

Контроль у реальному часі об'єктів, що рухаються, за даними відеопотоку

Студентка 6-го курсу
Групи ТВ-61м
Гетьманець О. І.

Керівник: Гагарін О. О.

Актуальність роботи

Існуючі алгоритми, що застосовуються для покращення швидкості та якості знаходження руху та рухомих об'єктів в реальному часі, стабільні до **обмеженого кола умов поганої видимості**, а ті рішення, які завжди надають коректні результати аналізу, потребують значних **апаратних** та **часових ресурсів**. Таким чином, виникає науково-практична задача з удосконалення існуючих підходів надійного пошуку рухомих об'єктів та алгоритмів їх реалізації для роботи в реальному часі зі збереженням високої точності результатів за умови вхідних даних різної якості.

Мета і призначення розробки

Необхідно дослідити існуючі підходи до попереднього перетворення відео для оптимізації процесу знаходження руху та запропонувати власний алгоритм, що гарантуватиме збереження високої точності результатів за умови вхідних даних різної якості в режимі реального часу.

➤ **Наукова частина:**

Удосконалення алгоритму, який має здійснювати попередню обробку відео для покращення результатів подальшого знаходження руху для різних варіантів неякісних вхідних даних в режимі реального часу.

➤ **Практична частина:**

Розробка програмного застосунку у вигляді інструментарію для проведення досліджень і порівняння роботи запропонованого та існуючих алгоритмів.

Задачі

- **Проаналізувати існуючі підходи** для пришвидшення та оптимізації процесу знаходження руху на відео, визначити їх проблеми та фактори оцінки
- **Удосконалити алгоритм** попереднього перетворення кадрів відеопотоку для підвищення його стійкості до неякісних вхідних даних
- **Адаптувати удосконалений алгоритм** попереднього перетворення кадрів та подальшого знаходження руху відповідно до вимог його роботи у системах реального часу
- **Розробити програмний інструментарій** для виконання та дослідження оптимізації процесу знаходження рухомих об'єктів відеопотоку в реальному часі за умови неякісних вхідних даних

Деталі роботи

- **Об'єкт** – комп'ютерне бачення (зір) для виявлення та стеження за рухомими об'єктами за даними відеопотоку.
- **Предмет** – відеоспостереження за рухомими об'єктами за умови поганої видимості.
- **Новизна:**
Удосконалено алгоритм пошуку рухомих об'єктів відеопотоку, за рахунок інтегрального використання класичних методів підвищення показників якості аналізу, який дав змогу забезпечити роботу програм аналізу відеопотоку в реальному часі за умови неякісних вхідних даних.

Комп'ютерний зір: практичне застосування



Відеохоронні системи



Системи управління дорожнім рухом



Безпілотні автомобілі

Основні проблеми

- Велика залежність результатів аналізу від різних варіантів неякісних вхідних даних для відео
- Необхідність аналізувати великі об'єми даних
- Необхідність працювати в режимі реального часу

