

ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА СИГНАЛІВ ТА ЗОБРАЖЕНЬ

С. Г. Антощук, В. М. Крилов, В. О. Давидов

Одеський державний політехнічний університет
м. Одеса, пр. Шевченко 1. Факс (0482)600-83E-mail
Krylov@enf.opu.odessa.ua

Розглянуто гібридні методи лінійно-рангової попередньої обробки сигналів та зображень, що дозволяють зменшити рівень як флюктуаційної, так і імпульсної завад.

ВСТУП

При розробці систем розпізнання та обробки сигналів і зображень, які працюють в масштабі реального часу, основною проблемою, що обмежує область їхнього застосування, є шуми і завади різноманітного походження. Вплив останніх можна зменшити застосуванням лінійної фільтрації (ЛФ) у випадку флюктуаційних шумів або медіанної фільтрації (рангова обробка) за наявності розрізнених імпульсних завад [1, 2].

Визначимо переваги та недоліки цих засобів. ЛФ послідовності відліків дискретного сигналу $\{x_k\}$ можна описати як перетворення вигляду: $y_k = L_k(x_k)$, де $L_k(x)$ — лінійна функція величини x_k , що є зваженою сумою відліків сигналу, які складають заданий окіл даного елемента. Зважування виконується у відповідності зі значеннями імпульсної характеристики (при обробці сигналів) або зі значеннями функції розсіювання точки (при обробці зображень) в залежності від відстані між елементами, що обробляються і що зважуються. ЛФ дозволяє виконувати виділення необхідної для подальшої обробки області спектрів сигналів і зображень, здійснювати різноманітні лінійні операції (диференціювання, інтегрування та інші), проводити оптимальні вінеровську та погоджену обробки. До переваг цієї групи засобів відноситься наявність швидких алгоритмів і розвинених засобів синтезу фільтрів. До недоліків засобів ЛФ відносяться чутливість до імпульсної завади (в одномірному випадку) або до завади типу «яскрава точка» (у двомірному випадку). Поява значних по інтенсивності завад такого типу впливає на результати ЛФ у всьому фрагменті сигналу (зображення), що обробляється.

Рангові алгоритми здійснюють нелінійне перетворення сигналу $y_k = \Phi_k(x_k)$, де $\Phi_k(x_k)$ — функція, вигляд якої визначається деякою заданою підмножиною так званих рангів або рангових

(порядкових) статистик вибірки відліків, які утворені відліком сигналу (зображення), що обробляється, та відліками, які складають його заданий окіл. Найбільш часто на практиці використовується вид рангової обробки — медіанна фільтрація (МФ), яка полягає у знаходженні центрального (медіанного) члена варіаційного ряду та в заміні інтенсивності елемента, що обробляється, цією величиною. Цей вид обробки дозволяє істотно знизити рівень імпульсних завад і завад типу «яскрава точка», однак не виявляє значного впливу на флюктуаційний шум. Крім того, застосування медіанної обробки вносить істотні нелінійні викривлення у сигнал (зображення, що обробляється). Інший вид рангової обробки — «зрізка» — дозволяє знижувати рівень флюктуаційної завади, однак він дієздатний тільки при високих відношеннях сигнал/завада. Апарат рангової обробки не дозволяє регулювати частотні характеристики фільтрів.

Метою даної роботи є створення гібридних методів фільтрації, які суміщають переваги рангових методів і методів лінійної фільтрації.

РАНГОВА ОБРОБКА ЗІ ЗВАЖЕНОЮ КІЛЬКІСТЮ ВІДЛІКІВ

Даний метод враховує кореляційні зв'язки між елементами зображення.

Введемо позначки: S-окіл елемента (x_i, y_i) — задана певним чином в просторовій області множина елементів зображення, що оточує центральний елемент (x_i, y_i) ; N_s - об'єм околу, тобто кількість елементів, що її складають; $V_s(r)$ - варіаційний ряд з елементів S-околу, $r = 0, 1, \dots, N_{s-1}$; $r_s(v)$ — ранг елемента в варіаційному ряді; M-окіл — підмножина S-околу, визначена за деяким правилом.

Запропонований гібридний метод обробки передбачає такі етапи:

- S-околу елемента, що обробляється, створюють M-околу, які розрізняються за відстанню до елемента, що обробляється. Кожному M-околу присвоюється свій цілочисельний ваговий коефіцієнт;

— складається варіаційний ряд з елементів M -околів. У відповідності з вибраним цілочисельним ваговим коефіцієнтом кількість членів варіаційного ряду M -околу збільшується;

— вибирається центральний (медіанний) член варіаційного ряду $V_s(r)$ з рангом $E[r_s(v)/2]+1$.

