

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет радіоелектроніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

«Метод спостереження за рухомими об'єктами на основі обробки сенсорної інформації»

Виконав: студент групи СПм-22-5

Мезін Даниїл Олександрович

Керівник: проф.

Кучук Ніна Георгіївна

Харків 2024

1

Метою роботи є розробка методу, що забезпечує вирішення у реальному часі завдання одночасного спостереження за великою кількістю рухомих об'єктів.

Завдання дослідження:

- 1 Аналіз сучасних підходів до розв'язання задачі стеження за рухомими об'єктами.
2. Розробити метод спостереження за рухомими об'єктами.
3. Провести імітаційне моделювання в системі Matlab.
4. Проведення оцінки ефективності розробленого методу.

3

Актуальність

Бурхливий розвиток технологій штучного інтелекту в останні роки істотно підвищив якість автоматичного розпізнавання образів, дозволивши сегментувати складні сцени і виділяти об'єкти, що цікавлять, як у відеопотоці, так і в даних інших сенсорів, наприклад, скануючих лазерних далекомірів. Це зокрема дозволило створити системи локальної навігації, які здатні працювати без використання супутникових систем, забезпечити ідентифікацію персоналу методом розпізнавання осіб, розробити системи автоматичного виявлення позаштатних ситуацій на виробничих об'єктах тощо.

2

Структурна схема

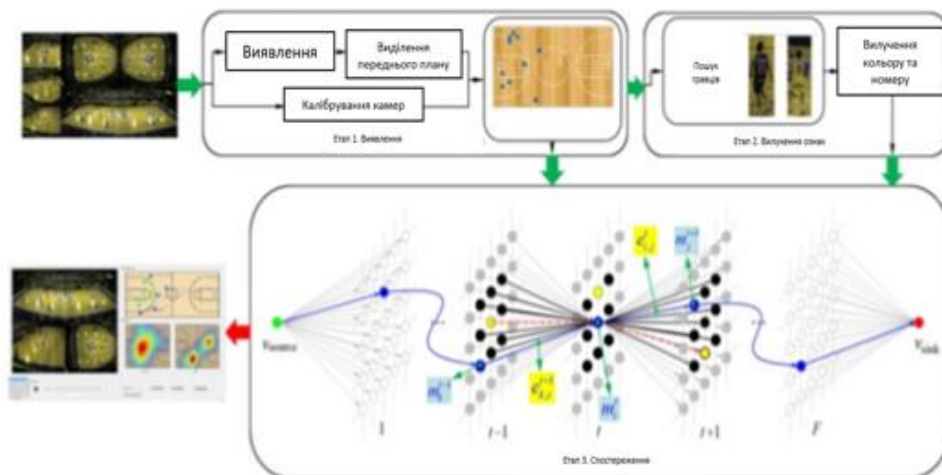


Рис.1 - Гібридний метод сегментації та стеження за рухомими об'єктами

4

Метод спостереження за рухомими об'єктами



Рис. 2 - Комплексний метод спостереження за рухомими об'єктами

5

Зіставлення вихідних даних і блоків, що входять до структури методу

Блоки у структурі методу	Результат
Алгоритм оцінки параметрів руху	Первинна матриця відповідностей
Алгоритм комплексування інформації	Спостерігаються образи
Перетворення до загальних одиниць виміру	Ознаки об'єктів
Відновлення координат у просторі	Координати об'єктів у глобальній СК
Фільтр Калмана для глобальної СК (корекція)	Вектори стану об'єктів у СК сенсора з урахуванням корекції
Фільтр Калмана для глобальної СК (прогноз)	Прогнозовані вектори стану об'єктів у глобальній СК
Фільтр Калмана для СК сенсора (корекція)	Вектори стану об'єктів у СК сенсора з урахуванням корекції
Фільтр Калмана для СК сенсора (прогноз)	Прогнозовані вектори стану об'єктів у СК сенсора
Проектування координат	Проектовані прогнозовані координати

