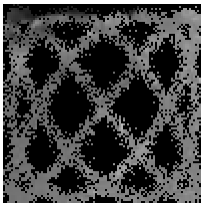
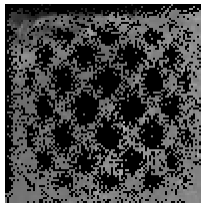
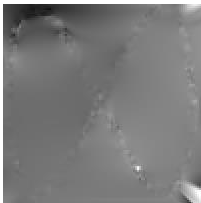



ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІДТВОРЕННЯ ОРТОЗОБРАЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ВІДТВОРЕННЯ

4.1. Підготовка тестових зображень

Зображення текстур для тестування були взяті із загальнодоступного набору даних. Загальна кількість зображень для одного типу текстури становить 120, щоб надати репрезентативну статистику. Зображення були в повноколірному кольорі, але для тестування вони були перетворені у відтінки сірого, обрізані лівим верхнім кутом до однакового розміру в 100x100 пікселів, а потім штучно пошкоджені артефактами, як це показано в Таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Форма та тип артефактів

| Non-uniform distribution (20.23% of known information) | Non-uniform distribution (64.32% of known information) | Near to uniform distribution (46.69% of known information) | Uniform distribution (51.61% of known information) |
|---|---|--|---|
| Sparced | Sparced | Sparced | Sparced |
|  |  |  |  |
| SSIM = 0.0271 PSNR = 7.4136 | SSIM = 0.4321 PSNR = 10.9660 | SSIM = 0.0625 PSNR = 9.2281 | SSIM = 0.0638 PSNR = 9.6947 |
| Restored | Restored | Restored | Restored |
|  |  |  |  |
| SSIM = 0.7697 PSNR = 25.5321 | SSIM = 0.9146 PSNR = 33.4532 | SSIM = 0.8950 PSNR = 32.2830 | SSIM = 0.9238 PSNR = 34.9111 |
| GPR | | | |
| SSIM = 0.3388 PSNR = 20.1114 | SSIM = 0.7121 PSNR = 23.2345 | SSIM = 0.6149 PSNR = 22.1144 | SSIM = 0.7093 PSNR = 23.2454 |

Тут наведено приклад текстури «кристалічного» типу з чотирма варіантами артефактів (чорний колір) та їх розподілом. Пошкоджені зображення безпосередньо

порівнювали з оригінальними, щоб побачити, наскільки ця корупція. Щоб зрозуміти ступінь спотворень, цілком достатньо спостерігати значення SSIM. Для абсолютної ідентичності двох зображень SSIM буде дорівнювати 1. Для відновлених зображень можна помітити, що є достатня кількість інформації, яку потрібно заповнити (в гіршому випадку в 0,7697 / 0,0271 ~ 28 разів більше).

4.2. Програмне забезпечення

Результати розподілу артефактів першого типу представлені в таблиці 3. Тут червоним кольором позначені клітини з гіршими результатами серед кожного типу методу інтерполяції, і відповідно зелений колір показує найкращі значення SSIM та PSNR. Жирним форматуванням у таблиці 2 показано найкращі значення показника якості для кожного типу текстури. І як очікується, найкращі результати показав підхід, заснований на навчанні - розсіяти природний інтерполянт.

Таблиця 4.2.

Статистика відновлення текстурних зображень методами інтерполяції для нерівномірно розподілених артефактів (20,23% відомої інформації):

| Texture type | Linear | | Spline | | Pchip | | Makima | | Griddata | | ScatterInterpolant | |
|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM |
| blotchy | 15.2456 | 0.4506 | 9.2835 | 0.1944 | 11.8782 | 0.3800 | 11.1932 | 0.3157 | 15.3566 | 0.5113 | 22.6359 | 0.6111 |
| bubbly | 15.0852 | 0.4727 | 9.4498 | 0.2395 | 11.9915 | 0.4051 | 11.2907 | 0.3573 | 13.9808 | 0.5297 | 21.9806 | 0.6380 |
| cobwebbed | 14.5874 | 0.4815 | 9.1322 | 0.2599 | 11.6159 | 0.4139 | 10.9096 | 0.3762 | 15.4133 | 0.5342 | 19.6307 | 0.6194 |
| cracked | 12.4988 | 0.3596 | 8.1379 | 0.1854 | 10.7120 | 0.3148 | 9.9085 | 0.2714 | 13.7610 | 0.4097 | 17.8325 | 0.4796 |
| crystalline | 15.8311 | 0.5072 | 9.8208 | 0.2339 | 12.1491 | 0.4163 | 11.4998 | 0.3649 | 14.3620 | 0.5827 | 22.9002 | 0.7037 |
| fibrous | 12.6466 | 0.3729 | 8.3854 | 0.2102 | 10.8086 | 0.3315 | 10.0389 | 0.2879 | 13.7991 | 0.4078 | 18.3412 | 0.4798 |
| flecked | 13.7092 | 0.4035 | 8.4813 | 0.1935 | 11.0034 | 0.3571 | 10.3380 | 0.2961 | 16.3383 | 0.4448 | 20.3256 | 0.5115 |
| lacelike | 11.0351 | 0.3308 | 7.4163 | 0.2100 | 9.8001 | 0.3033 | 8.9452 | 0.2697 | 12.1745 | 0.3504 | 15.5913 | 0.4049 |
| marbled | 15.4061 | 0.4577 | 9.4513 | 0.1964 | 11.9825 | 0.3892 | 11.3229 | 0.3204 | 14.8361 | 0.5168 | 23.4406 | 0.6234 |
| pitted | 13.3613 | 0.3795 | 8.4147 | 0.1871 | 11.1205 | 0.3300 | 10.2217 | 0.2777 | 14.5366 | 0.4326 | 19.9440 | 0.5099 |
| porous | 12.6987 | 0.3625 | 8.2728 | 0.1896 | 10.8123 | 0.3178 | 9.9915 | 0.2742 | 13.6404 | 0.4082 | 18.8861 | 0.4831 |
| potholed | 13.1935 | 0.3572 | 8.4582 | 0.1549 | 11.1411 | 0.3067 | 10.4493 | 0.2486 | 14.3555 | 0.4571 | 20.6196 | 0.5398 |
| scaly | 13.4651 | 0.4019 | 8.8444 | 0.2055 | 11.2593 | 0.3460 | 10.5429 | 0.2958 | 14.7628 | 0.4688 | 19.6747 | 0.5556 |
| spiralled | 15.3046 | 0.4883 | 9.9465 | 0.2687 | 12.1653 | 0.4208 | 11.5602 | 0.3791 | 16.2463 | 0.5545 | 21.1136 | 0.6396 |
| stained | 16.0910 | 0.4994 | 9.6724 | 0.2182 | 12.2184 | 0.4209 | 11.5044 | 0.3528 | 14.1472 | 0.5613 | 24.4859 | 0.6817 |
| stratified | 12.9362 | 0.3599 | 8.4401 | 0.1802 | 10.9424 | 0.3119 | 10.2353 | 0.2680 | 14.6372 | 0.4291 | 19.2801 | 0.5018 |
| veined | 14.1509 | 0.4226 | 9.0059 | 0.2093 | 11.5986 | 0.3635 | 10.8083 | 0.3103 | 15.0190 | 0.4803 | 20.5914 | 0.5682 |

У таблиці 4.2. кількість інформації збільшено з 20% до 64% ($y \sim 3$ рази), а результати відновлення зображення показують підвищення якості (на тестовому прикладі "кристалічного" типу текстури шляхом розсіювання природного інтерполянта) в ~ 32 рази. Можна зробити висновок, що обсяг інформації суттєво впливає на якість відновлення зображення, а більш важливим фактором є розподіл артефактів по зображенню.

