

УДК 004.932

А.В. ПОПЛАВСЬКИЙ., О.А. ПОПЛАВСЬКИЙ, А.А. ПОПЛАВСЬКА

МЕТОД АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПОРОГУ ГРАДІЄНТНОГО ФІЛЬТРУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЦЕНТРУ ОПТИЧНО РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ТОЧНІСТЮ

*Вінницький національний технічний університет,
21021, Хмельницьке шосе, 95, м.Вінниця, Україна*

Анотація. В даній статті розроблено метод для автоматичного визначення порогу градієнтного фільтра, як один із можливих алгоритмів розв'язання задач при визначенні центру оптично рухомих об'єктів з підвищеною точністю.

Анотация. В данной статье разработан метод для автоматического определения порога градиентного фильтра, как один из возможных алгоритмов решения задач при определении центра оптически подвижных объектов с повышенной точностью.

Abstract. In this paper, the method for automatically determining the threshold gradient filter, as one of the possible algorithms for solving problems in determining the optical center of moving objects with high accuracy.

Ключові слова: порогове значення, центр мас, контур, поріг градієнтного фільтра, динамічні зображення.

ВСТУП

Вибір порогового значення різного роду фільтрів є одним з найважливіших задач при проектуванні систем обробки зображень і систем штучного інтелекту. Найчастіше характеристики всієї системи в цілому залежать від точності і швидкості вибору потрібного порогового значення. На сьогоднішній день це завдання є надзвичайно актуальним, оскільки сучасні системи прагнуть до обробки величезних обсягів інформації в реальному масштабі часу, при цьому зберігаючи високу точність. Нездатність класичних методів для ефективного визначення порогу пов'язана з різноманітністю видів зображень і часто їх слабкою контрастністю, а вибір порогового значення оператором значно зменшує швидкість, точність, стабільність і незалежність системи [1].

Запропонований у статті метод ґрунтується на використанні інформації наданої градієнтними методами для визначення оптимального порогу з метою підвищення точності прогнозування поведінки об'єктів динамічних зображень. Хоча даний підхід дозволяє визначати й інші порогові величини залежно від поставленого завдання.

Сучасні космічні експедиції вже почали використовувати для передачі інформації на Землю лазер замість радіохвиль. Незважаючи на те, що запропоновані сьогодні для зв'язку з космічними апаратами радіохвилі надвисокої частоти дозволяють передавати сотні мегабіт інформації в секунду, лазер використовує спектр ще більш високих частот, що дозволяє щомиті передавати вже гігабайти інформації. Також слід зазначити, що в той час як діапазон радіохвиль забитий досить щільно і ретельно розписаний між різними службами, діапазон оптичних хвиль поки ще практично вільний і не регулюється, що дозволить уникнути проблем, пов'язаних з нестачею вільних каналів зв'язку [2].

Лазери, встановлені на супутниках, можуть без проблем забезпечувати передачу інформації в космосі, між космічними апаратами, але передача з їх же допомогою інформації на Землю задача не з простих. Це пов'язано з тим, що для передачі інформації системи використовують зміну частоти лазерного променя. Такий тип модуляції сигналу захищений від впливу сонячного випромінювання, проте нестійкий до "хвилювань" земної атмосфери. Тому так само використовується інший принцип лазерної передачі даних. Замість зміни частоти лазерного променя використовується її амплітуда. Модульований таким чином лазерний сигнал менш "схильний" до впливу атмосферних перешкод.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА РОБОТА АЛГОРИТМА

Головним завданням є дуже точне направлення лазерного променя прямо на антену наземної

станції з відстані 230 000 - 300 000 миль, причому - в процесі руху космічного передавача. Мінімальна помилка у фокусуванні променя однозначно означає збій у передачі або взагалі повну втрату зв'язку.

У зв'язку з цим визначення центру мас об'єкта є дуже важливим завданням при обробці зображень такого роду. Даний параметр зручно використовувати як точку прив'язки. Головною проблемою при обробці цих зображень, є вибір порогового параметра, щодо якого і буде обчислюватися центр мас об'єкта [3].

Часто не зрозуміло, яку саме частину зображення слід використовувати для отримання більш точного результату A , $A + B$ або щось середнє між ними (рис. 1.б):

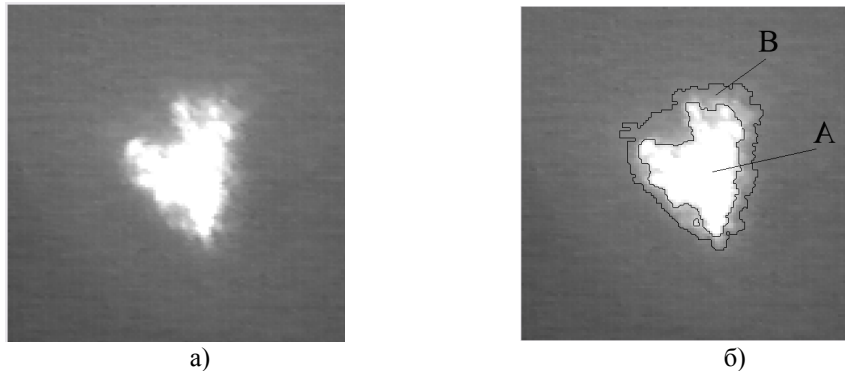


Рис.1. Кадр динамічного зображення лазерного променя: а - вихідне зображення, б - зображення, розділене умовними межами

