

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Шутко В.М.
« ____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

Тема: «МЕТОД ФІЛЬТРАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ВЕЛИКОЇ
РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Виконавець
студент групи ЕС-201Мз _____ Піддубченко Анастасія Русланівна

Керівник
д.т.н., професор _____ Морозова Ірина Володимирівна

Консультант розділу
«Охорона праці» _____ Кічата Н.М.

Консультант розділу
«Охорона навколишнього середовища» _____ Фролов В.Ф.

Нормоконтролер _____ Сініцин Р.Б.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки, моніторингу та інтернету речей

Спеціальність, ОПП: 171 «Електроніка»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Шутко В.М.

«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Піддубченко Анастасії Русланівни

(П.І.Б., випускника)

1. Тема дипломної роботи: «Метод фільтрації цифрових зображень великої роздільної здатності»

затверджена наказом ректора від «06» жовтня 2020 р. № 1912/ст

2. Термін виконання роботи: з 05 жовтня 2020 р по 27 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані роботи: теоретичний матеріал по методам фільтрації цифрових зображень.

4. Зміст пояснювальної записки: 1.Цифрові зображення, шуми в зображеннях та їх

фільтрація;2.Методи поліпшення цифрового зображення великої роздільної

здатності;3.Відновлення зображень одержаних з мікроскопів.4.Розробка медіанного

фільтра.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: Презентація основних результатів роботи в електронному вигляді.

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання	Підпис керівника
1.	Вступ	01.10.2020	Виконано	
2.	Обробка матеріалів за темою дипломної роботи: підручники, Інтернет-ресурси	05.10.2020	Виконано	
3.	Аналіз існуючих методів фільтрації цифрових зображень	20.10.2020	Виконано	
4.	Цифрові зображення, шуми в зображеннях та їх фільтрація.	01.11.2020	Виконано	
5.	Відновлення зображень великої роздільної здатності	15.11.2020	Виконано	
6.	Розробка медіанного фільтра в MATLAB	01.12.2020	Виконано	
7.	Написання розділу по охороні праці та охороні навколишнього середовища за темою дипломної роботи	10.12.2020	Виконано	
8.	Подання на кафедру. Усунення недоліків. Оформлення пояснювальної записки	20.12.2020	Виконано	
9.	Електронна версія доповіді, ілюстративний матеріал доповіді	23.12.2020	Виконано	

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	асистент, Кічата Наталія Миколаївна		
Охорона навколишнього середовища	завідувач кафедри екології д.т.н., доцент Фролов Валерій Федорович		

8. Дата видачі завдання: 01 жовтня 2020 року

Керівник дипломної роботи _____ Морозова І.В.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Піддубченко А.Р.
(підпис випусника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Метод фільтрації цифрових зображень великої роздільної здатності»: 101 сторінки, 26 рисунків, 8 таблиць, 21 використаних джерел, 1 додаток.

ЦИФРОВА ФІЛЬТРАЦІЯ, ШУМ, ЦИФРОВЕ ЗОБРАЖЕННЯ,
МЕДІАННИЙ ФІЛЬТР, СПЛАЙНОВИЙ ФІЛЬТР, МІКРОСКОП

Об'єкт дослідження – метод фільтрації цифрових зображень призначений для усунення шуму з зображень та покращення їх якості.

Предмет дослідження – аналіз ефективності фільтрації цифрового зображення великої роздільної здатності.

Мета роботи – цифрова фільтрація зображень.

Метод дослідження – програмування на ПЕОМ на мові MATLAB з використанням однойменного програмного середовища для аналізу ефективності методів фільтрації.

Матеріали даної дипломної роботи можуть бути використані для проведення наукових досліджень, у навчальному процесі, а також з можливістю використання в практичній діяльності процесів фільтрації.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. ЦИФРОВІ ЗОБРАЖЕННЯ, ШУМИ В ЗОБРАЖЕННЯХ ТА ЇХ ФІЛЬТРАЦІЯ	8
1.1. Цифрові зображення та їх типи.....	8
1.2. Шуми в зображеннях.....	15
1.3. Фільтрація зображень.....	22
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ПОЛПШЕННЯ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ ВЕЛИКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ	28
2.1 Основи просторової обробки цифрових зображень.....	28
2.2 Методи цифрової обробки зображень в частотній області.....	31
2.3 Відповідність між фільтрацією в просторовій та частотній областях...	38
РОЗДІЛ 3. ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ	46
3.1. Медіанний фільтр та його різновиди.....	46
3.2. Перетворення статистичних шумів.....	48
3.3. Принцип роботи медіанного фільтра	50
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА МЕДІАННОГО ФІЛЬТРА	53
3.1. Опис системи MATLAB.....	53
3.2. Робота розробленого фільтра	55
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, при роботі над стисненням цифрового аудіосигналу	61
5.2. Розрахунок та розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при стисненні цифрового аудіосигналу.....	64
5.3. Забезпечення пожежної безпеки	68
5.4. Інструкція з охорони праці для інженера ПК	71
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	74
6.1. Розробка заходів щодо охорони навколишнього середовища.....	74
6.2. Характеристика ПК як джерела забруднення	78

6.3. Вплив на здоров'я користувача електромагнітних полів комп'ютера.....	79
6.4. Комп'ютер як джерело електромагнітного поля.....	81
6.5. Еколого-економічний розрахунок.....	81
6.6. Розробка заходів щодо підвищення екологічної безпеки.....	82
ВИСНОВКИ	96
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	97
ДОДАТОК	99

ВСТУП

В наш час зображення стали невід'ємною частиною людського життя, а також важливою частиною багатьох галузей техніки. Область їх використання безперервно розширюється. Комп'ютеризовані процедури використовуються для полегшення сприйняття рентгенівських та інших зображень у промисловості, медицині та біології, для вивчення картини засмічення навколишнього середовища у географії. У фізиці та суміжних областях комп'ютерна обробка є звичайним способом покращення якості зображень, що отримані в ході експериментів. Аналогічні приклади успішного використання технологій обробки зображень можна знайти в астрономії, медичній радіології, промисловості, в оборонній та правоохоронній сфері.

У випадку, якщо зображення були отримані за допомогою оцифрування, на них, як правило, присутній шум. Шум вносить спотворення в цифрові зображення. Тому обробка та покращення якості зображень як задля покращення їх візуального сприйняття людиною, так і для вирішення завдань, пов'язаних з машинним сприйняттям зображень, є важливою областю сучасної роботи та потребує постійного покращення та удосконалення методів, за допомогою яких дані завдання можуть бути виконані.

РОЗДІЛ 1

ЦИФРОВІ ЗОБРАЖЕННЯ, ШУМИ В ЗОБРАЖЕННЯХ ТА ЇХ ФІЛЬТРАЦІЯ

1.1. Цифрові зображення та їх типи

Цифрове зображення - масив даних, отриманий шляхом дискретизації (аналого-цифрового перетворення) оригіналу. Бувши закодованим за допомогою особливого алгоритму і записаним на носій, цей масив даних стає файлом.

В сучасному процесі поліграфічного виробництва всі ілюстрації й елементи оформлення представлені цифровими зображеннями різних типів. Цифрові зображення за способом дискретизації оригіналу поділяються на растрові, векторні та змішаного типу.

Типи цифрових зображень

Растровий тип

До растрових зображень відносяться двомірні масиви даних (матриці пікселів), кожен елемент яких представляє ділянку оригіналу з усередненим кольорним показником.

Растрові зображення отримують двома способами. Перший - сканування оригіналу - проводиться за допомогою особливого пристрою - сканера - в якому кожен оптичний елемент ПЗЗ-лінійки (або ПЗЗ-матриці) зчитує яскравості і кольорні характеристики оригіналу. Ці характеристики перетворюються в двійковий код кольору і посилаються в осередку двомірного масиву даних (матриці пікселів). Другий спосіб отримання растрового зображення - проектування оригіналу на ПЗЗ-матрицю через систему лінз (об'єктив). Цей спосіб растрового аналого-цифрового перетворення характерний для цифрових фотоапаратів і відеокамер.

Основні характеристики растрового зображення - розмір та глибина кольору.

Розмір зображення в пікселях - це кількість рядків і стовпців матриці, що використовуються для зберігання зображення.

Розмір цифрового зображення можна довільно змінювати, змінюючи фізичний розмір картинки при друку, при цьому розмір матриці пікселів буде залишатися незмінним.

Глибина кольору - це характеристика, яка визначає якість відтворення кольору, кількість відтінків, які можуть відображати елементи матриці пікселів.

Кожен елемент масиву даних (матриці) являє собою число в двійковій системі числення. Його розмірність визначається в бітах. Глибина кольору - це кількість біт на піксель зображення. Зображення з глибиною кольору 16 біт / піксель може відтворювати 65535 кольорів, а 24 біт / піксель дозволяють отримати вже 16777215 відтінків, що цілком достатньо для поліграфічного виробництва.

За допомогою одного байта (8 біт) можна задати 256 кольорів (як правило чорно-білих). При цьому 0 вважають абсолютно чорним, а 255 абсолютно білим. Приклад наведено в рис. 1.1.

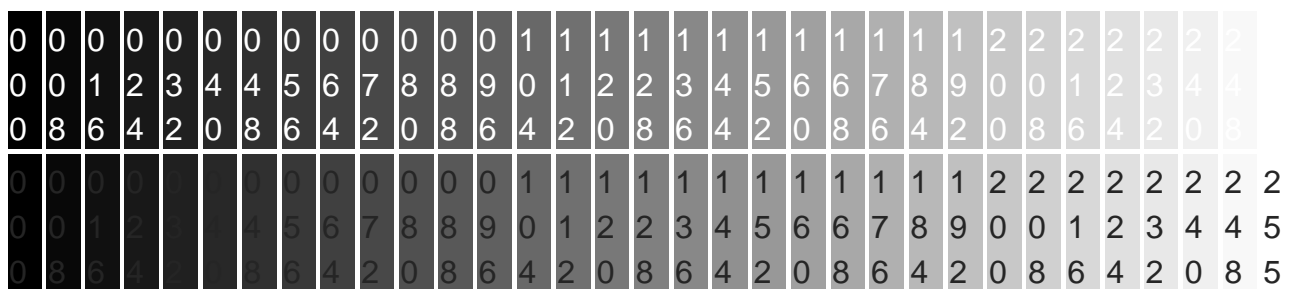


Рис. 1.1.

Колір пікселя задається як поєднання трьох кольорів (червоного, зеленого, блакитного) у різних відношеннях. Приклад наведено в рис. 1.2.

R	G	B	Couleur
0	0	0	чорний
0	0	1	майже чорний
255	0	0	червоний
0	255	0	зелений
0	0	255	синій
128	128	128	сірий
255	255	255	білий

Рис. 1.2.

В інтернет-виданнях для оформлення сайтів можуть використовуватися зображення, глибина кольору яких становить 4, 2, навіть 1 біт, і цього буває достатньо для відтворення технічної графіки (чорно-білих схем, діаграм і т.д.).

При аналого-цифровому перетворенні завжди відбувається втрата деякої кількості інформації, оскільки дискретизація завжди проводиться шляхом усереднення та узагальнення потоку вихідної аналогової інформації.

Звідси - основний недолік растрових цифрових зображень - неможливість їх масштабування без втрати якості.

Растрові зображення зазвичай зберігаються в стислому вигляді. Залежно від типу стиснення може бути можливо або неможливо відновити зображення в точності таким, яким воно було до стиснення (стиснення без втрат або стиснення з втратами відповідно). Так само в графічному файлі може зберігатися додаткова інформація: про автора файлу, фотокамері і її налаштуваннях, кількості точок на дюйм при друку та ін.

Стиснення без втрат

Використовує алгоритми стиснення, засновані на зменшенні надмірності інформації.

- BMP або Windows Bitmap — зазвичай використовується без стиснення, хоча можливо використання алгоритму RLE.

- GIF (Graphics Interchange Format) — формат, який витісняється PNG та підтримує не більше 256 кольорів одночасно. Усе ще популярний через підтримку анімації, яка відсутня в чистому PNG, хоча програмне забезпечення дедалі більше підтримує формат APNG.

- PCX — застарілий формат, що дозволяв добре стискати прості зображення.

- PNG (Portable Network Graphics).

- TIFF підтримує великий діапазон зміни глибини кольору, різні колірні простору, різні настройки стиснення (як з втратами, так і без) і ін.

- RAW зберігає інформацію, безпосередньо одержувану з матриці цифрового фотоапарата або аналогічного пристрою без застосування до неї будь-яких перетворень, а також зберігає інформацію про налаштування фотокамери. Дозволяє уникнути втрати інформації при застосуванні до зображення різних перетворень (втрата інформації відбувається в результаті округлення і виходу кольору пікселя за межі допустимих значень). Використовується при зйомці в складних умовах (недостатня освітленість, неможливість виставити баланс білого і т. п.) Для подальшої обробки на комп'ютері (зазвичай в ручному режимі). Практично всі напівпрофесійні і професійні цифрові фотоапарати дозволяють зберігати зображення у форматі RAW. Формат файлу залежить від моделі фотоапарата, єдиного стандарту не існує.

Стиснення з втратами

Засноване на відкиданні частини інформації, яка найменш сприймається оком.

- JPEG дуже широко використовуваний формат зображень. Стиснення засноване на усередненні кольору сусідніх пікселів (інформація про яскравість при цьому не усереднюється) і відкиданні високочастотних складових в просторовому спектрі фрагмента зображення. При детальному розгляді сильно стисненого зображення помітно розмиття меж і характерний муар поблизу них.

У друкованих ЗМІ растрові зображення використовуються повсюдно для вирішення багатьох оформлювальних задач. Але основна сфера їх застосування - це фотографічні ілюстрації.

У ЗМІ растрові зображення отримують за допомогою сканерів і цифрових фотоапаратів.

Растрові зображення використовуються у всіх випадках, коли необхідно відтворити аналоговий оригінал, будь то фотографія, малюнок, складний елемент оформлення, який нерационально переводити в вектори.

Ще ширше поширені растрові зображення в електронних ЗМІ.

На телебаченні вони використовуються для оформлення ефіру, створення заставок і титрів. Ефірний відеопотік також складається з послідовності кадрів, кожен з яких сам по собі є матрицею пікселів.

У сфері Інтернет-ЗМІ растрове зображення в 90% випадків є єдином можливим з технічної точки зору способом відтворення оригіналу.

Векторний тип

Другим видом цифрових зображень є векторні зображення. Найменшими елементами векторного зображення є вектор і крива Безьє. Вектор в комп'ютерній графіці — це відрізок, що з'єднує дві точки з заданими координатами. Основним керуючим елементом кривої Безьє є вузол (node), також званий контрольної точкою (CP, control point) або контрольної вершиною (CV, control vertex). Ступінь кривизни лінії визначаються координатами вузла і двох керуючих точок.

Контур зображення в цифровому вигляді являє собою масив даних, що містить координати контрольних та керуючих точок, а також характеристики кривої в цілому — її товщину, колір, напрямок, а якщо крива замкнута — то і колір і тип заливки.

Примітиви являють собою прості геометричні форми, які в масиві даних кодуються цілком, без поділу на криві Безьє і вектора, умовним кодом тієї чи іншої геометричної фігури, а також кодами розміру фігури, її координатами,

кодами типу і кольору заливки фігури, товщини і кольору контура та інших характеристик.

Інформація про текст, що становить частину зображення, як правило, буває представлена у вигляді ASCII кодів символів, що супроводжуються цифровою інформацією про візуальні характеристики текстового блоку — гарнітурі шрифту, зображенню, кольорі контуру і заливки, способі заливки, методі вирівнювання тексту в блоці і т.д .

Векторні зображення отримують двома способами — шляхом ручного трасування оригіналу і шляхом автоматичного трасування.

При ручному трасуванні художник або дизайнер фактично «з нуля» створює зображення, як би «обводячи» наявні контури, за допомогою графічного редактора задаючи вектора, криві Безьє і графічні примітиви.

Автоматичне трасування оригіналу проводиться за допомогою програмного забезпечення, яке за допомогою інтелектуальних алгоритмів розпізнає контури оригіналу, представленого растровим зображенням, і на основі отриманої інформації відтворює лінії, заливки і пр. таким чином, щоб з них склалося векторне зображення, максимально близьке до оригіналу.

Основна перевага векторного зображення — це *можливість масштабування без втрати якості*.

Ще одним плюсом векторних зображень є порівняно *невеликий розмір файлів*, що їх містять. Це робить зручною передачу векторних зображень по електронних каналах зв'язку. Головний недолік векторних зображень — це те, що вони *майже завжди відтворюють оригінал в спрощеному вигляді*. Деякі деталі оригіналу буває неможливо відтворити у векторному зображенні.

У друкованих ЗМІ векторні зображення, як правило, застосовуються для створення елементів оформлення. Рідше векторні зображення є повноцінними ілюстраціями. В електронних ЗМІ векторні зображення застосовуються рідко.

Особливого поширення векторні зображення отримали в рекламній продукції завдяки можливості якісного поліграфічного відтворення чітких ліній, яскравих кольорів, рівних заливок і геометрично правильних контурів.

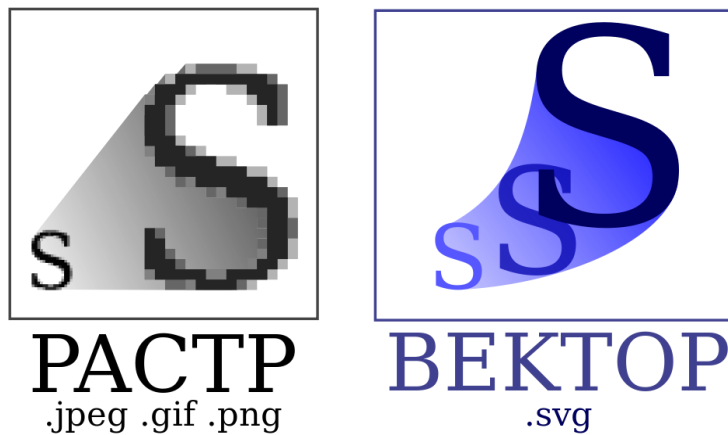


Рис. 1.3. Порівняння векторного способу опису графіки з растровим

Переваги векторного способу

- Розмір файла, який займає описова частина, не залежить від реальної величини об'єкта, що дозволяє, використовуючи мінімальну кількість інформації, описати достатньо великий об'єкт файлом мінімального розміру.

- У зв'язку з тим, що інформація про об'єкт зберігається в описовій формі, можна нескінченно збільшити графічний примітив, наприклад, дугу кола, і вона залишиться гладкою. З іншого боку, якщо крива представлена у вигляді ламаної лінії, збільшення покаже, що крива не є гладкою.

- Параметри об'єктів зберігаються і можуть бути легко змінені. Також це означає, що переміщення, масштабування, обертання та інше, не погіршує якості малюнка. Більш того, зазвичай вказують розміри в апаратно-незалежних одиницях (англ. *device-independent unit*), які ведуть до найкращої растеризації на растрових приладах.

- При збільшенні або зменшенні об'єктів товщина ліній може бути задана постійною величиною, незалежно від реального контуру.

Недоліки векторної графіки

- Не кожен об'єкт може бути легко зображений у векторному вигляді — для того, щоб зображення було подібним до оригіналу може знадобитися дуже велика кількість об'єктів з високою складністю, що негативно впливає на кількість пам'яті, яку займатиме зображення та час для його відтворення.

Змішаний тип

Цифрові зображення змішаного типу являють собою масиви даних, що містять інформацію як у вигляді матриці пікселів, так і у вигляді опису векторів, кривих Безьє, примітивів і текстових блоків.

В основі вертикальної структури векторно-растрових зображень лежить поняття шару (layer). Шар - це область даних, що містить інформацію про окремий елемент вертикальної структури зображення.

Векторно-растрові зображення отримують з вихідних векторних і растрових елементів шляхом зведення за допомогою графічних редакторів. Також умовно до зображень змішаного типу слід віднести результати роботи програм комп'ютерної верстки, в яких як основного векторного елемента виступають текстові блоки.

Зображення змішаного типу поєднують в собі переваги й недоліки тих типів зображень, які присутні в них у вигляді елементів (шарів).

Також слід зазначити, що сучасні графічні редактори дозволяють створювати багатосторінкові зображення.

Основною перевагою зображень змішаного типу є *можливість вільного редагування кожного шару окремо*, а основним недоліком - *великий обсяг масиву даних і, відповідно, кінцевого файлу*.

Стандарти підготовки до макетів увазі використання векторних шарів для тексту і графічних символів (логотипів, товарних знаків, лого-груп, лінійок і т.д.), а растрових шарів - для підкладок і фотозображень.

1.2. Шуми в зображеннях

Ніяка система реєстрації не забезпечує ідеальної якості зображень досліджуваних об'єктів. Зображення в процесі формування їх системами (фотографічними, голографічними, телевізійними) зазвичай піддаються впливу різних випадкових перешкод або шумів.

Фундаментальною проблемою в області обробки зображень є ефективно видалення шуму при збереженні важливих для подальшого розпізнавання деталей зображення.

Складність вирішення даної задачі істотно залежить від характеру шумів. На відміну від детермінованих спотворень, які описуються функціональними перетвореннями вихідного зображення, для опису випадкових впливів використовують моделі адитивного, імпульсного і мультиплікативного шумів.

Найбільш поширеним видом перешкод є випадковий адитивний шум, статистично незалежний від сигналу. Модель адитивного шуму використовується тоді, коли сигнал на виході системи або на якому-небудь етапі перетворення може розглядатися як сума корисного сигналу і деякого випадкового сигналу.

Модель адитивного шуму добре описує дію зернистості фотоплівки, флуктуаційний шум у радіотехнічних системах, шум квантування в аналого-цифрових перетворювачах.