6

Імітаційне моделювання

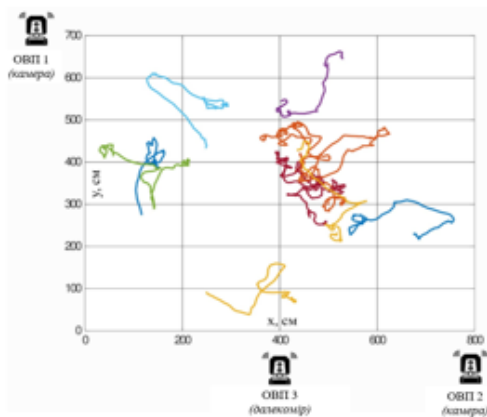


Рис.3 - Схема розташування сенсорів та траєкторії руху об'єктів на площині

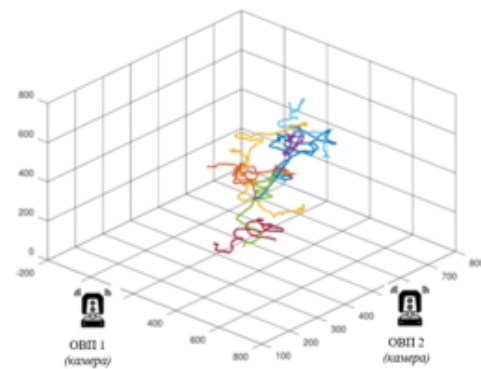


Рис.4 - Схема розташування сенсорів та траєкторії руху об'єктів у тривимірному просторі під час другого експерименту

Результати моделювання

Траєкторії переміщення об'єктів	2D		3D	
	Дві камери	Дві камери та далекомір	Дві камери	
Кількість об'єктів		10	10	100
Середнє значення помилки локалізації, см	1.7	1.3	0.98	1
Середньоквадратичне відхилення помилки локалізації, см	10.	9.83	1.10	1.12
Максимальне абсолютне значення помилки локалізації, см	10.5	9.8	7.3	4.98
Відносна помилка локалізації, %	1.5	1.4	1.04	0.7
MOTA, %	82	86	90	85