Уявімо зображення у вигляді об'ємної гістограми, де висота кожного стовпчика дорівнює його яскравості (рис.2):

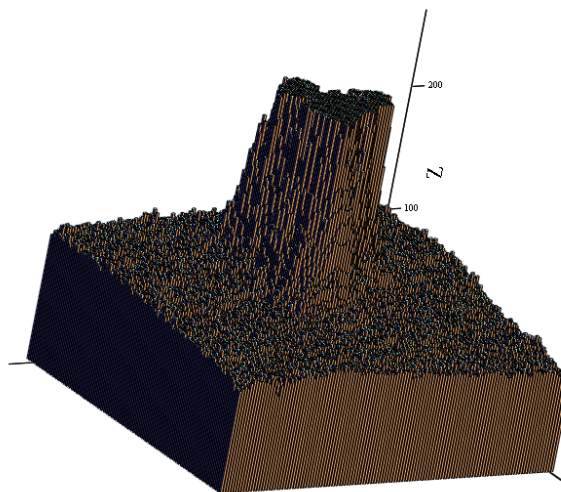


Рис.2. 3D-зображення лазерної плями

Даний метод пропонує використання контуру, отриманого за допомогою накладення на зображення, що містить цікавий для нас об'єкт, градієнтної маски. Для цієї мети використовується один з найбільш ефективних градієнтних методів - метод SUSAN. Головними перевагами методу SUSAN є його простота, точність, швидкість обчислення і хороша локалізація об'єктів [4]. Використовуючи ковзаюче кругле вікно (маску) зі стандартним граничним значенням отримаємо реакцію детектора на межі у вигляді рис. 3.а) і 3.б):

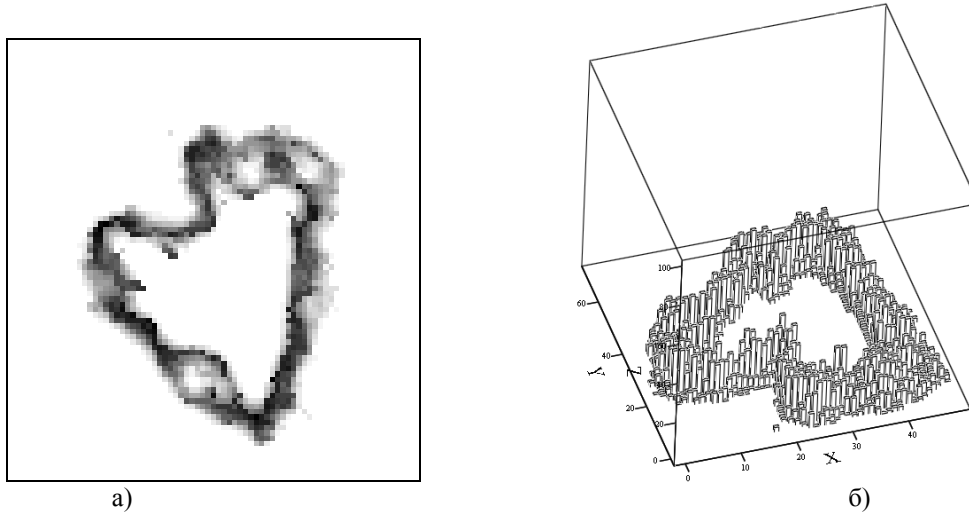


Рис.3. Результати роботи детектора кордонів: а - 2D-зображення, б - 3D-зображення.

Амплітуда на рис. 3, б показує реакцію детектора на кордон. Далі визначається попередній центр мас нашого об'єкта. Для цього використовується зовнішня межа отриманого за допомогою вищеприказаного детектора зображення. Тоді:

$$x_c = \frac{\sum P_i x_i}{P}; \quad y_c = \frac{\sum P_i y_i}{P} \quad (1)$$

де P_i – вага кожної точки тіла, а $P = \sum P_i$ – вага всього тіла.

У динамічних зображеннях при високій частоті відновлення, зміни положення центра ваги, навіть при швидкому русі, відбувається плавно [5]. Використовуючи цю особливість, визначаються центри об'єкта навчальної вибірки при різних порогових значеннях. Кількість елементів (кадрів) навчальної вибірки вибирається залежно від типу динамічного об'єкта, поставленого завдання і початкових умов [6].