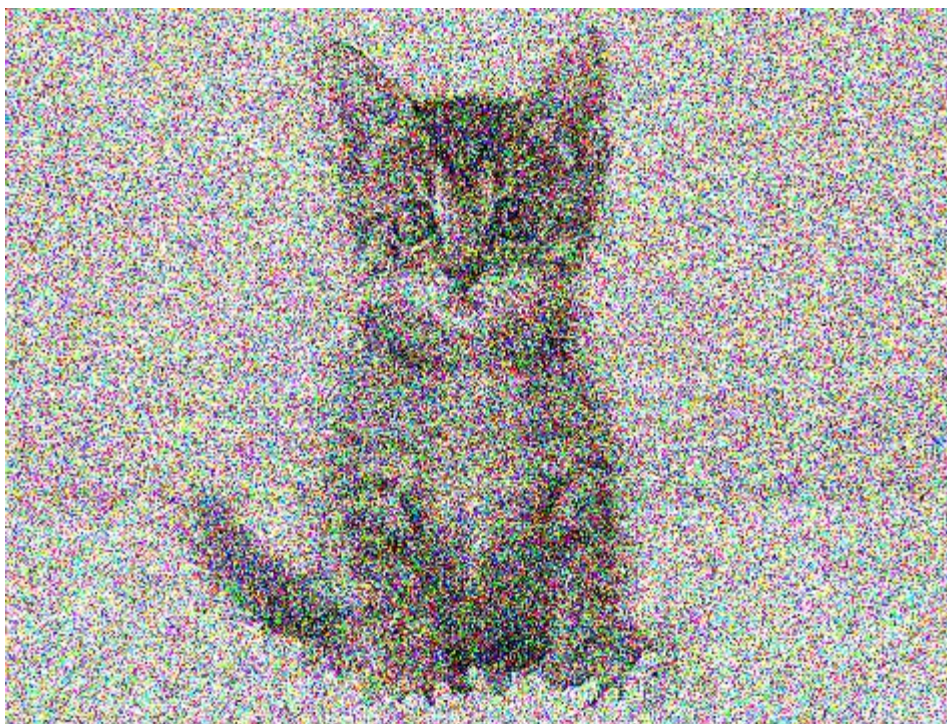


Рис. 1.4. Приклад шуму на зображенні

Види шумів

Адитивний гаусів шум

Характеризується додаванням до кожного пікселя зображення значень з нормальним розподілом і з нульовим середнім значенням. Такий шум зазвичай вводить на етапі формування цифрових зображень. Основну інформацію в зображеннях несуть контури об'єктів. Класичні лінійні фільтри здатні ефективно видалити статистичний шум, але ступінь розмитості дрібних деталей на зображенні може перевищити допустимі значення. Для вирішення цієї проблеми використовуються нелінійні методи, наприклад алгоритми на основі анізотропної дифузії Перона і Маліка, білатеральні і трілатеральні фільтри.

Суть таких методів полягає у використанні локальних оцінок, адекватних визначенню контуру на зображенні, і згладжування таких ділянок в найменшій мірі.

Імпульсний шум

Характеризується заміною частини пікселів на зображенні значеннями фіксованою або випадкової величини. На зображенні такі перешкоди виглядають ізольованими контрастними точками. Імпульсний шум характерний для пристроїв введення зображень з телевізійної камери, систем передачі зображень по радіоканалах, а також для цифрових систем передачі і зберігання зображень.

Для видалення імпульсного шуму використовується спеціальний клас нелінійних фільтрів, побудованих на основі рангової статистики. Загальною ідеєю таких фільтрів є детектування позиції імпульсу і заміна його оцінним значенням, при збереженні інших пікселів зображення незмінними.

1.3. Фільтрація зображень

Ослаблення дії шумів досягається фільтрацією. При фільтрації яскравість (сигнал) кожної точки вихідного зображення, спотвореного завадою, замінюється деяким іншим значенням яскравості, яке в меншій мірі було спотворене завадою.

Фільтрація зображень здійснюється в просторовій і частотній областях. При просторовій фільтрації зображень перетворення виконується безпосередньо над значеннями відліків зображення.

Результатом фільтрації є оцінка корисного сигналу зображення. Це досягається завдяки тому, зображення часто являє собою двовимірну функцію просторових координат, що змінюється по цих координатах повільніше, ніж завада, що також є двовимірною функцією. Це дозволяє при оцінці корисного сигналу в кожній точці зображення взяти до уваги сусідні точки, скориставшись певною подібністю сигналу.

В інших випадках, навпаки, ознакою корисного сигналу є різкі перепади яскравості. Однак, як правило, частота цих перепадів відносно невелика, так що на значних проміжках сигнал або постійний, або змінюється повільно. І в цьому випадку властивості сигналу проявляються при спостереженні не тільки його окремої точки, але й при аналізі її околиці. Поняття околиці є досить умовним.

На рис.1.5 представлена ієрархія околиць відліку, позначеного "0". "1" позначена околиця першого порядку, для якої відстань між елементами дорівнює 1. "2" позначена околиця другого порядку, до якої ставляться діагональні елементи, відстань від яких до центрального відліку "0" дорівнює $\sqrt{2}$. Околиця третього порядку представлена елементами, що знаходяться від центрального елемента на відстані 2, і так далі.

9	8	7	6	7	8	9
8	5	4	3	4	5	8
7	4	2	1	2	4	7
6	3	1	0	1	3	6
7	4	2	1	2	4	7
8	5	4	3	4	5	8
9	8	7	6	7	8	9

Рис. 1.5. – Конфігурації околиці елемента "0" у кадрі зображення в ієрархічній послідовності

Відповідно до рис.1.5. формується ієрархія конфігурацій околиці центрального відліку розглянутого фрагмента кадру по зростанню відстаней від нього до відліку околиці. Околиця може бути утворена лише найближчими сусідами, але може містити й досить багато елементів кадру. При розгляді околиці великого розміру, іноді встановлюється різний ступінь впливу далеких і близьких від центра околиці точок на сигнал, формований на виході фільтра в даній точці кадру. Таким чином, ідеологія фільтрації ґрунтується на використанні як даних поточної точки, так і її околиці.

Традиційна фільтрація в частотній області вимагає виконання наступної послідовності перетворень:

- двовимірне дискретне перетворення зображення із просторової області в частотну (наприклад, за допомогою дискретного перетворення Фур'є),
- перетворення дискретного спектра сигналу зображення,
- зворотне двовимірне дискретне перетворення, що дозволяє відновити корисний сигнал зображення в просторовій області.

Завдання полягає в тому, щоб знайти таку обчислювальну процедуру, що забезпечила б одержання найкращих результатів.

Використання фільтрів для аналізу текстурованих зображень аналогічно спектральному аналізу але має ряд переваг в тих випадках, коли характерні ознаки спектру зображення відомі. Фільтрація дозволяє більш точно розділити сигнал на складові, що відповідають різним частотним смугам.

Види фільтрації

Лінійна фільтрація

Лінійна фільтрація являє собою сімейство фільтрів, що мають дуже простий математичний опис. Разом з тим вони дозволяють добитися найрізноманітніших ефектів. Будемо вважати, що задано вихідне півтонування A , і позначимо інтенсивності його пікселів $A(x, y)$. Лінійний фільтр визначається матеріально вищої функцією F , заданої на растрі.

Ця функція називається ядром фільтра, а сама фільтрація проводиться за допомогою операції дискретної згортки (зваженого підсумовування)

$$B(x, y) = \sum_i \sum_j F(i, j) \cdot A(x + i, y + j). \quad (1.1)$$

Результатом служить зображення B . У визначенні (1.1) ми опустили межі підсумовування. Зазвичай ядро фільтру відмінно від нуля тільки в деякій околиці N точки $(0, 0)$. За межами цієї околиці $F(i, j)$ або в точності дорівнює нулю, або дуже близько до нього, так що можна їм знехтувати.

Підсумовування в (1.1) проводиться за $(i, j) \in N$ і значення кожного пікселя $B(x, y)$ визначається пікселями зображення A , які лежать в вікні N з центром в точці (x, y) (ми будемо позначати це безліч $N(x, y)$). Ядро фільтра, заданий на прямокутній околиці N , може розглядатися як матриця m на n , де довжини сторін є непарними числами. При завданні ядра матрицею M_{kl} , її слід центрувати:

$$F(i, j) = M_{i+\frac{m-1}{2}j+\frac{n-1}{2}} \quad (1.2)$$

Також потребує додаткового прояснення ситуація, коли піксель (x, y) знаходиться в околиці країв зображення. В цьому випадку $A(x + i, y + j)$ у визначенні (1.1) може відповідати пікселя A , який лежить за межами зображення A . Дану проблему можна вирішити кількома способами.

Не проводити фільтрацію для таких пікселів, обрізавши зображення B по краях або зафарбувавши їх, наприклад, чорним кольором.

Не вмикати відповідний піксель в підсумовування, розподіливши його вага $F(i, j)$ рівномірно серед інших пікселів околиці $N(x, y)$.

Довизначити значення пікселів за межами зображення за допомогою екстраполяції. Наприклад, вважати постійним значення інтенсивності поблизу кордону (для пікселя $(-2, 5)$ маємо $A(-2, 5) = A(0, 5)$) або вважати постійним градієнт інтенсивності поблизу кордону ($A(-2, 5) = A(0, 5) + 2(A(0, 5) - A(1, 5))$)).

Довизначити значення пікселів за межами зображення, за допомогою дзеркального відображення ($A(-2, 5) = A(2, 5)$).

Вибір конкретного способу потрібно проводити з урахуванням конкретного фільтра і особливостей конкретного додатка.

Приклад лінійних фільтрів

Одним із прикладів лінійних фільтрів є згладжуючі фільтри. Вони діють на зображення аналогічно мутного скла: зображення стає розмитим, не різким. Найпростіший прямокутний згладжує фільтр радіуса r задається за допомогою матриці розміру $(2r + 1) \times (2r + 1)$, всі значення якої дорівнюють

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

а сума за всіма елементами матриці дорівнює, таким чином, 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. 1.5.

Розглянемо особливості згладжування за допомогою прямокутного фільтра. Характерною рисою цього фільтра, що відрізняє його, наприклад, від ефекту расфокусування лінз в реальному житті, є те, що чином білої точки на чорному тлі буде рівномірно сірий квадрат.

Прояви цього ефекту добре помітні і на зображенні г) рис. 1.6: довгі вузькі об'єкти "розмазуються" в прямокутники рівномірної інтенсивності.



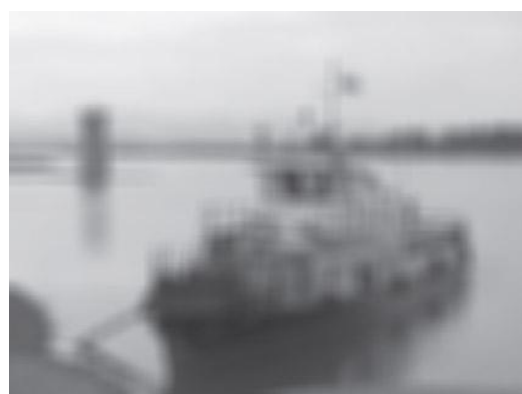
а)



б)



в)



г)

Рис. 1.6. Прямокутний згладжуючий фільтр

а)- приклад зображення, б) - результат фільтрації для $r = 1$,
в) - результат фільтрації для $r = 3$, г) - результат фільтрації для $r = 5$.

Одним з їх можливих застосувань є шумозаглушення, тобто задача відновлення вихідного зображення, до пікселів якого доданий випадковий шум. Шум змінюється незалежно від пікселя до пікселя i , за умови, що математичне очікування значення шуму дорівнює нулю, шуми сусідніх пікселів компенсують один одного. Чим більше вікно фільтрації, тим менше буде усереднена інтенсивність шуму, однак при цьому буде відбуватися і суттєве розмиття значущих деталей зображення.

Природним припущенням про вихідний незашумлений зображенні 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 шумової компоненти, для якої 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 надають на результат той же ефект, що і сусідні.

Ефективніше шумозаглушення можна, таким чином, здійснити, якщо вплив пікселів один на одного буде зменшуватися з відстанню. Цією властивістю володіє гауссовський фільтр з ядром:

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

Гаусівський фільтр має нульове ядро нескінченного розміру. Однак ядро фільтру дуже швидко убуває до нуля при видаленні від точки $(0, 0)$, і тому на практиці можна обмежитися сверткою з вікном невеликого розміру навколо $(0, 0)$ (наприклад, взявши радіус вікна рівним $3 \cdot \sigma$).

Гаусівська фільтрація також є згладжуючою. Однак, на відміну від прямокутного фільтра, чином точки при гаусом фільтрації буде симетричне розмите пляма, з спадання яскравості від середини до країв, що набагато ближче до реального розмиття від розфокусувати лінз. Як і слід було очікувати,

гауссовская фільтрація більш ефективна при шумозаглушенні (рис. 1.7): вплив пікселів один на одного при гауссом фільтрації обернено пропорційно квадрату відстані між ними.

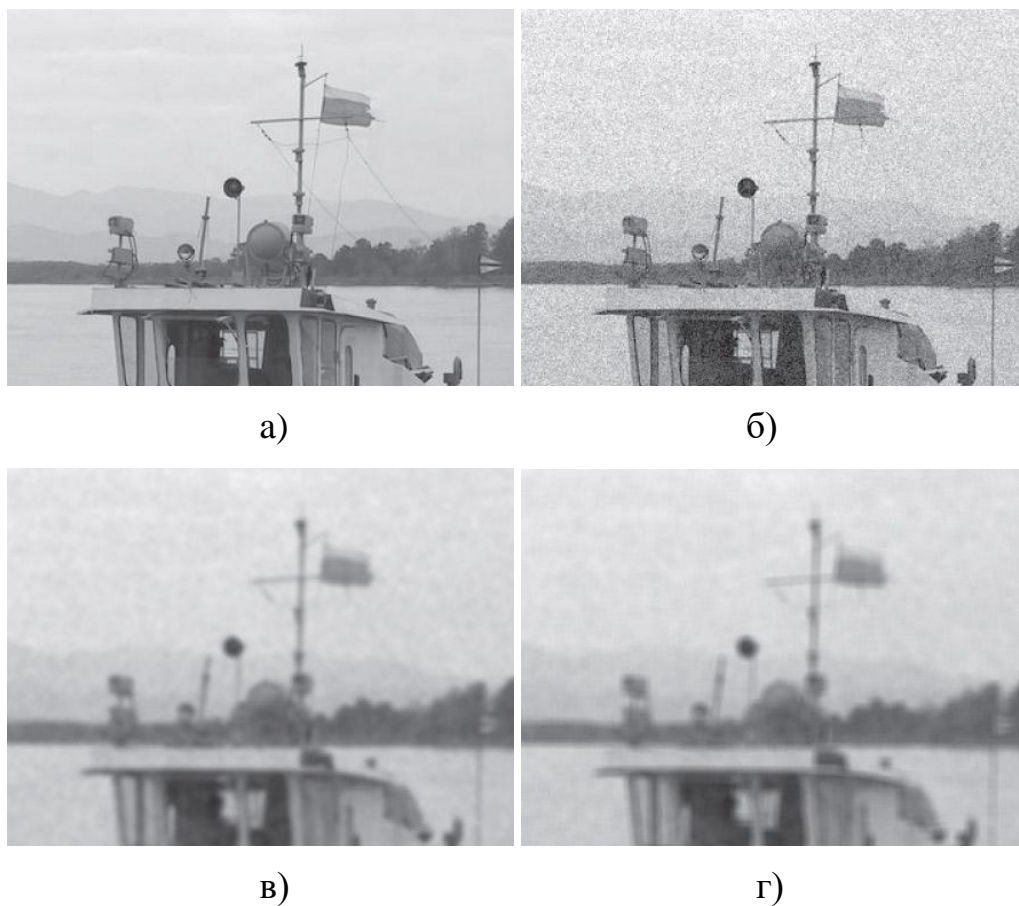


Рис. 1.7 Шумозаглушення за допомогою згладжуючих лінійних фільтрів.

а) - фрагмент вихідного зображення,

б) - сильно зашумлене зображення,

в) - результат застосування гауссовського фільтра з $\sigma = 2$,

г) - результат застосування прямокутного фільтра з $r = 3$.

При приблизно однаковій ефективності шумозаглушення, гауссовський фільтр краще відновлює деталі вихідного зображення.

Нелінійні фільтри

Лінійні фільтри, незважаючи на різноманітність вироблених ними ефектів, не дозволяють проробляти деякі найприродніші операції. Хорошим прикладом служить порогова фільтрація. Результатом порогової фільтрації служить бінарне зображення, яке визначається наступним чином:

$$B(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } A(x, y) > \gamma \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} .$$

Величина γ є порогом фільтрації. В додатках використовується ще цілий ряд найпростіших нелінійних фільтрів. Наприклад, модуль зображення, що містить пікселі з від'ємним значенням, або фільтр, обнуляє всі значення пікселів, менше даного порогу.

Більш складним фільтром, задіюється в обчисленнях околиця пікселя, є медіана. Медіанна фільтрація визначається наступним чином:

$$B_{median}(x, y) = median \{ N(x, y) \} ,$$

тобто результат фільтрації є медіанне значення пікселів околиці, форма якої вибирається довільно. Шум з нульовим математичним очікуванням, доданий до вихідного сигналу, є тільки одним з видів перешкод. Медіанна фільтрація здатна ефективно справлятися з перешкодами в більш загальному випадку, коли перешкоди незалежно впливають на окремі пікселі. Наприклад, такими перешкодами є "биті" і "горячі" пікселі при цифровій зйомці, "снігової" шум, коли частина пікселів замінюється на пікселі з максимальною інтенсивністю, і т.п. Перевага медіанної фільтрації перед лінійною згладжуючою фільтрацією полягає в тому, що "горячий" піксель на темному тлі буде замінений на темний, а не "розмазаний" по околиці (рис.1.8).

Фільтри мінімум і максимум, що визначаються за правилами:

$$B_{\min}(x, y) = \min \{N(x, y)\},$$

$$B_{\max}(x, y) = \max \{N(x, y)\},$$

тобто результат фільтрації є мінімальне і максимальне значення пікселів околиці.



а)



б)



в)



г)

Рис. 1.8. Застосування нелінійної фільтрації

а) - приклад зображення,

б) - зображення "забруднено" великою кількістю "битих" чорних і білих пікселів,

в) - результат нелінійної медіанної фільтрації з околицею 3 x 3 пікселі,

г) - для порівняння, результат застосування лінійного прямокутного фільтра з тієї ж околицею.

Нелінійні фільтри у цифровій обробці зображень широко застосовують нелінійні алгоритми на основі рангової статистики для відновлення зображень,

пошкоджених різними моделями шумів. Вони дозволяють уникнути додаткового спотворення зображення при видаленні шуму, а також значно покращити результати роботи фільтрів на зображеннях з високим ступенем зашумленості.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ПОЛПШЕННЯ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Сьогодні набули широкого розвитку галузі науки і техніки, у яких застосовують системи обробки інформації з використанням даних у цифровому вигляді. Базовими складниками таких систем є системи цифрового перетворення інформації, призначені для переведення в цифровий вигляд природних або штучних об'єктів, які є носіями інформації в аналоговому вигляді. Дані у цифровому вигляді використовуються для збереження, передачі, аналізу й обробки в системах цифрової обробки інформації.

Головна ціль покращення заключається в такій обробці зображення, щоб результат виявився більш придатним з точки зору конкретного застосування. Слово конкретне являється тут важливим, оскільки воно з самого початку встановлює, що методи, які ми будемо застосовувати, в значній мірі проблемно-орієнтовані. Так, наприклад, метод, який добре підходить для покращення рентгенівських зображень, не обов'язково виявиться найкращим для обробки знімків Марса, які були передані космічним апаратом.

2.1 Основи просторової обробки цифрових зображень

Термін просторова область відноситься до множини пікселів, які складають зображення. Просторові методи обробки зображень оперують безпосередньо значеннями цих пікселів. Процеси просторової обробки описуються рівнянням:

$$g(x, y) = T[f(x, y)], \quad (2.1)$$

де $f(x, y)$ - вхідне зображення, $g(x, y)$ - оброблене зображення, а T - оператор f , визначений в деякому околі точки (x, y) . Більш того, T може оперувати над послідовністю вхідних зображень, наприклад, виконуючи поелементне сумування K зображень для зменшення шуму.

Головний підхід у визначенні околу точки (x, y) полягає у використанні квадратної або прямокутної області – підмножини зображення, центрованої в точці (x, y) , як зображено на рис.2.1. Центр даної підмножини пересувається від пікселя до пікселя, починаючи, наприклад, з верхнього лівого кута. Оператор T виконується в кожній точці (x, y) , даючи в результаті вихідне значення g для даної точки. Процес використовує тільки пікселі всередині області зображення, обмеженого деяким оточенням. Квадратні або прямокутні масиви являються, безперечно, найбільш розповсюдженими із-за простоти їх реалізації, хоча інколи застосовуються околиці іншої форми, наприклад, форми близької до кола.