Еталонні траєкторії для всіх об'єктів у просторі на площині XY

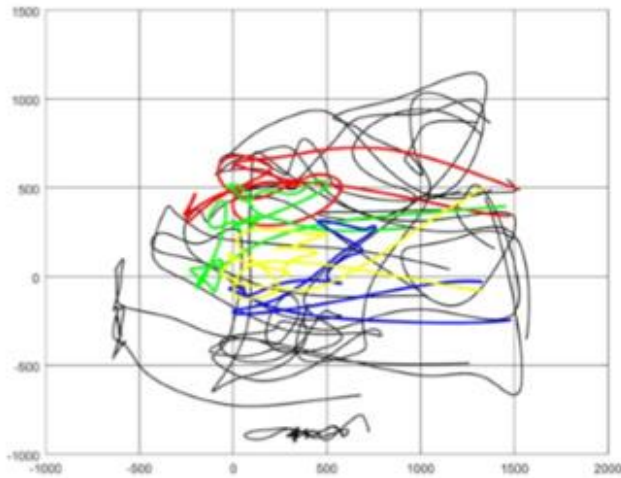


Рис.5 - Еталонні траєкторії для всіх об'єктів у просторі на площині XY



Рис.6 - Приклади кадрів з камер

9

Еталонні траєкторії цілей за сегментованими даними

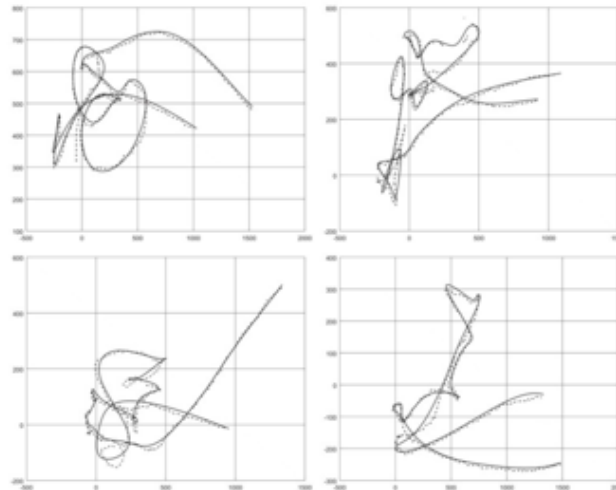


Рис. 7 – Еталонні траєкторії цілей

10

Схема розташування камер та елементів траси

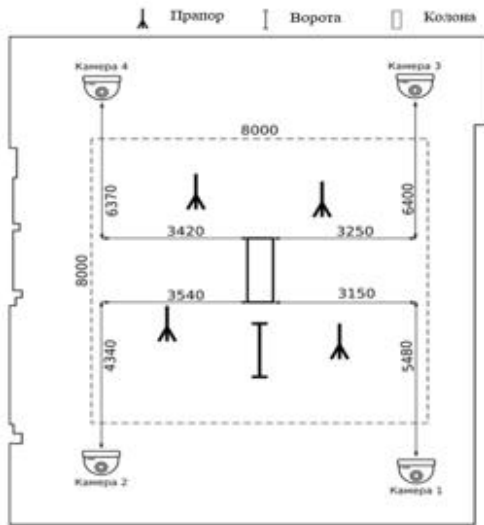


Рис. 8 – Схема розташування камер та елементів траси

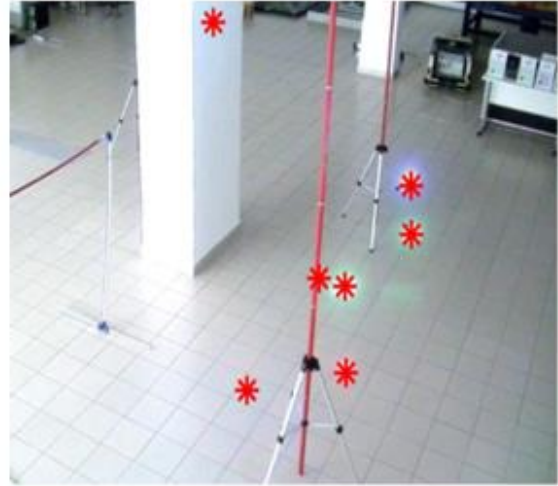


Рис. 9 – Приклад результату процедури сегментації

11

Результати дослідження

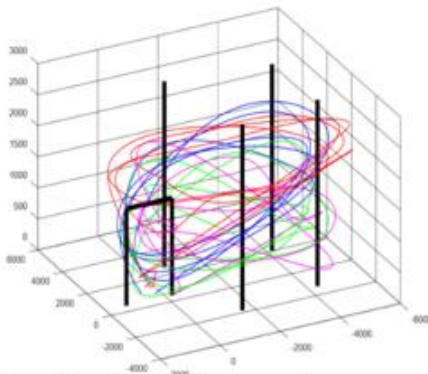


Рис. 10 – Відновлені траєкторії польоту квадрокоптерів

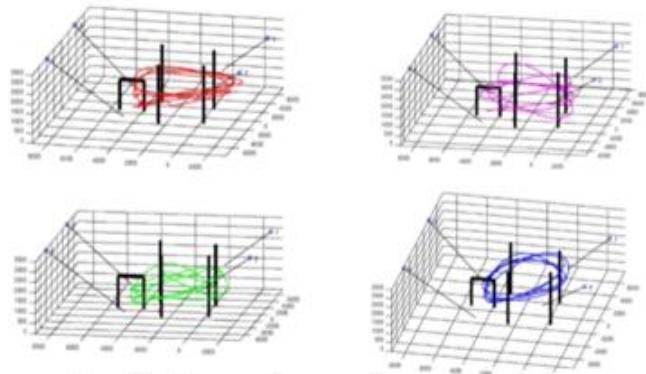


Рис. 11 – Відновлені траєкторії польоту окремих квадрокоптерів

12

ДОДАТОК Б
ПУБЛІКАЦІЯ

ISSN 2073-7394

Національний університет
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"
National University
"Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

**Системи
управління,
навігації
та зв'язку**

**Control,
navigation and
communication
systems**

Випуск 2 (76)

Issue 2 (76)

Щоквартальне видання

Засноване у 2007 році

У журналі відображені результати наукових досліджень з розробки та удосконалення систем управління, навігації та зв'язку у різних проблемних галузях.

