

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет радіоелектроніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

# «Метод підвищення швидкодії мобільних відеоінформаційних систем доповненої реальності»

Виконав: студент групи СПм-22-4  
Жовтоніжко Дмитро Сергійович  
Керівник: проф. Можаєв О.О.

Харків 2024

1

## Актуальність

Однією із сучасних тенденцій у інформаційних технологіях є поширення технології доповненої реальності та створених на її основі відеоінформаційних систем. Доповнена реальність – це технологія, що дозволяє поєднувати об'єкти реального світу та віртуальні об'єкти, а також забезпечує їхню взаємодію. Завдання доповненої реальності – розширити взаємодію користувача з навколишнім світом, на відміну від віртуальної реальності, яка ізолює взаємодію з оточенням та переносить його у штучне середовище. В даний час технологія доповненої реальності стрімко розвивається і знаходить застосування в різних галузях діяльності людини.

2

**Мета роботи** – підвищення точності та швидкодії мобільних відеоінформаційних систем доповненої реальності

**Завдання:**

1. Провести аналіз детекторів спеціальних точок, що застосовуються у відеоінформаційних системах доповненої реальності.
2. Запропонувати метод побудови дескриптора локальної особливості зображення з субпіксельною точністю, що має мінімальну довжину і не вимагає значних обчислювальних ресурсів.
3. Експериментально встановити доцільність запропонованого методу до різних спотворень зображень.

3

## Системи доповненої реальності



Рис.1 - Маркерне зображення

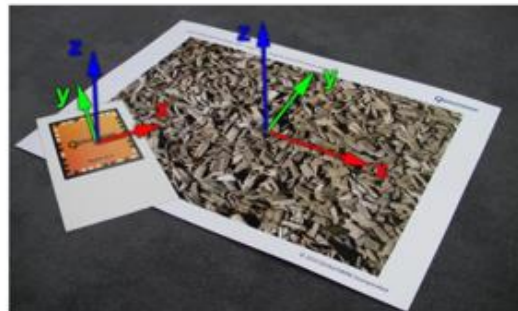
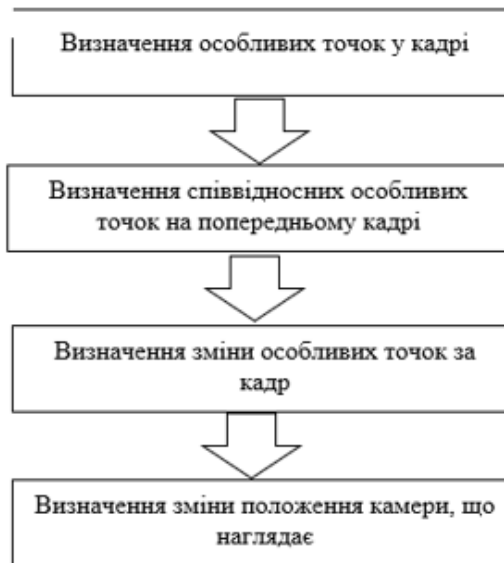