Тут E — операція цілочисельного ділення. Елемент,

що обробляється, замінюється на вибране медіанне значення $V_s(r)$.

Результати обробки тестового зображення, ушкодженого як заводою типу «яскрава точка», так і флюктуаційною подані на рис. 1.

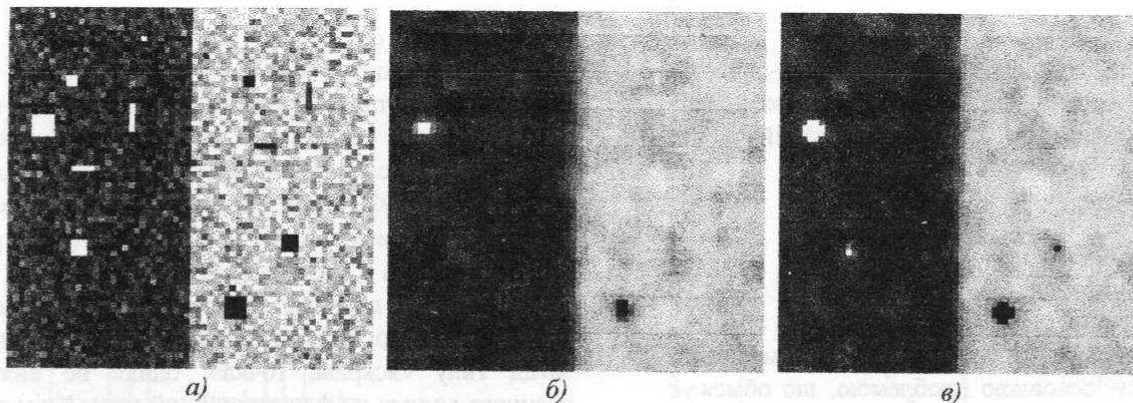


Рис. 1. Приклад обробки зображення ранговими фільтрами: а) вхідне зображення; б) медіанний фільтр; в) медіанний фільтр зі зваженою кількістю відліків.

З рис. 1. видно, що частотні характеристики розробленого гібридного фільтра по відношенню до медіанного змінилися, а рівень нелінійних викривлень малорозмірних об'єктів зменшився. Проведені експерименти показали, що запропонований вид обробки дозволяє зменшувати рівень імпульсних завод та завод типу «яскрава точка», зменшувати рівень флюктуаційних завод, змінювати частотні характеристики розроблених фільтрів шляхом зміни вагових коефіцієнтів. Нелінійні викривлення, які вносяться при такій обробці, у порівнянні з медіанною обробкою зменшуються, тому що результат обробки зміщується у варіаційному ряді до значення інтенсивності елементу, що обробляється. У відсутності флюктуаційної завади різниця між результатами обробки за допомогою розробленого методу і з використанням медіанної фільтрації незначна. До недоліків методу слід віднести деяке зниження швидкодії по відношенню до медіанної фільтрації.

ЛІНІЙНО-РАНГОВА ФІЛЬТРАЦІЯ

Іншим методом попередньої обробки зображень є лінійно-рангова обробка (ЛРФ) з медіанним вибором середнього. В цьому випадку обробка полягає у наступному:

— окіл елементу, що обробляється, зважується у відповідності з імпульсною характеристикою або функцією розсіювання точки фільтра;

— з результатів зважування складається варіаційний ряд $V_s(r)$. Вибирається центральний (медіанний) член варіаційного ряду $V_s(r)$ з рангом $E[r_s(v)/2]+1$. Елемент, що обробляється, замінюється на вибране медіанне значення $V_s(r)$.

Члени варіаційного ряду, що визначаються імпульсною заводою, розміщені на периферії варіаційного ряду і на результати обробки не впливають. Тому запропонований метод дозволяє, на відміну від ЛФ, усунути вплив імпульсної завади на результати обробки.

У відповідності з законом великих чисел у формі Чебишева, середнє в околі елементу, що обробляється, і медіана варіаційного ряду є незміщеними і ефективними оцінками математичного очікування. Тому можна стверджувати, що при необмеженому збільшенні фрагменту, що обробляється, результати ЛРФ і ЛФ збігаються. Такий же збіг спостерігається при флюктуаційному характері завади. Тому частотні характеристики ЛРФ незначно відрізняються від частотних характеристик відповідних ЛФ. Внаслідок цього при реалізації ЛРФ можуть бути використані відомі методи синтезу ЛФ.