Засновник і видавець:
Національний університет
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Телефон:
+38 (050) 302-20-71

E-mail редакції:
kuchuk_nina@ukr.net

Інформаційний сайт:
<http://journals.nupp.edu.ua/sunz>

Quarterly

Founded in 2007

Journal represent the research results on the development and improvement of control, navigation and communication systems in various areas

Founder and publisher:
National University
"Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

Phone:
+38 (050) 302-20-71

E-mail of the editorial board:
kuchuk_nina@ukr.net

Information site:
<http://journals.nupp.edu.ua/sunz>

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

Журнал індексується міжнародними наукометричними базами: Index Copernicus (ICV = 82.05), General Impact Factor, Google Scholar, Academic Resource Index, Scientific Indexed Service

*Затверджений до друку Вченою Радою Національного університету
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" (протокол від 30 квітня 2024 року № 5).*

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 24464-14404 ПР від 27.03.2020 р.

Включений до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії" до категорії Б – наказами МОН України від 17.03.2020 № 409 та від 09.02.2021 № 157

Полтава • 2024

© Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

D. Mezin¹, N. Kuchuk^{1,2}, A. Lyashova¹, S. Partyka¹, D. Lysytsia²¹Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine²National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

THE METHOD OF OBSERVING MOVING OBJECTS

Abstract. The article analyzes known algorithms for tracking moving objects. Based on an analysis of known algorithms for tracking moving objects, it was concluded that the best tracking quality in problems with a large number of observed objects is achieved by solutions built on the basis of probabilistic and hierarchical methods. Each of them has complementary advantages, which creates prospects for creating new algorithmic solutions built on the synergy of these approaches. The main task of promising tracking methods is that they should provide ease of scaling with an increase in the number of moving objects that need to be monitored, localize objects in three-dimensional space, and also be able to work with heterogeneous sensors. This approach has both purely technical advantages and those related to the availability of microelectronics components in modern geopolitical realities.

Keywords: tracking, moving objects, pattern recognition, computing system, logical blocks.

Introduction

The rapid development of artificial intelligence technologies in recent years has significantly improved the quality of automatic image recognition, making it possible to segment complex scenes and highlight objects of interest both in the video stream and in data from other sensors, for example, scanning laser rangefinders [1–4].

This, among other things, made it possible to create local navigation systems capable of operating without the use of satellite systems, ensure identification of personnel using facial recognition, develop systems for automatically detecting emergency situations at production facilities, etc.

At the same time, in many practical tasks it is required not only to recognize the presence of this or that object, but to track and analyze the trajectory of its movement in the long term.

If an object is actively moving to cover all parts of its trajectory, it may be necessary to integrate information from several sensors [5–7]. The task becomes even more complicated when the required number of simultaneously tracked objects increases to tens and hundreds.

Main part

Promising tracking methods should provide ease of scaling with an increase in the number of moving objects that need to be tracked, localize objects in three-dimensional space, and also be able to work with heterogeneous sensors. From the point of view of tracking quality, the greatest interest is in works devoted to algorithms based on probabilistic and hierarchical methods.

Most of the studies reviewed in the literature review that had the best quality indicators were assessed using the MOTA (multiple object tracking accuracy) metric using the open APIDIS dataset.

In this regard, this metric and test data set are proposed to be used for this work.

In Table 1 presents the results of a comparison of the tracking quality of well-known algorithms that have the best tracking quality according to the multiple object tracking accuracy metric when verified on the APIDIS data set.