Таблиця 4.3.

Статистика відновлення текстурних зображень методами інтерполяції для нерівномірно розподілених артефактів (64,32% відомої інформації)

| Texture type | Linear | | Spline | | Pchip | | Makima | | Griddata | | ScatterInterpolant | |
|--------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM |
| blotchy | 20.4797 | 0.7598 | 13.6801 | 0.6168 | 16.6649 | 0.7255 | 15.8639 | 0.6967 | 20.6859 | 0.7639 | 28.4632 | 0.8329 |
| bubbly | 20.5321 | 0.7733 | 13.9590 | 0.6542 | 16.6498 | 0.7418 | 15.8819 | 0.7216 | 19.1945 | 0.7730 | 27.5495 | 0.8499 |
| cobwebbed | 19.7133 | 0.7771 | 13.5323 | 0.6621 | 16.3320 | 0.7460 | 15.5367 | 0.7288 | 20.2054 | 0.7779 | 24.5329 | 0.8383 |
| cracked | 17.3156 | 0.7159 | 12.3247 | 0.6096 | 15.2526 | 0.6917 | 14.3207 | 0.6716 | 18.7734 | 0.7228 | 22.8951 | 0.7772 |
| crystalline | 21.8535 | 0.7961 | 14.4661 | 0.6544 | 17.0546 | 0.7550 | 16.2571 | 0.7302 | 19.7781 | 0.7985 | 28.8467 | 0.8797 |
| fibrous | 17.5794 | 0.7247 | 12.5834 | 0.6299 | 15.3661 | 0.7035 | 14.4540 | 0.6818 | 18.7488 | 0.7211 | 23.6080 | 0.7797 |
| flecked | 18.5659 | 0.7368 | 12.7504 | 0.6160 | 15.6783 | 0.7134 | 14.7840 | 0.6843 | 21.0094 | 0.7373 | 25.7621 | 0.7887 |
| lacelike | 15.4669 | 0.7011 | 11.3887 | 0.6218 | 14.1218 | 0.6843 | 13.1042 | 0.6676 | 16.9864 | 0.6976 | 20.4676 | 0.7436 |
| marbled | 20.9592 | 0.7661 | 13.9579 | 0.6272 | 16.7787 | 0.7331 | 15.9213 | 0.7020 | 20.0886 | 0.7655 | 29.0300 | 0.8418 |
| pitted | 18.2948 | 0.7262 | 12.6569 | 0.6108 | 15.7080 | 0.7007 | 14.6349 | 0.6754 | 19.5600 | 0.7311 | 25.2130 | 0.7890 |
| porous | 17.4660 | 0.7172 | 12.4503 | 0.6137 | 15.3892 | 0.6944 | 14.4151 | 0.6722 | 18.5871 | 0.7181 | 24.1832 | 0.7787 |
| potholed | 18.1198 | 0.7160 | 12.7023 | 0.5953 | 15.6859 | 0.6901 | 14.8082 | 0.6610 | 19.6679 | 0.7447 | 26.3358 | 0.8071 |
| scaly | 18.5639 | 0.7403 | 13.3354 | 0.6355 | 15.8688 | 0.7130 | 15.0887 | 0.6885 | 19.9729 | 0.7523 | 24.8641 | 0.8175 |
| spiralled | 20.3422 | 0.7788 | 14.2610 | 0.6626 | 16.7962 | 0.7468 | 16.0267 | 0.7266 | 21.4207 | 0.7895 | 26.5164 | 0.8508 |
| stained | 21.8953 | 0.7872 | 14.2741 | 0.6434 | 17.0563 | 0.7521 | 16.0941 | 0.7186 | 19.5603 | 0.7832 | 30.3127 | 0.8671 |
| stratified | 17.9366 | 0.7152 | 12.7015 | 0.6106 | 15.5235 | 0.6903 | 14.67108 | 0.6697 | 19.6128 | 0.7305 | 24.692 | 0.7883 |
| veined | 19.3026 | 0.7494 | 13.4753 | 0.6323 | 16.3041 | 0.7198 | 15.4045 | 0.6963 | 20.2099 | 0.7531 | 26.1485 | 0.8180 |

Змінюючи розподіл артефактів на майже рівномірний, можна очікувати підвищення якості відновлення зображення (таблиця 4.5.). Тут обсяг відомої інформації збільшується лише в два рази в порівнянні з першим випадком, але навіть при цьому якість порівнянна з попереднім варіантом. Для тестового прикладу «кристалічного» типу текстури за допомогою розсіяного природного інтерполянта якість за допомогою SSIM була підвищена в ті ж 32 рази.

Таблиця 4.5.

Статистика відновлення текстурних зображень методами інтерполяції для майже рівномірно розподілених артефактів (46,69% відомої інформації).

| Texture type | Linear | | Spline | | Pchip | | Makima | | Griddata | | ScatterInterpolant | |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|---------------|
| Quality measure | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM |
| blotchy | 26.7035 | 0.7553 | 19.4266 | 0.6221 | 24.3373 | 0.7359 | 23.6928 | 0.7223 | 23.5912 | 0.7922 | 29.4802 | 0.8186 |
| bubbly | 25.5452 | 0.7773 | 19.7413 | 0.6775 | 23.9347 | 0.7631 | 23.3249 | 0.7539 | 22.2418 | 0.8179 | 28.7264 | 0.8483 |
| cobwebbed | 23.7875 | 0.7880 | 18.9636 | 0.6902 | 22.7407 | 0.7779 | 22.2769 | 0.7709 | 22.3919 | 0.8160 | 26.0139 | 0.8391 |
| cracked | 21.0715 | 0.6781 | 15.8805 | 0.5642 | 19.9334 | 0.6632 | 19.4714 | 0.6527 | 20.9316 | 0.7354 | 23.5945 | 0.7553 |
| crystalline | 27.7225 | 0.8192 | 21.2609 | 0.7054 | 25.5827 | 0.8005 | 25.0555 | 0.7902 | 23.3886 | 0.8478 | 30.1083 | 0.8754 |
| fibrous | 21.7319 | 0.7003 | 16.6110 | 0.6098 | 20.5187 | 0.6878 | 19.9382 | 0.6777 | 21.0075 | 0.7509 | 24.2730 | 0.7711 |
| flecked | 23.8915 | 0.7109 | 17.4464 | 0.5902 | 21.9298 | 0.6955 | 21.3940 | 0.6819 | 22.9457 | 0.7439 | 26.0321 | 0.7626 |
| lacelike | 18.4122 | 0.6469 | 14.0318 | 0.5613 | 17.5416 | 0.6369 | 16.9993 | 0.6270 | 18.7343 | 0.7012 | 20.8796 | 0.7180 |
| marbled | 27.2766 | 0.7675 | 19.8535 | 0.6399 | 24.6666 | 0.7477 | 24.0717 | 0.7342 | 23.1477 | 0.8027 | 30.1127 | 0.8326 |
| pitted | 23.0362 | 0.6920 | 17.0014 | 0.5761 | 21.4658 | 0.6769 | 20.9114 | 0.6646 | 21.9640 | 0.7444 | 26.0092 | 0.7663 |
| porous | 21.8370 | 0.6822 | 16.4084 | 0.5752 | 20.6252 | 0.6683 | 20.0667 | 0.6572 | 20.8817 | 0.7369 | 24.7619 | 0.7595 |
| potholed | 23.2129 | 0.6817 | 16.9604 | 0.5477 | 21.4498 | 0.6626 | 20.9738 | 0.6480 | 22.2556 | 0.7595 | 26.6817 | 0.7838 |
| scaly | 23.6536 | 0.7415 | 18.6020 | 0.6485 | 22.3350 | 0.7270 | 21.8929 | 0.7178 | 23.1702 | 0.8027 | 26.7215 | 0.8243 |
| spiralled | 25.7508 | 0.7870 | 20.1402 | 0.6915 | 24.1330 | 0.7745 | 23.7386 | 0.7659 | 24.4867 | 0.8297 | 28.6121 | 0.8543 |
| stained | 28.7622 | 0.8006 | 20.9055 | 0.6711 | 25.9769 | 0.7809 | 25.3294 | 0.7669 | 22.9780 | 0.8230 | 31.5667 | 0.8573 |
| stratified | 22.4057 | 0.6798 | 16.4973 | 0.5656 | 20.8160 | 0.6633 | 20.2570 | 0.6514 | 21.9670 | 0.7507 | 25.3325 | 0.7732 |
| veined | 24.5527 | 0.7430 | 18.6995 | 0.6354 | 22.9108 | 0.7279 | 22.4694 | 0.7165 | 23.1371 | 0.7873 | 27.2963 | 0.8095 |

