

Длужевський А.О.,
Кременецький Г.М., к.т.н.,
Панфьоров О.В.

ФІЛЬТРАЦІЯ ВХІДНИХ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Національний авіаційний університет

dlandrew@ukr.net
george.kremenetsky@gmail.com
panforov.alex@gmail.com

Процес ідентифікації об'єктів в комп'ютерних системах має на меті створення ідентифікаторів для об'єктів в комп'ютерній системі. При великій кількості шумів неможливо однозначно ідентифікувати об'єкт. Для можливості правильної ідентифікації об'єктів необхідно очистити вхідні дані чи сигнали від завад. Стаття розкриває методику оцінювання результатів фільтрації вхідних даних для визначення методу фільтрації з мінімальним розходженням отриманого та очікуваного результатів

Ключові слова: фільтрація зображень, ідентифікація об'єктів, шум, методи фільтрації, лінійна та нелінійна фільтрації, адаптивна фільтрація

Вступ

На сьогоднішній день в спеціальній науково-технічній літературі розкривається різні підходи для вирішення задач автоматичної ідентифікації зображень. Велика кількість підходів обумовлена обсягами оброблюваних даних для формування бази знань в системах розпізнавання та труднощами у визначенні меж об'єктів, що знаходяться на зображенні. Окремо постають проблеми, що пов'язані з людським фактором, і впливають на якість прийняття рішень під час безперервної роботи. Перспективним способом подолання цих труднощів є автоматизація обробки зображень, що дозволяє істотно скоротити обсяги рутинних і трудомістких робіт по перетворенню використовуваних зображень.

Але для розв'язку цієї задачі необхідно представляти вхідні дані в підготовленому форматі, що знімає навантаження (а відповідно і вимоги до апаратної частини) з системи розпізнавання образів та дозволяє виконувати процеси паралельно.

Процес ідентифікації об'єктів в комп'ютерних системах має на меті створення ідентифікаторів для об'єктів в комп'ютерній системі, з яким пов'язано

ряд проблем, серед яких високий вплив шумів у вхідних даних. Так при великій кількості шумів неможливо однозначно ідентифікувати об'єкти на зображеннях, що унеможливорює процес розпізнавання, який включає в себе як класифікацію об'єкта так і визначення конкретного екземпляру.

Таким чином для можливості коректної ідентифікації об'єктів необхідно проводити попереднє очищення вхідних даних від завад та приведення цих даних до математичного представлення, яке спрощує подальший процес ідентифікації. Для позбавлення зображення від наслідків описаних шумів використовується один з фільтрів і їх використання проводиться на розсуд користувача з точки зору отриманих після обробки зображення результатів. Налаштування автоматичного підбору фільтру передбачає використання експертної системи, яка на основі параметрів зображення зможе підібрати фільтр для кожного кінцевого зображення.

Постановка проблеми

Очищення вхідних даних від завад здійснюється за допомогою різноманітних фільтрів. В залежності від типу завад одні види фільтрів можуть бути дещо ефективніші за інших.

На практиці для приглушення шумів використовується такі методи фільтрації як лінійна та нелінійна (медіанна) фільтрації, а також використовуються адаптивні фільтри. Метод фільтрації обирається в залежності від характеру завади в сигналі. Використання алгоритмів для знаходження оптимального методу фільтрації в залежності від типу завад у вхідних даних дозволить знизити кількість проблем, пов'язаних з процесом ідентифікації. Для підбору оптимального методу фільтрації система повинна вміти кількісно оцінити оптимальність методів фільтрації. Тому мета дослідження полягає в отриманні методики оцінювання результатів фільтрації вхідних даних для визначення методу фільтрації з мінімальним розходженням отриманого та очікуваного результатів.

Для створення алгоритму підбору методів фільтрації доцільно розглянути кожен алгоритм окремо. І на основі проведеного аналізу створити метод визначення найбільш адекватного способу фільтрації для кожного вихідного зображення.

Лінійна фільтрація

При використанні лінійної фільтрації відклик маски задається сумою добутків пікселів в області покриття фільтру. В якості лінійного згладжуючого фільтру використовується усереднюючий фільтр з вихідним значенням якого є середнє значення по межах маски фільтру. Подібний фільтр використовується для задач видалення зернистості зображення, що була викликана імпульсним шумом [3,5]. Формула відгуку усереднюючого фільтру, призначеного для фільтрації зображення f з розмірами [1]:

$$g(x, y) = \sum_{s=\frac{m-1}{2}}^{\frac{m-1}{2}} \sum_{t=\frac{n-1}{2}}^{\frac{n-1}{2}} w(s, t) f(x + s, y + t)$$

де $w(s, t)$ – елемент ядра згортки зображення розміром $m \times n$; s, t – координати ядра згортки по вісям абсцис та ординат.