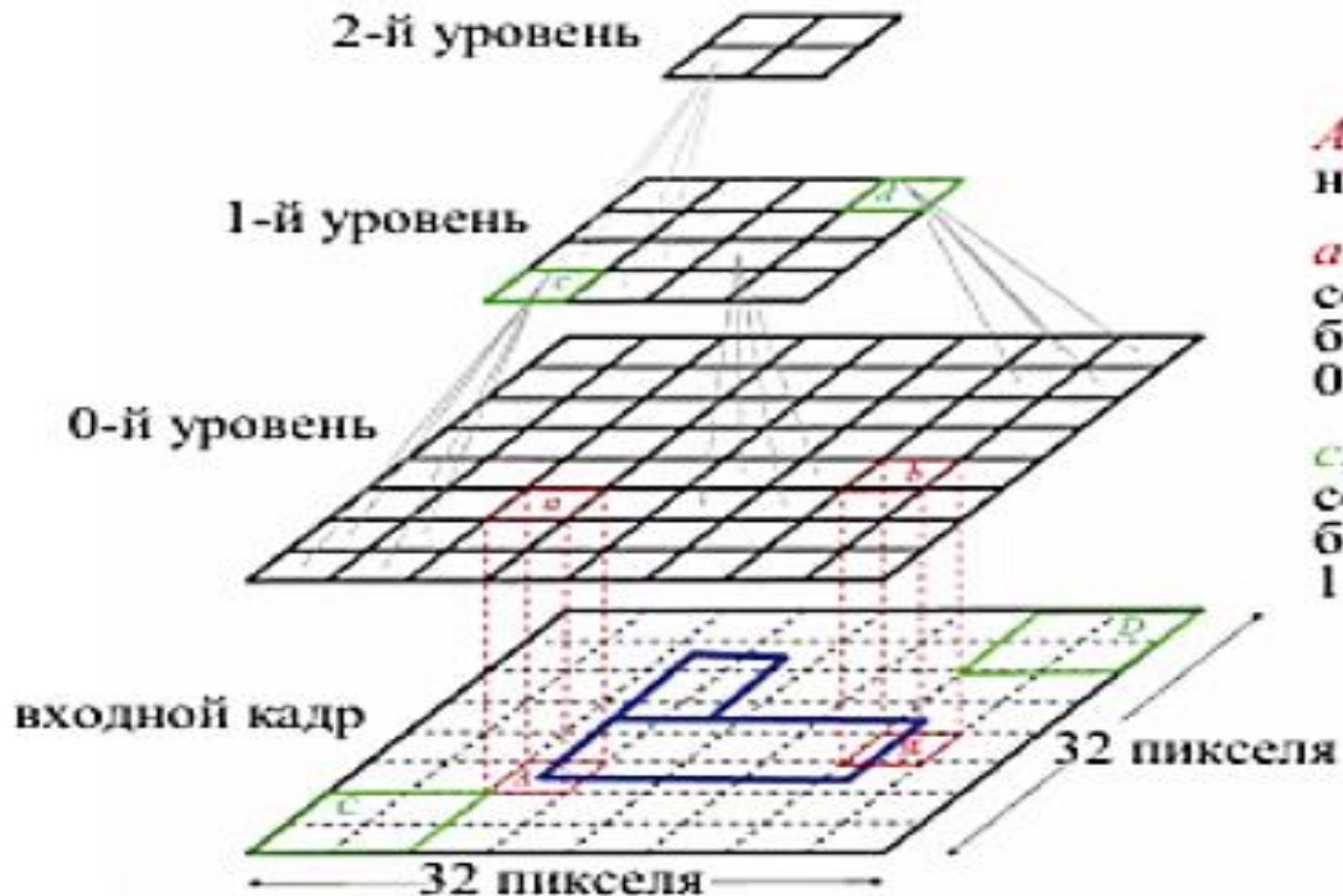
Фактори оцінки показників роботи алгоритму

- ❑ Виграш у загальній швидкості аналізу
- ❑ Виграш у швидкості аналізу кожної пари кадрів (з урахуванням часу на необхідні перетворення)
- ❑ Точність знаходження руху (різниці між парою кадрів)
- ❑ Об'єм даних, який необхідно проаналізувати для кожної пари кадрів

Загальна ідея алгоритму, що пропонується



Ієрархічність роботи алгоритму



A, B, C, D – блоки на входном кадре.

a, b – блоки, соответствующие блокам *A* и *B* на 0-м уровне.

c, d – блоки, соответствующие блокам *C* и *D* на 1-м уровне.

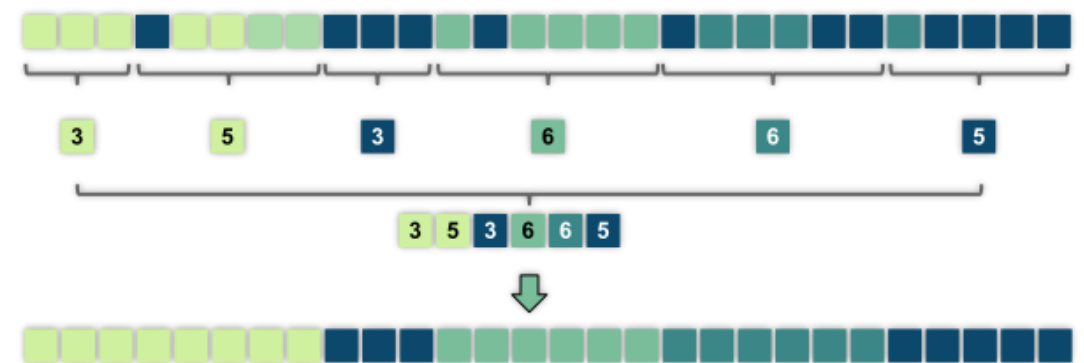
1. Стиснення

- Вирішує проблему необхідності роботи в режимі реального часу
- Зменшує розмір кадру без критичних втрат візуальної інформації
- Стиснення відбувається по блокам
- Дані для спрощення (ігнорування) відбираються за формулою:

