УДК 629.7.051.83

DOI: http://dx.doi.org/10.20535/2219-380413201569874

Котвицький Р. С. [1], *студент*, **Сарибога Г. В.** [2], *ст. викладач*, **Збруцький О. В.** [3], *д.т.н., професор*

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ОПТИЧНОЮ ВІССЮ КАМЕРИ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗА КОЛЬОРОМ

En Machine vision systems are used for the treatment and recognition of different images obtained from a camera. A vision system is a means of tracking, monitoring and automatic decision-making in certain situations.

This work is dedicated to the development of a new system of automatic control pilotless vehicle using a machine vision system, namely its landing offline on a special sign / symbol, posted on the ground.

The practical application of such systems: pilotless vehicle specified by coordinates reaches the final destination, using the camera (machine vision system) finds an appropriate symbol in place of the final position, recognizes it and goes to land; everything goes offline.

Object detection and segmentation is the most important and challenging fundamental task of a computer (machine) vision. It is a critical part in many applications such as image search, scene understanding, etc. However, it is still an open problem due to the variety and complexity of object classes and backgrounds.

The optimal way to detect and segment an object from an image is the color-based method. The object and the background should have a significant color difference in order to successfully segment objects using color based methods. This work for object detection based on color with using software Python 3, OpenCV 3, Web Camera, and microcontroller Raspberry Pi 2.

On the microcontroller Raspberry Pi 2, we run a web server written in Python that provides a web interface, and which listens for commands over the WebSockets protocol. When it gets commands, it sends them onto the Mini Driver via serial USB. This is a custom Raspberry Pi camera program we've written that streams JPEG images over the network. It can also stream reduced size images (160×120) for computer vision.

The efficiency of the system is confirmed by tests on the laboratory bench.

Ru Разработка системы технического зрения с целью автоматического управления оптической осью камеры с использованием метода идентификации объектов по цвету. Приведены алгоритмы обработки изображения. Разработана общая архитектура ПО для реализации системы, а также описаны объект автоматизации и типичная задача для технического зрения.

[1] *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», факультет авіаційних і космічних систем*
[2] *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра приладів та систем керування літальними апаратами*
[3] *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», факультет авіаційних і космічних систем*

Вступ

Системи технічного зору (СТЗ) застосовуються для обробки і розпізнавання зображень, отриманих з теле-фотоапаратури, та є засобом спостереження і джерелом для автоматичного прийняття рішень в режимі реального часу [1,2]. При цьому канал зорового сприйняття є одним з найбільш важливих джерел інформації як у автоматичних, так і автоматизованих (людино-машинних) системах управління. Тому актуальними є задачі створення систем технічного зору. Вони вирішуються різними методами: ідентифікацією об’єктів, яка полягає у тому, щоб вирізнити певний конкретний об’єкт серед йому подібних [3], віднесенням об’єкта до того чи іншого класу, кластерним аналізом, який полягає в розділенні заданого набору об’єктів на класи – групи схожих між собою об’єктів за певним критерієм [3].

Вибір та ефективність використання методу значним чином залежить від конкретних випадків.

Постановка задачі

Мета статті – розробити алгоритм роботи СТЗ на основі ідентифікації об’єкту за його кольором (при умові, що камера є багатокольоровою) [2] та показати ефективність його роботи в системі автоматичного керування положенням камери, оптична вісь якої повинна бути спрямована на рухомий об’єкт.