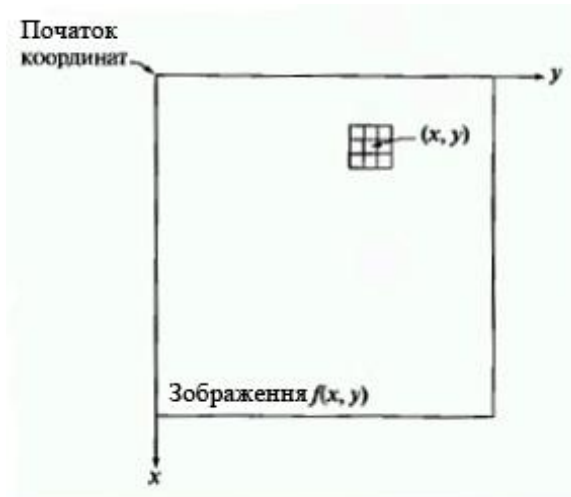


Рис. 2.1. Окіл 3×3 точки (x, y) зображення

Найпростіша форма оператора T досягається у випадку, коли окіл має розміри 1×1 (тобто один піксель). В цьому випадку g залежить тільки від значення f в точці (x, y) , і T стає функцією градаційного перетворення (також називається функцією перетворення інтенсивностей або функцією відображення) виду

$$s = T(r), \quad (2.2)$$

де, для простоти позначення, s і r змінні, які позначають, відповідно, значення яскравостей зображення $f(x, y)$ і $g(x, y)$ в кожній точці (x, y) . Наприклад, якщо $T(r)$ має вигляд, зображений на рис. 2.2 (а), то ефект від такого перетворення

виразиться в отриманому зображенні більш високого контрасту в порівнянні з оригіналом, а також в затемненні пікселів із значенням меншим m і підвищенні яскравостей пікселів зі значеннями більшими m на початковому зображенні. В цьому методі, відомому як підвищення контрасту, значення r менше m при наближенні до рівня чорного стискаються за допомогою функції перетворення у все більш вузький діапазон s . Обернений ефект має місце для значень r , більших m . В граничному випадку, показаному на рис.2.2 (б), $T(r)$ дає в результаті двохградацийні (бінарні) зображення. Відображення такої форми називають граничною функцією. За допомогою градаційних перетворень можуть бути побудовані деякі доволі прості, але діючі методи обробки зображень. Оскільки результат покращення кожного елемента зображення залежить тільки від яскравості цього елемента, методи даної категорії часто відносять до процедур поелементної обробки.

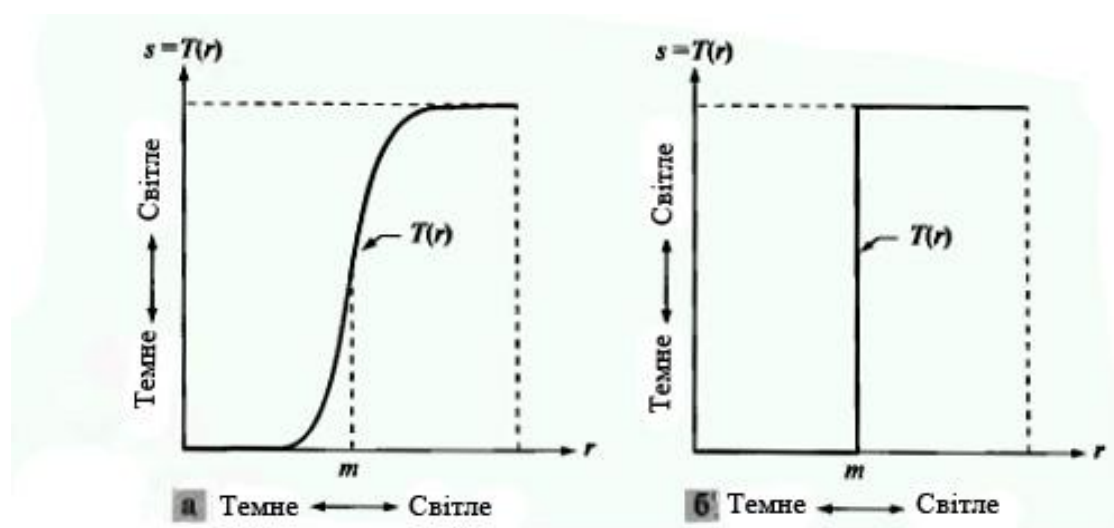


Рис. 2.2. Градаційні перетворення для покращення контрасту

Збільшення розмірів околу призводить до значно більшої гнучкості. Принцип заключається в тому, що для знаходження g в деякій точці (x, y) , використовують значення функції f всередині деякого околу попередньо заданої форми, яка оточує точку (x, y) . Один із основних підходів в такій постановці базується на використанні так званих масок (також вживаних як фільтри, ядра, шаблони або вікна). Частіше всього маска являє собою

невеликий (припустимо, 3×3 елемента) двовимірний масив, подібний представлено на рис. 2.2, значення коефіцієнтів маски всередині якого визначають суть процесу, наприклад, підвищення різкості зображення. Методи покращення, які базуються на такому підході, часто відносяться до обробки по масці або фільтрації по масці.

2.2 Методи цифрової обробки зображень в частотній області

Суть цього методу полягає в представленні зображення як двовимірної функції $f(x,y)$, де x та y - координати в просторі (конкретно, на площині). Значення f у будь-якій точці, що задається парою координат (x,y) , називається інтенсивністю, або рівнем сірого в цій точці.

Загальновідомим є твердження, що будь яка функція, яка періодично повторює свої значення, може бути представлена у вигляді суми синусів та косинусів різних частот, помножених на деякі коефіцієнти. Таке представлення функції називається представленням у вигляді ряду Фур'є. Коли функція не є періодичною, але площа під її графіком є кінцевою, це – перетворення Фур'є.

Функція, задана як рядом, так і перетворенням Фур'є, може бути повністю, без втрати інформації, відновлена за допомогою алгоритму перетворення. Ця властивість є надзвичайно важливою, оскільки дозволяє працювати у «Фур'є-просторі», а потім повернутися в початкову область визначення функції без втрати якої -небудь інформації. На рис. 2.3(а) зображено складну функцію, яка є сумою чотирьох синусоїд та косинусоїд рис. 2.3(б).

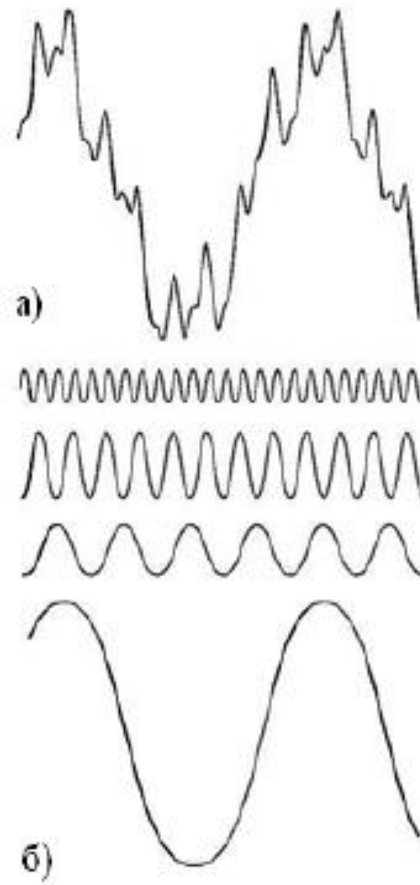


Рис.2.3. Розкладання функції на складники: (а) функція; (б) її складники

Оскільки цифрові зображення описують двовимірними дискретними функціями; то розглянемо дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) саме для таких функцій.

Нехай $f(x, y)$, при $x = 0, 1, 2, \dots, M - 1$ і $y = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, позначає зображення $M \times N$. Двовимірне дискретне перетворення Фур'є зображення $f(x, y)$, яке позначається $F(u, v)$, задається рівнянням (2.1).

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})}, \quad (2.3)$$

де $u = 0, 1, 2, \dots, M - 1$ і $v = 0, 1, 2, \dots, N - 1$ M і N - парні числа.

Координатна система, задаючи аргументи $F(u, v)$ частотними змінними u і v , називається частотною областю. У цьому випадку можна виявити аналогію із завданням аргументів $f(x, y)$ просторовими змінними x і y . Прямокутну область розміру $M \times N$, при $u = 0, 1, 2, \dots, M - 1$ і $v = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, прийнято

називати частотними прямокутником. Він має ті ж розміри, що й початкове зображення.

Навіть якщо зображення $f(x, y)$ дійсне, його перетворення Фур'є є, як правило, комплексним. Основний метод візуального аналізу цього перетворення полягає в обчисленні його спектру (тобто абсолютної величини $F(u, v)$) і його відображення на дисплеї. Нехай $R(u, v)$ і $I(u, v)$ позначають дійсну і уявну компоненти $F(u, v)$, тоді спектр Фур'є задається виразом (2.4)

$$|F(u, v)| = [R^2(u, v) + I^2(u, v)]^{\frac{1}{2}}, \quad (2.4)$$

Кожний елемент фур'є-образу $F(u, v)$ містить усі відліки функції $f(x, y)$, помножені на значення експоненціальних членів, тому зазвичай неможливо встановити пряму відповідність між характерними деталями зображення і його образом. Проте можна зробити деякі спільні висновки щодо взаємозв'язку частотних складників фур'є-образу і просторових характеристик зображення. Наприклад, оскільки частота прямо пов'язана зі швидкістю зміни сигналу, то зрозуміло, що частоти перетворення Фур'є пов'язані з варіацією яскравості на зображенні. Найбільш повільно змінюваний (постійний) частотний складник ($u = v = 0$) збігається з середньою яскравістю зображення. Низькі частоти, що відповідають точкам поблизу початку координат фур'є перетворення, відповідають змінним компонентам зображення. На зображенні кімнати, наприклад, вони можуть відповідати плавним змінам яскравості стін і підлоги. Із віддаленням від початку координат вищі частоти починають відповідати все більшим змінам яскравості деталей зображення та їх меж.

Фільтрації зображень в частотній області. Процедура фільтрації в частотній області проста і складається з таких кроків:

1. Початкове зображення множиться на $(-1)^{x+y}$, відповідно до виразу (2.5). Це робиться для того, щоб його перетворення Фур'є виявилось центрованим, тобто початок координат для образу функції буде в центрі частотного прямокутника в точці $(M/2; N/2)$;

$$\xi \{f(x, y)(-1)^{x+y}\} = F\left(u - \frac{M}{2}, v - \frac{N}{2}\right), \quad (2.5)$$

2. Обчислюється пряме ДПФ $F(u, v)$ зображення, отриманого після кроку 1;
3. Функція $F(u, v)$ множиться на деяку функцію фільтру $H(u, v)$;
4. Обчислюється зворотне ДПФ від результату кроку 3;
5. Виділяється потрібна частка результату кроку 4;
6. Результат кроку 5 множиться на $(-1)^{x+y}$.

Причина, через яку множник $H(u, v)$ називається фільтром (часто використовують також термін передаточна функція фільтра), полягає в тому, що він пригнічує деякі «зайві» частоти перетворення, залишаючи при цьому інші майже без зміни. Питання знаходження передаточної функції фільтра і є ключовим, адже воно визначає метод фільтрації і вказує, які саме частоти будуть відфільтровуватися.

Нехай $f(x, y)$ позначає вхідне зображення після кроку 1, а $F(u, v)$ є його фур'є-образом. Тоді фур'є-образ вихідного зображення визначається таким виразом:

$$G(u, v) = H(u, v) \cdot F(u, v) \quad (2.6)$$

Множення функцій двох змінних H і F здійснюється поелементно. Фільтроване зображення отримують обчисленням зворотного перетворення Фур'є від фур'є-образу $F(u, v)$, обчислюючи за формулою:

$$\text{Покращене зображення} = \xi^{-1}\{G(u, v)\} \quad (2.7)$$

Знайдене зображення отримуємо, виділивши дійсну частину з останнього результату і множення на $(-1)^{x+y}$, щоб компенсувати ефект від множення вхідного зображення на ту ж величину.

Описану процедуру фільтрації схематично зображу на рис. 2.4 в більш загальному вигляді, який містить стадії попередньої й завершальної обробки.

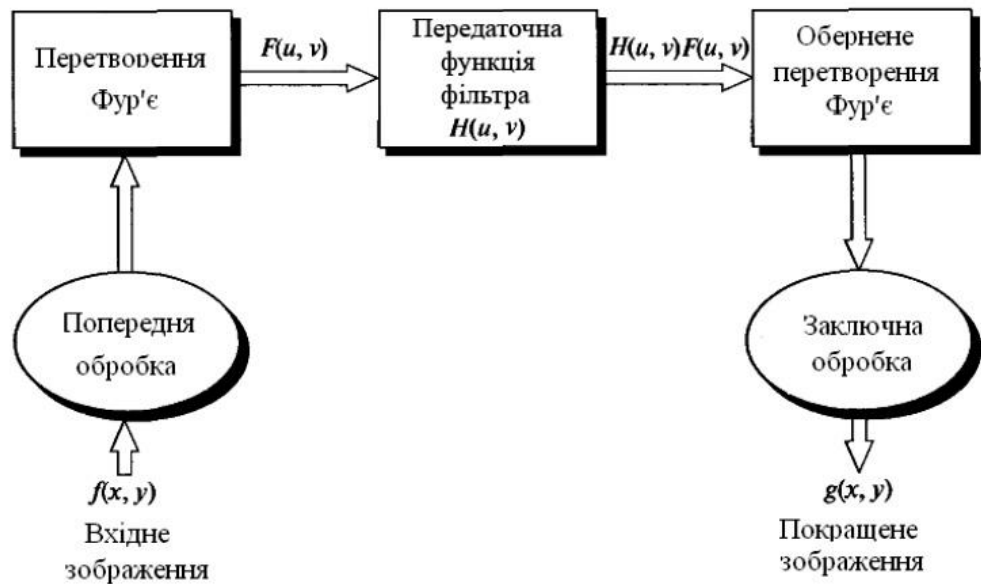


Рис.2.4. Основні етапи фільтрації в частотній області

Ця схема фільтрації може мати деякі зміни, пов'язані з необхідністю зменшення вхідного зображення, масштабування яскравості і тощо.

Прикладом фільтрації в частотному діапазоні є обробка аерокосмічних зображень для неінформаційних систем та людини-оператора. Результати фільтрації зображення в частотному діапазоні наведено на рис.2.5, де у відфільтрованому зображенні зменшується початкове освітлення.

Недоліком і предметом дослідження усіх методів фільтрації в частотній області є неможливість створення ідеального фільтра, що відкидав би всі «зайві» частоти, відновлюючи при цьому якість зображення.

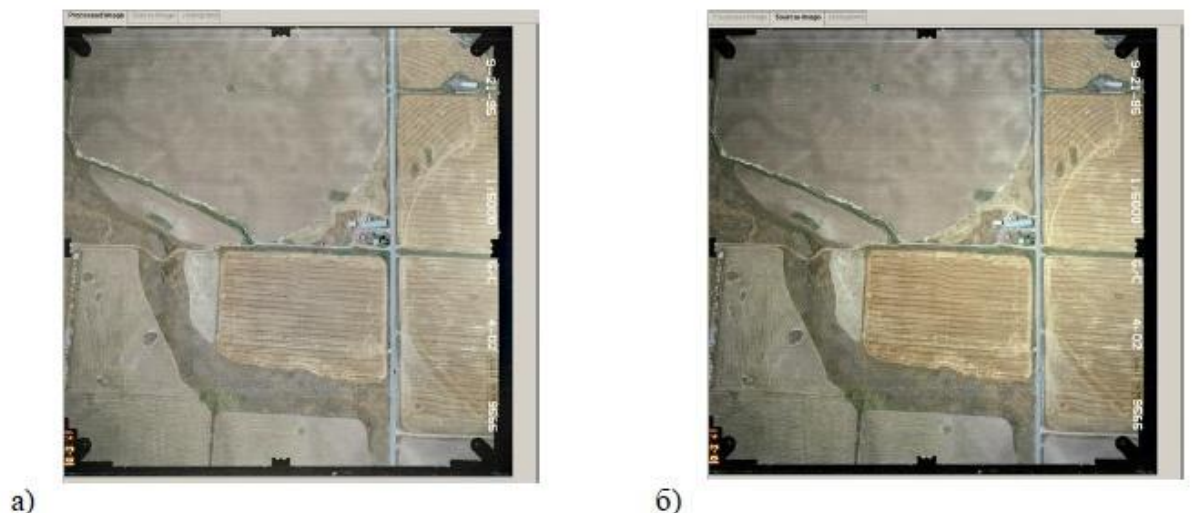


Рис.2.5. Результати фільтрації в частотному діапазоні: а) фільтроване зображення; б) оригінальне зображення

Нелінійні методи фільтрації. Нелінійні методи фільтрації належать до одного із видів методів обробки зображень в частотній області. Клас нелінійних цифрових фільтрів є дуже широким для того, щоб проводити їхній опис у загальному вигляді. Розглянемо одні з найвідоміших методів із родини нелінійних цифрових фільтрів.

Під час фільтрації реальних зображень обмеженого розміру виникає гранична проблема одержання оцінок у точках нульового рядку й нульового стовпчика. Природним рішенням є використання звичайної (одномірної) калмановської фільтрації.

Уолкап і Чоенс запропонували використовувати вінерівську фільтрацію для боротьби із шумом зернистості фотоплівки в моделі системи зображення, що описує формула:

$$H_{LR}(\omega_x, \omega_y) = (W_{F1}(\omega_x, \omega_y)) / (W_{F1}(\omega_x, \omega_y) + \alpha^2 E\{|F_{11}(\omega_x, \omega_y)|^2\}^{1/2}),$$

де α - постійна величина.

Для цієї моделі було отримано частотну характеристику реставруючого фільтра, що відповідає випадку нескінченного зображення, яке описує рівність: де $W_{F1}(\omega_x, \omega_y)$ - енергетичний спектр ідеального зображення, E - позначення математичного прогнозу.

Надер і Савчук розробили процедуру вінерівського оцінювання дискретних зображень на основі моделі фотографічного запису зображення. Ця модель враховує хімічні ефекти фотографічного процесу такі як не лінійність характеристичної кривої й природні ефекти, зумовлені дифузією проявника, а також шум зернистості фотоплівки. Перевага розглянутої вінерівської оцінки полягає в тому, що вона ґрунтується на моделі загального виду: (завдяки властивій їй адаптивності вона здатна модифікуватися відповідно до змін

першого і другого моментів випадкового поля представленого ідеальним зображенням (2.4).

Цвейг розробив евристичний нелінійний метод реставрації мало контрастних зображень з метою послаблення шуму зернистості фотоплівки. Під час використання цього методу вхідне зображення розгортається з висковою роздільною здатністю, а кожний його елемент кантується великим числом рівнів. Потім одержують зображення зниженої чіткості, об'єднуючи елементи у фрагменти, що не перетинаються, розміром 2×2 . Звичайно, чітке зображення має більш різкі межі, ніж зображення зі зниженою чіткістю, проте дисперсія шуму останнього виявляється меншою. У випадку білого шуму дисперсія нечіткого зображення в чотири рази менша, ніж для чіткого зображення, що є наслідком просторового усереднення елементів. Усереднене зображення повторно кантується з використанням рівномірної шкали, причому крок квантування вибирається таким, що дорівнює значенню середньоквадратичного відхилення шуму, збільшеному в чотири рази. Завдяки такому вибору, забезпечується помилка квантування 5% при гаусовому шумі. Отримані квантова ні елементи нечіткого зображення досліджують в області розміром 3×3 елементи (2.5).

Якщо центральний елемент нечіткого зображення лежить в межі (рис.2.6), він розділяється на чотири елемента, що відповідають повній роздільній здатності, цим новим елементам приписуються рівні, що залежать як від рівнів, що відповідають вихідним елементам чіткого зображення, так і від рівнів найближчих елементів нечіткого зображення.

Може виявитися, що всі вісім периферійних елементів проквантовано з одним рівнем, а центральний елемент – з іншим рівнем. У цьому випадку вважають, що ізольований центральний елемент містить помилку, обумовлену шумом, і приписують йому середній рівень периферійних елементів.

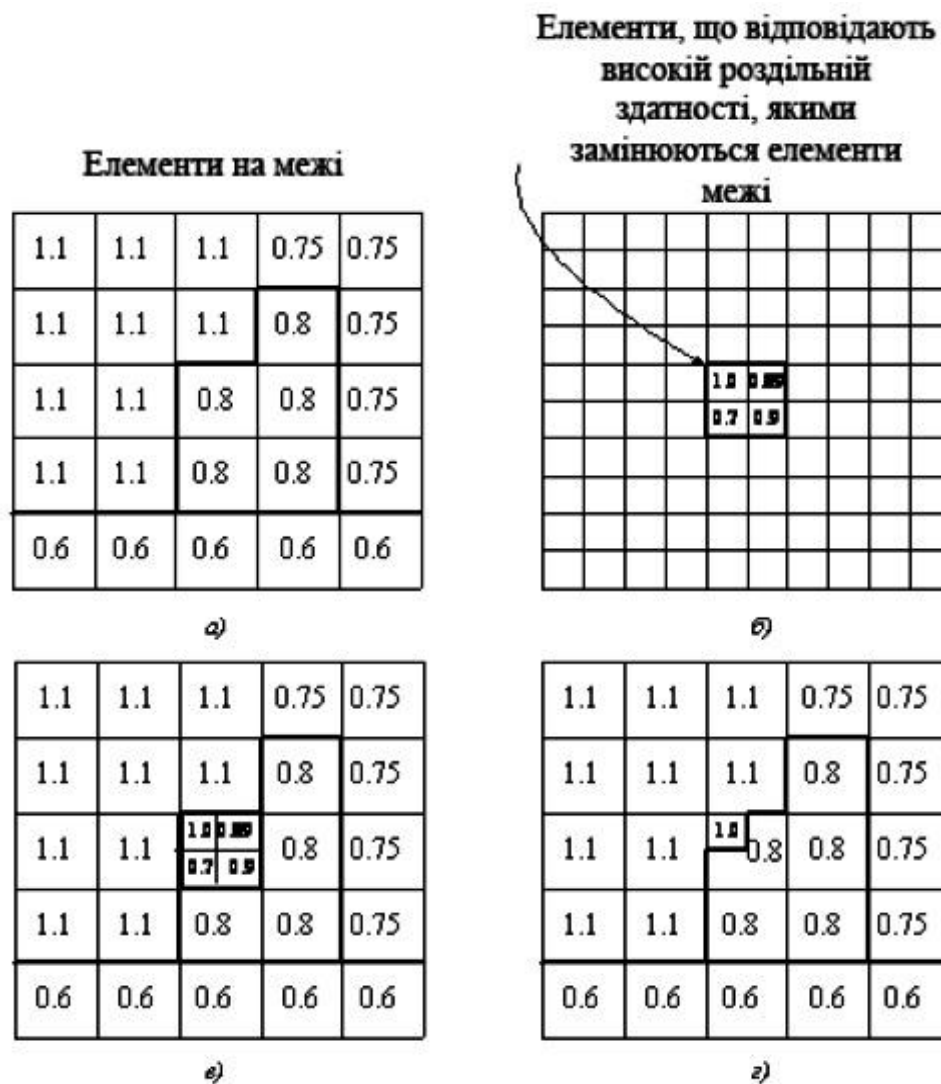


Рис.2.6. приклад алгоритму пригнічення шуму за Надері:
 а) масив, що відповідає зниженій роздільній здатності; б) масив, що відповідає високій роздільній здатності; в) заміна елемента, що належить до межі; г) остаточний результат

Простий алгоритм полягає в тому, що елементу, який відповідає високій роздільній здатності, приписують і рівень одного з чотирьох пов'язаних елементів (елементи «північ» і «схід» або «північ» і «захід» і т.д.) найближчий до рівня знайденого елемента.