$$Y^q(u, v) = \text{Round} \left(\frac{Y(u, v)}{q(u, v)} \right)$$

де q – функція, що задається попередньо визначеною таблицею квантування

Lossy pixel row compression



2. Сегментація та монохромізація

- Вирішує проблему неякісних вхідних даних
- Зменшує кількість відтінків та кольорів кадру
- Ядро кожного сегменту (колірного кластеру) визначається за формулою Епанечнікова:

$$K(v) = c \begin{cases} 1 - \|v\|^2, & \|v\| \leq 1 \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

- Функція монохромізації:

$$Y' = 0.2126R' + 0.7152G' + 0.0722B'$$

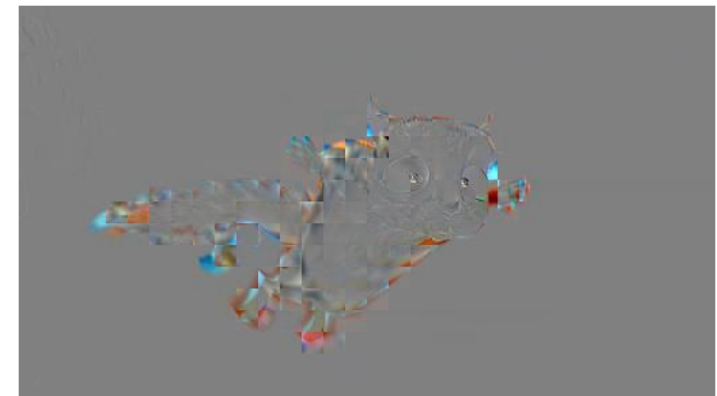
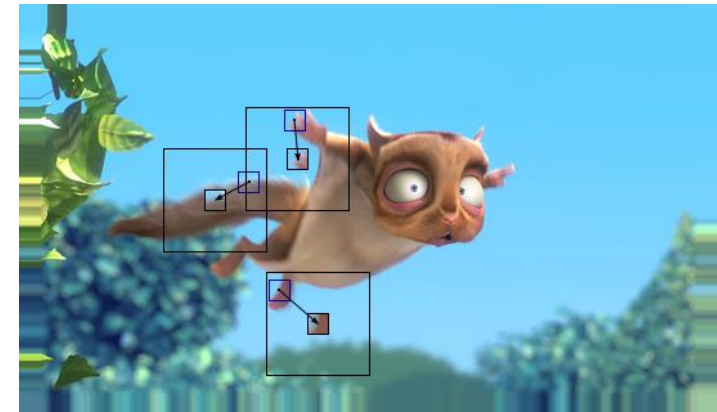


3. Компенсація руху

- Вирішує проблему великих об'ємів даних
- Визначає лише ту частину кадру, в якій відбувається рух
- Вектор руху можна визначити за формулою Лукаса-Канаде:

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_i I_x(q_i)^2 & \sum_i I_x(q_i)I_y(q_i) \\ \sum_i I_x(q_i)I_y(q_i) & \sum_i I_y(q_i)^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\sum_i I_x(q_i)I_t(q_i) \\ -\sum_i I_y(q_i)I_t(q_i) \end{bmatrix}$$

де I – частинна похідна зображення по координатам x та y в момент часу t , що розрахована в точці $q(i)$



Набір базових класів для реалізації алгоритму

JPEGCompression

QualityParameter

ImageCodec

SaveAsCompressed()

HaarWaveletCompression

BitmapDataImg

ApplyHaarTransfrom()

ForwardCompression()

OtsuSegmentation

BitmapDataImg

getHistorgam()

getOtsuThreshold()

MeanShiftSegmentation

CudaImageInput

MeanShiftSegmentationInvoke()

GrayScaling

BitmapDataImg

ConvertToGrayscale()