Нарешті, для рівномірно розподілених артефактів з 51% відомих пікселів результати відновлення є найкращими (таблиця 4.6.). Тут кількість відновлення інформації для тестового прикладу „кристалічного” типу текстури за допомогою розсіяного природного інтерполянта збільшено до 33,5 разів.

Таблиця 4.6.

Статистика відновлення текстурних зображень методами інтерполяції для рівномірно розподілених артефактів (51,61% відомої інформації)

| Texture type | Linear | | Spline | | Pchip | | Makima | | Griddata | | ScatterInterpolant | |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|---------------|
| Quality measure | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM | Aver. PSNR | Aver. SSIM |
| blotchy | 25.6373 | 0.7899 | 20.4506 | 0.6960 | 23.3717 | 0.7722 | 22.9280 | 0.7663 | 23.7749 | 0.8304 | 31.0018 | 0.8617 |
| bubbly | 25.1850 | 0.8148 | 20.2724 | 0.7449 | 22.8797 | 0.8007 | 22.5865 | 0.7969 | 22.5193 | 0.8564 | 30.8334 | 0.8911 |
| cobwebbed | 24.3692 | 0.8272 | 19.7247 | 0.7528 | 21.9024 | 0.8120 | 21.5236 | 0.8088 | 23.0893 | 0.8567 | 27.8071 | 0.8838 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|----------------|---------------|
| cracked | 21.1269 | 0.7259 | 17.3732 | 0.6388 | 19.8103 | 0.7118 | 19.6293 | 0.7066 | 21.5790 | 0.7903 | 25.2128 | 0.8127 |
| crystalline | 26.6310 | 0.8483 | 21.5318 | 0.7740 | 24.0983 | 0.8306 | 23.5290 | 0.8265 | 23.3769 | 0.8739 | 31.6941 | 0.9082 |
| fibrous | 21.7449 | 0.7533 | 18.1601 | 0.6874 | 20.2453 | 0.7414 | 20.0155 | 0.7373 | 21.7128 | 0.8127 | 26.1352 | 0.8360 |
| flecked | 23.0919 | 0.7525 | 18.3946 | 0.6656 | 20.8592 | 0.7365 | 20.9050 | 0.7318 | 23.2699 | 0.7948 | 27.5583 | 0.8173 |
| lacelike | 18.9253 | 0.7060 | 15.7164 | 0.6391 | 18.1229 | 0.6983 | 17.8484 | 0.6927 | 19.4475 | 0.7694 | 22.3791 | 0.7874 |
| marbled | 26.1459 | 0.8014 | 20.1819 | 0.7119 | 23.0739 | 0.7811 | 22.7037 | 0.7756 | 23.2255 | 0.8406 | 31.8703 | 0.8754 |
| pitted | 22.5296 | 0.7368 | 18.2455 | 0.6506 | 20.9711 | 0.7228 | 20.9575 | 0.7187 | 22.1556 | 0.7957 | 27.4857 | 0.8207 |
| porous | 21.7061 | 0.7328 | 17.9219 | 0.6524 | 20.4437 | 0.7202 | 20.5486 | 0.7161 | 21.4228 | 0.7954 | 26.5140 | 0.8200 |
| potholed | 22.9025 | 0.7260 | 18.5423 | 0.6283 | 21.0057 | 0.7082 | 20.9725 | 0.7028 | 22.6463 | 0.8094 | 28.1894 | 0.8351 |
| scaly | 23.8362 | 0.7927 | 19.8463 | 0.7310 | 22.0600 | 0.7804 | 21.7257 | 0.7771 | 23.5908 | 0.8537 | 28.8815 | 0.8793 |
| spiralled | 25.8955 | 0.8235 | 20.7527 | 0.7545 | 23.4677 | 0.8103 | 22.8201 | 0.8058 | 24.8472 | 0.8670 | 30.4392 | 0.8952 |
| stained | 27.0522 | 0.8276 | 20.7868 | 0.7394 | 23.5832 | 0.8053 | 23.3421 | 0.8007 | 22.9243 | 0.8529 | 32.9983 | 0.8910 |
| stratified | 22.0615 | 0.7280 | 17.9561 | 0.6410 | 20.3339 | 0.7124 | 20.3083 | 0.7078 | 22.3658 | 0.8056 | 26.7954 | 0.8299 |
| veined | 23.9598 | 0.7844 | 19.5075 | 0.7100 | 21.8464 | 0.7704 | 21.5704 | 0.7660 | 23.5967 | 0.8341 | 28.9974 | 0.8604 |

Висновки

Видалення артефактів із текстурних зображень із повторюваною структурою суттєво залежить не тільки від кількості відомої інформації, а й від розподілу артефактів по зображеннях. В ході експериментів було показано, що рівномірний та близький до рівномірного розподіл артефактів дає збільшення якості зображення за допомогою SSIM у 32 рази з відсотком $\sim 40-50\%$ відомих пікселів. Такої ж якості нерівномірного розподілу артефактів досягнуто лише для відсотка $\sim 60\%$ і більше відомих пікселів.

Серед випробуваних методів відновлення зображення найкращі та стабільні результати були отримані шляхом розсіювання природного інтерполянта з відповідним обчислювальним часом, що дозволяє використовувати цей метод у реальному часі, як візуальна навігація БПЛА. Середні результати за якістю були отримані методом GPR, але обчислювальний час був у 100-250 разів більший, ніж розсіяний природний інтерполянт. Очевидно, що GPR не рекомендується для візуальної навігації БПЛА.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього середовища за останні десятиліття стала однією із найважливіших проблем сучасності. Тому потрібно дуже відповідально, ретельно ставитися до цього та завчасно знаходити засоби щодо запобігання забруднення та погіршення навколишнього середовища, як для людини тварин, так і для природи взагалі. А також проектувати такі пристрої, датчики, системи, які б не наносили шкоди навколишньому середовищу.

Характер і масштаби сучасного антропогенної все зростаючої негативної дії на природне середовище викликають обґрунтовану тривогу з приводу серйозних наслідків, що відбуваються, для здоров'я і санітарно-епідеміологічного благополуччя більшості населення України і інших країн Європи, про що висловилося десята Європейська конференція з довкілля охорони і здоров'я.

5.1. Енергозбереження та його напрямки

Енергозбереження (економія енергії) - реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних та економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (і економне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів і на залучення в господарський оборот поновлюваних джерел енергії. Енергозбереження - важливе завдання зі збереження природних ресурсів.