2.3 Відповідність між фільтрацією в просторовій та частотній областях

Найбільш важливий взаємозв'язок просторової і частотної областей фільтрації встановлюється відомим результатом, який носить назву теорема про

згортку. В основі операції згортки лежить процедура, при якій ми рухаємо деяку маску по зображенню від елемента до елемента і для кожного обраховуємо деяку попередньо визначену величину. Формально дискретна згортка двох функцій $f(x, y)$ і $h(x, y)$ розмірами $M \times N$ визначається виразом

$$h(x, y) * h(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n)h(x - m, y - n), \quad (2.10)$$

і позначається символом $f(x, y) * h(x, y)$. Знаки мінус, зокрема, позначають, що функція дзеркально відображається відносно початку відліку, що характерно для визначення згортки. Рівність (2.10) означає не що інше, як виконання наступної послідовності дій: (1) дзеркальне відображення однієї із функцій відносно початку координат; (2) зсув цієї функції по відношенню до іншої величини (x, y) ; і (3) обчислення суми добутку по всім значенням m і n для всіх значень зсувів (x, y) . Ці зсуви це цілі прирости аргументів, які припиняються, коли функції перестають перекриватися.

Якщо $F(u, v)$ і $H(u, v)$ позначають відповідно фур'є-образи функцій $f(x, y)$ і $h(x, y)$, то одна половина теореми про згортку стверджує, що функції $f(x, y) * h(x, y)$ і $F(u, v)H(u, v)$ утворюють фур'є-пару. Це може бути формально записано у вигляді

$$f(x, y) * h(x, y) \Leftrightarrow F(u, v)H(u, v), \quad (2.11)$$

Ці два результати складають теорему про згортку. Щоб довести до кінця розглянуті зв'язки між просторовою і частотною областями, нам необхідно іще одне поняття. Імпульсна функція (або імпульс) з інтенсивністю A , локалізована в точці з координатами $[(x)_0, (y)_0]$, для якої ми будемо використовувати позначення $A\delta(x - x_0, y - y_0)$, визначається виразом

$$\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} s(x, y)A\delta(x - x_0, y - y_0) = As(x_0, y_0), \quad (2.12)$$

На словах це значить, що сумування будь-якої функції $s(x, y)$,

помноженої на імпульс, дає значення цієї функції в точці локалізації імпульсу, помножене на амплітуду імпульсу. Зрозуміло, що сумування ведеться по всій області визначення функції. Відмітимо, що імпульсна функція $A\delta(x - x_0, y - y_0)$ також являється зображенням розміру $M \times N$. Воно складається із нулів за виключенням точки з координатами (x_0, y_0) , в якій значення зображення дорівнює A .

Підставивши в якості функції f або h в (2.10) імпульсну функцію, і використовуючи її визначення (2.12), ми можемо зробити висновок, після нескладних обчислень, що згортка функції з імпульсною функцією «копіює» значення першої в точці локалізації останньою. Ця властивість імпульсної функції називається властивістю відсіювання. Особливу важливість в даний момент представляє випадок одиничної імпульсної функції, локалізованої на початку координат, яка позначається $\delta(x, y)$. В такому випадку

$$\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} s(x, y) \delta(x, y) = s(0, 0), \quad (2.13)$$

Озброєні цими нехитрими засобами, ми тепер готові встановити найбільш цікавий і корисний зв'язок між фільтрацією в просторовій області і фільтрацією в частотній. Обчислимо фур'є-образ одиничного імпульсу на початку координат (тобто, $u = 0, v = 0$) по формулі (2.3):

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \delta(x, y) e^{-i2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})} = \frac{1}{MN}, \quad (2.14)$$

Друга частина цієї рівності впливає із (2.13). Таким чином, ми бачимо, що фур'є-образ одиничного імпульсу на початку координат просторової області представляє собою дійсну постійну функцію (дійсність означає, що фаза рівна нулю). Якщо імпульс був локалізований де-небудь в іншому місці, фур'є-образ мав би комплексні компоненти. Амплітуда залишилась би без змін, а зміщення імпульсу призвело б до появи нульової фази фур'є-образу.

Припустимо тепер, що $f(x, y) = \delta(x, y)$ і обрахуємо згортку (2.10). Маємо

$$f(x, y) * h(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} \delta(m, n) h(x - m, y - n) = \frac{1}{MN} h(x, y), \quad (2.15)$$

при чому остання частина рівності слідує із (2.12), оскільки m і n являються змінними сумування. Об'єднуючи (2.14) і (2.15) з (2.11), отримуємо

$$\begin{aligned} f(x, y) * h(x, y) &\Leftrightarrow F(u, v)H(u, v); \\ \delta(x, y) * h(x, y) &\Leftrightarrow \mathfrak{z}[\delta(u, v)]H(u, v); \\ h(x, y) &\Leftrightarrow H(u, v). \end{aligned} \quad (2.16)$$

Використовуючи виключно властивості імпульсної функції і теорему про згортку, було встановлено, що фільтри в просторовій і частотній областях утворюють фур'є-пару. Таким чином, по заданому в частотній області фільтру можливо отримати відповідний фільтр в просторовій області, застосувавши до першого обернене перетворення Фур'є. Правильне також і протилежне.

Відзначимо, що всі функції в попередньому розгляді мали один і той же розмір $M \times N$. Тому на практиці задача фільтра в частотній області і наступне обчислення еквівалентного йому просторового фільтра такого ж розміру за допомогою перетворення Фур'є не полегшує вирішення завдання з обчислювальної точки зору. При однаковому розмірі фільтрів процес фільтрації в частотній області забезпечує, як правило, більшу ефективність обчислень. Однак в просторовій області використовуються фільтри набагато меншого розміру, які, в основному, і являються предметом нашої цікавості. Кожний раз коли це можливо, є суть проводити фільтрацію в просторовій області з використанням фільтрів (масок) малого розміру. З іншої сторони, фільтрація в частотній області майже завжди виявляється більш наочною. Рівності (2.16) показують, що можливо задати фільтр в частотній області, обрахувати його прообраз, а потім використати отриманий просторовий фільтр, як орієнтир для побудови просторового фільтру (маски) меншого розміру. Оскільки пряме і обернене перетворення Фур'є являються лінійними операціями, то наступне обговорення являється тільки до лінійної фільтрації.

Фільтри, які базуються на функції Гауса, виключно важливі, оскільки як пряме, так і обернене фур'є-перетворення цієї функції також являються

функціями Гауса. Крім того форма такого фільтру визначається всього двома параметрами. Для спрощення запису розглянемо одновимірний випадок.

Нехай $H(\omega)$ - частотна передаточна функція гаусового фільтру, яка задається рівністю

$$H(\omega) = A e^{-\frac{\omega^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.17)$$

де σ - гаусова середньоквадратичне відхилення. Можна показати, що фільтр, який відповідає, в просторовій області задається рівністю

$$h(x) = \sqrt{2\pi}\sigma A e^{-2\pi^2\sigma^2 x^2}. \quad (2.18)$$

Ці рівності важливі по двом причинам:

- 1) Вони задають фур'є-пару, в якій кожна із функцій являється гаусовою і дійсною, це помітно полегшує аналіз. Крім того, гаусові функції наочні і зручні при обчисленнях.
- 2) Вони показують, що якщо функція $H(\omega)$ має широкий профіль (велике значення σ), то функція $h(x)$ має вузький, і навпаки.

В граничному випадку, коли σ прямує до безкінечності, функція $H(\omega)$ прямує до постійної функції, а функція $h(x)$ прямує до імпульсної функції. Іншими словами, ширини функцій знаходиться в оберненому зв'язку один до одного. Ці дві властивості, які можуть бути легко обґрунтовані аналітично, допомагають краще зрозуміти особливості процедури фільтрації як в просторовій, так і в частотній області.

Графік гаусового фільтру в частотній області зображений на рис. 2.7 (а). Форма фільтру $H(\omega)$ нагадує фільтр низьких частот. Відповідний фільтр низьких частот в просторовій області зображений на рис. 2.7(в). Цікавість представляє загальна форма фільтра $h(x)$, яка можна використати, як орієнтир для визначення коефіцієнтів меншого по розмірах фільтра в просторовій області. Схожість фільтрів полягає в тому, що всі їх значення, в обох просторах, додатні. Таким чином впливає, що низькочастотна фільтрація в просторовій області може бути здійснена за допомогою маски, яка цілком складається із додатних коефіцієнтів. Інша важлива властивість низькочастотної фільтрації

пов'язана з розглянутою в попередньому абзаці властивістю (2). Чим більш вузьким в частотній області являється фільтр, тим сильніше він подавляє високі частоти, що виражається в подальшому розфокусуванні зображення. Це еквівалентно використанню більш широкого фільтра в просторовій області.

На основі гаусових функцій (2.17), можуть бути побудовані і більш складні фільтри. Наприклад, ми можемо побудувати високочастотний фільтр із двох гаусових функцій наступним чином:

$$H(\omega) = A e^{-\frac{\omega^2}{2\sigma_1^2}} - B e^{-\frac{\omega^2}{2\sigma_2^2}}, \quad (2.19)$$

де $A \geq B$ і $\sigma_1 > \sigma_2$. Відповідний фільтр в просторовій області має вигляд

$$h(x) = \sqrt{2\pi}\sigma_1 A e^{-\pi^2\sigma_1^2 x^2} - \sqrt{2\pi}\sigma_2 B e^{-\pi^2\sigma_2^2 x^2} \quad (2.20)$$

Графік цих двох функцій представлений на рис. 2.7(б) і (г) відповідно. Найбільш важлива особливість заключається в тому, що фільтр в просторовій області приймає як додатні, так і від'ємні значення. Цікаво, що одного разу перетворившись у від'ємне, значення ніколи більше не стане додатнім.

Важливо відмітити, що можливо прийти до базових форм всіх представлених на рис. 2.7 масок просторових фільтрів малого розміру альтернативним шляхом, який відкриває перед нами тільки що розвинутий метод аналізу в частотній області.

Чому частотна область? Що може бути зроблено в просторовій області з використанням невеликих просторових масок? Основна відповідь складається із двох частин. По-перше, як ми бачимо, аналіз в частотній області вносить значну кількість міркувань, що наводять на те, як вибрати фільтр. Інша частина відповіді залежить від розміру просторових масок і зазвичай протікає із зіставлення способів реалізації.

Контрольним завданням, яке використовується з цією ціллю, являється обчислення згортки, яке може бути реалізоване як безпосередньо в просторовій області, так і з використанням переходу в частотну область.

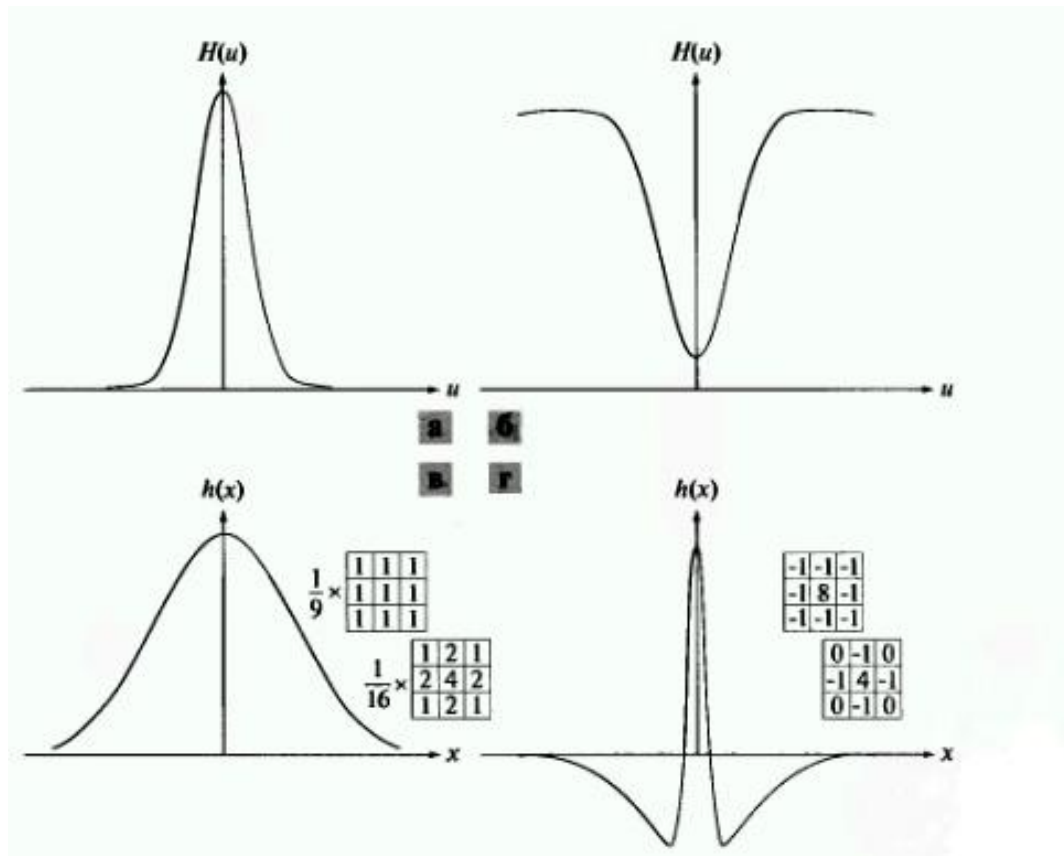


Рис. 2.7. (а) Гаусовий низькочастотний фільтр в частотній області. (б) Гаусовий високочастотний фільтр в частотній області. (в) Відповідний низькочастотний фільтр в просторовій області. (г) Відповідний високочастотний фільтр в просторовій області.

Просторова згортка двох функцій задається формулою (2.10) і, як слідує з теореми про згортку, може бути отримана обчисленням оберненого фур'є-перетворення від добутку фур'є-образів цих двох функцій. Припустимо, що програмно реалізовані обидва підходи на одному і тому ж комп'ютері (використовуючи для переходу в частотну область і назад алгоритм швидкого перетворення Фур'є (ШПФ)). Виявлено, що обчислення, реалізовані з використанням переходу в частотну область, відбуваються швидше навіть для напроцуд малих значень M і N . Наприклад, порівняння, яке провів Брайем, показує, що в одновимірному випадку ШПФ підхід виявляється швидшим, якщо число точок перевищує 32. Хоча останнє число і залежить від сторонніх факторів, таких як комп'ютер і алгоритм, які ми використовуємо, воно явно менше тих чисел, з якими стикаємось при обробці зображень.

РОЗДІЛ 3

ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ВЕЛИКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Як при покращенні зображень, кінцевою ціллю відновлення являється підвищення якості зображення в деякому попередньо визначеному сенсі. Не дивлячись на перетин областей застосування методів обох класів, покращення зображень являється в більшій мірі суб'єктивним процесом, в той час як процес відновлення має в основному об'єктивний характер. При відновленні робиться спроба реконструювати або відтворити зображення, яке було до цього спотворене, використовуючи апріорну інформацію про явище, яке викликало погіршення зображення. Тому методи відновлення базуються на моделюванні процесів і застосуванні обернених процедур для відтворення початкового зображення.

Цей підхід зазвичай включає розробку критеріїв якості, які дають об'єктивно оцінити отриманий результат. Навпаки, методи покращення зображень в основному представляють собою евристичні процедури, призначені для такого впливу на зображення, який дозволить потім використовувати переваги, пов'язані з психофізичними особливостями зорової системи людини. Наприклад, процедура підсилення контрасту розглядається, як метод покращення, оскільки в результаті її застосування зображення, в першу чергу, стає більш приємним для ока, тоді як процедура обробки змазаного зображення, базується на застосуванні оберненого оператора, і розглядається як метод відновлення.

Задача відновлення в даному розділі розглядається лише з моменту отримання уже спотвореного зображення, тому питання, які торкаються природи спотворень, які вносяться чутливими елементами, цифровими перетворювачами і пристроями для відтворення торкаються лише поверхово.

Деякі методи відновлення зручно формулюються в просторовій області, в той час як для формулювання інших більше підходить частотна область. Наприклад, просторова обробка застосовується у випадку, коли єдиними

джерелом спотворень являється адитивний шум. З іншої сторони, задача відновлення змазаних зображень, наприклад, важко піддається вирішенню в просторовій області з використанням масок малого розміру. В такому випадку правильним підходом являється використання частотних фільтрів, отриманих на основі різних критеріїв оптимальності, такі фільтри враховуються також при наявності шуму. Деякий фільтр відновлення, який вирішує конкретну задачу в частотній області, часто використовується в якості основи для побудови іншого фільтру, більш зручного для реалізації обчислювальних процедур, які використовують програмно-апаратні засоби.

Модель процесу спотворення. Як показано на рис. 3.1, прийнята в даному розділі модель процесу спотворення припускає дію деякого спотворюючого оператора H на вхідне зображення $f(x,y)$, що після додавання адитивного шуму дає спотворене зображення $g(x,y)$. Задача відновлення заключається в побудові деякого наближення $\tilde{f}(x,y)$ початкового зображення по заданому (спотвореному) зображенню $g(x,y)$, деякої інформації відносно спотворюючого оператора H , і деякої інформації відносно адитивного шуму $\eta(x,y)$. Необхідно щоб наближення було якомога ближче до початкового зображення, і по суті, чим більше відомо інформації про оператор H і про функцію $\eta(x,y)$, тим ближче буде функція $\tilde{f}(x,y)$ до функції $f(x,y)$. В основі підходу, який застосовується на протязі всього розділу лежить використання операторів (фільтрів), які відновлюють зображення.

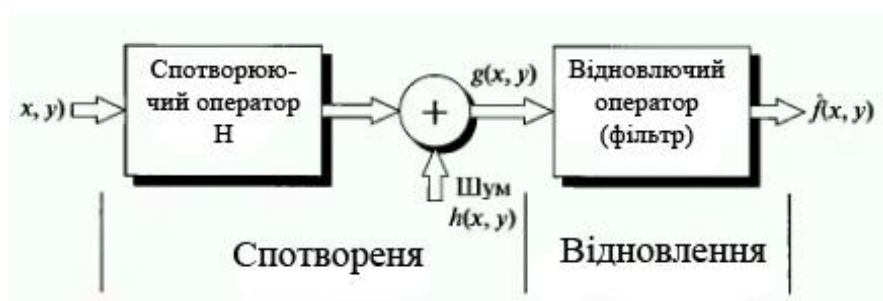


Рис. 3.1. Модель процесу спотворення/відновлення зображення

3.1. Медіанний фільтр та його різновиди

Медіанний фільтр (МФ) замінює центральний елемент маски медіаною впорядкованої вибірки, сформованої зі всіх амплітуд відліків, що покриваються маскою фільтра. При застосуванні МФ відбувається послідовна обробка кожної точки кадру, у результаті чого утворюється послідовність оцінок.

Різновиди медіанних фільтрів.

Виважено-медіанні фільтри застосовують, якщо бажано надати більшій ваги центральним точкам. Це досягається шляхом повторення k_i раз кожного набору відліків в апертурі фільтра. Так, наприклад, при $n = 3$ і $k_{-1} = k_1 = 2$, $k_0 = 3$ обчислення зваженої медіани вхідного числового ряду здійснюється за формулою:

$$y_i = \text{med}(x_{i-1}, x_{i-1}, x_0, x_0, x_0, x_1, x_1).$$

Така розтягнута послідовність також зберігає перепади сигналу і в певних умовах дозволяє збільшити придушення дисперсії статистичних шумів в сигналі. Жоден з вагових коефіцієнтів k_i не повинен бути значно більше всіх інших.

Ітераційні медіанні фільтри виконуються послідовним повторенням медіанної фільтрації. Якщо апертура одиничної медіанної фільтрації зберігає перепади в сигналі, то вони зберігаються при ітеративному застосуванні фільтра аж до тих пір, поки не припиняться зміни у фільтровану сигналі, при цьому кінцевий результат істотно відрізняється від ітеративного застосування змінного середнього, де в межі виходить постійна числова послідовність. При використанні ітераційних фільтрів можна змінювати апертуру фільтра при кожному кроці ітерації.