Рис.2 - безмаркерна система доповненої реальності

4

## Алгоритм визначення зміни положення відеокамери



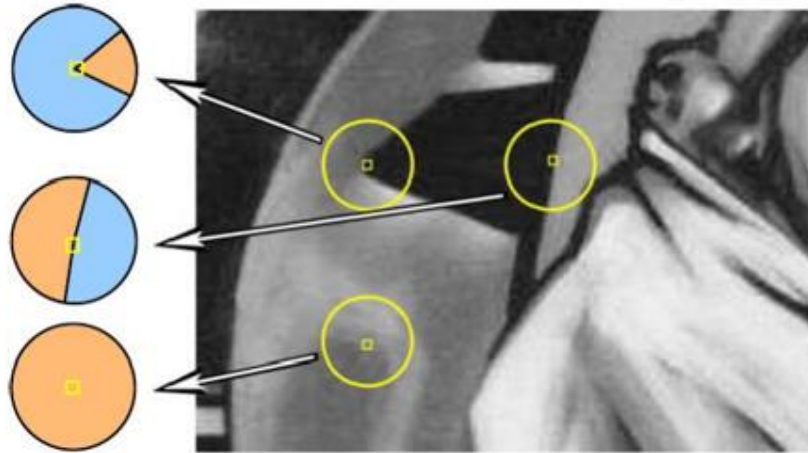
5

## Види кутів



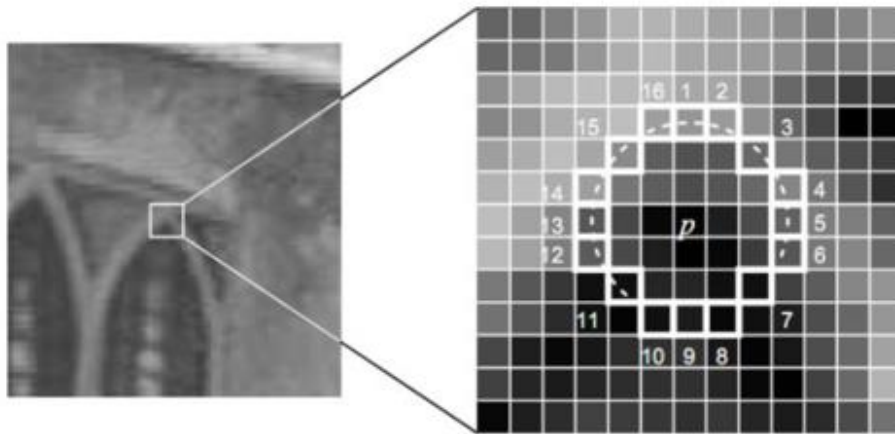
6

## Кругові околиці



7

## Виділення кола в алгоритмі FAST



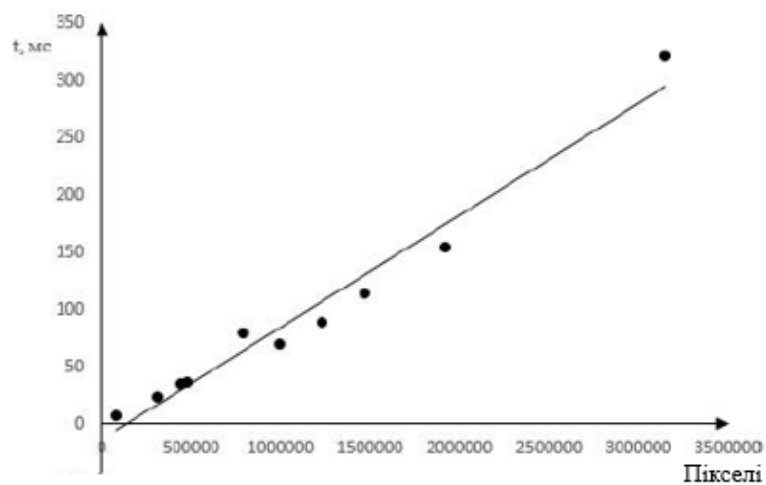
8

# Порівняння детекторів кутів

Алгоритм	Ефективність виявлення	Повторюваність	Стійкість до спотворень	Швидкість
Детектор Моравця	3	3	3	4
Детектор Харріса	4	5 – афінні перетворення, 3 – масштабування	3	2
Детектор Shi-Tomasi	4	5 – афінні перетворення, 3 – масштабування	3	1
Детектор SUSAN	4	4 – масштабування, 2 – афінні перетворення	5	4
Детектор FAST	3	4	3	4

9

## Результати дослідження



12

# Висновки

Проведено аналітичний огляд літератури, дано визначення терміну доповнена реальність, наведено класифікацію систем доповненої реальності. Також були виділені основні завдання, які вирішуються при реалізації таких систем та виділені основні складності.

Було зроблено порівняння найчастіше використовуваних детекторів і дескрипторів локальних особливостей зображення, виділені зі слабких боків і недоліки.