MotionCompensation

Foreground

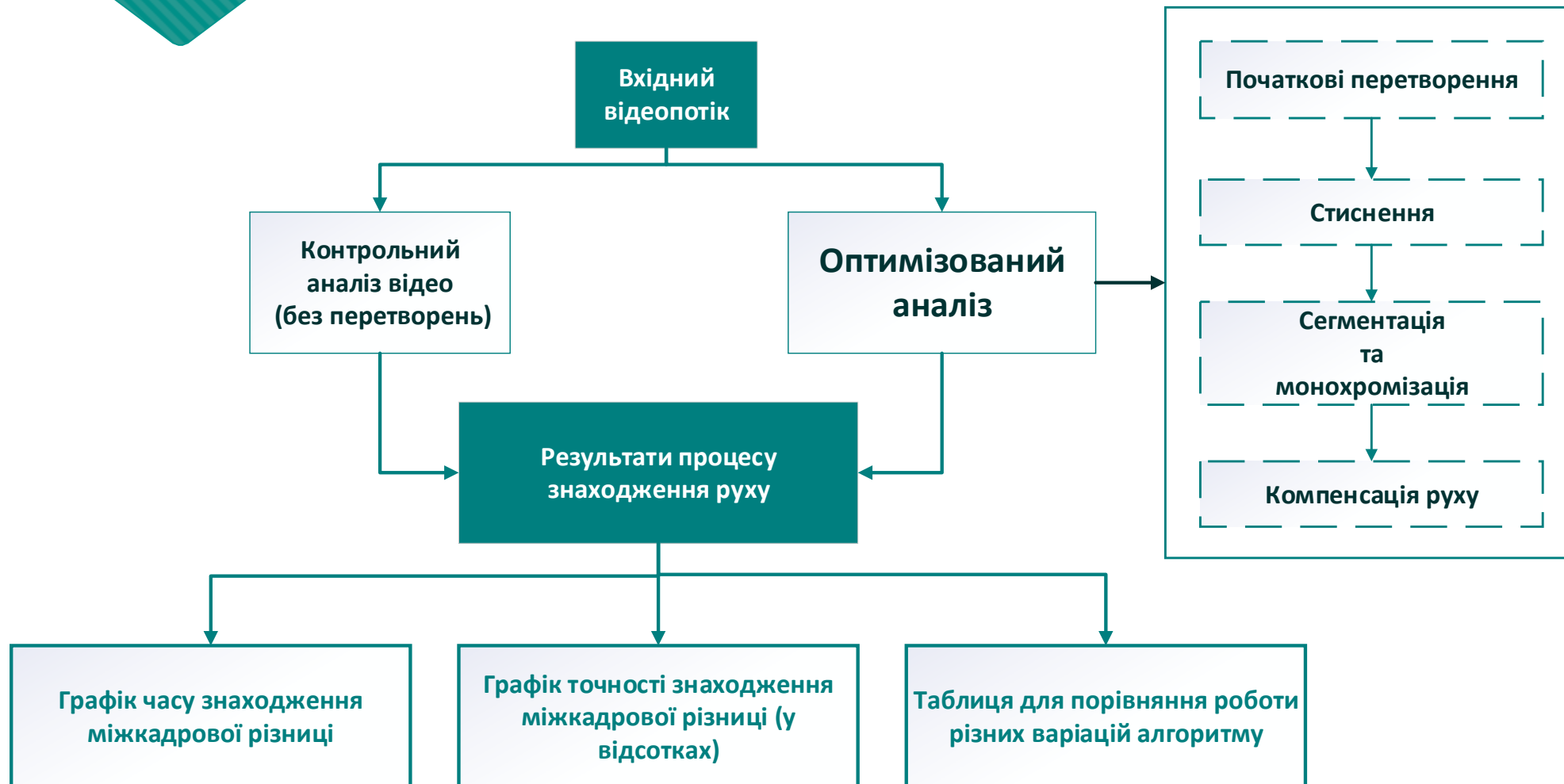
MotionHistory

MotionMask

MotionAreas

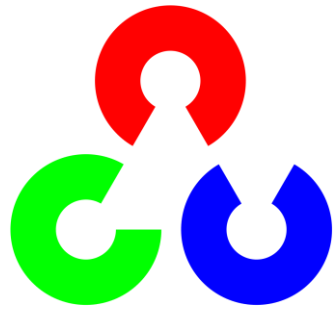
UpdateMotionInfo()