Результати обробки тестового зображення (див. рис. 1, а), яке ушкоджено як заводою типу «яскрава точка», так і флюктуаційною заводою, подані на рис. 2.

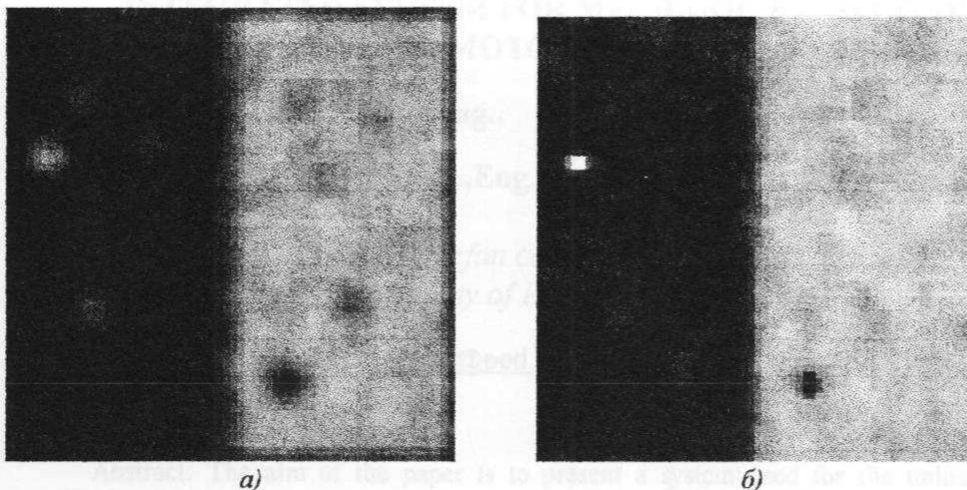


Рис. 2. Приклад обробки зображення лінійними фільтрами: а) лінійний фільтр; б) лінійний фільтр з медіанним вибором середнього.

ПРОСТОРОВЕ АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ

Перспективним методом поліпшення якості зображень при наявності мультиплікативної флюктуаційної завади є просторове автоматичне регулювання підсилення (ПАРП). Система ПАРП працює таким чином: на вхід регулюючого елементу подається сигнал строки зображення. Коефіцієнт підсилення змінюється у відповідності із значенням управляючої дії. Опорне значення інтенсивності визначається за головним максимумом гістограми зображення, тобто за глобальною оцінкою фону. В системі визначається середнє значення інтенсивності в деякій заданій області елементу, що оброблюється, яке відповідає локальній оцінці фону. У відповідності з різницею між локальною та глобальною оцінками фону змінюється коефіцієнт підсилення регулюючого елемента. В наслідок цього фон кожного локального фрагменту наближається до глобальної оцінки фону. Дослідження реальних сигналів показали, що даний метод дозволяє усунути в процесі обробки завади типу «яскраве чорне або біле пляма». Для цього можна використовувати операцію рангової зрізки для усіх об'єктів, яскравість яких виходить за рамки наперед заданого діапазону (яскравість цих об'єктів замінюється глобальною оцінкою фону).

ВИСНОВКИ

Проведені експерименти підтвердили, що запропоновані види обробки дозволяють водночас зменшувати рівень завад типу «яскрава точка» і рівень флюктуаційних завад. До недоліків методів

слід віднести зниження швидкодії по відношенню як до медіанної, так і до лінійної фільтрації.

Розроблені методи рекомендуються для використання у випадку обробки сигналів і зображень, ушкоджених як імпульсною так і флюктуаційною завадами. В цьому випадку традиційну спільну обробку ранговим і лінійним фільтрами доцільно замінити обробкою одним з запропонованих гібридних методів. Швидкодія гібридних методів менша швидкодії лінійної і рангової фільтрації окремо, але значно вища швидкодії спільної рангової і лінійної обробки. Практичне використання алгоритмів попередньої обробки показало, що у разі наявності мультиплікативної флюктуаційної завади, система просторового автоматичного регулювання підсилення є досить ефективною. Рівень нелінійних викривлень при використанні розроблених методів зменшується і з'являється можливість синтезувати гібридні фільтри з заданими частотними характеристиками.

Автори використовували наведені методи під час вирішення ряду практичних задач для розпізнавання об'єктів в умовах високого рівня завад.

Література

1. Прэтг У. Цифровая обработка изображений.—Т. 2 — М. Мир.—1982.
2. Крылов В. Н., Антошук С. Г., Бодалевский А. А. Ранговая обработка двумерных изображений в пространстве оценок и решений //Труды Одес. политехн. ун-та. — Одесса, 1998. - с. 105-108.