В даний час найбільш нагальним є побутове енергозбереження (енергозбереження в побуті), а також енергозбереження в сфері ЖКГ.

Перешкодою до його здійснення є стримування зростання тарифів для населення на окремі види ресурсів (електроенергія, газ), відсутність коштів у підприємств ЖКГ на реалізацію енергозберігаючих програм, низька частка розрахунків за індивідуальними приладами обліку і застосування нормативів, а також відсутність масової побутової культури енергозбереження.

Основні напрями енергозбереження:

- економія електричної енергії;
- економія тепла;
- економія води;
- економія газу;
- економія моторного палива.

Далі розглянемо більш конкретно один з напрямів енергозбереження, а саме у сфері електроенергії.

5.2. Енергозбереження в електронній апаратурі

За останні тридцять років кількість електроприладів у використанні стрімко зросла. Цей сектор швидкістю збільшення споживання ним електрики поступається тільки автомобільному. Зараз конструкції приладів стали зручнішими, більше відповідають вимогам споживачів.

Сьогодні енергозбереження - це не лише модна тенденція: обираючи електронний прилад для потенційного придбання, споживачі очікують побачити низькі показники енергоспоживання. Протягом багатьох років ці відомості наводилися на багатьох побутових приладах у вигляді маркування енергоефективності ЄС.

Етикетки розташовуються на добре видимих поверхнях, щоб споживачі могли порівняти позначені характеристики різних пристроїв. Споживачі розглядають енергетичне маркування як спосіб визначення приладів, що економлять електроенергію й, таким чином, дозволяють зберігати кошти при тривалому використанні. Прагнучи зробити свою продукцію конкурентною, не тільки країни Євросоюзу, а й країни пострадянського простору стали віддавати перевагу економічній побутовій техніці. З 1 листопада 2008 року обмежив доступ на білоруський ринок неекономічних побутових електроприладів, клас яких нижче С. В Росії існує державний стандарт, на підставі якого виробник виробу забезпечує включення в нормативну і технічну документацію на кожен вид енергоспоживаючого виробу побутового та комунального призначення повних

відомостей про показники енергоефективності виробу та інформаційного листка енергоефективності.

Що ж стосується України, то вимоги до енергозбереження є в ДСТУ 4980/2008. Вимоги ці відповідають європейській практиці, і класи енергоспоживання ті ж самі. Споживач має право вимагати у продавця документ, що підтверджує відповідність техніки ДСТУ 4980/2008, а також інформації про те, до якого класу енергозбереження відноситься техніка. Якщо ж такої інформації немає, то техніку краще не купувати.

В умовах зростання тарифів на електроенергію питання її економії, впровадження енергозберігаючих практик у повсякденному житті набуває дедалі більшої актуальності.

Однією з причин звернення до "зелених" технологій - менше енергоспоживання. Це призвело до того, що виробники електротехніки почали наввипередки змагатися один з одним, намагаючись першими затвердити високу планку найменшого енергоспоживання у своїх виробках.

Традиційні РК монітори та телевізори, звичайно ж, економніше колишніх моделей з електронно-променевими кінескопами, але не варто забувати, що й діагоналі нині вже не ті, так що з великими РК моніторами та телевізорами електролічильники і зараз крутяться досить швидко. Що стосується нових LED-моделей, світлодіодне підсвічування дозволяє значно скоротити витрату енергії без шкоди для яскравості зображення. Економія електроенергії зменшений до 40%.

Світлодіодне підсвічування зараз дуже популярна і затребувана в дизайні моніторів - і не без причини. Наприклад, компанія Viewsonic вказала 50%-ву економію енергії для свого монітора VX2250wm-LED.

Споживання енергії світлодіодами набагато менше, ніж іншими пристроями, які випромінюють світло. Цей факт дає світлодіодний шанс на успіх. Сама по собі технологія, яка створює механізм енергозбереження, має хороші шанси. Давайте порівняємо споживання енергії телевізорами Sony. Візьмемо звичайний LCD та LED LCD з діагоналлю 46 дюймів. Світлодіодний телевізор споживає близько 0096 ват на квадратний дюйм, звичайний РК споживає 0139 ват на квадратний дюйм. Різниця

очевидна - економія майже 30%. А якщо порівняти світлодіодний тв з плазмовим з аналогічним розміром - різниця буде ще значніше.

Активізація налаштувань управління електроживленням вашого ПК дозволяє заощадити електроенергію і гроші. Режим очікування і сплячий режим - два простих способи зробити домашній комп'ютер енергоефективним. Режим очікування - відмінний варіант, коли ви часто і ненадовго відходите від робочої станції. Економія досягається за рахунок відключення живлення від монітора, жорсткого диска і інших компонентів. При натисканні на будь-яку клавішу або переміщенні миші комп'ютер відновить роботу. Однак якщо в режимі очікування виникне перебіг з електроживленням, не збережені дані можуть бути втрачені. Тому рекомендується використовувати ДБЖ. При виснаженні заряду батареї спеціальне ПЗ збереже дані і вимкне комп'ютер. Для ноутбука активізація режиму очікування - найбільш ефективний спосіб заощадити заряд акумулятора.

Сплячий режим найбільш оптимальний, коли ви відходите від ПК на тривалий час. У цьому випадку дані копіюються в резервну область диска, а комп'ютер вимикається. Це дозволяє зменшити енергоспоживання при збережених даних, а також знизити знос компонентів комп'ютерної системи. Після включення ПК всі документи, фільми, ігри з'являться на екрані в тому вигляді, якими ви їх залишили. Для ноутбука має сенс налаштувати автоматичний перехід в сплячий режим, коли рівень заряду батареї близький до критичного.

Американські вчені запропонували нову технологію виробництва комп'ютерних схем, яка теоретично дозволить знизити енергоспоживання сучасних великих обчислювальних центрів на кілька порядків.

Свою технологію дослідники назвали взаємовигідній квантової логікою (Взаємна Квантова логіка, причому, незважаючи на назву, до квантових комп'ютерів ця технологія не має відношення). У рамках роботи дослідники використовували схему з ніобію, яка охолоджувалася до 4,2 кельвіна. При такій низькій температурі схема перебувала в стані надпровідності. При цьому розрахунки дослідників показали, що їм вдалося зверху впритул наблизитися до теоретичної межі енергоспоживання обчислювальних

пристроїв, які виконують класичні обчислення (наприклад, квантові обчислення можуть виконуватись при більш низькому енергоспоживанні).

За словами вчених, через необхідність такої низької температури їх технологія не придатна для домашнього використання, але підійде для великих обчислювальних центрів. При цьому з урахуванням енерговитрат на охолодження мікросхем, споживання електрики подібною системою буде як мінімум в 300 разів менше існуючих зараз аналогів. Тільки в США в обчислювальні центри споживають близько 12 гігават, що еквівалентно потужності кількох десятків електростанцій.

5.3. Альтернативні джерела енергії

На всіх етапах розвитку суспільства вдосконалення техніки та створення нових знарядь праці супроводжувалися стрімким зростанням видобутку енергії та освоєння її нових джерел. Довгий час це була винятково енергія м'язів, потім дрова, вода, вітер, тепер вугілля, нафта, газ. Характерно, що кожне нове відкриття в галузі перетворення енергії призводило до інтенсивного і різноманітного її використання, але апетит людства зростав.

Більшість розвинутих країн посилено займається технологією нетрадиційних, або відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) – Сонця, вітру, припливів, тепла землі тощо. Вони не можуть стати справжніми заміниками нафти, газу, вугілля чи ядерної енергії, яка повинна використовуватися в поєднанні з традиційними. При цьому вони можуть відігравати важливу роль для регіонів із сприятливими кліматичними та іншими умовами.