Схема програми дослідження ефективності варіацій алгоритму



Використані технології

Бібліотеки
комп'ютерного зору



OpenCV

Emgu

Мова
та
платформа



Microsoft
.NET

Середовище
та
візуалізація

Visual
Studio



Робота з програмою

1

2

3

4

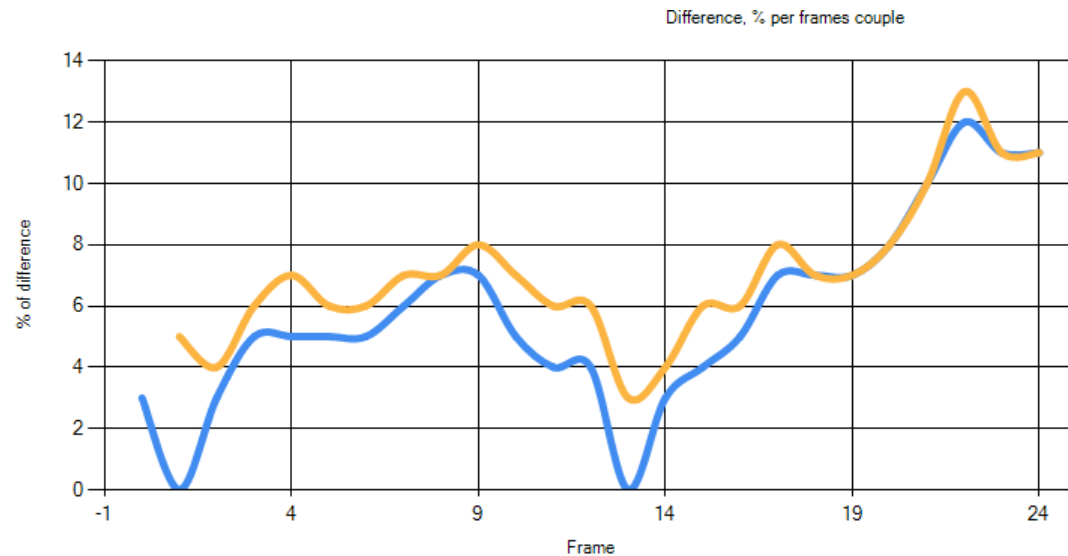
5

The screenshot shows the 'Video analyzing' window with the following components:

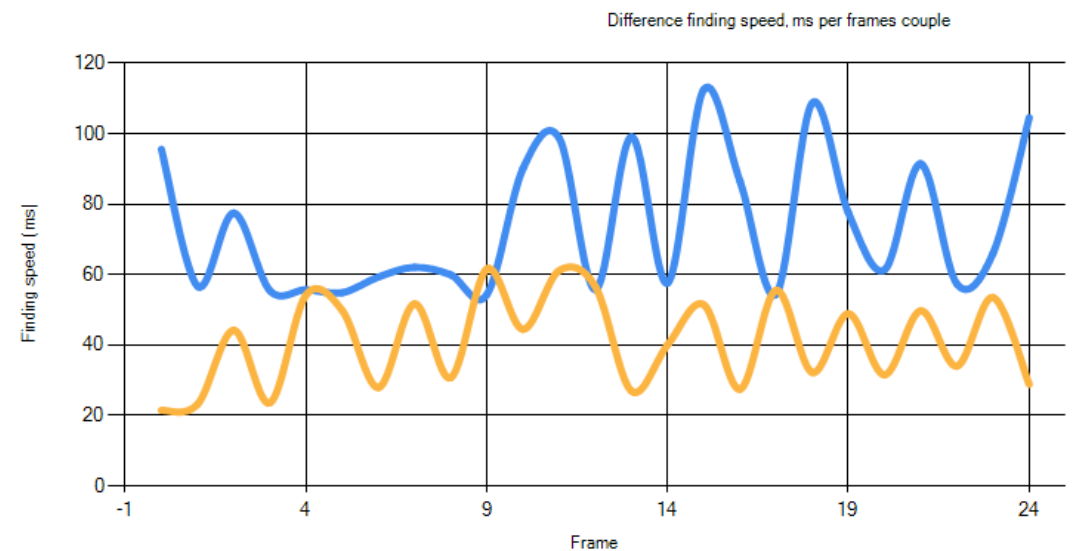
- General Tab:** Includes 'Load video' and 'Pre analyze' buttons.
- Video Info:** **Мунан.mp4**, Duration: 1000 ms, FPS: 25, Frames count: 26.
- Summary:** Summary frames size: 16562 -> <opt. size>, Frame parameters: 604x360 -> <opt. frame params>, Analyzing duration: 00:02.0434 -> <opt. duration>.
- Optimization Settings:**
 - Compression + Scaling:** JPEG, Haar wavelet.
 - Segmentation + Monochromization:** Otsu, Mean Shift, Only grayscale.
 - Preparing (Remove noise + Sharpening + Lightening):** Preparing, Compression + Scaling, Segmentation + Monochromization, Motion compensation.
- Optimized analyze:** A button at the bottom of the settings panel.
- Results Panel:** A scrollable area on the right showing optimization results for different configurations:
 - Configuration 1: Optimizing: Compression(JPEG) + Segmentation(GrayScaling) + Motion compensation. Optimized analization duration: 00:07.0558. Optimized duration gain: 39,9752%. Optimized motion analization gain: -8,9464%.
 - Configuration 2: Optimizing: Preparing + Segmentation(GrayScaling). Optimized analization duration: 00:15.0167. Optimized duration gain: -20,4542%. Optimized motion analization gain: -0,9464%.
 - Configuration 3: Optimizing: Compression(JPEG) + Segmentation(GrayScaling). Optimized analization duration: 00:06.0772. Optimized duration gain: 46,213%. Optimized motion analization gain: 0,1429%.
 - Configuration 4: Optimizing: Preparing + Compression(JPEG) + Motion compensation. Optimized analization duration: 00:09.0704. Optimized duration gain: 22,9333%. Optimized motion analization gain: -15,0536%.
 - Configuration 5: Optimizing: Compression(JPEG) + Segmentation(GrayScaling) + Motion compensation. Optimized analization duration: 00:01.0489. Optimized duration gain: 40,9047%. Optimized motion analization gain: -4,76%.