Розробка алгоритму СТЗ

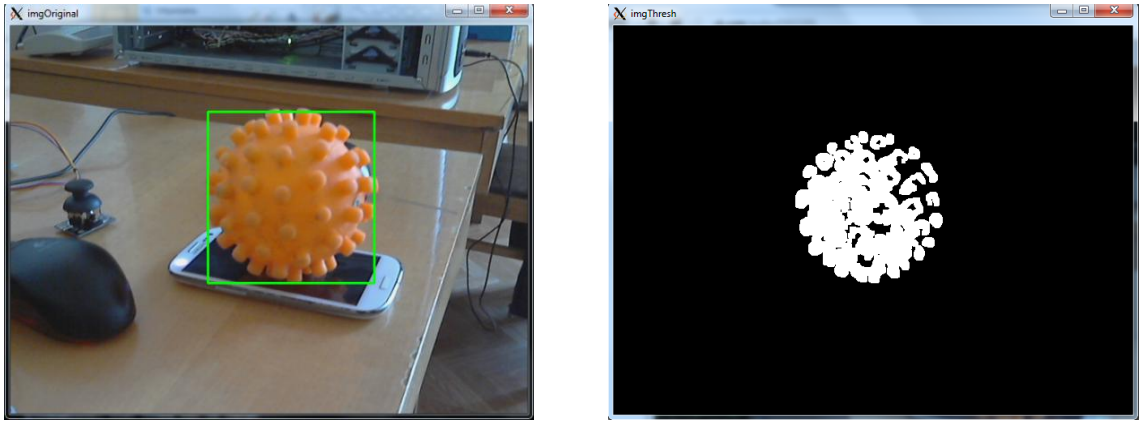
Задача вирішується за допомогою програмного середовища *OpenCV* - бібліотеки комп'ютерного зору з відкритим вихідним кодом, що надає набір типів даних і чисельних алгоритмів для обробки зображень алгоритмами комп'ютерного зору, та мови програмування *Python* [4].

Розв’язання задачі розбивається на декілька етапів: виділення пікселів, відповідних заданому об’єкту; виділення контурами знайдені об'єкти; знаходження контуру об’єкту; побудова прямокутника, в який потрапляють всі точки контуру об’єкту.

Для виділення та пошуку об'єктів за кольором використаємо колірну модель *HSV*, що описує колірний простір, заснований на трьох характеристиках кольору: колірному тоні (*Hue*), насиченості (*Saturation*) і яскравості (*Brightness, Value*). Даний простір кольору є нелінійним. Простір *HSV* (*HSI*) можна вважати ідеальним засобом для побудови алгоритмів обробки зображень, оскільки в його основі лежить природний опис кольору [1].

Кольоровий тон для моделі HSV отримуємо із простору RGB.

На рис. 1 зображено об`єкт (а) та результат розпізнавання об`єкту (б) за помаранчевим кольором.



а) б)

Рис. 1. Розпізнавання об'єкту за помаранчевім кольором: а) об`єкт б) результат розпізнавання об`єкту

Після ідентифікації об'єкта знайдемо координати його геометричного центра (x; y) відносно оптичної осі камери в системі координат розширення камери. Знаючи початкову точку(a; b) зеленого прямокутника, його висоту (h) й ширину (w), знаходимо

$$x = a + \frac{h}{2}, \qquad y = b + \frac{w}{2}. \tag{1}$$

Маючи координати об’єкта, двигуни здійснюють повороти камери за командами системи автоматичного керування, алгоритм роботи якої використовує визначені (1) значення відхилення координат центра об’єкта від центра камери (оптичної осі) (рис. 2).