$x = 0, 1, 2, \dots, M - 1, y = 0, 1, 2, \dots, N - 1$ – координати початкового зображення f .

В зручному для програмного представлення формі подібний фільтр можна представити в вигляді:

$$G_{i,j} = \sum_{s=\frac{m-1}{2}}^{\frac{m-1}{2}} \sum_{t=\frac{n-1}{2}}^{\frac{n-1}{2}} W_{s,t} \cdot E_{(i+s),(j+t)}$$

де $G_{i,j}$ – елемент матриці зображення після фільтрації;

$W_{s,t}$ – елемент масиву ядра згортки, розмірністю $m \times n$;

$E_{i,j}$ – елемент матриці початкового зображення.

Нелінійна фільтрація

При медіанній фільтрації значення пікселів представляють собою усереднене значення точок певної околиці. Часто при вирішенні задач усунення шуму медіанний фільтр є більш ефективним, ніж звичайне усереднення, так як призводить до менших спотворень кордонів виділених об'єктів. В якості маски при медіанній фільтрації використовується двовимірне вікно з центральною симетрією, при цьому його центр розташовується в поточній точці фільтрації [2,6]. Формулу двовимірного медіанного фільтра визначає вираз

$$G_{i,j} = \text{med}\{E_{i+s,j+t}; (s, t) \in W\}; i, j \in Z^2,$$

де $G_{i,j}$ – елемент матриці зображення після фільтрації; $W_{s,t}$ – елемент масиву апертури зображення, розмірністю $m \times n$;

$E_{i,j}$ – елемент матриці початкового зображення

Адаптивна фільтрація

В основі адаптивної фільтрації покладено фільтр Вейнера, який є одним з типів лінійного фільтра для адаптивної локальної обробки зображень. Якщо значення середньоквадратичного відхилення інтенсивності пікселів в даній локальній області велике, то фільтр Вейнера виконує згладжування і, навпаки, при меншому відхиленні область згладжування більше. Цей підхід часто буває більш ефективним, ніж звичайна лінійна фільтрація [2,7].

Перевага адаптивного фільтра полягає в тому, що він зберігає краї та інші високочастотні частини об'єктів зображення. Фільтр Вейнера вимагає більшого часу для обчислень, ніж лінійний фільтр [4]. Серед-

не значення яскравості обчислюється для центрального пікселя маски, що містить значення яскравості вихідного зображення в покритій маскою локальній області

$$\bar{w} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n W_{i,j}.$$

Дисперсія маски обчислюється як:

$$d^2 = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (W_{i,j} - \bar{w})^2$$

В даному алгоритмі для кожного нового положення вікна маски заново вираховуються відповідні значення. Згладжування шуму оцінюється через середнє квадратичне відхилення.

Оцінка якості фільтрації зображення

Для оцінки якості фільтрації зображення пропонується використовувати метод, що потребує наявності трьох зображень: E – початкове зображення, Y – зображення з шумами, H – зображення, що було отримано після накладення фільтру на зображення Y .

Першим кроком є накладання фільтрів на зашумлене зображення Y для отримання відфільтрованих зображень $H_1 - H_n$, де n – порядковий номер зображення, до якого був застосований один з вище згаданих алгоритмів фільтрації.

Після фільтрації зашумленого зображення Y ми отримаємо зображення набли-

жене до E (початкового зображення). Відповідно, чим нижча різниця між початковим та відфільтрованим зображенням – тим менше рівень шуму на зображенні. Для оцінки різниці в зображеннях варто отримати результуючу матрицю. Отримання результуючої матриці зображення розмірністю $m \times n$:

$$R_{i,j} = |E_{i,j} - H_{i,j}|$$

де $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$; R – результуюча матриця, отримана при відніманні від початкового зображення відфільтрованого.

Після чого, усереднивши значення матриці отримується числовий показник r :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n R_{i,j}}{(m \cdot n)}$$

В ідеальному випадку він повинен бути наближений до 0. Значення r_y обчислюється майже так як і значення r тільки для отримання результуючої матриці R використовується наступна формула:

$$R_{i,j} = |E_{i,j} - Y_{i,j}|$$

Чим більшою є різниця Δr :

$$\Delta r = r_y - r$$

та чим більше r є наближеним до 0. Тим менша різниця між початковим зображенням та відфільтрованим (рис. 1).