Переваги медіанних фільтрів.

- а) Проста структура фільтра, як для апаратної, так і для програмної реалізації.
- б) Фільтр не змінює ступінчасті і пилковидні функції.
- в) Фільтр добре пригнічує одиночні імпульсні перешкоди і випадкові шумові викиди відліків.

Недоліки медіанних фільтрів.

- а) Медіанна фільтрація нелінійна, так як медіана суми двох довільних послідовностей не дорівнює сумі їх медіан, що в ряді випадків може ускладнювати математичний аналіз сигналів.
- б) Фільтр викликає сплющення вершин трикутних функцій.
- в) Придушення білого і гаусового шуму менш ефективно, ніж у лінійних фільтрів. Слабка ефективність спостерігається також при фільтрації флюктуаційної шуму.
- г) При збільшенні розмірів вікна фільтра відбувається розмиття крутих змін сигналу і стрибків.

Недоліки методу можна зменшити, якщо застосовувати медіанну фільтрацію з адаптивним зміною розміру вікна фільтра в залежності від динаміки сигналу і характеру шумів (адаптивна медіанна фільтрація). В якості критерію розміру вікна можна використовувати, наприклад, величину відхилення значень сусідніх відліків щодо центрального ранжированного відліку / l_i /. При зменшенні цієї величини нижче певного порогу розмір вікна збільшується.

3.2. Перетворення статистичних шумів.

Медіанна фільтрація є нелінійною операцією над вхідним процесом, яка поряд з виключенням імпульсних перешкод змінює і розподіл статистичних

шумів $q(t)$, що може бути небажаним для побудови подальших фільтрів. Аналітичний розрахунок перетворення статистики шумів скрутний через слабку розробленості відповідного математичного апарату.

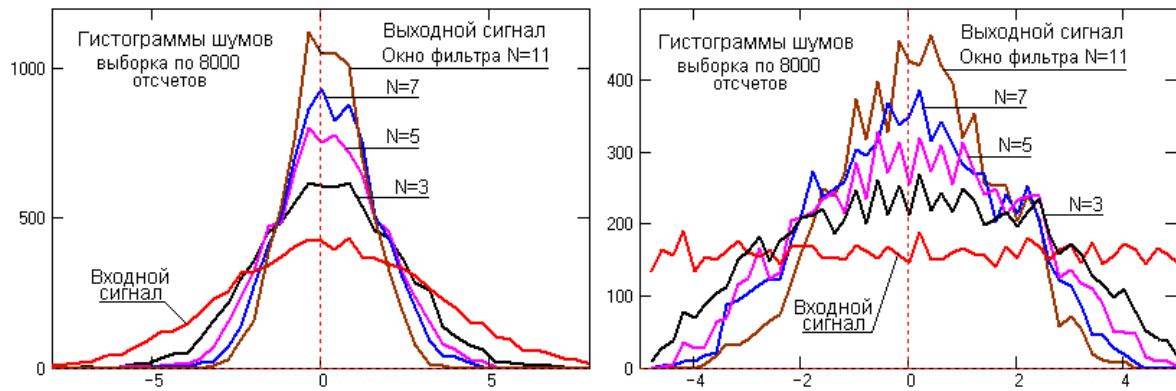


Рис.3.2. Гістограми шумових сигналів

На рис. 3.2 наведені приклади медіанної фільтрації модельних шумових сигналів з гаусовим і рівномірним розподілом при різній ширині вікна фільтра. Як випливає з цих графіків, при фільтрації відбувається переважне придушення шумових сигналів з великими відхиленнями відліків від середнього значення із зменшенням стандарту (СКО – середньо квадратичного відхилення) розподілу. Зменшення стандарту тим більше, чим більше вікно фільтра. Цим же визначається і перетворення форми розподілу вихідного рівномірного шуму (а також і інших розподілів шумів) до гаусової в міру збільшення розміру вікна фільтра.

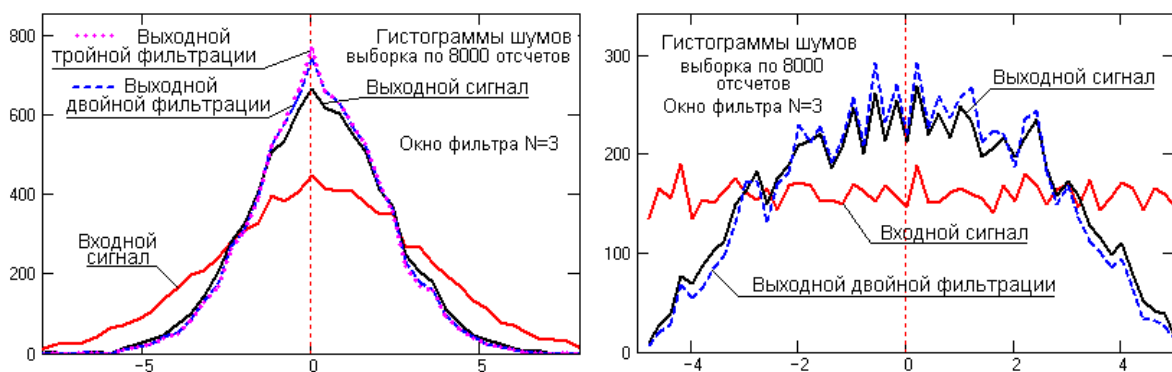


Рис.3.3.

На рис. 3.3 наведено приклад зміни гістограм шуму при виконанні дво-і трикратної послідовної фільтрації. Як видно з графіків, основний ефект фільтрації досягається на першому циклі.

Зменшення кількості великих шумових відхилень від середнього значення шуму призводить також до зміни спектра шуму і до певного придушення його високочастотних складових, яких більше в "хвостах" шумових розподілів. Це можна бачити на рис. 3.4 на спектрах щільності потужності вхідного і вихідного сигналів.



Рис. 3.4.

Однак слід зауважити, що нелінійність медіанної фільтрації (заміна великих відхилень середніми за рангом у вікні) призводить до підвищення низькочастотних складових спектра шуму.

Цей ефект наочно видно на рис. 3.5 , де наводяться згладжені значення відносини модулів спектрів вихідного модельного шумового сигналу до вхідного, тобто еквівалент коефіцієнта передачі фільтром шумових сигналів. На коефіцієнт передачі фільтром корисних низькочастотних сигналів це не відбивається, він залишається рівним 1, але може приводити до погіршення ставлення сигнал / шум.

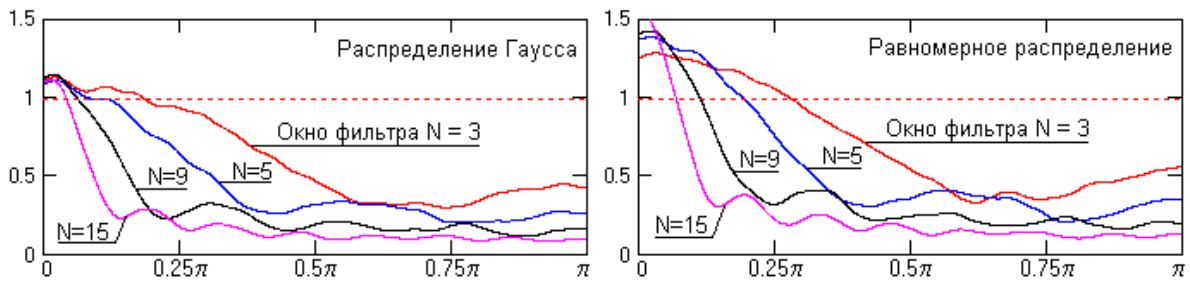


Рис.3.5.

3.4. Принцип роботи медіанного фільтра

Медіанна фільтрація використовує двовимірне вікно (апертура фільтра), зазвичай має центральну симетрію, при цьому його центр розташовується в поточній точці фільтрації. На рис. 3.6 показані два приклади найбільш часто вживаних варіантів вікон у вигляді хреста і у вигляді квадрата. Розміри апертури належать до числа параметрів, що оптимізуються в процесі аналізу ефективності алгоритму. Відліки зображення, що опинилися в межах вікна, утворюють робочу вибірку поточного кроку.

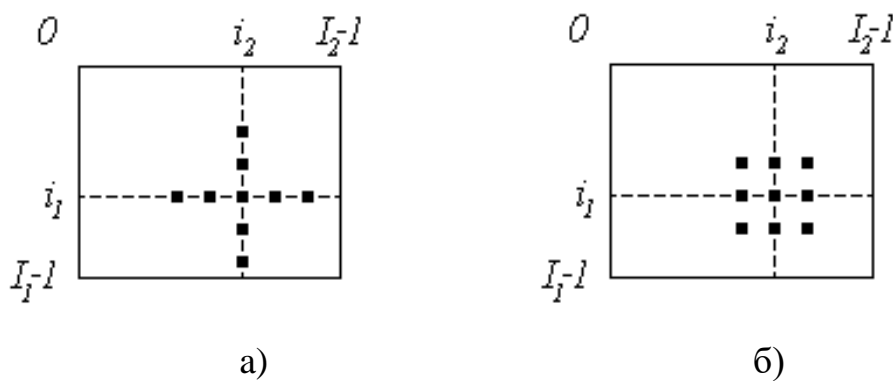


Рис. 3.6. Приклади вікон при медіанній фільтрації

Двовимірний характер вікна дозволяє виконувати, по суті, двовимірну фільтрацію, оскільки для утворення оцінки залучаються дані як з поточних рядка і стовпчика, так і з сусідніх. Позначимо робочу вибірку у вигляді одновимірного масиву; число його елементів дорівнює розміру вікна, а їх

розташування довільно. Зазвичай застосовують вікна з непарним числом точок (це автоматично забезпечується при центральній симетрії апертури і при входженні самої центральної точки до її складу). Якщо впорядкувати послідовність по зростанню, то її медіаною буде той елемент вибірки, який займає центральне положення в цій впорядкованій послідовності. Отримане таким чином число і є продуктом фільтрації для поточної точки кадру.

Зрозуміло, що результат такої обробки справді не залежить від того, в якій послідовності представлені елементи зображення в робочій вибірці. Введемо формальне позначення описаної процедури у вигляді:

$$x^* = \text{med}(y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (3.1)$$

Розглянемо приклад. Припустимо, що вибірка має вигляд: $Y = \{136, 110, 99, 45, 250, 55, 158, 104, 75\}$, а елемент 250, розташований в її центрі, відповідає поточній точці фільтрації (i_1, i_2) (рис. 3.6). Велике значення яскравості в цій точці кадру може бути результатом впливу імпульсної (точкової) перешкоди. Упорядкована по зростанню вибірка має при цьому вигляд $\{45, 55, 75, 99, 104, 110, 136, 158, 250\}$, отже, згідно з процедурою $x^* = \text{med}(y_1, y_2, \dots, y_n)$ отримуємо $x^* = \text{med}(y_1, y_2, \dots, y_9) = 104$.

Бачимо, що вплив сусідів на результат фільтрації в поточній точці призвело до ігнорування імпульсного викиду яскравості, що слід розглядати як ефект фільтрації. Якщо імпульсна перешкода не є точковою, а покриває деяку локальну область, то вона також може бути пригнічена. Це відбудеться, якщо розмір цієї локальної області буде менше, ніж половина розміру апертури МФ. Тому для придушення імпульсних перешкод, що вражають локальні ділянки зображення, слід збільшувати розміри апертури МФ.

З $x^* = \text{med}(y_1, y_2, \dots, y_n)$ випливає, що дія МФ полягає в ігноруванні екстремальних значень вхідної вибірки - як позитивних, так і негативних викидів. Такий принцип придушення завади може бути застосований і для ослаблення шуму на зображенні. Однак дослідження придушення шуму за

допомогою медіанної фільтрації показує, що її ефективність при вирішенні цього завдання нижче, ніж у лінійної фільтрації.

Двовимірні фільтри.

Медіанна фільтрація зображень найбільш ефективна, якщо шум на зображенні має імпульсний характер і являє собою обмежений набір пікових значень на тлі нулів. В результаті застосування медіанного фільтра похилі ділянки і різкі перепади значень яскравості на зображеннях не змінюються. Це дуже корисна властивість саме для зображень, на яких, як відомо, контури несуть основну інформацію.

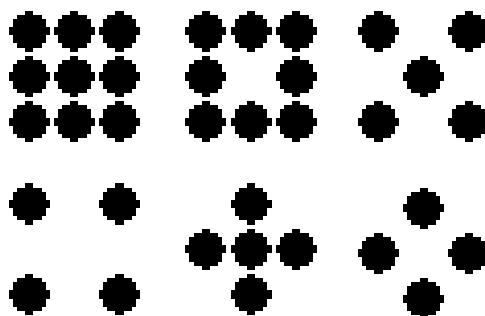


Рис. 3.7.

При медіанної фільтрації зашумлених зображень ступінь згладжування контурів об'єктів безпосередньо залежить від розмірів апертури фільтра і форми маски. Приклади форми масок з мінімальною апертурою наведено на рис. 3.7. При малих розмірах апертури краще зберігаються контрастні деталі зображення, але в меншій мірі пригнічується імпульсні шуми. При великих розмірах апертури спостерігається зворотна картина. Оптимальний вибір форми згладжує апертури залежить від специфіки розв'язуваної задачі і форми об'єктів. Особливе значення це має для завдання збереження перепадів (різких кордонів яскравості) в зображеннях.

Під зображенням перепаду розуміємо зображення, в якому точки по один бік від деякої лінії мають однакове значення a , а всі крапки по інший бік від цієї лінії - значення b , $b \neq a$. Якщо апертура фільтра симетрична відносно початку координат і містить його в собі, то медіанний фільтр зберігає будь-яке зображення перепаду. Це виконуються для всіх апертур з непарною кількістю відліків, тобто крім апертур (квадратні рамки, колца), які не містять початку координат. Проте квадратні рамки і кільця будуть лише незначно змінювати перепад.

$x_1(\mathbf{n})$	$x_2(\mathbf{n})$	$x_3(\mathbf{n})$
$x_4(\mathbf{n})$	$x(\mathbf{n})$	$x_5(\mathbf{n})$
$x_6(\mathbf{n})$	$x_7(\mathbf{n})$	$x_8(\mathbf{n})$

Рис. 3.8.

Для спрощення подальшого розгляду обмежимося прикладом фільтра з квадратною маскою розміром $N \times N$, при $N = 3$. Ковзний фільтр переглядає відліки зображення зліва-направо і зверху-вниз, при цьому вхідні двовимірну послідовність також представимо у вигляді послідовного числового ряду відліків $\{x(\mathbf{n})\}$ зліва-направо зверху-вниз. З цієї послідовності в кожній поточній точці маска фільтра виділяє масив $w(\mathbf{n})$, як W -елементний вектор, який в даному випадку містить всі елементи з вікна 3×3 , центровані навколо $x(\mathbf{n})$, і сам центральний елемент, якщо це передбачено типом маски :

$$w(n) = [x_1(n), x_2(n), \dots, x_w(n)], (3.2)$$

У цьому випадку значення x_i відповідає відображенню ліворуч-праворуч і зверху-вниз вікна ЗЧЗ в одновимірний вектор, як показано на рис. 3.5.

Елементи даного вектора, як і для одновимірного медіанного фільтра, також можуть бути впорядковані в ряд за зростанням або спаданням своїх значень:

$$r(n) = [r_1(n), r_2(n), \dots, r_w(n)], (3.3)$$

визначено значення медіани $y(n) = \text{med}(r(n))$, і центральний відлік маски замінений значенням медіани. Якщо за типом маски центральний відлік не входить до числа ряду 3.2, то медіанне значення знаходиться у вигляді середнього значення двох центральних відліків ряду 3.3.

Наведені вирази не пояснюють способу знаходження вихідного сигналу поблизу кінцевих і прикордонних точок у кінцевих послідовностях і зображеннях. Один з простих прийомів полягає в тому, що потрібно знаходити медіану тільки тих точок всередині зображення, які потрапляють в межі апертури. Тому для точок, розташованих поруч з кордонами, медіани будуть визначені, виходячи з меншого числа точок.

На рис. 3.9 наведено приклад очищення зашумленого зображення медіанним фільтром. Зашумлення зображення за площею становило 15%, для очищення фільтр застосований послідовно 3 рази.



Рис. 3.9.

Медіанна фільтрація може виконуватися і в рекурсивному варіанті, при якому значення зверху і зліва від центрального відліку в масці (в даному випадку $x_1(n)$ - $x_4(n)$ на рис. 3) у ряді 3.1 замінюються на вже обчислені в попередніх циклах значення $y_1(n)$ - $y_4(n)$.

Адаптивні двовимірні фільтри.

Протиріччя по залежності ступеня придушення шумів і спотворення сигналу від апертури фільтра в деякій мірі згладжується при застосуванні фільтрів з динамічним розміром маски, з адаптацією розмірів апертури під характер зображення. В адаптивних фільтрах великі апертури використовуються в монотонних областях оброблюваного сигналу (краще придушення шумів), а малі - поблизу неоднорідностей, зберігаючи їх особливості, при цьому розмір ковзаючого вікна фільтра встановлюється залежно від розподілу яскравості пікселів в масці фільтра. В їх основі лежить, як правило, аналіз яскравості околиць центральної точки маски фільтра.

Найпростіші алгоритми динамічної зміни апертури фільтра, симетричного по обох осях, зазвичай працюють за заданим на підставі емпіричних даних пороговому коефіцієнту яскравості $S_{\text{поріг}} = [0, 1]$. У кожному поточному положенні маски на зображенні ітераційний процес починається з апертури мінімального розміру. Величини відхилення яскравості сусідніх

пікселів $A(r, n)$, що потрапили у вікно розміром $(n \times n)$, щодо яскравості центрального відліку $A(r)$ обчислюються за формулою:

$$S_n(r) = |A(r, n) / A(r) - 1|. \quad (2.4)$$

Критерій, за яким проводиться збільшення розміру маски з центральним відліком r і виконується наступна ітерація, має вигляд:

$$\max [S_n(r)] < S_{\text{поріг}}. \quad (2.5)$$

Максимальний розмір маски (кількість ітерацій), як правило, обмежується. Для неквадратних масок, що мають розміри $(n \times m)$, ітерації можуть обчислюватися з роздільним збільшенням параметрів n і m , а також із зміною форми масок в процесі ітерацій.

Фільтри на основі рангової статистики.

В останні два десятиліття в цифровій обробці зображень активно розвиваються нелінійні алгоритми на основі рангової статистики для відновлення зображень, пошкоджених різними моделями шумів. Подібні алгоритми дозволяють уникнути додаткового спотворення зображення при видаленні шуму, а також значно поліпшити результати роботи фільтрів на зображеннях з високим ступенем зашумленості.

Сутність рангової статистики зазвичай полягає в тому, що ряд 3.2 не включає центральний відлік маски фільтра, і по ряду 3.3 виробляється обчислення значення $m(n)$. При $N = 3$ по рис. 3.6:

$$m(n) = (x_4(n) + x_5(n)) / 2. \quad (3.6)$$

Обчислення вихідного значення фільтра, яким замінюється центральний відлік, виконується за формулою:

$$y(n) = \alpha x(n) + (1-\alpha) m(n). \quad (3.7)$$

Значення коефіцієнта довіри α зв'язується певною залежністю зі статистикою відліків у вікні фільтра (наприклад, повної дисперсією відліків, дисперсією різниць $x(n) - x_i(n)$ або $m(n) - x_i(n)$, дисперсією позитивних і негативних різниць $x(n) - x_i(n)$ або $m(n) - x_i(n)$, і т.п.). По суті, значення коефіцієнта α повинно задавати ступінь пошкодженості центрального відліку i , відповідно, ступінь запозичення для його виправлення значення з відліків $m(n)$. Вибір статистичної функції і характер залежності від неї коефіцієнта α може бути досить різноманітним і залежить як від розмірів апертури фільтра, так і від характеру зображень і шумів.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА МЕДІАННОГО ФІЛЬТРА

4.1. Опис системи MATLAB

MATLAB — одна з найстарших, ретельно пророблених й перевірених часом систем автоматизації математичних розрахунків, яка побудована на розширеному представленні й застосуванні матричних операцій. Це знайшло відображення в назві системи — MATrix LABoratory — матрична лабораторія. Однак синтаксис мови програмування системи продуманий настільки ретельно, що ця орієнтація майже не відчувається тими користувачами, яких не цікавлять безпосередньо матричні обчислення. Матриці широко застосовуються в складних математичних розрахунках, наприклад, при рішенні задач лінійної алгебри і математичного моделювання статичних і динамічних систем і об'єктів. Вони є основою автоматичного складання й рішення рівнянь стану динамічних об'єктів і систем. Прикладом може служити розширення MATLAB — Simulink. Це істотно підвищує інтерес до системи MATLAB, що увібрала в себе кращі досягнення в області швидкого рішення матричних задач.

Однак сьогодні MATLAB далеко вийшла за межі спеціалізованої матричної системи і стала однією з найбільш могутніх універсальних інтегрованих обчислювальних систем. Слово «інтегрована» указує на те, що в цій системі об'єднані зручна оболонка, редактор виражень і текстових коментарів, обчислювач і графічний програмний процесор. У новій версії використовуються такі могутні типи даних, як багатомірні масиви, масиви осередків, масиви структур, масиви Java і розріджені матриці, що відкриває можливості застосування системи при створенні й налагодженні нових алгоритмів матричних і заснованих на них рівнобіжних обчислень і великих баз даних.