Вітрова електрична станція (вітроелектростанція, ВЕС) - група вітрових електричних установок (або окрема вітрова електрична установка), устаткування і споруди, які розташовані на одній території, функційно зв'язані між собою і становлять єдиний комплекс, призначений виробляти електроенергію, перетворюючи кінетичну енергію вітру в електричну.

Головною причиною, що стримує розвиток відновлюваних джерел енергії, виявляється необхідність високих капітальних затрат. Але жоден вид енергії не обходиться так дорого, як її недостача, що актуально сьогодні.

Ще зовсім недавно деякі надії поклалися на водневу енергетику. Природні запаси чистого водню зовсім незначні, водночас у сполуках водень широко розповсюджений. Розроблено різноманітні способи одержання водню як хімічним шляхом, так і на основі електролізу води. Екологічна чистота водневої енергетики призводить до не екологічності одержання електроенергії при добуванні водню.

Вітрова електрична установка (вітроелектроустановка) - вітрова енергетична установка, яка перетворює кінетичну енергію вітру в електричну.

Розрізняють вітроелектроустановки:

- малої потужності (до 100 кВт);
- середньої потужності (від 100 до 1000 кВт);
- великої потужності (понад 1000 кВт).

Щодо прогнозів використання сонячної енергії, то деякі вчені твердять: через низьку густину сонячної енергії при її застосуванні потрібні великі території, але це не зовсім вірно.

Так, на широтах Ашхабада і Ташкента на квадратний кілометр падає опівдні потік сонячної енергії, рівний потужності Дніпрогесу. Звичайно, на Україні сумарна густина сонячної радіації в середньому становить 700 Вт/м². Найбільша пряма сонячна радіація в південних областях (Одеській, Миколаївській, Херсонській) на рівні моря досягає 1кВт/м² – 0,1 Вт/см².

Найвизначнішим заходом здійсненим на Україні в галузі використання сонячної енергії, є створення сонячної електростанції в с. Леніно Кримської обл. Потужністю 55МВт (СЕС-5).

Розроблюються проекти використання сонячної енергії. Енергія сонця, при попаданні на Землю перетворюється на тепло. Ставиться завдання максимального використання її до того, як вона перетвориться на теплову енергію. Щільність потоку сонячної радіації в космосі становить 1400Вт на м². Підраховано, що при відрахуванні

витрат на випаровування та фотосинтез кількість сонячної радіації що досягає поверхні Землі, майже у 7 тисяч разів перевищує кількість всієї необхідної нині енергії.

Сонячну енергію планується перетворити в електричну шляхом створення космічних станцій. На думку К.П.Феонтістова для одержання потужності 10млн. КВт необхідні сонячні батареї приблизно 100 км². У мікрохвильовому діапазоні енергію можна буде трансформувати на Землю.

Альтернативою існуючим способам одержання енергії можуть бути лише такі способи, в яких на кінцевій стадії енергоперетворень не буде з'являтися шкідлива речовина, або зовсім не буде речовини як такої. В цьому й полягає вся парадоксальність вирішення проблеми.

5.4. Еколого-економічні збитки

Використання систем контролю і управління доступом, яка працюватиме за допомогою комп'ютерного регулювання та контролю є споживання електроенергії, що завдає шкоди навколишньому середовищу.

Витрати електроенергії при використанні ПЕОМ розраховуються за формулою:

$$W_{\text{ПЕОМ}} = M \cdot \Phi \cdot K_3 \cdot K_0 \cdot \eta \cdot K_B \quad (5.1.)$$

де M – загальні витрати електроенергії, $\text{кВт}\cdot\text{год}$; Φ – дійсний фонд часу, год ; K_3 - коефіцієнт завантаження ПЕОМ; K_0 - коефіцієнт оновлення; η – коефіцієнт корисної дії; K_B - коефіцієнт втрат у ланцюгу.

Зробимо розрахунки енергозатрат для декількох ПЕОМ наведених в Таблиці 5.1.

Вихідні дані: $\Phi = 1300 \text{ год}$; $K_3 = 0,75$; $K_0 = 0,85$; $\eta = 0,85$; $K_B = 0,95$.

Отже:

$$W_{\text{ПЕОМ}_1} = 0,28 \cdot 1300 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 187,38 \text{ кВт}\cdot\text{год};$$

$$W_{\text{ПЕОМ}_2} = 0,12 \cdot 1300 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 80,31 \text{ кВт}\cdot\text{год};$$

$$W_{\text{ПЕОМ}_3} = 0,062 \cdot 1300 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 41,49 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Таким чином, збиток навколишньому середовищу визначається за формулою

$$Z = W_{\text{ПЕОМ}} \cdot Y \quad (5.2.)$$

Отже, економічні збитки для кожної ПЕОМ:

$$Z_1 = 187,38 \cdot 0,37 = 69,33 \text{ грн.}$$

$$Z_2 = 80,31 \cdot 0,37 = 29,71 \text{ грн.}$$

$$Z_3 = 41,49 \cdot 0,37 = 15,35 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1.

| Пристрій | ПЕОМ_1 | | ПЕОМ_2 | | ПЕОМ_3 |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|------------|
| | Монітор | Системний блок | Монітор | Системний блок | Ноутбук |
| Модель | Samsung 795 DFS, 17" | Brain Basic B100 | Samsung E1720NR, 17" | Everest Home 8010 | Asus K73SV |
| Потужність $Вт \cdot год$ | 80 | 200 | 20 | 100 | 62 |
| Загальна СП $кВт \cdot год$ | 0,28 | | 0,12 | | 0,062 |

Отже, при використанні ПЕОМ найменші економічні збитки приносить ноутбук Asus K 73 SV на :

Порівняно з ПЕОМ_1

$$\Delta = 69,33 - 15,35 = 53,98 \text{ грн, тобто збитки менші } 78 \%$$

Порівняно з ПЕОМ_2

$$\Delta = 29,71 - 15,35 = 14,36 \text{ грн, тобто збитки менші } 48 \%$$

Висновки

Отже, утилізація офісної техніки, в тому числі і комп'ютерів, є обов'язковою процедурою для всіх працюючих підприємств, а також для кожної людини окремо. Неправильне проведення цієї процедури (викид на смітник) здатне викликати маленьку «техногенну катастрофу».

В даний момент можна з упевненістю сказати про те, що закон про утилізації комп'ютерів необхідний, тому що насправді ми не повинні негативно впливати на наше довкілля. В нашій країні вже існують компанії, які з задоволенням приймуть замовлення на утилізацію старого обладнання. Ваші комп'ютери зможуть забрати компанії, що займаються утилізацією. Все що від вас потрібно - це мати бажання внести свій внесок на покращення екологічного стану країни та планети в цілому, а саме утилізувавши свій комп'ютер чи оргтехніку. Вартість таких послуг не велика, і ви безумовно зможете дозволити собі зробити навколишній світ чистішим.

Також намагатися використовувати енергозберігаюче обладнання А – класу, при можливості, використовувати альтернативні джерела енергії і дотримуватись елементарних порад, використовуючи електроенергію більш ефективно і відповідно, заощаджувати гроші.

-

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Враховуючи той факт, що дана робота присвячена розробці автоматизованої системи відновлення ортозображень, що потребує застосування засобів обчислювальної техніки, то метою даного розділу дипломного проекту є визначення потенційно шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які можуть мати місце при роботі за комп'ютером, а також розробка заходів щодо запобігання впливу цих факторів на людину й навколишнє середовище.