В ході обчислювального експерименту отримані дані, свідчать про те, що використання яскравого попереднього детектора локальних особливостей зображення суттєво скорочує час виділення локальних особливостей зображення, що дозволяє використовувати детектори кутів у відеоінформаційних системах доповненої реальності, що працюють у реальному часу. Водночас під час використання попереднього детектора значно знижується кількість виділених локальних особливостей.

ISSN 2673-7394

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

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

Випуск 2 (76)

Щоквартальне видання

Заснований в 2007 році

Засновник видавництва: Інститут інформаційних систем управління, навігації та зв'язку імені Юрія Кондратюка

Відповідальний редактор: Юрій Кондратюк

Початок друку: 2007-03-01

Електронний журнал: [www.iisn.org.ua](http://www.iisn.org.ua)

Інформаційний сайт: <http://www.iisn.org.ua>

**Control, navigation and communication systems**

Issue 2 (76)

Quarterly

Founded in 2007

Journal content: the research results of the development and implementation of control, navigation and communication systems in real time.

Founder and publisher: Institute of Information Systems Management, Navigation and Communication Systems

Editor-in-Chief: Yuri Kondratyuk

Phone: +38 (0) 362 22 21 71

E-mail of the editorial board: [iisn@iisn.org.ua](mailto:iisn@iisn.org.ua)

Information site: <http://www.iisn.org.ua>

© 2024. Всі права захищено. Засторожено від копіювання та розповсюдження без дозволу видавництва. Полтавський національний університет імені Юрія Кондратюка. ISSN 2673-7394. Друкується за підтримки Міністерства освіти та науки України. Полтава, Україна. 2024 рік. Випуск 2 (76). 17 сторінок. ISSN 2673-7394. 17.03.2024. 16:49:44. 17.03.2024. 16:49:44.

Полтава • 2024

© Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

ISSN 2673-7394      Стаття опублікована в журналі "СІС" № 2 (76)

UDC 621.372.739.4      Анонс: ISSN 2673-7394, 2024, 1387

D. Zhuravskiy, Y. Zhurav, O. Malchenko, A. Bilal  
Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

**STUDY OF LOCAL IMAGE FEATURES DETECTORS**

**Abstract.** The article is devoted to the comparison of local image feature detectors. The authors used a unified experimental method: video information systems. A brief description of the effectiveness of using a brightness gradient detector in the detection of the edge points of an image (2D image) is given. A comparison is made of the detection of edge points of an image in the detection of the edge points.

**Keywords:** video information systems, image processing, feature detection, gradient, edge points, local features of the image, spatial points of the image.

**Introduction.** Video information systems implemented using (VIS) are classified according to the method of obtaining information about the real world. There are motion, navigation systems, as well as systems based on spatial tracking.

Navigation systems implemented using video information systems, as well as systems based on spatial tracking, are first used to determine the position of the moving object in space. This is a method for identifying local features of the image and feature comparison method.

**Main part.** In equipped video information systems using the principle of spatial tracking, the main task is to continuously determine the change in the position of the moving object in space [1]. To solve this problem, the algorithm shown in Fig. 1 is used.

In each video frame, local features of the image are determined, which are compared with the features found in the previous frame. Then the change in the position of the associated spatial points is determined and, based on this information, the change in the position of the moving object is found or calculated. To identify spatial points from the video stream coming from the camera, special algorithms are used: local image feature detectors, which are usually classified according to the type of spatial points identified. The most common types of spatial points are corners and vertices (including the angles in a spatial point that is a corner feature) or pure edges, the edges usually define the boundary between different objects in parts of the same object [2].

The main property of edges is that in the vicinity of an edge, two directions determine the image gradient, which makes them distinguishable. Gradient is a vector quantity during the direction of the feature process in the image (vector) function [3]. Depending on the number of measuring frames, there are different types of edges, shown in Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

The principle of the operation is to select several spatial points from the image and transfer them to the detector by feature analysis. This is highlighted below, and the feature list will be provided, but not the feature values that are used to find them. The basic algorithm of the proposed detection algorithm is shown in Fig. 1.