Алгоритм працює наступним чином. Задається кількість елементів навчальної вибірки Q , величина якого при нормальних умовах незначно впливає на результат роботи алгоритму. Дана кількість відповідає кількості числових значень параметра, згідно з яким і визначається оптимальне значення порога. Після цього встановлюється діапазон значень порога, в якому може знаходитися оптимальне значення:

$$T \in [L_{min}; L_{max}] \quad (2)$$

де L_{min} , L_{max} – верхня і нижня межі відповідно.

Цей діапазон залежить від виду динамічного зображення і прямо впливає на продуктивність алгоритму спочатку роботи, при обробці навчальної вибірки.

Згідно формул обчислюється необхідний параметр / параметри $S^{(k)}$ при значеннях $T(i)$ в діапазоні $[L_{min}; L_{max}]$. Причому, чим більше коефіцієнт k і відповідно кількість параметрів зображення, які враховуються при обробці зображення, тим точніше результат роботи алгоритму.

У нашому випадку, за формулами (1) обчислюються центри лазерної плями при значеннях порога $T(i)$ для кожного зображення траси. За отриманими даними будуються графіки зміни шуканого параметра в навчальній вибірці для всіх порогових значень, які використовувалися [5]. Для кожного графіка розраховується параметр вибору порогу за формулою:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^Q |S_i^{(k)} - S_{i+1}^{(k)}|}{Q} \quad (3)$$

Після чого вибирається то граничне значення, при якому коефіцієнт δ мінімальний:

$$T_{opt} = f(\min\{\delta_i\}) \mid i \in [1; Q] \quad (4)$$

ВИСНОВКИ

Для програмного моделювання методу використовується інтегроване середовище розробки програмного забезпечення Delphi Code Gear RAD Studio, створена корпорацією Borland, так як воно пропонує найбільш широкі можливості для створення програмних продуктів для більшості платформ.

Основними перевагами при виборі середовища програмного моделювання даного алгоритму стали:

- простота і відносна легкість розробки;
- висока продуктивність розроблених продуктів;
- потужна підсистема роботи з базами даних;
- можливість використання блоків програмного коду, написаного на мовах низького рівня.

Після завантаження програми і встановлення проміжку у якому знаходиться поріг, програма обчислює значення параметрів, що нас цікавлять, при різних порогових значеннях з наперед визначеним кроком і заносить їх у таблицю (див. табл.1). Слід зазначити, що програма здатна сама визначити максимальний діапазон порогових значень.

Таблиця 1.

Залежність координат центру лазерного променя від порогового значення

Назва	Img10.bmp			Img11.bmp			Img20.bmp	
	X	Y	S_1^2	X	Y	S_2^2	X	Y
L_{min}	64,74631	61,65841		65,14652	59,38408	2,674544	65,87738	59,15695
L_{min+1}	65,72716	60,35595		65,81339	59,41501	1,027171	66,53706	58,38958
...
8	68,62974	59,35466		68,28037	60,254	1,248709	68,56711	58,90714
9	66,52863	60,62922		68,61746	59,98351	2,734542	68,7265	59,2503
...
L_{max-1}	50,02516	63,04822		74,51316	74,4386	35,87838	63,46154	76,29864
L_{max}	47,47287	61,1292		75,41327	73,53061	40,34181	67,48765	79,51852

Після обробки всіх зображень навчальної вибірки і формування таблиці програма за описаним вище методом визначає оптимальне значення порогу для даного виду динамічної системи і передає це значення експертній системі для подальшої обробки. Запропонований метод рекомендується використовувати експертною системою для підтримки значення порогу на оптимальному рівні в разі динамічних факторів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кожем'яко В.П., Кутаєв Ю.Ф., Свечніков С.В., Тимченко Л.І., Яровий А.А. Паралельно-ієрархічне перетворення як системна модель оптико-електричних засобів штучного інтелекту. Монографія. – Вінниця: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2003. – 324 с.
2. Кожем'яко В.П. Тимченко Л.І. Поплавський О.А. Analysis of the methodological approaches in connection with the problem solving of extrapolation of object trajectory // SPIE, Volume 5175. – 2003. – С. 222-236.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, т.1,2. 1982.
4. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1984. – 207 с.
5. Павлидис Т.. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. М.: Радио и связь, 1986.
6. Гупал А.М., Сергиенко И.В. Оптимальные процедуры распознавания// Кибернетика и системный анализ. – 2003. – №1. С.21 – 29.

Надійшла до редакції 10.11.2013р.

ПОПЛАВСЬКИЙ АНАТОЛІЙ ВАЦЛАВОВИЧ – к.т.н., доцент кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

ПОПЛАВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ – к.т.н., старший викладач кафедри телекомунікаційних технологій та автоматики, Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ, Україна.

ПОПЛАВСЬКА АННА АНАТОЛІЇВНА – студентка 5 курсу магістратури кафедри лазерної та оптоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.