Результат: ідеальні умови

Відсоток різниці між кадрами



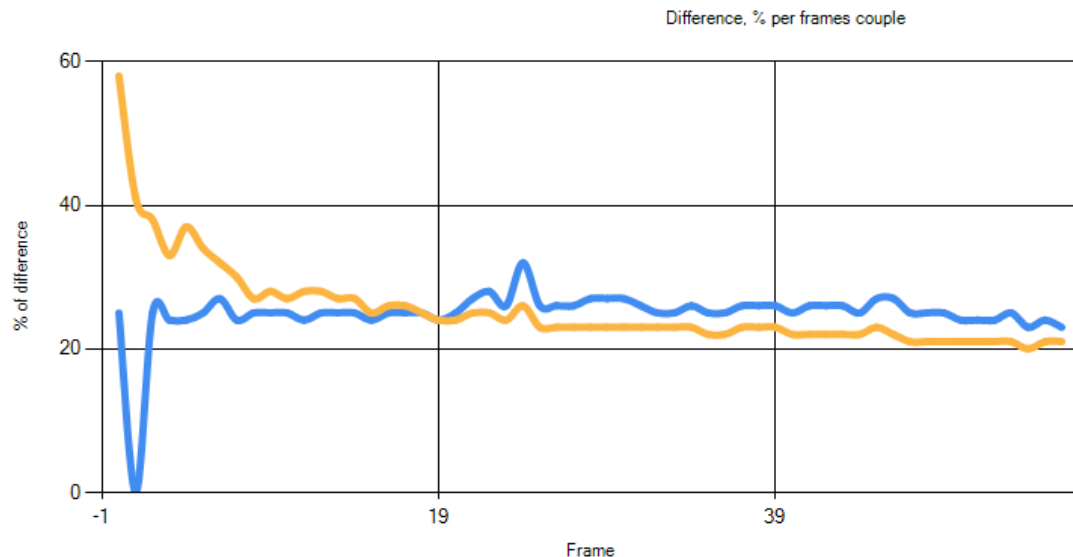
Час знаходження різниці між кадрами



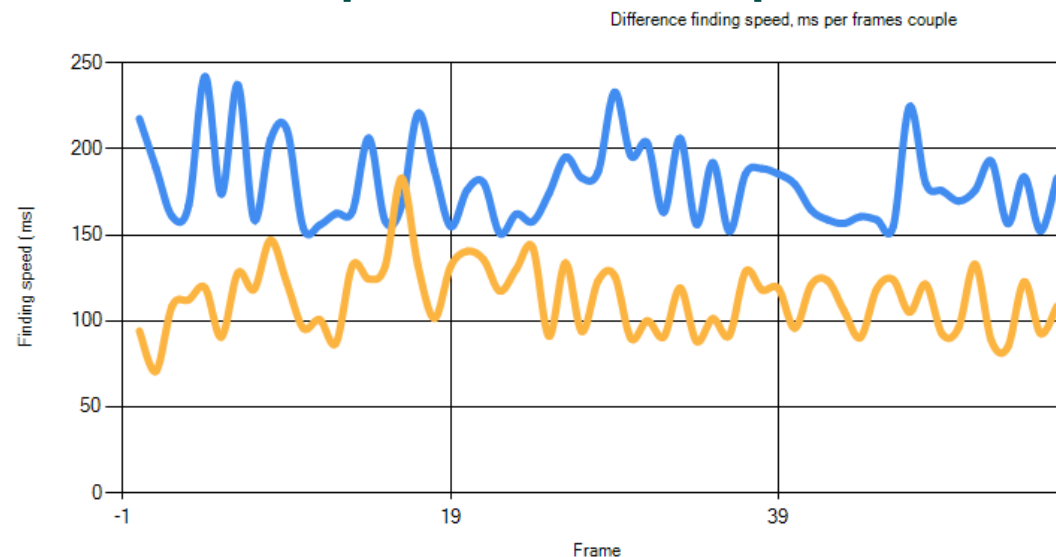
- Контрольне значення
- Оптимізований аналіз