Fig. 1. Main algorithm of the main algorithm of LIS using spatial tracking technology.

© Zhuravskiy D., Zhurav Y., Malchenko O., Bilal A., 2024

Дякую за увагу!

## 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

Випуск 2 (76)

# Control, navigation and communication systems

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. Zhovtonizhko, V. Zubenko, O. Mozhaev, A. Huk

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

## STUDY OF LOCAL IMAGE FEATURES DETECTORS

**Abstract.** The article is devoted to the optimization of local image feature detectors. They can be used in mobile augmented reality video information systems. A study was conducted of the effectiveness of using a brightness preliminary detector in conjunction with a Harris angle detector. The simulation results showed a reduction in the duration of detection of local features of the test image (on average 220 times), a reduction in the number of identified image features and a slight change in the threshold value of the angle response.

**Keywords:** video information system of augmented reality, brightness preliminary detector of special points, local feature of the image, special point of the image.

## Introduction

Video information systems supplemented reality (VIS DR) are classified according to the method of obtaining information about the real world. There are marker, markerless systems, as well as systems based on spatial tracking.

Markerless augmented reality systems, as well as systems based on spatial tracking, use two main approaches to determining the position of the observing camera in space. This is method for identifying local features of an image and texture comparison method.

## Main part

In augmented reality video information systems using the principle of spatial tracking, the main task is to continuously determine the change in the position of the observing camera in space [1]. To solve this problem, the algorithm shown in Fig. 1 is used.

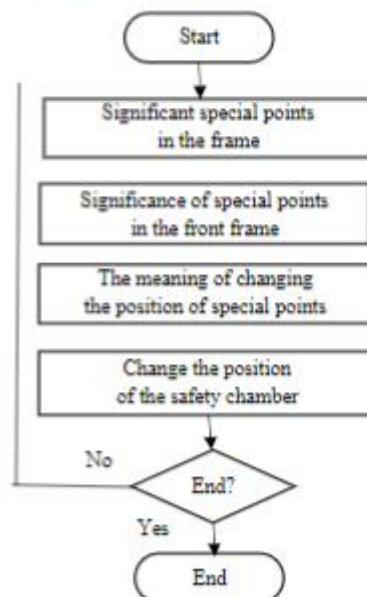


Fig. 1. Block diagram of the main algorithm of VIS DR using spatial tracking technology

In each new frame, local features of the image are determined, which are compared with the features found in the previous frame. Next, the change in the position of the associated special points is determined and, based on this information, the change in the position of the observing camera in space is calculated. To identify special points from the video stream coming from the camera, special algorithms are used - local image feature detectors, which are usually classified according to the type of special points identified. The two most common types of singular points are corners and circles (blobs).

An angle is a special point that is formed from two or more edges; the edges usually define the boundary between different objects or parts of the same object [2]. The main property of angles is that in the vicinity of an angle, two directions dominate the image gradient, which makes them distinguishable. Gradient is a vector quantity showing the direction of the fastest increase in the image intensity function  $f(x,y)$ . Depending on the number of intersecting faces, there are different types of angles, shown in Fig. 2: L, Y (or T), and X-connected (some also distinguish arrow-shaped connected angles) [2, 3].



Fig. 2. Different types of angles

In mobile video information systems of augmented reality, the most widely used are corner detectors, which have higher efficiency in contrast to blob detectors. Along with efficiency, an important characteristic of a detector is speed. Since augmented reality video information systems are real-time systems, for acceptable quality of the output video stream it is necessary that the frame rate does not fall below a threshold of 25 frames per second, which determines the upper limit of the processing time of one frame of the video stream, namely 40 ms [3]. To increase the speed of corner detectors, it is proposed to use a brightness preliminary detector of special points.

The principle of its operation is to select potential special points from the image and transfer them to the detector for further analysis. Thus, to highlight features, not the entire frame will be analyzed, but only those areas where they can be found. The block diagram of the preliminary detector operation algorithm is shown in Fig. 3.