В цьому розділі запропоновані технічні рішення і організаційні заходи щодо створення комфортних та безпечних умов праці користувачів ВДТ ПЕОМ згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 та ДНАОП 0.00-1.31-99, а також визначені заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях. Запропоновані відповідні технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії.

6.1. Визначення основних потенційно-шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виконанні науково-дослідницької роботи

При роботі на ВДТ ПЕОМ людина піддається впливу іонізуючого, інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань екрана монітора, рівні яких повинні відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з ВДТ ПЕОМ» та ДНАОП 0.00-1.31-99.

Проаналізуємо, які потенційно - небезпечні й шкідливі фактори можуть мати місце при роботі на ПК:

- наявність електромагнітного випромінювання;
- можливість ураження електричним струмом;
- невідповідність освітлення санітарним нормам;
- несприятливі мікрокліматичні умови;
- розумове навантаження
- можливість виникнення пожеж

6.2. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

Вимоги щодо організації робочих місць користувачів ВДТ ПО забезпечує ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин".

Дотримання вимог цих правил може значно знизити наслідки несприятливої дії на працівників шкідливих та небезпечних факторів, які супроводжують роботу з відеодисплейними матеріалами, зокрема можливість зорових, нервово-емоційних переживань, серцево-судинних захворювань.

Для того щоб забезпечити точне та швидке зчитування інформації в зоні найкращого бачення, площина екрана монітора виставлена перпендикулярно нормальній лінії зору. При цьому передбачена можливість переміщення монітора навколо вертикальної осі в межах $\pm 30^\circ$ (справа наліво) та нахилу вперед до 85° і назад до 105° з фіксацією в цьому положенні. Клавіатура розміщена на поверхні столу на відстані 100...300 мм від краю.

Кут нахилу клавіатури до столу обрано в межах від 5° до 15° так, що зап'ястя на долонях рук розташовуються горизонтально до площини столу. Робочі місця з ПК розташовано відносно від стіни з вікнами на відстані не менше 1,5 м, від інших стін — на відстані 1 м, відстань між собою - не менше ніж 1,5 м. Причому так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва. Штучне освітлення робочого місця, обладнаного ПК, здійснюється системою загального рівномірного освітлення. Як джерело штучного освітлення мають застосовуватись люмінесцентні лампи ЛБ.

Тривалість регламентованих перерв під час роботи з ЕОМ становить 10 хвилин через кожен годину роботи .

Для зниження нервово-емоційного напруження, втомленості зорового аналізатора, для поліпшення мозкового кровообігу і запобігання втомі доцільно

деякі перерви використовувати для виконання комплексу вправ, які передбачені ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Допустимі шумові характеристики на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99.

Табл. 6.1.

Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

| Характер робіт | Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах частот із середньгеометричними значеннями (Гц) | | | | | | | | | Допустимий рівень звуку (ДБА) |
|----------------------------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------------------------------|
| | 1 | 3 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| програміст обчислювальної машини | 86 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |

Зовнішні джерела шуму відсутні. Джерелами шуму в приміщенні є телефон, принтер, голоси людей і т.д.

Припустимі рівні звукового тиску, рівні звуку й еквівалентні рівні звуку на робочих місцях нормуються відповідно до ДНАОП 0.00-1.31-99 та ДСН 3.3.6.037-99.

Джерелами шуму в умовах робочого приміщення, що розглядається в роботі є вентилятори охолодження внутрішніх систем персонального

комп'ютера (вентилятори блоку живлення, радіатора процесора та відеокарти) і система кондиціонування повітря.

Таблиця 6.2.

Нормовані та фактичні значення параметрів мікроклімату

| Період року | Параметр мікроклімату | Нормовані значення параметрів мікроклімату | | Фактичні значення параметрів в мікроклімату |
|-------------|-----------------------|--|--------------------------------|---|
| | | оптимальні | припустимі | |
| Холодний | Температура, °C | 22-24 | 21-25 | 20-22 |
| | Відносна вологість, % | 40-60 | 75 | 65-75 |
| | Швидкість руху, м/с | не більше 0,1 | не більше 0,1 | не більше 0,1 |
| Теплий | Температура, °C | 23-25 | 22-28 | 22-28 |
| | Відносна вологість, % | 40-60 | 55, при 28 °C 75, при 22 °C | 70-75 |
| | Швидкість руху, м/с | не більш 0,1 | 0,1-0,2 | не більш 0,2 |

Очікувані рівні звукового тиску і рівень звуку відповідно до шумових характеристик цих джерел (ШХ) :

1. Рівень шуму, створюваний внутрішніми елементами ПК дорівнює 35 дБ;
2. Рівень шуму системи кондиціонування на низьких/високих частотах дорівнює 25/30 дБ.

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99 встановлюють оптимальне й припустиме значення параметрів мікроклімату залежно від періоду року й категорії робіт. У таблиці наведені оптимальні й припустимі значення параметрів мікроклімату для категорій тяжкості робіт «Ia» (роботи, виконувані сидячи й не потребуючі фізичної напруги при витраті енергії не більше 120 ккал/година).

У приміщенні використовується 6-ти секційна чавунна батарея центрального опалення для підтримки нормальної температури повітря в холодну пору року. Для підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні використовується природна вентиляція.

Параметри мікроклімату в робочій зоні відповідають приведеним вище нормам ДСН 3.3.6.042–99.

6.3. Електробезпека

Відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 все електроустаткування в робочому приміщенні відноситься до I, II та III класу за електрозахистом. Системний блок ПЕОМ відноситься до I класу. ВДТ відноситься до II класу. Устаткування має робочу ізоляцію відповідно до вимог ГОСТ 12.1.009-76 і підключається до живильної мережі за допомогою трьох-контактних вилок, один контакт із яких підключений до заземленого виводу розетки. Підключення устаткування виконане відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ.

Приміщення лабораторії згідно з ОНТП24-86 та ПБЕ відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки поразки персоналу електричним струмом,

оскільки відносна вологість повітря не перевищує 75%, температура не більш 35 °С, відсутні хімічно агресивні середовища, матеріал підлоги(паркет) - діелектрик, а також відсутня можливість одночасного дотику до заземлень металоконструкцій будівлі та технологічного обладнання з одного боку та до струмопровідних частин обладнання з іншого боку.

Для захисту людини від ураження електричним струмом у виробничих приміщеннях використовується занулення устаткування. При наявності занулення замикання фази на корпус перетворюється в коротке однофазне замикання (у трифазних мережах), від струму якого спрацьовує пристрій максимального струмового захисту і відключає ушкоджену електроустановку.

В таблиці 6.3 приведені граничнодопустимі значення напруги дотику і сили струму при аварійному режимі роботи електрообладнання напругою до 1000 В з глухо-заземленою нейтраллю при частоті 50Гц .

Таблиця 6.3.

Гранично допустимі значення напруги дотику і сили струму при аварійному режимі роботи електрообладнання

| Вид дії | Гранично допустимі рівні напруги і сили струму при часі дії струму, (сек.) | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| | 0.01...0.08 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 | >1 |
| Змінна напруга, В | 650 | 500 | 250 | 165 | 125 | 100 | 85 | 70 | 65 | 55 | 50 | 36 |
| Змінна сила струму, мА | 650 | 500 | 250 | 165 | 125 | 100 | 85 | 70 | 65 | 55 | 50 | 36 |

Виконаємо розрахунок електромережі в робочому приміщенні на вимикаючу здатність автоматів струмів захисту.

Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність включає знаходження величини струму КЗ і розрахунок номінального струму спрацювання пристрою максимального струмового захисту.