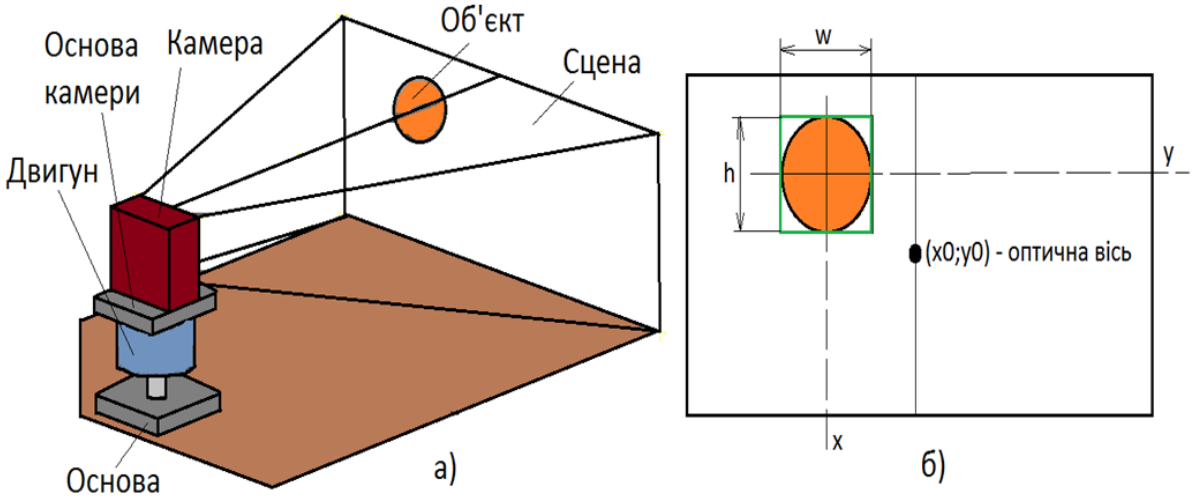


Рис. 2. а) система технічного зору; б) зображення кадру камери

При втраті об’єкта із поля зору камера здійснює сканування – кутові переміщення в певному заданому діапазоні для знаходження об’єкта. При цьому в пам’ять програми записується останнє положення координат центра об’єкта: якщо воно зліва – початок пошуку в лівій стороні, якщо справа – спочатку в правій стороні діапазону.

Для практичної реалізації алгоритму створений стенд (рис. 3), який містить мікроконтролер *Raspberry Pi* 2*B*; мікроконтролер *Arduin*o *Mega*; крокові двигуни 28*byl*-48 з драйвером *ULN*2003; веб-камеру *Logitech*; *openCV*, *Python*.

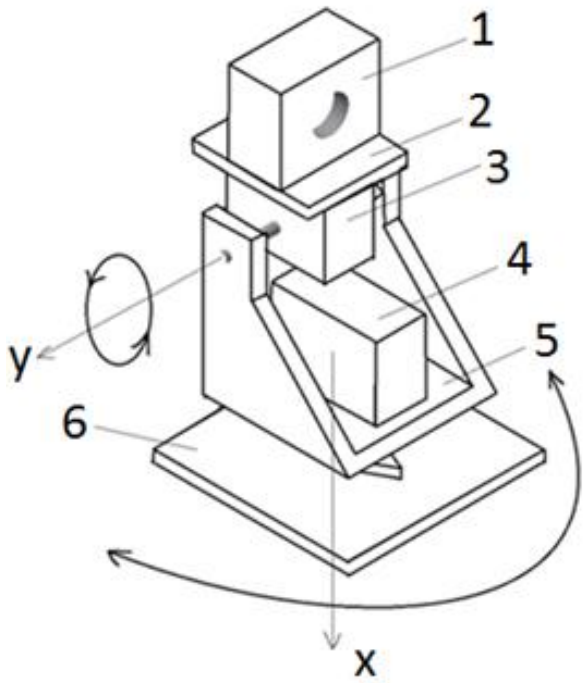


Рис. 3. Лабораторний стенд: 1 - камера, 2 – основа для камери, 3 – двигун керування по тангажу, 4 – двигун керування по рисканню, 5 – обертальна основа системи, 6 – основа

Два крокових двигуни здійснюють повороти стенду по двох осях.

Процес роботи системи керування положенням оптичної осі показаний на рис. 4.

Наведені на рис. 4 графіки показують задовільну по точності якість роботи системи автоматичного керування.

Висновки

Використання методу ідентифікації об’єктів за кольором може бути ефективним для побудови СТЗ системи автоматичного керування положенням оптичної осі, що стежить за рухомим об’єктом. СТЗ

реалізована на основі ідентифікації спеціального кольору, через який відбувається знаходження об'єкта та визначення координат його центра. Ефективність алгоритму показана на лабораторному стенді в режимі реального часу.