У цілому MATLAB — це унікальна колекція реалізацій сучасних чисельних методів комп'ютерної математики, створених за останні три десятки років. Вона увібрала в себе і досвід, правила і методи математичних обчислень,

які були накопичені за тисячі років розвитку математики. Це сполучається з могутніми засобами графічної візуалізації і навіть анімаційної графіки. Систему з прикладеної до неї великою документацією цілком можна розглядати як фундаментальний багатотомний електронний довідник по математичному забезпеченню ЕОМ — від масових персональних комп'ютерів до супер-ЕОМ. На жаль, поки представлений цілком лише англійською і частково японською мовами.

Система MATLAB була розроблена Молером (С. В. Moler) і з кінця 70-х рр. широко використовувалася на великих ЕОМ. На початку 80-х рр. Джон Литл (John Little) з фірми MathWorks, Inc. розробив версії системи PC MATLAB для комп'ютерів класу IBM PC, VAX і Macintosh. Надалі були створені версії для робочих станцій Sun, комп'ютерів з операційною системою UNIX і багатьох інших типів великих і малих ЕОМ. Зараз понад десяток популярних комп'ютерних платформ можуть працювати із системою MATLAB. До розширення системи були притягнуті найбільші наукові школи світу в області математики, програмування й природознавства. І от тепер з'явилася новітня версія цієї системи — MATLAB 6. Однією з основних задач системи було надання користувачам могутньої мови програмування, орієнтованого на математичні розрахунки і здатного перевершити можливості традиційних мов програмування, що багато років використовувалися для реалізації чисельних методів. При цьому особлива увага приділялася як підвищенню швидкості обчислень, так і адаптації системи до рішення найрізноманітніших задач користувачів.

Можливості MATLAB дуже великі, а по швидкості виконання задач система нерідко перевершує своїх конкурентів. Вона застосовна для розрахунків практично в будь-якій області науки й техніки. Наприклад, дуже широко використовується при математичному моделюванні механічних пристроїв і систем, зокрема, в динаміці, гідродинаміці, аеродинаміці, акустиці, енергетиці і т.д. Цьому сприяє не тільки розширений набір матричних і інших операцій і функцій, але і наявність пакета розширення (toolbox) Simulink,

спеціально призначеного для рішення задач блокового моделювання динамічних систем і пристроїв, а також десятків інших пакетів розширень.

У великому й постійно поповнюваному комплексі команд, функцій і прикладних програм системи MATLAB містяться спеціальні засоби для електротехнічних і радіотехнічних розрахунків (операції з комплексними числами, матрицями, векторами й поліномами, обробка даних, аналіз сигналів і цифрова фільтрація), обробки зображень, реалізації нейронних мереж, а також засоби, що відносяться до інших нових напрямків науки й техніки. Вони ілюструються безліччю практично корисних прикладів.

До розробок розширень для системи MATLAB притягнуто багато наукових шкіл світу, якими керують великі вчені й педагоги університетів. Важливими достоїнствами системи є її відкритість і розширюваність. Більшість команд і функцій системи реалізовані у виді текстових m-файлів (з розширенням .m) і файлів мовою Си, крім того усі файли доступні для модифікації. Користувачеві надана можливість створювати не тільки окремі файли, але і бібліотеки файлів для реалізації специфічних задач.

Разюча легкість модифікації системи і можливість її адаптації до рішення специфічних задач науки і техніки привели до створення десятків пакетів прикладних програм (toolbox), які набагато розширили сфери застосування системи.

Однією з проблем сучасної науки є розробка і впровадження в практику методів дослідження функціонування складних систем. До класу складних систем відносять технологічні, виробничі, енергетичні комплекси, системи автоматизації керування й інших об'єктів. Моделювання є одним із найбільш могутніх засобів дослідження подібних систем на сьогоднішній день. Моделювання - один із найбільш розповсюджених засобів вивчення різних процесів і явищ. Моделлю вихідного об'єкта називається представлення об'єкта в деякій формі, відмінної від форми його реального існування.

В інженерній практиці модель, звичайно, створюється для:

1. проведення на моделі експериментів, які неможливо або складно провести на реальному об'єкті (що надає можливість одержання нових знань про об'єкт);

2. прискорення, здешевлення, спрощення і будь-якого іншого удосконалення процесу проектування, що досягається за рахунок роботи з більш простим об'єктом, чим вихідний, тобто з моделлю.

Сьогодні відомі і широко використовуються в наукових дослідженнях і інженерній практиці різні типи моделей і численні методи моделювання. Якщо взяти за основу ступінь абстрактності (ступінь відмінності від реального об'єкта), то можна визначити наступні типи моделей:

1. фізичні (натурні) моделі (відтворюють досліджуваний процес із збереженням його фізичної природи і є інструментом фізичного моделювання);

2. аналогові моделі (заміняють один об'єкт на іншій зі схожими властивостями);

3. математичні моделі (абстрактні моделі, існують у формі спеціальних математичних конструкцій).

Під математичним моделюванням розуміють засіб дослідження різних процесів шляхом вивчення явищ, що мають різний фізичний зміст, але описуваних однаковими математичними співвідношеннями.

Новітні версії системи MATLAB характеризується важливими можливостями:

1. доведене до більш ніж 600 число функцій і команд;

2. новий інтерфейс із набором інструментів для керування середовищем;

3. нові інструменти, що дозволяють за допомогою миші інтерактивно редагувати і форматувати графіки, оптимізувати їхні коди і витрати пам'яті на графічні команди й атрибути;

4. поліпшені алгоритми на основі оптимізованої бібліотеки LAPACK;
5. нова бібліотека FFTW (швидких перетворень Фур'є) Массачусетського технологічного інституту Кембріджського університету (США);
6. прискорені методи інтегральних перетворень;
7. нові, більш могутні і точні, алгоритми інтегрування диференціальних рівнянь і квадратур;
8. нові сучасні функції візуалізації: вивід на екран двовимірних зображень, поверхонь і об'ємних фігур у виді прозорих об'єктів;
9. нова інструментальна панель Camera для керування перспективою і прискорення виводу графіки за допомогою OpenGL;
10. новий інтерфейс для виклику Java-процедур і використання Java-об'єктів безпосередньо з MATLAB;
11. нові, сучасні інструменти проектування графічного користувальницького інтерфейсу;
12. обробка (регресія, інтерполяція, апроксимація й обчислення основних статистичних параметрів) графічних даних прямо з вікна графіки;
13. новий додаток MATLAB для системи розробки Visual Studio, що дозволяє автоматично, безпосередньо з Microsoft Visual Studio, перетворювати Си і Си++ коди у виконувані MATLAB файли (Хутра-файли);
14. інтеграція із системами контролю версій коду, такими як Visual Source Safe;
15. новий інтерфейс (послідовний порт) для обміну даними із зовнішнім устаткуванням з MATLAB;
16. новий пакет керування вимірювальними приладами (Instrument Control ToolBox) для обміну інформацією з приладами,

підключеними до Каналу загального користування (GPIB, HP-IB, IEEE-488)

17. істотно оновлені пакети розширення, зокрема, нові версії пакета моделювання динамічних систем Simulink 4 і Real Time Workshop 4;

18. інтеграція із системами керування потребами, наприклад, DOORS.

Поставляється із системою MATLAB 6.0 новий пакет розширення Simulink 4 також має ряд новинок. Вони перераховані нижче по категоріях.

Удосконалення користувальницького інтерфейсу:

1. новий графічний налагоджувач для інтерактивного пошуку і діагностики помилок у моделі;
2. удосконалено навігатора моделей (Model Browser, Windows 95/98/Me/ 2000/NT4);
3. новий одновіконний режим для відкриття підсистем;
4. контекстне меню для блок-діаграм (відкривається щигликом правої кнопки миші) як у Windows, так і в Unix версіях;
5. новий діалог Finder для пошуку моделей і бібліотек.

4.2. Робота розробленого фільтра

Даний фільтр розроблений в програмі MATLAB.

Для початку треба завантажити фотографію в програму, за це відповідає функція:

```
all= imread('E:\011.jpg');
```

де 011.jpg це наше зображення.

Наше зображення добавлене в програму, тепер треба добавити шуми. Далі добавляємо шуми наступними командами:

```
M1=round(50*randn(884,1280));  
M2=round(50*randn(884,1280));  
M3=round(50*randn(884,1280));
```

`round` – це округлення до ближнього цілого.

`randn` – квазівипадкова послідовність з нормальним (або гаусівським) розподілом, нульовим математичним сподіванням та середньо квадратичним відхиленням ,яке дорівнює 1. Отже число 50 це середнє квадратичне відхилення шуму.

Наше зображення стало зашумленим.

Далі треба зробити так, щоб MATLAB міг виконувати фільтрацію над трьома палітрами RED, GREEN, BLUE, для цього введемо наступні команди.

```
all2(:,:,1)=((255*im2double(all(:,:,1))+M1)); %round(50*randn(884,1280));  
all2(:,:,2)=((255*im2double(all(:,:,2))+M2)); %round(50*randn(884,1280));  
all2(:,:,3)=((255*im2double(all(:,:,3))+M3)); %round(50*randn(884,1280));
```

`all2` - відповідає за перехід з JPG формату до цілі чисельного формату MATLAB для виконання математичних операції над трьома палітрами RED, GREEN, BLUE.

Розмір нашого зображення 1280 * 884 пікселів, для того щоб застосувати медіанний фільтр треба кожен розмір поділити на 4, для того ,щоб була організація зовнішнього циклу по рядках і організація внутрішнього циклу по стовпчиках. Отже маємо $884 / 4 = 221$, $1280 / 4 = 320$.

`for q1=1:221` це організація зовнішнього циклу по рядках.

`for q2=1:320` це організація внутрішнього циклу по стовпчиках.

Потім нам потрібно виділити фрагмент 4x4 пікселів з палітри RED вже зашумленого зображення для того, щоб відфільтрувати цей самий фрагмент, і все теж теба повторити для палітри GREEN і BLUE.

$FR1=all2(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,1)$; Виділення фрагменту 4*4 пікселів з палітри RED зашумленого зображення.

$FR2=all2(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,2)$; Виділення фрагменту 4*4 пікселів з палітри GREEN зашумленого зображення.

$FR3=all2(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,3)$; Виділення фрагменту 4*4 пікселів з палітри BLUE зашумленого зображення.

Далі виконується сама медіанна фільтрація, вона бере вже виділений зашумлений фрагмент 4x4 кожної палітри, фільтрує його і записує цей фрагмент до відповідних координат відфільтрованого зображення.

$MF(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,1)=medfilt2(FR1)$; Медіанна фільтрація фрагменту 4x4 пікселів палітри RED та запис цього фрагменту до відповідних координат відфільтрованого зображення.

$MF(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,2)=medfilt2(FR2)$; Медіанна фільтрація фрагменту 4x4 пікселів палітри GREEN та запис цього фрагменту до відповідних координат відфільтрованого зображення.

$MF(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,3)=medfilt2(FR3)$; Медіанна фільтрація фрагменту 4x4 пікселів палітри BLUE та запис цього фрагменту до відповідних координат відфільтрованого зображення.

Для того щоб медіанний фільтр не брав один і теж виділений фрагмент, запишемо команду для зсуву внутрішнього циклу по стовпчиках. Його задача складається в тому що медіанний фільтр бере фрагменти з стовпчика

послідовно зверху - вниз, а як доходить до кінця то перестрибує на сусідній стовпчик і це повторюється до того як не дійде до кінця виділеного фрагменту.

$h2=h2+4$; Зсув внутрішнього циклу по стовпчиках.

А тепер запишемо команду для зсуву зовнішнього циклу по рядках. Задача цієї команди практично як і в минулій, вона бере фрагменти з рядка послідовно зліва на право, а як доходить до кінця то переходить на нижній рядок і це повторюється до того як не дійде до останнього рядка виділеного фрагменту.

$h1=h1+4$; Зсув зовнішнього циклу по рядках.

Зображення вже відфільтроване медіанним фільтром, тепер треба вивести його на екран, а для кращого порівняння введемо оригінальне та зашумлене зображення. Нам допоможуть команди:

`imshow(all)` – виводе оригінальне зображення

`imshow(uint8(all2))` – виводе зашумлене зображення

`imshow(uint8(MF))` – виводе відфільтроване зображення

Маємо результат:

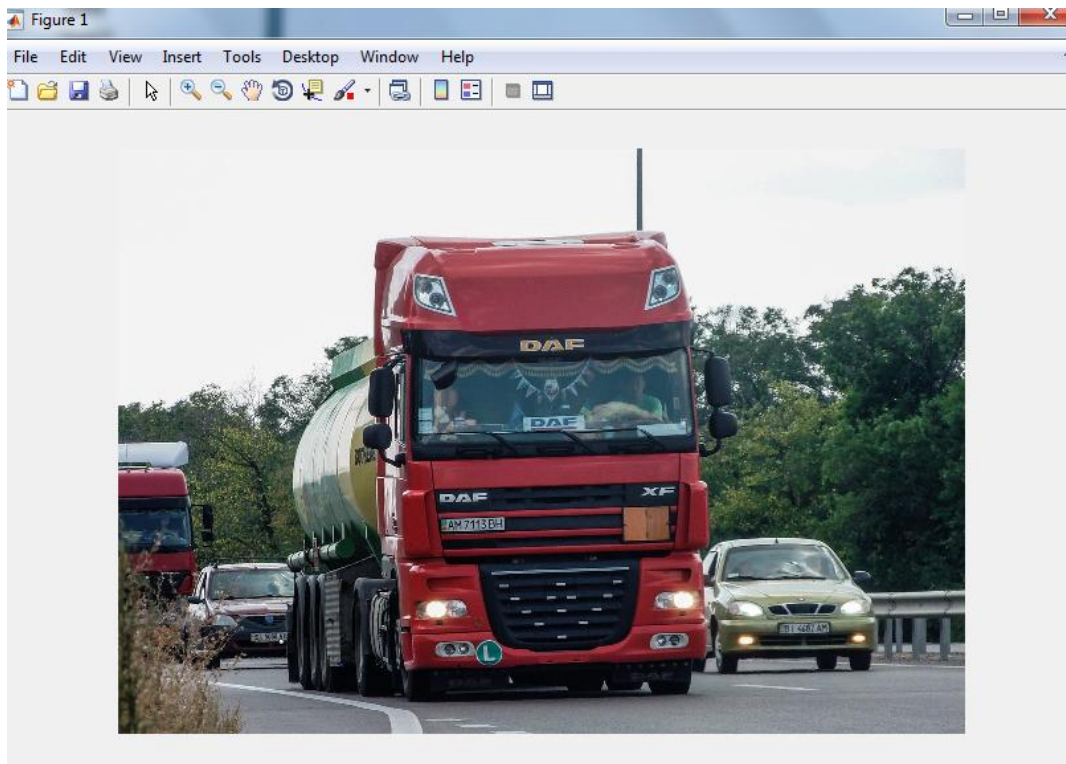


Рис 4.1. Оригінальне зображення

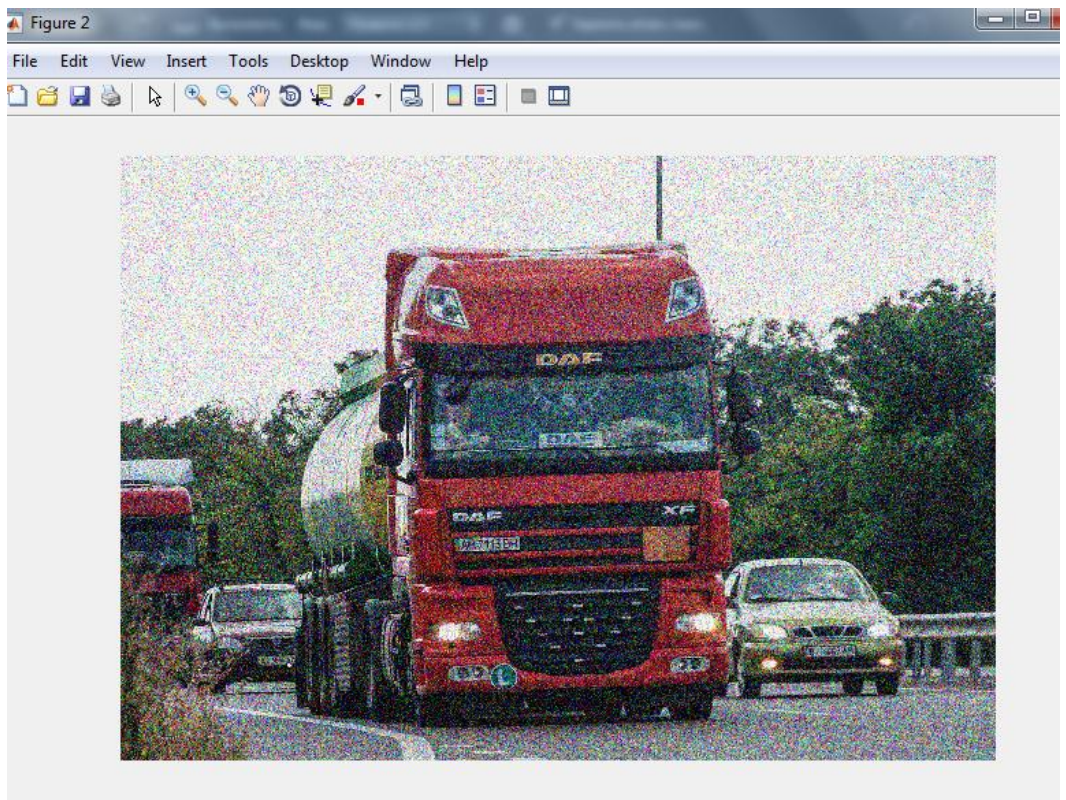


Рис 4.2. Зашумлене зображення

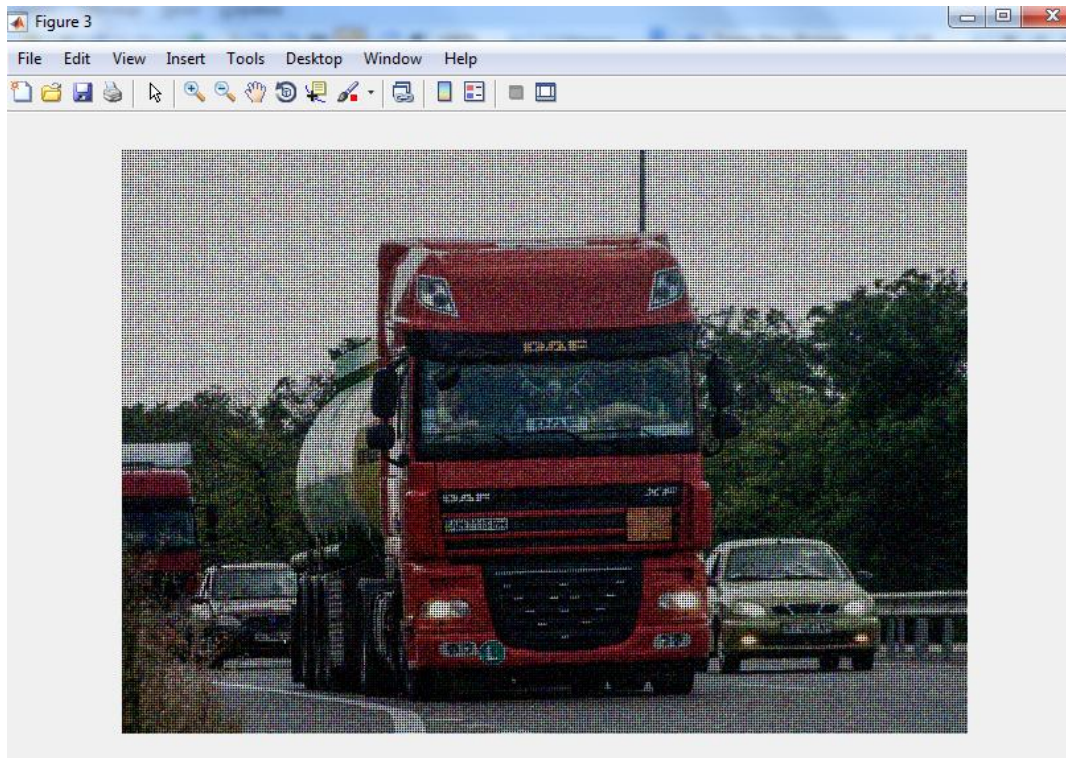


Рис 4.3. Відфільтроване зображення

Як бачимо з результатів, фільтр справився зі своєю задачею. Звернемо увагу на те, що після медіанної фільтрації підвищується візуальна деталізація зображення тепер стало видно дрібні деталі на автомобілях, зображення стало більш чітким і наближеним до оригіналу.

Розглянемо детальніше фрагмент зображення.



Рис. 4.4.



Рис. 4.5.

Рис. 4.4 це фрагмент нашого зашумленого зображення, а саме лобове скло грузового автомобіля DAF. На ньому нечіткі лінії, не зрозуміло, що висить на лобовому склі, да і взагалі важко зрозуміти що це.

Ситуація координально змінюється коли ми подивимся на відфільтрований фрагмент зображення (рис. 4.5). От на ньому ми вже можемо розгледіти, що на лобовому склі висять якісь прапорці і вже можна спостерігати трикутну геометрію цих прапорців, яку не було видно на зашумленому зображенні.

Ще можна вивести різницю по середньому квадратичному відхиленню між зашумленим та відфільтрованим зображенням.