Table 1 – Comparison of the quality of tracking of known algorithms when they are verified on the APIDIS data set

Tracking algorithm	MOTA
Online Multiple Athlete Tracking with Pose-Based Long-Term Temporal Dependencies	75.2 %
Variational inference for 3-D localization and tracking of multiple targets using multiple cameras	79.6 %
Multi-camera multi-player tracking with deep player identification in sports video	81.1%
Robust, real-time 3d tracking of multiple objects with similar appearances	85.5 %
Developed algorithmic solutions	85.8 %

Estimating target localization accuracy requirements based on existing work is more challenging. The fact is that in most works, in contrast to tracking quality metrics, such data are provided. And in those works where localization accuracy is measured, it is, as a rule, assessed exclusively in the coordinate system and units of measurement of individual sensors. The latter is due to the fact that in order to assess accuracy during field experiments, it is necessary to know the exact position of all observed objects at each moment in time, which is much more difficult to ensure in practice, compared, for example, with marking data sets necessary for calculating multiple object tracking accuracy or similar metrics.

Methods for solving problems of tracking moving objects in real time.

The ability of a particular algorithm to operate in real time is determined, on the one hand, by its computational complexity, and on the other, by the performance of the computing devices on which it runs.

As practice shows, in order to achieve high performance in solving problems of tracking a large number of objects, it is necessary to use specialized hardware accelerators along with general-purpose processors.

Such accelerators, as a rule, are graphics processing units (GPUs) [8] or reconfigurable programmable logic

ДОДАТОК В

Лістинг програми

```

MatLab
% Завантажуємо зображення
img = imread('image.jpg');
% Визначаємо поріг яскравості
threshold = 180;
% Отримуємо пікселі, яскравість яких вище встановленого порогу
bright_pixels = find(img > threshold);
% Отримуємо координати відповідних пікселів
[y, x] = ind2sub(size(img), bright_pixels);
% Виводимо координати яскравих пікселів
fprintf('Знайдено
%d яскравих пікселів:\n', numel(bright_pixels));
for i = 1:numel(bright_pixels) fprintf('(%d, %d)\n', x(i),
y(i));
end
% Показуємо зображення з виділеними яскравими пікселями
imshow(img);
hold on;
plot(x, y, 'r+', 'MarkerSize', 10).
Визначення GPS координати у середовищі MatLab
% Відома GPS координата для пікселя (192, 144)
pixel_Ax = 192; 82
pixel_Ay = 144;
lat_known = 49.9935;
lon_known = 36.2304;
% Розміри зображення та масштаб GPS координат
image_width = 384;
image_height = 288;
gps_scale = 1.5/10^5;
% 1 піксель = 1,5 /10^5 м/градуси GPS координати
% Координати пікселя, для якого потрібно обчислити GPS
координату
pixel_Vx = 250;
pixel_Vy = 81;
% Ціна пікселів в метрах
Pxm pixm = 1;
% Обчислення
PxCPS px_gps_lat
= pixm * gps_scale;
px_gps_lon
= pixm * gps_scale;
% Обчислення GPS координати для пікселя (250, 81)
if pixel_Vx >
pixel_Ax delta_lonx=
px_gps_lon*(pixel_Vx-pixel_Ax);
%визначаємо дельту

```

```
lon
    = lon_known + delta_lonx;
elseif pixel_Bx < pixel_Ax delta_lonx
= px_gps_lon*(pixel_Ax-pixel_Bx);
lon
    = lon_known - delta_lonx; end if pixel_By
        > pixel_Ay delta_laty= px_gps_lat*(pixel_By-pixel_Ay);
lat
    =lat_known - delta_laty;
elseif pixel_By
< pixel_Ay delta_laty
    = px_gps_lat*(pixel_Ay-pixel_By);
lat
    = lat_known + delta_laty;
end
    % Виведення результату
disp(['GPS координати пікселя (250, 81):
', num2str(lat),
',
', num2str(lon)]).
```