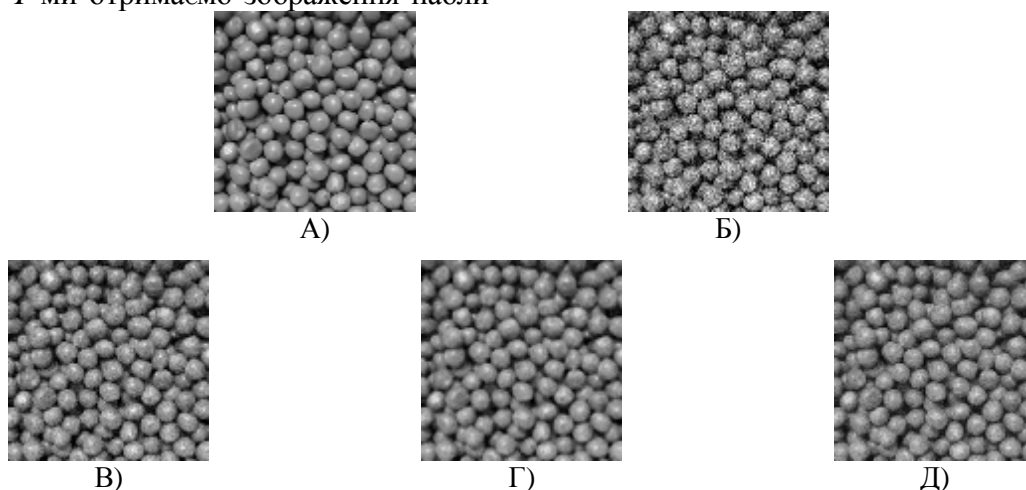


Рис. 1. Представлення оригінального, зашумленого та відфільтрованого зображень: а) початкове зображення, б) зашумлене зображення, в) зображення після лінійної фільтрації, г) зображення після нелінійної (медіанної) фільтрації, д) зображення після адаптивної фільтрації

На рисунках показано різницю між початковим зображенням (рис. 1,а), зображенням з накладанням шумів (рис. 1,б) та лінійним (рис. 1,в), медіанним (рис. 1,г) та адаптивним (рис. 1д) алгоритмами фільтрації. Також наведено результати підрахунку середнього відхилення по зображенням.

В межах експерименту було проведено більше 100 оцінок фільтрів зашумлених зображень і порівняння отриманої оцінки з думкою експерта, яка була заснована на візуальному аналізі результатів роботи фільтра. Результати дослідження показали, що без фільтрації середня оцінка відхилення дорівнює – 3245, з лінійною – 2846, з нелінійною – 2315, з адаптивною – 1782.

Оцінка за приведеним кількісним показником показала 89,54% відповідності до думки експерта.

Висновок

В статті було запропоновано метод який дозволяє обрати найбільш адекватний спосіб фільтрації вихідного зображення на основі аналізу наявних шумів.

В ході дослідження було проведено ряд експериментів в результаті яких було доведено, що даний метод дозволяє оцінити ефективність застосування конкретного методу фільтрації.

Запропонований метод може бути використаний в комп'ютерних системах, де необхідно вирішити задачу оцінки ефективності використання фільтра, опираючись на певний очікуваний результат. Прикладами таких комп'ютерних систем є системи відеонагляду, системи розпізнавання номерів та системи доповненої реальності.

Оскільки запропонований метод оцінки вимагає наявності оригінального незашумленого зображення для оцінки ефективності використаного методу фільтрації, що є незручним при використанні на реальних системах, тому подальше дослідження передбачає використання оцінки якості фільтрації зображення в автома-

тичних системах підбору фільтрів для довільних вхідних даних.

Список літератури

1. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072с.
2. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учеб. пособие. – Новосибирск.: Изд-во НГТУ, 2003. – 352 с.
3. Сато Ю. Обработка сигналов. Первое знакомство. 2-е издание. – М.: Додэка XXI, 2009. – 176 с.
4. Оппенгейм А. Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. 2-е издание. – М.: Техносфера, 2007. – 856 с.
5. Лайонс Ричард. Цифровая обработка сигналов: 2 изд. – М.: ООО Бинном-Пресс, 2006. – 656 с.
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2007. – 752 с.
7. Стругайло В.В. Обзор методов фильтрации и сегментации цифровых изображений. – Наука и образование.: Питер, 2012. – 270с.
8. Артамонов С.Б., Масловський Б.Г. Вирішення проблеми використання якісної класифікації параметрів в інтелектуальних системах. // Електроніка і зв'язок: наук.-техн. збірник, тематичний випуск "Проблеми електроніки", 2007 – Ч.3. – С. 77-79.

Статтю подано до редакції 27.02.2016