Перша команда показує різницю між оригінальним та зашумленим зображенням по палітрі RED.

```
std2(im2double(all(:,:,1))-im2double(all2(:,:,1)))  
ans = 99.4450
```

Друга команда показує різницю між оригінальним та відфільтрованим зображенням по палітрі RED.

```
std2(im2double(all(:,:,1))-im2double(MF(:,:,1)))  
ans = 87.2070
```

Третя команда показує різницю між оригінальним та зашумленим зображенням по палітрі GREEN.

```
std2(im2double(all(:,:,2))-im2double(all2(:,:,2)))  
ans = 98.9799
```

Четверта команда показує різницю між оригінальним та відфільтрованим зображенням по палітрі GREEN.

```
std2(im2double(all(:,:,2))-im2double(MF(:,:,2)))  
ans = 86.4681
```

П'ята команда показує різницю між оригінальним та зашумленим зображенням по палітрі BLUE.

```
std2(im2double(all(:,:,3))-im2double(all2(:,:,3)))  
ans = 98.1351
```

Шоста команда показує різницю між оригінальним та відфільтрованим зображенням по палітрі BLUE.

```
std2(im2double(all(:,:,3))-im2double(MF(:,:,3)))  
ans = 86.4029
```

Як бачимо з результатів розрахунку середньо квадратичного відхилення для палітри RGB медіаний фільтр добре справився зі своєю роботою, різниця між оригінальним та зашумленим зображенням була аж 99.4450 градацій сірого, після фільтрації вона стала 87.2070 градацій сірого, а це вже добрий результат. Звичайно відфільтроване зображення не такої якості як оригінальне, але воно краще ніж зашумлене.

Для порівняння можна привести ще один приклад. Нове зображення пройшло всі ті самі операції, що і минуле зображення.

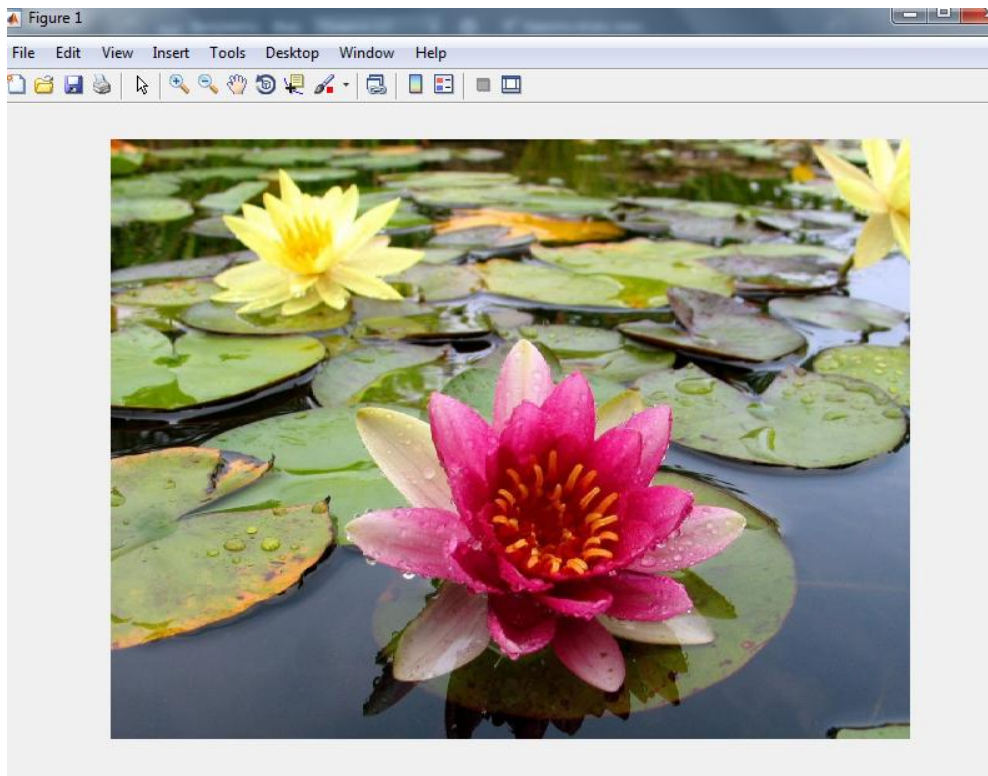


Рис. 4.7. Оригінальне зображення

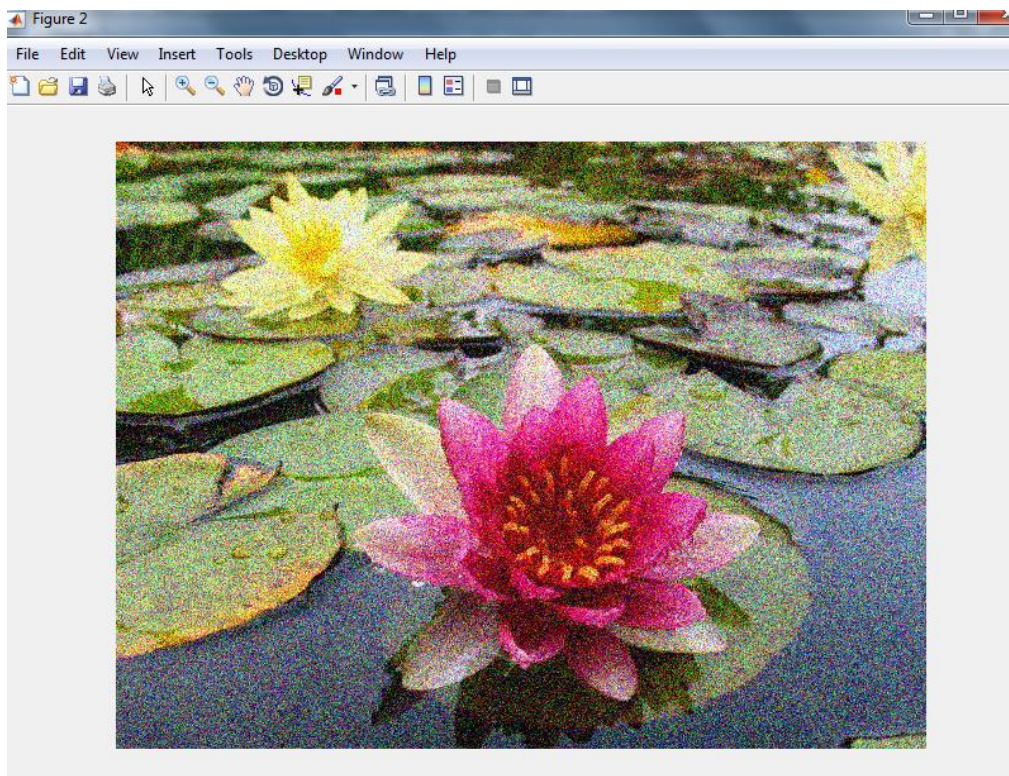


Рис. 4.8. Зашумлене зображення

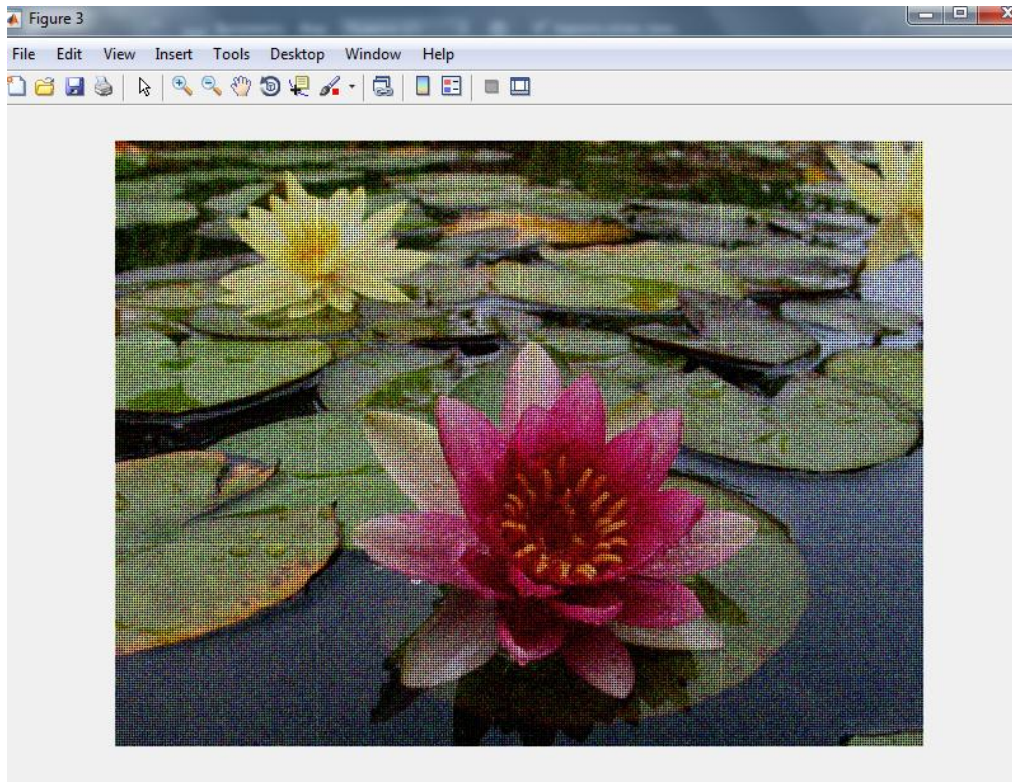


Рис. 4.9. Відфільтроване зображення

Як бачимо фільтр може справлятися не тільки з автомобілями, а ще з квітами. На фото видно, що квітка стала більш контрасна та добре стало видно цвіт в середині квітки. Давайте розглянемо детальніше фрагмент заднього плану, бо жовту квітку дуже погано видно.



Рис. 4.10. Фрагмент зашумлене фото



Рис. 4.11. фрагмент відфільтроване зображення

Як видно з фрагменту зашумленого фото, що на задньому плані жовту квітку взагалі погано було видно, не видно її контура просто якась жовта пляма. Коли вже відфільтрували, то стала помітна геометрія кожного листочка.

Давайте виведем різницю по середньому квадратичному відхиленню між зашумленим та відфільтрованим зображенням нашої квітки по палітрі RGB.

Палітра RED:

$$\text{ans} = 78.1082$$

$$\text{ans} = 75.5373$$

Палітра GREEN:

$$\text{ans} = 80.8348$$

$$\text{ans} = 72.7916$$

Палітра BLUE:

$$\text{ans} = 75.1575$$

$$\text{ans} = 61.3695$$

Перші значення кожної палітри, це різниця зашумленого від оригінального зображення, а другі значення це різниця відфільтрованого зображення від оригіналу. Результат нас влаштовує, відфільтроване зображення

по палітрі RGB більше схоже на оригінал. Звідси можемо зробити висновок, що фільтрація добре справляється зі своєю задачею.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Поняття охорони праці фактично розкриває головні напрямки, які створюють систему забезпечення безпеки життя і здоров'я працівників в процесі їх трудової діяльності, тобто ця система вміщує в собі заходи, які поодиночі або в сукупності спрямовані на створення умов праці, що відповідають вимогам збереження життя та здоров'я працівників в процесі трудової діяльності.

Охорона праці спирається на комплекс державних законодавчих актів. Загальними законами України, що визначають основні положення щодо охорони праці є Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці», Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Закон України «Про пожежну безпеку», Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та підзаконні акти щодо охорони праці.

Всі закони і підзаконні акти з охорони праці базуються і відповідають Основному Закону держави – Конституції України, яка була прийнята в 1996 році. В Конституції оговорюється право громадян України на працю, яку вони вільно обирають, або на яку вільно погоджуються, на належні, безпечні і здорові умови праці, на відпочинок і на соціальний захист.

Задачі техніки безпеки спрямовані на попередження нещасливих випадків на виробництві. Під дією шкідливих виробничих факторів погіршуються характеристики людини (увага, пам'ять, швидкість прийому і переробки інформації, швидкість ухвалення рішень тощо).

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, при роботі над фільтрацією цифрових зображень.

Робота по фільтрації цифрових зображень виконується інженером, з використанням ПК.

Робочим місцем інженера є кабінет, який знаходиться в приміщенні. Розміри приміщення: площа – 15 м² (2.5 х 6), висота стелі – 3м. Згідно з розділом 3 п.1.12 НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», площа робочого місця повинна складати не менше 6 м², об'єм — не менше 20 м³. на 1 людину, що цілком зодовільняється даними умовами.

Загальна кількість працівників - N=1 чол.,

Кількість робочих місць, обладнаних комп'ютерами – 1.

Робоче місце оснащено: столом, стільцем та ПК. Також у кабінеті міститься багатофункціональний принтер. До джерел шкідливого фактору у цій кімнаті відносяться : ПК, принтер.

При роботі з проєктованим об'єктом на інженера можуть діяти наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори відповідно до ГОСТ 12.0.003-74[12]:

- підвищений рівень електромагнітного випромінення;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- нервово-психічні перевантаження;
- підвищена температура повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони.

Джерелами шуму на робочих місцях операторів ПК є друкуючі пристрої (матричні та струменеві принтери), дисководи, сканери. Рівні шуму на робочих місцях інженерів програмістів можуть досягати 60 дБА. Рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Таблиця 5.1

Вид трудової діяльності	Рівень шуму, дБА	Реальне значення
Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи	60	75

Робота на ПК супроводжується постійним і значним напругою функцій зорового аналізатора. Однією з основних особливостей є інший принцип читання інформації, ніж при звичайному читанні. При звичайному читанні текст на папері, розташований горизонтально на столі, зчитується працівником з нахиленою головою при падінні світлового потоку на текст. При роботі на ПК оператор зчитує текст, майже не нахилиючи голову, очі дивляться прямо або майже прямо вперед, текст (джерело - люминесцирують речовина екрану) формується по інший бік екрану, тому користувач не зчитує відбитий текст, а дивиться безпосередньо на джерело світла, що змушує очі і орган зору в цілому працювати у невластивому йому стресовому режимі тривалий час.

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світлу відводиться одне із чільних місць. Адже відомо, що майже 90% всієї інформації про довкілля людина отримує через органи зору.

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски — тимчасове засліплення. Освітлення виробничих приміщень характеризується кількісними та якісними показниками. До основних кількісних показників відносяться: світловий потік,

сила світла, яскравість і освітленість. До основних якісних показників зорових умов роботи можна віднести: фон, контраст між об'єктом і фоном, видимість.

Нервово-емоційне напруження при роботі на ПК виникає внаслідок дефіциту часу, великого об'єму і щільності інформації, особливостей діалогового режиму спілкування людини і ПК, відповідальності за безпомилковість інформації.[13] Тривала робота на дисплеї, особливо в діалоговому режимі, може призвести до нервово-емоційного перенапруження, порушення сну, погіршення стану, зниження концентрації уваги і працездатності, хронічного головного болю, підвищеної збудливості нервової системи, депресії.

Крім того, при підвищених нервово-психічних навантаженнях в поєднанні з іншими шкідливими факторами відбувається "викид" з організму вітамінів і мінеральних речовин. При роботі в умовах підвищених нервово-емоційних і фізичних навантажень гіповітаміноз, нестача мікроелементів і мінеральних речовин (особливо заліза, магнію, селену) прискорює і загострює сприйнятливості до впливу шкідливих факторів навколишнього та виробничого середовища, порушує обмін речовин, веде до швидкого старіння організму.

До найважливіших факторів, характерних для роботи операторів ПК, що впливають на погіршення стану їх ЦНС належать:

- інформаційне перевантаження мозку в поєднанні з дефіцитом часу;
- тривожне очікування інформації, особливо тієї, що викликає необхідність прийняти рішення;
- велике зорове та нервово-емоційне напруження;
- гіподинамія;
- монотонія;
- висока відповідальність за кінцевий результат;
- тривала ізоляція у спілкуванні, зумовлена індивідуальним характером праці за ПК.

Під впливом цих факторів виникають зміни у співвідношенні процесів збудження та гальмування в корі головного мозку. При цьому функціональна

активність ЦНС знижується, а порушення рівноваги основних нервових процесів все більше спрямовано в бік гальмування. В організмі розвивається втома.

Підвищена температура повітря робочої зони може бути спричинена тим, що робота ПК приводить до підвищення температури в приміщенні, тому що високопродуктивна техніка працює на надвисоких частотах, що викликає сильне нагрівання елементів. Це може спровокувати перегрів організму працівника

Причиною підвищеної температури робочої зони можуть бути освітлювальні пристрої, величина тепловиділень яких становить 35-60 Вт/м², а також комп'ютер, середня величина тепловиділень якого становить 310 Вт/м². [14]

Таблиця 5.2

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, град. С
		оптимальна
Холодна	легка-1 а	22 - 24
Тепла	легка-1 а	23 - 25

Реальне значення температури повітря в даному приміщенні (холодна пора року) 26 град. С. Причиною може бути відсутність або погане функціонування системи опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжної вентиляції.

Підвищений рівень електромагнітних випромінювань шкодить здоров'ю людини. Від цього страждає передусім нервова і серцево-судинна системи, виникають головний біль і перевтома, знижується точність робочих рухів, порушується сон. Електромагнітне випромінювання викликає зміни тиску крові, гіпотонію або гіпертонію.

Основним джерелом електромагнітних випромінювань, є дисплеї (монітори), особливо дисплеї з електронно-променевими трубками. Вони являють собою джерела найшкідливіших випромінювань, які несприятливо впливають на здоров'я програміста. Електромагнітне поле має електричну і магнітну складову. Вважається, що магнітна складова викликає більш велику реакцію, ніж електрична.

Допустиме значення напруженості електричного поля (як у зоні екрана дисплея, так і на поверхнях обладнання, клавіатури, друкувального пристрою) мають не перевищувати гранично допустимих за ГОСТ 12.1.045-84, СН 1757-77.

5.2. Інженерно-технічних заходів з охорони праці при фільтрації цифрових зображень.

Мікроклімат приміщення - це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні. Відповідно до вимог, норм і стандартів ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», в залежності від складності виконуваних робіт, відноситься до категорії Ia (легкі роботи, не потребують фізичної напруги).

Мікрокліматичні умови робочої зони користувача ПК можна охарактеризувати наступними показниками:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря.

Під час праці з комп'ютером не виникає проблем щодо температури повітря у приміщення та вологості.

5.2.1. Розрахунок допустимої напруженості електромагнітного поля при фіксованому часі роботи в ньому.

Рівень напруженості електромагнітного поля (кВ/м) можна розрахувати за формулою : $E_{гд} = 50/T+2$,

де T - фіксований час роботи в електричному полі (год);

$E_{гд}$ - допустиме значення напруженості електромагнітного поля протягом фіксованого часу роботи, кВ/м;

Фіксований час роботи інженера програміста 9 год. Розрахуємо допустиме значення напруженості електромагнітного поля за формулою приведеною вище:

$$E_{гд} = 50/9+2 \approx 4.54 \text{ кВ/м}$$

В нашому випадку, значення напруженості електромагнітного поля протягом фіксованого часу роботи 5.45 кВ/м, що є перевищенням норми.

Розрахуємо допустимий час перебування в електричному полі при відповідному рівні напруженості:

$$T_{гд} = 50/E - 2 = 50/5,45 - 2$$

$$T_{гд} = 7 \text{ год.}$$

Основними напрямками в процесі розробки засобів захисту від дії електромагнітного поля є: зменшення інтенсивності опромінювання безпосередньо від самого джерела, екранування джерела опромінювання, екранування робочого місця або віддалення його від джерела опромінювання, застосування засобів індивідуального захисту.

Найбільш ефективна система захисту від випромінювань реалізується через створення додаткового металічного внутрішнього корпусу, що замикається на вбудований закритий екран. За такої конструкції вдається зменшити електричне та електростатичне поле до фонових значень вже на відстані 5–7 см від корпусу, а за умови компенсації магнітного поля така конструкція забезпечує максимально можливу у наш час безпеку.

Рівень шуму на робочих місцях потрібно контролювати не менше одного разу за рік.

Вимірювання шуму на робочих місцях здійснюється шумовимірювачами та аналізаторами спектра шуму згідно з ГОСТ12.1.050-86 «ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах».

Рекомендований такий діапазон шуму для приміщень для розумової роботи — 45—55дБ.

Устаткування, що становить джерело шуму (АЦП, принтери тощо), слід розташовувати поза приміщеннями, де знаходяться робочі місця. Для забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях слід застосовувати засоби звукопоглинання, вибір яких має обґрунтовуватись спеціальними інженерно-акустичними розрахунками.[15]

При організації праці, що пов'язана з використанням персональних комп'ютерів, для збереження здоров'я працюючих, запобігання професійним захворюванням і зменшення нервово-психічних перевантажень слід передбачити внутрішньозмінні регламентовані перерви для відпочинку. Внутрішньозмінні режими праці і відпочинку мають передбачати додаткові нетривалі перерви в періоди, що передують появі об'єктивних і суб'єктивних ознак стомлення і зниження працездатності. За основну роботу з персональним комп'ютером слід вважати таку, що займає не менше 50% часу впродовж робочої зміни. Протягом дня мають передбачатися:

- перерви для відпочинку і вживання їжі (обідні перерви);
- перерви для відпочинку і особистих потреб (згідно з трудовими нормами);
- додаткові перерви, що вводяться для окремих професій з урахуванням особливостей трудової діяльності.

Тривалість обідньої перерви визначається чинним законодавством про працю і Правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Встановлюються такі внутрішньозмінні режими праці та відпочинку при роботі з ЕОМ при 8-годинній денній робочій зміні в залежності від характеру праці.

В данному випадку для розробників програм слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи за персональним комп'ютером.

З метою зменшення негативного впливу монотонності є доцільним застосовувати чергування операцій усвідомленого тексту і числових даних

(зміна змісту роботи), чередування вводу даних та редагування текстів. Для зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатору, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втомі доцільні деякі перерви використовувати для виконання комплексу вправ.[16]

Приміщення для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-втяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86.

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних та негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

Приміщення, в яких встановлені персональні комп'ютери, повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006.

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. Розраховується КПО за методикою, викладеною в ДБН В.2.5-28-2006.

Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення).

Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих ґрат заборонено.

Слід передбачити обмеження прямої блискості від джерел природного та штучного освітлення. При цьому яскравість світлих поверхонь (вікна, джерела штучного освітлення), що розташовані в полі зору повинна бути не більше ніж 200 кд/м².

Для забезпечення нормованих значень освітленості у приміщеннях з ЕОМ та ПЕОМ слід чистити шибки і світильники принаймні двічі на рік і вчасно замінювати лампи, що перегоріли.

5.3 Забезпечення пожежної безпеки

Для робочих місць користувачів ПК, за вимогами НПАОП 0.00-1.28-10, приміщення з ПК повинні мати II ступінь вогнестійкості.

Меблі та обладнання мають розміщуватися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (завширшки не менше 1 м). Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не захащувати.

Електромережі, електроприлади і апаратура повинні експлуатуватися тільки у справному стані з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств-виготовлювачів. У разі виявлення пошкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електровиробів слід негайно вимкнути їх та вжити необхідних заходів щодо приведення у пожежобезпечний стан.

Документи, папір та інші горючі матеріали слід зберігати на відстані не менше 1 м від електроцитів; 0,5 м від електросвітильників; 0,6 м від сповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації та 0,15 м від приладів центрального водяного опалення.

Засоби протипожежного захисту слід утримувати у справному стані. Усі працівники повинні вміти користуватись наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежегасіння, знати місце їх знаходження. Відстань від найбільш віддаленого місця приміщення до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 м.

У службових приміщеннях не допускається:

- влаштовувати тимчасові електромережі, прокладати електричні проводи безпосередньо по горючій основі, експлуатувати електроприлади, які мають механічні пошкодження;
- захащувати підступи до засобів пожежегасіння;

- курити, використовувати легкозаймісті рідини;
- проводити вогневі, зварювальні та інші роботи без спеціального дозволу;
- вмикати електронагрівальні прилади (чайники, кип'ятильники тощо) без негорючих підставок та в місцях, де їх використання не передбачено (або заборонено);
- захищати шляхи евакуації та евакуаційні виходи.

Відповідальний за протипожежний стан службових приміщень після закінчення роботи зобов'язаний:

- оглянути приміщення, переконатись у відсутності порушень, що можуть призвести до пожежі;
- вимкнути освітлення електроживлення приладів та обладнання (за винятком електрообладнання, яке за вимогами технології повинно працювати цілодобово).

5.4 Інструкція з охорони праці для інженера ПК.

Перед початком роботи працівник ПК повинен зробити огляд робочого місця і перевірити справність електропроводки, заземлення і систем пожежної охорони.

Після попереднього огляду, якщо не виявлено ніяких несправностей дозволяється приступати до роботи в установленому порядку. Якщо виявлені які-небудь дефекти чи несправності, то слід їх усунути (якщо вони не значні) або повідомити у відповідні служби.

Категорично забороняється працювати на несправних ПК приладах, на апаратах зі знятим або пошкодженим корпусом.

Завжди слід пам'ятати про можливість поразки електричним струмом під час роботи з електроприладами.

При сильній освітленості приміщення прямими сонячними променями в уникнення освіти відблисків на моніторах комп'ютера слід зашторити вікна.

Навпаки при слабкій освітленості слід включити додаткове освітлення, щоб створити нормальні умови праці.

За станом мікроклімату (параметрами повітря) слід стежити за допомогою кондиціонера.

При появі ознак несправності необхідно негайно припинити роботу і відключити електроживлення.

Слід давати технологічну перерву обладнанню, якщо таке передбачається інструкцією з експлуатації обладнання.

Після закінчення роботи слід вимкнути електроживлення, привести робоче місце в порядок і переконатися у відсутності включених електроприладів та блоків живлення.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього середовища - це одне з важливих питань на сучасному етапі розвитку. Метою природоохоронних заходів є ощадливе і раціональне ведення народного господарства, ефективна охорона природи.

Однією з актуальних проблем виробництва є економія енергії, в тому числі електричної. Збільшення споживання електроенергії вимагає будівництва нових електростанцій, ліній електропередач та інших споруд, що забруднюють навколишнє середовище. Забруднення навколишнього середовища від електроприладів складає майже 50% від усього забруднення в цілому.

Також усі прилади, що працюють з використанням електричного струму, є джерелами електромагнітних полів. Розглянутий у дипломному проекті метод, містить у собі використання персонального комп'ютера. Сучасні ПК являють собою складні електронні пристрої, що характеризуються наявністю визначених джерел забруднення навколишнього середовища.

Питання щодо екологічної безпеки є одним із актуальних на сьогоднішній день. Це цілком природньо, оскільки, як бачимо, електромагнітне випромінювання, особливо НВЧ і УВЧ, може бути навіть і не небезпечним.

6.1. Розробка заходів щодо охорони навколишнього середовища

Найбільш прогресивною формою захисту навколишнього середовища є застосування таких технологічних процесів (від обробки сировини до використання готової продукції), при яких виключається чи скорочується до припустимого мінімуму шкідливий вплив виробництва на навколишнє середовище.

Однак сучасний рівень знань ще не завжди дозволяє повною мірою вирішувати такого роду задачі.

Тому при вирішенні проблем екологічності виробництва в даний час широко використовують пасивні методи захисту, суть яких зводиться до обмеження кількості забруднюючих речовин.

Вирішення проблеми екологічної безпеки експлуатації мікросхем від використання електроенергії на сьогоднішній день складається в раціональному використанні енергії, застосуванні нетрадиційних методів її вироблення.

Для запобігання радіозабруднення апаратуру розміщують в екранованому корпусі. Утилізація елементів радіобладнання, не підлягає відновленню, виробляється відповідно до Дст 2787-75, Дст 1639-78, Дст 1939-71, що визначають правила збору, первинної обробки, збереження і транспортування брухту, відходів чорних і кольорових металів.

6.2. Характеристика ПК як джерела забруднення

На жаль, численні користувачі персональних комп'ютерів часто забувають, а часом і просто не знають про те, що комп'ютери разом з користю і задоволенням несуть в собі і ряд чинників, що негативно позначається на здоров'ї. Те, що тепер кажуть та пишуть про комп'ютери стосується і телевізорів, бо у них є спільне - електро-ннопроменева трубка. Вона випромінює в широкому діапазоні - від видимого світла до рентгенівського. Тому і комп'ютер і телевізор за дією на здоров'я людини дуже схожі.

Негативний вплив комп'ютера є комплексним. Насамперед монітор є джерелом електростатичного поля, слабких електромагнітних випромінювань в низькочастотному, зверхнизькочастотному та високочастотному діапазонах (від

2 Гц до 400 кГц), рентгенівського, ультрафіолетового, інфрачервоного та видимого світлового випромінювань. Це характерно для дисплеїв, сконструйованих на основі електроннопроменевої трубки. Тому, вже наприкінці 50-х років в нашій країні були введені перші нормативи радіочастотного впливу. Джерелом електростатичного поля є позитивний потенціал, який подається на внутрішню поверхню екрана для прискорення електронного променя. Напруженість поля для багатобарвних дисплеїв може досягати 18 тис. Вольт. Джерелами електромагнітних випромінювань (ЕМВ) є мережні джерела живлення (частота 50 Гц), система кадрової розгортки (5Гц-2кГц), система рядкової розгортки (2-400Гц), блок модуляції променя електроннопроменевої трубки (5-10 МГц). Отже, необхідно дотримувати правил безпеки при користуванні комп'ютером.

Основними складовими частинами персонального комп'ютера (ПК) є: системний блок (процесор) і різноманітні пристрої введення/виведення інформації: клавіатура, дискові накопичувачі, принтер, сканер, і т.п. Кожен персональний комп'ютер включає засіб візуального відображення інформації - монітор. Як правило, це пристрій на основі електронно-променевої трубки. ПК часто оснащують мережевими фільтрами, джерелами безперебійного живлення й іншим допоміжним електрообладнанням. Усі ці елементи при роботі ПК формують складний електромагнітний стан на робочому місці користувача, що вносить свій негативний внесок на навколишнє середовище.

6.3. Вплив на здоров'я користувача електромагнітних полів комп'ютера

До основних факторів несприятливого впливу роботи з комп'ютером можна віднести наступні:

Ергономічні параметри екрана монітора:

- зниження контрасту зображення в умовах інтенсивного зовнішнього освітлення;

- дзеркальні відблиски від передньої поверхні екранів моніторів; наявність мерехтіння зображення на екрані монітора;

Випромінювальні характеристики монітора:

- електромагнітне поле монітора в діапазоні частот 20 Гц- 1000 МГц;
- статичний електричний заряд на екрані монітора;
- ультрафіолетове випромінювання в діапазоні 200- 400 нм;
- інфрачервоне випромінювання в діапазоні 1050 нм- 1 мм;
- рентгенівське випромінювання $> 1,2$ кеВ.

На даний час існує досить даних, що вказують на негативний вплив комп'ютера на всі життєво важливі системи людини. Крім того, біологічний ефект електромагнітних полів в умовах тривалого впливу може, накопичуючи, стати причиною важких захворювань. Випромінювання ПК можуть бути небезпечними для здоров'я. Низькочастотні поля при тривалому опроміненні сидять біля ПК людей можуть привести до порушень самих різних фізіологічних процесів. Відповідно до ГОСТ 27016-86 і ГОСТ 27954-88 потужність дози рентгенівського випромінювання в будь-якій точці простору на відстані 5 см від екрану відеомонітора при 41 годинному робочому тижні не повинна перевищувати 100 мкР / год (0,03 мкР / с), а інтенсивність ультрафіолетового випромінювання - 10 Вт / м². В даний час випускаються відеомонітори вибухобезпечні.

По узагальненим даним, у працюючих за монітором від 2 до 6 годин на добу функціональні порушення центральної нервової системи відбуваються в середньому в 4,6 рази частіше, ніж у контрольних групах, хвороби серцевосудинної системи - у 2 рази частіше, хвороби верхніх дихальних шляхів - у 1,9 рази частіше, хвороби опорно-рухового апарата - у 3,1 рази частіше. Зі збільшенням тривалості роботи на комп'ютері співвідношення здорових і хворих серед користувачів різко зростає.

Дослідження функціонального стану користувача комп'ютера, проведені в 2006 році Центром електромагнітної безпеки, показали, що навіть при короткочасній роботі (45 хвилин) в організмі користувача під впливом електромагнітного випромінювання монітора відбуваються значні зміни гормонального стану і специфічні зміни біоелектричних показників мозку.

За даними досліджень Інституту гігієни Мінздраву України при восьмигодинній роботі на протязі 4 місяців спостерігається зниження імунітету на 95%.

На біологічну реакцію людини впливають такі параметри електромагнітних полів ЕОМ, як інтенсивність і частота випромінювання, тривалість опромінення і модуляція сигналу, частотний спектр і періодичність дії.

6.4. Комп'ютер як джерело електростатичного поля

При роботі монітора на екрані кінескопа накопичується електростатичний заряд, що створює електростатичне поле (Естп). У різних дослідженнях, при різних умовах виміру значення Естп коливається від 8 до 75 кв/м. При цьому люди, що працюють з монітором, здобувають електростатичний потенціал. Розкид електростатичних потенціалів користувачів коливається в діапазоні від -3 до +5 кв. Коли Естп суб'єктивно відчувається, потенціал користувача служить вирішальним фактором при виникненні неприємних суб'єктивних відчуттів.

Помітний внесок у загальне електростатичне поле вносять клавіатури, що електризуються від тертя поверхні, і миші. Експерименти показують, що навіть після роботи з клавіатурою, електростатичне поле швидко зростає з 2 до 12 кв/м. На окремих робочих місцях в області рук реєструвалися напруженості статичних електричних полів більш 20 кв/м.

6.5. Еколого-економічний розрахунок

Визначення витрат електроенергії:

$$W = \frac{M * \Phi * K_3 * K_6}{KKD * KBM}, \quad (6.1)$$

де М – сумарна потужність обладнання; Φ – фонд часу обслуговування; K_3 – коефіцієнт загрузки ($K_3=0,75$); K_6 – коефіцієнт відновлення ($K_6=0,8$); KKD – коефіцієнт корисної дії ($KKD=0,85$); KBM – коефіцієнт втрат у мережах ($KBM=0,45$).

Витрати електроенергії звичайного ПК+монітор (фонд часу обслуговування – 20 годин, споживаюча потужність – 100 Вт):

$$W_{сп} = (100 * 20 * 0,75 * 0,8)/(0,85 * 0,45) = 3,14 \text{ [кВт*год]}.$$

Витрати на електроенергію під час освітлення ділянки визначаємо за формулою:

$$W_{од} = \frac{P * S * \Phi * K}{1000}, \quad (6.2)$$

де P – питома витрата електроенергії на 1 м² (P=15 Вт); S – площа ділянки (S=20 м²); Φ – кількість годин роботи освітлювальних приладів (Φ=20 год); K – коефіцієнт втрат (K=105).

$$W_{ОД} = (0,015 * 20 * 20 * 105)/1000 = 0,63 \text{ [кВт*год]}$$

Загальні витрати електроенергії знаходимо за формулою:

$$W = \sum_{i=1}^N W_{сп} + \sum_{j=1}^M W_{од} \quad (6.3)$$

$$W = 3,14 + 0,63 = 6,77 \text{ [кВт*год]}$$

Економічний урон навколишньому середовищу визначається за формулою:

$$У = W * C, \quad (6.4)$$

де C – вартість 1 кВт/год електроенергії (C=1,68 грн*кВт*год).

$$У = 6,77 * 1,68 = 11,37 \text{ [грн.]}$$

6.6. Розробка заходів щодо підвищення екологічної безпеки

Використання засобів захисту працюючих є обов'язковим у тих випадках, коли фактичні рівні напруженості ЕСП (постійне електричне поле) на робочих місцях перевищують 60 кВ/м.

Для захисту від дії ЕСП використовують: екранування джерел поля робочого місця, нейтралізатори статичного струсу, обмеження часу роботи і т. ін.

При виборі засобів захисту від статичного струму мають бути враховані особливості технологічних процесів, фізико-хімічні властивості матеріалів, що

обробляються, мікроклімат виробничих приміщень і т. ін. Наведені чинники визначають диференційний підхід при розробці захисних засобів.

Зменшення генерації електростатичних зарядів або відвід їх з наелектризованих матеріалів досягають шляхом:

- 1) заземлення металевих і електропровідних елементів технологічного обладнання;
- 2) збільшення поверхонь і об'ємної провідності діелектриків;
- 3) встановлення нейтралізаторів статичного струму.

Захисне заземлення проводиться незалежно від використання інших методів захисту. Заземленню підлягають не тільки елементи технологічного обладнання, але й ізольовані електропровідні ділянки технологічного устаткування.

Досить ефективним засобом захисту є збільшення вологості повітря до 65-75 %, якщо це можливо за умов технологічного процесу.

Серед засобів індивідуального захисту використовують антистатичне взуття, антистатичні халати, комбінезони, заземлені браслети для захисту рук і інші засоби, що можуть забезпечувати електростатичне заземлення тіла людини.

Способи активного захисту засновані на виявленні джерел несприятливих факторів і вплив на них. У випадках неможливості здійснення активного захисту застосовується пасивна, за якої джерела несприятливих факторів залишаються, але здійснюються заходи, спрямовані на попередження вплив цих факторів на людину. Пасивна захист може бути колективного та індивідуального. Розглянемо колективні засоби захисту оператора ПК.

Висока температура повітря негативно позначається на функціональному стані людини. Всі основні електронні блоки ПК мають вбудовані вентилятори для забезпечення стабільних температурних режимів їх функціонування, тому при створенні комфортних умов роботи особливу увагу необхідно приділити шляхам відводу повітря (припливно-витяжної вентиляції).

Для захисту від електростатичного потенціалу і, певною мірою, від електричної складової змінного електромагнітного поля (ЕМП) можуть бути використані згадані вище антиблискові контрастують фільтри на екрани дисплеїв. Установка фільтрів, зменшуючи електричну складову ЕМП в безпосередній близькості від екрану, може через перерозподіл поля призвести до збільшення його на відстанях більше 1 ... 1,5 м від екрану по осі електронно-променевої трубки (ЕПТ) і по боках від нього . Тому необхідна комплексна оцінка електромагнітної обстановки в робочих приміщеннях з комп'ютерами, і потрібен загальнодержавний нормативний документ, що встановлює методику випробувань захисних фільтрів. Додатковими заходами зменшення випромінювань є обмеження денний тривалості робочої діяльності перед екраном, розміщення дисплеїв не концентровано в робочій зоні і вимикання комп'ютера, якщо на ньому не працюють.

Для запобігання радіозабруднення, апаратуру розміщують в екранованому корпусі;

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було розроблено Метод фільтрації цифрових зображень великої роздільної здатності. Модель фільтра відповідає всім нормам поставленого завдання. Для її створення знадобилися знання з цифрової обробки зображення, програмування.

Були описані види шумів на зображенні. Опрацьовано технічну документацію на різні методи обробки цифрових зображень та їх можливості по видаленню шумів.

Провівши аналіз існуючих фільтрів був визначений медіанний фільтр для обробки цифрових зображень.

Розроблений фільтр дає змогу обробляти зашумлене зображення не розмиваючи границі пікселя, тим самим зображення на виході виходить чітким, контрастним і не зашумленим.

На сьогоднішній день цифрові зображення займають все більше галузей промисловості, медицини, розваг, космонавтиці та науковій діяльності, тому є необхідність розвивати методи обробки зображення, щоб цифрові зображення були високої якості для кращого зорового сприйняття.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних, розрахунково-графічної робіт з дисципліни «Цифрова обробка зображень» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : І. С. Творошенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 75 с.
2. Шапиро Л. Комп'ютерний зір / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М. : Бинум. Лабораторія знання, 2006. – 716 с.
3. Форсайт Д. Комп'ютерний зір. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М. : Вильямс, 2004. – 928 с.
4. Савиних В. П. Аерокосмічна фотозйомка / В. П. Савиних, А. С. Кучко, А. Ф. Стеценко. – М. : КартоГеоЦентр Геоиздат, 1997. – 378 с.
5. Янтуш Д. А. Дешифрування аерокосмічних знімків / Д. А. Янтуш. – М. : Недра, 1991. – 240 с.
6. Лисицин В. З. Практикум по фотограмметрії и дистанционному зондированию / В. З. Лисицин. – Х. : ХНАГХ, 2006. – 200 с.
7. Кашкин В. Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин. – М. : Логос, 2001. – 264 с.
8. Цифрова обробка зображень в інформаційних системах/ І. С. Грузман, В. С. Киричук и др. – Новосибирск : НГТУ, 2002. – 352 с.
9. Бондарев В. Н. Цифрова обробка зображень: методи та засоби / В. Н. Бондарев, Г. Трестер, В. С. Чернега. – Севастополь : СевГТУ, 1999. – 398 с.

10. Кузнецов А. В. Методи математичної фізики : навч . посіб. / А. В. Кузнецов. – Ярославль : Ярославський державний університет імені П. Г. Демидова, 2003. – 91 с.
11. Ватолин Д. Методи стиснення даних / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М. : Диалог-Мифи, 2002. – 384 с.
12. ГОСТ 12.0.003-74. «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
13. ГОСТ 12.1.003–76 «Шум. Загальні вимоги безпеки».
14. ГОСТ 12.1.029–80 «Засоби та методи захисту від шуму».
15. СНП П-4-79 "Природне і штучне освітлення. Норми проектування".
16. ДСН 3.3.6 042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
17. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці».
18. НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».
19. ДСанПіН 3.3.2 007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».
20. ДСанПіН 3.3.6 096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів»
21. ІСАЄНКО В. М., КРИВОРОТЬКО В. М., ФРАНЧУК Г. М. Екологія та охорона навколишнього середовища. Дипломне проектування: Навч.посіб.– К.: Книжкове видавництво НАУ,2005. – 192с.

ДОДАТОК

```
all= imread('E:\011.jpg');

M1=round(50*randn(884,1280));
M2=round(50*randn(884,1280));
M3=round(50*randn(884,1280));

for n=1:884
    for k=1:1280
        if abs(M1(n,k))<80
            %M1(n,k)=0;
        end
        if abs(M2(n,k))<80
            %M2(n,k)=0;
        end
        if abs(M3(n,k))<80
            %M3(n,k)=0;
        end
    end
end

all2(:,:,1)=((255*im2double(all(:,:,1))+M1)); %round(50*randn(884,1280));
all2(:,:,2)=((255*im2double(all(:,:,2))+M2)); %round(50*randn(884,1280));
all2(:,:,3)=((255*im2double(all(:,:,3))+M3)); %round(50*randn(884,1280));

%imshow(all)
%figure
%imshow(uint8(all2))

h1=0;
for q1=1:221
    h2=0;
```

```

for q2=1:320
    FR1=all2(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,1);
    FR2=all2(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,2);
    FR3=all2(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,3);

    MF(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,1)=medfilt2(FR1);
    MF(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,2)=medfilt2(FR2);
    MF(1+h1:4+h1,1+h2:4+h2,3)=medfilt2(FR3);
    h2=h2+4;
end
h1=h1+4;
end

std2(im2double(all(:,:,1))-im2double(all2(:,:,1)))
std2(im2double(all(:,:,1))-im2double(MF(:,:,1)))

std2(im2double(all(:,:,2))-im2double(all2(:,:,2)))
std2(im2double(all(:,:,2))-im2double(MF(:,:,2)))

std2(im2double(all(:,:,3))-im2double(all2(:,:,3)))
std2(im2double(all(:,:,3))-im2double(MF(:,:,3)))

imshow(all)
figure
imshow(uint8(all2))
figure
imshow(uint8(MF))

```