Результат: візуальна перенасиченість

Відсоток різниці між кадрами



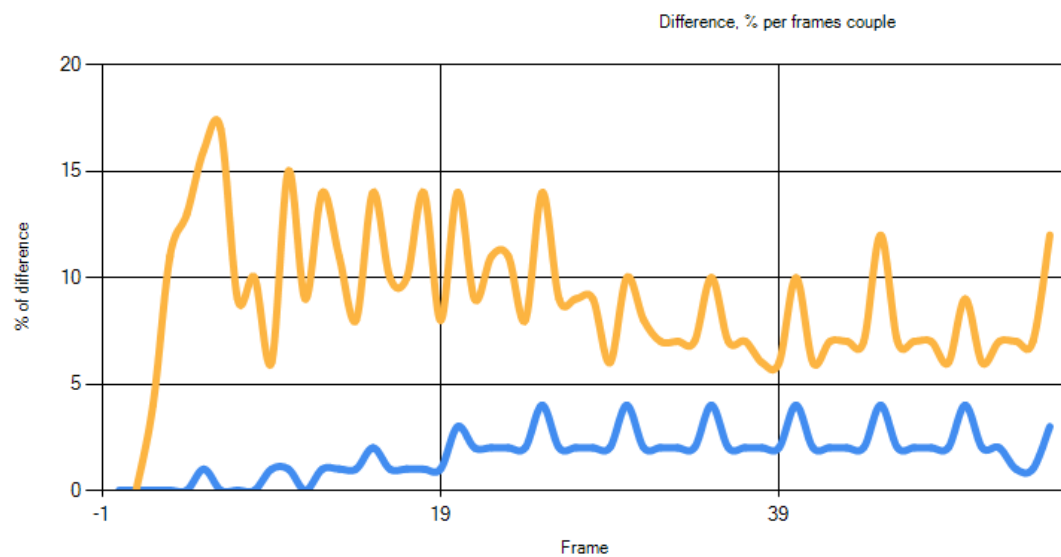
Час знаходження різниці між кадрами



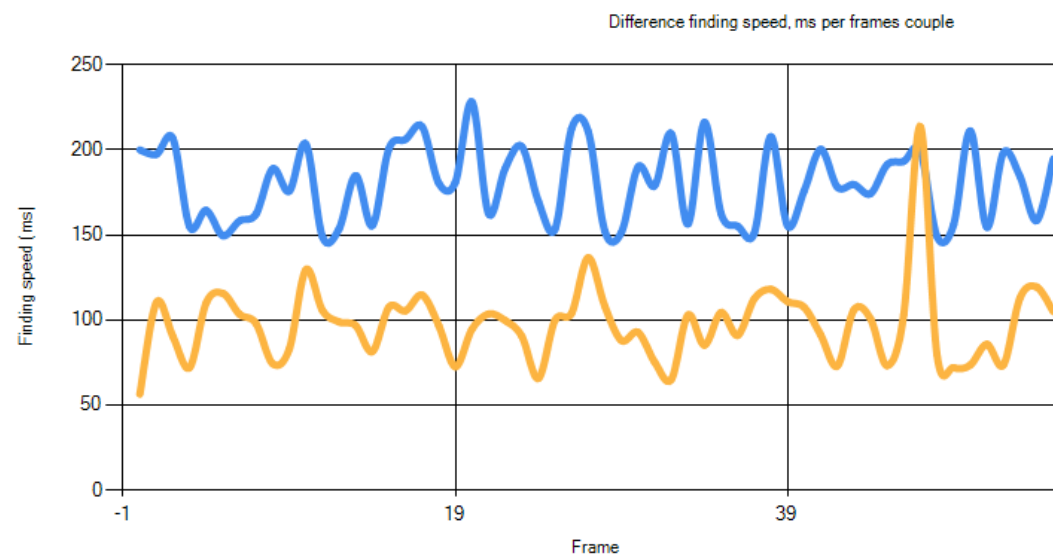
- Контрольне значення
- Оптимізований аналіз

Результат: візуальна недостатність

Відсоток різниці між кадрами



Час знаходження різниці між кадрами



- Контрольне значення
- Оптимізований аналіз

Порівняння з існуючими рішеннями

- Виграш у загальній швидкості: від **-14%** до **60%**
- Виграш у швидкості міжкадрового розпізнавання: від **-17%** до **51%**
- Виграш у об'ємі проаналізованих даних: від **4%** до **27%**
- Похибка точності розпізнавання руху для кожної пари кадрів: від **4%** до **12%**

Висновки

- **Проаналізовано існуючі** наукові та практичні **підходи**, що пришвидшують та оптимізують процес знаходження руху на відео
- Визначено **основні проблеми** існуючих рішень: відсутність стійкості для різних варіантів неякісних вхідних даних, значні вимоги до апаратних та часових ресурсів
- **Удосконалено** існуючі **рішення** шляхом виконання попереднього перетворення кадрів (стиснення та сегментація) та застосування компенсації руху для вирішення визначених проблем
- **Спроектовано архітектуру** та **розроблено інструментарій** для проведення досліджень різних варіацій алгоритму оптимізації процесу знаходження руху в реальному часі за умови неякісних вхідних даних

Загальні висновки

Розроблено алгоритм попереднього перетворення відеопотоку для покращення процесу знаходження руху, що має наступні властивості:

- ✓ Стійкість до різних варіантів неякісних вхідних даних
- ✓ Швидкість виконання перетворень та пришвидшення наступного аналізу для знаходження руху
- ✓ Зменшення об'ємів даних, які необхідно аналізувати

Апробації

Основні положення роботи доповідались і обговорювались на:

- XV Міжнародній науково-практичній конференції аспірантів, магістрантів, студентів **«Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики»** (Київ, 25-28 квітня 2017 року).
- XVII Міжнародній науково-технічній конференції **«Штучний інтелект та інтелектуальні системи»** (Київ, 17–18 жовтня 2017 року).
- XVI Міжнародній науково-практичній конференції аспірантів, магістрантів, студентів **«Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики»** (Київ, 24-27 квітня 2018 року).

Публікації

Наукові положення дипломної роботи опубліковані у 3 роботах:

1. Гетьманець О. І. **Проблеми погіршеної видимості у задачах розпізнавання рухомих об'єктів** / О. І. Гетьманець, О. О. Гагарін. // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів. – 2017. – №2. – С. 128.
2. Гетьманець О. І. **Алгоритм перетворення відеопотоку для прискорення та оптимізації пошуку переміщення об'єкту** / О. І. Гетьманець, О. О. Гагарін. // Штучний інтелект. – 2017. – №2. – С. 38–44.
3. Гетьманець О. І. **Багаторівневий аналіз відеопотоку процесу розпізнавання руху об'єктів** / О. І. Гетьманець, О. О. Гагарін. // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів. – 2018. – №2. – С. 123.

Дякую за увагу

КПІ, 2018