Вихідні дані для розрахунку:

1. $U_{\phi}=220$ В – фазна напруга;
2. Кабель трьохжильний $3 \times 1,5$ мм² плюс $1 \times 0,85$ мм², матеріал – алюміній ($\rho=0,031$ Ом·мм²/м);
3. $L=150$ м – відстань від трансформатора до споживача; Розрахуємо активний опір фазного та нульового проводів:

$$r_H = r_{\phi} = \frac{\rho \cdot L}{S_{\phi}} = \frac{0,031 \cdot 150}{1,5} = 3,1 \text{ (Ом)} \quad (6.1.)$$

Струм однофазового КЗ знаходиться по формулі:

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{U_{\phi}}{r_{\phi} + r + r_H} = \frac{220}{3,1 + 3,1 + 0,3} = 33,9 \text{ (А)} \quad (6.2.)$$

де $r_u = 0,3$ Ом – розрахований опір трансформатора потужністю 250 Вт.

Номінальний струм спрацювання автомату струмового захисту розраховується за формулою (K – необхідна кратність струму КЗ до струму спрацювання автомату струмового захисту):

З розрахунків видно, що при однофазному КЗ номінальний струм спрацювання автомату захисту повинен бути меншим 24 А.

В робочому приміщенні використовуються автомати струмового захисту з

$I_{ном} = 15(A)$, що задовільняє приведеній вище вимозі.

При однофазному КЗ нульовий провід і з'єднаний з ним корпус електроустановки за час спрацювання максимального струмового захисту знаходяться під напругою ($U_{пр}$) відносно землі:

Залежно від джерела світла освітлення може бути природним, що створюється прямими сонячними променями; штучним, що створюється електричними джерелами світла, та суміщеним, за якого недостатнє за нормами природне освітлення доповнюють штучним.

Штучне освітлення, а саме відсутність у спектрі ламп денного світла й ламп накаливання біологічно активної ультрафіолетової складової при тривалому впливі може призвести до ультрафіолетової недостатності, при якій знижуються бактерицидні властивості шкіри та імунітет.

Істотне значення для збереження тривалої працездатності, підвищення продуктивності праці має забезпечення норм освітленості на робочому місці.

Величина освітленості регламентується нормами ДБН В.2.5-28-2006. Робоче приміщення належить до I групи – приміщення, у яких розрізнення об'єктів зорової роботи здійснюється при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню.

Нормування штучного освітлення також здійснюється згідно ДБН В.2.5-28-2006. Для загального освітлення використовують головним чином люмінесцентні лампи, що обумовлено їхніми перевагами. Для розрахунку штучного освітлення застосовують метод коефіцієнта використання потоку:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{N \cdot C}, \quad (6.1)$$

де Φ – світловий потік; E – нормована мінімальна освітленість; K – коефіцієнт запасу; S – освітлювана площа; Z – коефіцієнт нерівномірності

освітлення; C – коефіцієнт використання випромінюваного світильниками світлового потоку на розрахунковій площі; N – число світильників.

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначаємо норму освітленості:

$$E = 300 \text{ лк}; K = 1,5; S = 5,2 \cdot 4,2 = 21,84 \text{ м}^2; Z = 1,2.$$

Необхідна кількість люмінесцентних ламп визначається за формулою:

$$N = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot C}, \quad (6.2)$$

Найбільш прийнятними для приміщення є люмінесцентні лампи ЛД (денного світла) потужністю 40 Вт. Нормальний світловий потік лампи ЛД-40 дорівнює

$\Phi = 2340$ лм. Величиною i , індексом приміщення можна встановити залежність від площі приміщення й висоти підвісу:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (6.3)$$

Де $A=5,2$ м – довжина приміщення; $B=4,2$ м – ширина приміщення; h – висота підвісу;

$$h = H - h_p - h_c, \quad (6.4)$$

Де $H=3,3$ м – висота приміщення; $h_p=0,75$ м – висота робочої поверхні; $h_c=0,25$ м – висота від стелі до нижньої частини лампи;

$$h = 3,3 - 0,75 - 0,25 = 2,3 \text{ м};$$

$$i = \frac{5,2 \cdot 4,2}{2,3 \cdot (5,2 + 4,2)} = 1,01$$

Коефіцієнт використання світлового потоку на розрахунковій площі $C = 0,3$. У підсумку число світильників вийде рівним:

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 21,84 \cdot 1,2}{2340 \cdot 0,3} = 1,5$$

Для штучного освітлення в робочому приміщенні достатньо використати 2 люмінесцентні лампи денного світла ЛД – 40, зі світловим потоком $\Phi = 2340$ лм кожна.

6.4. Безпека у надзвичайних ситуаціях

Безпека у надзвичайних ситуаціях регламентується ПЛАС. Одними з основних складових ПЛАС є розробка технічних рішень та організаційних заходів щодо оповіщення, евакуації та дій виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації, а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

У разі виявлення ознак НС працівник повинен:

- негайно повідомити про це органи Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) засобами зв'язку, вказати при цьому адресу кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про НС керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про НС;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо ліквідації наслідків НС з використанням наявних засобів.

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення НС, повинні:

- перевірити, чи викликані підрозділи ДСНС та підрозділи;

- вимкнуті у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та порятунок, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації наслідків НС; перевірити здійснення оповіщення людей про НС;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації наслідків НС; організувати зустріч підрозділів ДСНС, надати їм допомогу у локалізації та ліквідації НС.

Після прибуття підрозділів ДСНС повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла НС.

Оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення НС, наприклад при пожежі, здійснюється відповідно до вимог НАПБ А.01.003–2009. Необхідність обладнання виробничих приміщень певним типом СО визначається згідно з додатком Е до ДБН В.1.1–7–2003 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва".

При обладнанні виробничих будівель системою оповіщення, їх необхідно поділяти на зони оповіщення з урахуванням об'ємно–планувальних рішень будинків, шляхів евакуації, поділення на протипожежні відсіки тощо, а також з урахуванням вимог, що наведені в примітці 1 таблиці Е.1 додатка Е до ДБН.

Оповіщення про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямки руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;
- трансляцією спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;
- розміщенням знаків безпеки на шляхах евакуації згідно з ДСТУ ISO 6309;

- дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів;
- зв'язком оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) із зонами оповіщення.

Як правило, СО вмикається автоматично від сигналу про пожежу, який формується системою пожежної сигналізації або системою пожежогасіння. Також з приміщення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) слід передбачати можливість запуску СО вручну, що забезпечує надійну роботу СО не тільки при пожежі, а і у разі виникнення будь-якої іншої НС.

I – (найвищий) – повідомлення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) під час пожежі, або у разі виникнення будь-якої іншої НС;

II – повідомлення, які записані на будь-якому носії та вмикаються автоматично від спрацювання систем пожежної автоматики, або за сигналом оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста);

III – службові повідомлення, що не стосуються організації та управління евакуацією людей.

У разі одночасного транслявання декількох повідомлень, що мають різні пріоритети, повідомлення, які мають нижчий пріоритет, повинні автоматично блокуватись.

СО повинна мати можливість одночасно передавати різні мовленнєві повідомлення в різні зони оповіщення.

Згідно з вимогами ДБН В.1.1–7–2003 необхідно забезпечити можливість прямої трансляції мовленнєвого оповіщення та керівних команд через мікрофон для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу.