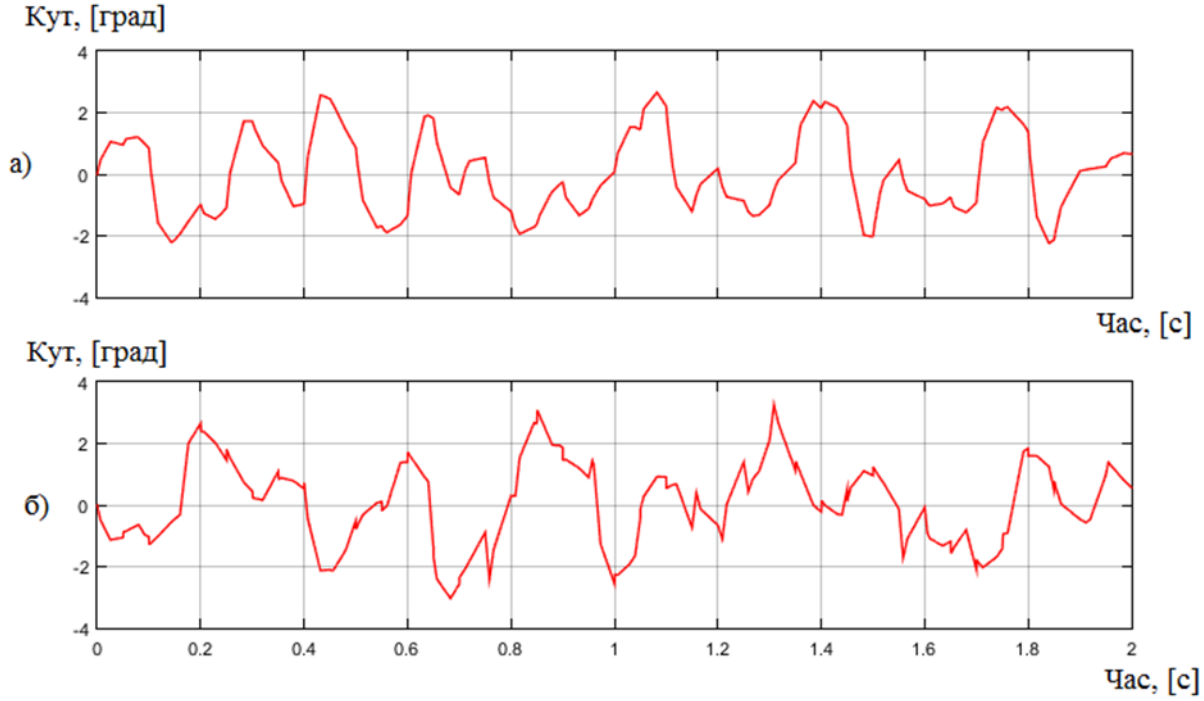


Рис. 4. Графік зміни положення оптичної осі камери по відношенню до центра об'єкта по горизонтальній (а) та вертикальній (б) осях

Список використаної літератури

1. *Гонсалес Р.*, Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. *Хорн Б. К.* Зрение роботов. – М.: Мир. – 1989. – 400 с.
3. Розпізнавання образів та аналізування зображень [Електронний ресурс] /Студопедія.Орг - 2014-2016 // Дата опублікування: 11.12.2014 — Режим доступу: http://studopedia.org/6-105312.html
4. *Шапиро Л.*, Стокман Дж. Компьютерное зрение / Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2006. – 752 с.
5. Дзюба В. Г., Варфоломєєв А. Ю. Системи технічного зору / Навчальне видання. – К.: НТУУ «КПІ», 2011 р. – 148 с.
6. *Hoffmann G.* CIE Color Space. Режим доступу: http://www.fho-emden.de/~hoffmann/ciexyz29082000.pdf. – перевірено 05.09.2011.