В разі виникнення пожежі у багатоповерхових виробничих будівлях, СО маєспрацьовувати у такій послідовності:

- в першу чергу, здійснюється оповіщення людей про пожежу на поверсі, де виникла пожежа;
- потім оповіщення людей про пожежу на поверхах, що розташовані вище поверху, де виникла пожежа;
- в останню чергу, оповіщення людей про пожежу на поверхах, що розташовані нижче поверху, де виникла пожежа.
- Затримку часу оповіщення про НС для різних поверхів будинку необхідно передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до розрахунків по ГОСТ 12.1.004.
- У багатоповерхових виробничих будівлях, які поділені на протипожежні відсіки по вертикалі, СО повинна вмикатися одразу для всього протипожежного відсіку, де виникла пожежа. Затримку часу оповіщення про НС/пожежу для інших вертикальних протипожежних відсіків будинку слід передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до вимог додатка 2 згідно ГОСТ 12.1.004.

Відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 та ОНТП24-86 робоче приміщення лабораторії відноситься до категорії В по вибухопожежній і пожежній небезпеці. Відповідно до ПУЕ-87 та ДНАОП 0.00-1.32-01 клас робочих зон приміщення лабораторії по пожежонебезпеці - П-Па. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електроустаткування, коротке замикання проводки, і порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління).

Можливими причинами виникнення пожежі можуть бути :

- коротке замикання проводки;
- паління в недозволених місцях, користування побутовими електронагрівальними приладами.

У зв'язку з цим відповідно до ПБЕ та ПУЕ необхідно передбачити наступні заходи:

1) ретельна ізоляція всіх струмоведучих провідників до робочих місць; періодичний огляд і перевірка ізоляції;

2) суворе дотримання норм протипожежної безпеки на робочому місці.

Проводяться організаційно-технологічні заходи (заборона паління, інструктаж). На випадок виникнення пожежі забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. У приміщенні є план евакуації.

Мінімальний час евакуації відповідає вимогам ДБНВ 1.1-7-2002, а максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів відповідає вимогам ДБН 2.09.02-85. Необхідна кількість евакуаційних виходів, ширина проходів і ступінь вогнестійкості також відповідає вимогам ДБНВ 2.01.02- 85 і ДБНВ 2.09.02- 85 та ДБНВ.1.1-7-2002.

Згідно ДСТУ 3675-98 у приміщенні лабораторії знаходяться:

- вогнегасник ОУБ-3 – 1 шт.;
- вогнегасник ОП-1 "Момент" – 1 шт.

Така кількість вогнегасників відповідає вимогам ISO3941-87, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників на 100 м² площі підлоги для приміщень.

По вогнестійкості приміщення лабораторії відноситься до II ступеня вогнестійкості (ГОСТ 12.1.004-76), тобто механічні конструкції в приміщенні, стіни виконані з неспалимих матеріалів. Робочі місця для виконання робіт у положенні сидячи, організовані відповідно до ГОСТ 12.2.032- 78. Висота робочого столу вибирається рівною 0.8 м.

На випадок виникнення пожежі на сходовій площадці за приміщенням установлений пожежний щит, обладнаний пожежним інвентарем і вогнегасником марки ОУ–5 відповідно до вимог ДСТУ 3675-98 та ISO3941- 77 (вогнегасник вуглекислотний, ручний) для гасіння загорянь різних матеріалів і

установок під напругою до 1000В і хімічні, пінні ОХП-10 вогнегасник для гасіння твердих матеріалів.

Згідно ОНТП 24-86 і ГОСТ 12.4.009-83 у пожежний щит входять:

- азбест;
- пожежний інвентар.

У робочому приміщенні виконуються усі вимоги по пожежонебезпеці відповідно до вимог НАПБ.А.01.001- 2004 “Правила пожежної безпеки в Україні”.

Висновки

В представленному розділі, спираючись на загальноприйняті всесвітні положення стосовно охорони праці було визначено основні потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори при виконанні науково-дослідницької роботи.

Також, були запропоновані змістовні та детально обгрунтовані технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці. Згідно з вимогами були виявлені норми виробничої санітарії.

Спираючись на глибинний аналіз, згідно з нормативами ГОСТ були описані вимоги до електробезпеки розробки застосунку, а також пропрацьовані правила поведінки під час надзвичайних випадків.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської дипломної роботи було успішно проведено детальний аналіз методів відновлення зображень.

У першому розділі було досліджено теоретичні основи цифрової обробки зображень, визначено план для подальшого виконання завдання, визначено методи для покращення зображень, що будуть аналізуватись. Було визначено особливості обробки зображень, їх структуру та призначення.

У другому розділі розглянуті найбільш популярні методи та алгоритми для відновлення зображень. Проаналізовано сучасні практичні та теоретичні технології обробки цифрових зображень. В процесі дослідження було використано велику кількість відновлюючих фільтрів для якісного, покращеного збільшення розширення зображення.

У третьому розділі було представлено та опрацьовані основні методи інтерполяції, що використовуються для відновлення зображень. Було математично перевірено і доведено необхідність та умисність усіх запропонованих функцій та алгоритмів.

У четвертому розділі були продемонстровані програмна реалізація відтворення ортозображень та експериментальні дослідження якості відтворення. В результаті, серед випробуваних методів відновлення зображення найкращі та стабільні результати були отримані шляхом розсіювання природного інтерполянта з відповідним обчислювальним часом, що дозволяє використовувати цей метод у реальному часі. Середні результати за якістю були отримані методом GPR, але обчислювальний час був у 100-250 разів більший, ніж розсіяний природний інтерполянт.

У п'ятому розділі були розглянуті актуальні питання стосовно охорони навколишнього середовища. Було виявлено та пояснено необхідність впровадження законна про утилізацію комп'ютерів та використання енергозберігаючого обладнання.

У шостому розділі були проаналізовані основні потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори при виконанні науково-дослідницької роботи.

Список літератури

1. Kharchenko V, Kondratyuk V, Ilynska S, Kutsenko O and Larin V. 2013 *Urgent problems of UAV navigation system development and practical implementation*. IEEE 2nd International Conference Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments Proceedings (APUAVD), Kiev, 2013, pp. 157-160. doi: 10.1109/APUAVD.2013.6705313
2. <https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/dtd/> Прэ́тт У. - Цифровая обработка изображений (кн.2 из 2-х) - 1982
3. Whitehead K, Hugenholtz CH. 2014 *Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 1: A review of progress and challenges*. Journal of Unmanned Vehicle Systems. Jul 30; vol 2(3) pp 69-85
4. Sandwell DT. 1987 *Biharmonic spline interpolation of GEOS-3 and SEASAT altimeter data*. Geophysical research letters 1987 Feb 14 vol 2 pp 139-42
5. Describable Textures Dataset (DTD). Available at <https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/dtd/>
6. Akima H. 1984 *On estimating partial derivatives for bivariate interpolation of scattered data*. The Rocky Mountain journal of mathematics 1984 Jan vol 1 pp 41-52
7. Sandwell DT. 1987 *Biharmonic spline interpolation of GEOS-3 and SEASAT altimeter data*. Geophysical research letters 1987 Feb 14 vol 2 pp 139-42
8. Hore A, Ziou D. 2010 *Image quality metrics: PSNR vs. SSIM*. In 2010 20th international conference on pattern recognition 2010 Aug 23 pp 2366-2369
9. Dharmagunawardhana C, Mahmoodi S, Bennett M, Niranjana M. 2014 *Gaussian Markov random field based improved texture descriptor for image segmentation*. Image and Vision Computing 2014 Nov 1; vol 32(11) pp 884-95
10. Saqib M, Khan SD, Blumenstein M. 2016 *Texture-based feature mining for crowd density estimation: A study*. In 2016 International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ) 2016 Nov 21 pp 1-6

