Інформаційна технологія розпізнавання нетипових ситуацій на відео: виявлення нетиповості ситуації

Комплексна магістерська кваліфікаційна робота

Виконав студент групи 2КН-19м Дерев’янко М.Ю.

Керівник к.т.н. доц. Колесницький О.К.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

- **Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи** є підвищення достовірності та швидкодії розпізнавання нетипових ситуацій на відео програмними засобами в частині визначення нетиповості ситуації за рахунок застосування статистичного аналізу параметрів трекінгу об’єктів.
- **Для досагнення поставленої мети потрібно розв’язати такі завдання:**

- провести аналіз проблеми розв’язання задачі розпізнавання нетипової ситуації на відео;
- розглянути існуючі методи вирішення задачі розпізнавання нетипової ситуації на відео та обрати й обґрунтувати вибір методу, який задовольняє мету даної магістерської кваліфікаційної роботи;
- сформулювати стадії інформаційної технології та на їх основі розробити структуру та алгоритм роботи програмного засобу;
- виконати програмну реалізацію запропонованої інформаційної технології розпізнвання нетипових ситуацій на відео;
- провести тестування програмного продукту та виконати аналіз отриманих результатів.

ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

- **Об’єкт роботи** - є процес розпізнавання нетипових ситуацій на відео з використанням штучних нейронних мереж.
- **Предмет роботи** - інформаційна технологія та програмні засоби розпізнавання нетипових ситуацій на відео з використанням штучних нейронних мереж та достовірність і швидкодія їх роботи.

Методи дослідження

- системний аналіз для аналізу структури інформаційної системи
- теорія нейронних мереж для реалізації інформаційної технології розпізнавання нетипових ситуацій на відео
- методи математичної статистики для розробки математичної моделі визначення нетипової ситуації
- об’єктно-орієнтоване програмування для реалізації програмного продукту

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

- Вперше запропоновано інформаційну технологію розпізнавання нетипових ситуацій на відео, яка використовує глибоку згорткову нейрону мережу, а також удосконалений метод визначення нетиповості ситуації, що дозволяє підвищити достовірність та швидкодію розпізнавання нетипових ситуацій на відео;
- Удосконалено метод визначення нетиповості ситуації, який відрізняється використанням статистичного аналізу параметрів трекінгу об’єктів, що дозволяє підвищити достовірність розпізнавання нетипових ситуацій на відео;
- Удосконалено процес розпізнавання нетипових ситуацій на відео за рахунок паралелізації та використання обрахункових потужностей графічного ядра, що дозволяє досягнути вищої продуктивності роботи мережі та, відповідно, підвищення швидкодії розпізнавання нетипових ситуацій на відео.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

- Розроблено новий алгоритм розпізнавання нетипових ситуацій, який використовує дані з потокового відео для визначення ситуацій.
- Розроблено математичну модель для визначення нетипових ситуацій.
- Розроблено програмний засіб для розпізнавання нетипових ситуацій

Постановка задачі

Задача полягає у тому, щоб з наявного двовимірного зображення виявити об'єкти та на основі даних про ці об'єкти визначити про наявність нетипової ситуації на відео.

Для вирішення цієї задачі було виділено ряд підзадач:

- Отримання списку об’єктів
- Збір інформації про зміни станів об’єктів
- Аналіз сцен та виявлення нетипових ситуацій

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ НЕТИПОВИХ СИТУАЦІЙ

Для вирішення задачі детектування об'єктів було обрано нейромережевий метод.

Для вирішення задачі збору інформації про зміну станів було обрано використовувати відстеження.

Для аналізу сцен та виявлення нетиповості ситуацій було запропоновано використовувати аналіз змін швидкості об’єкту та дисперсії зміни швидкості.

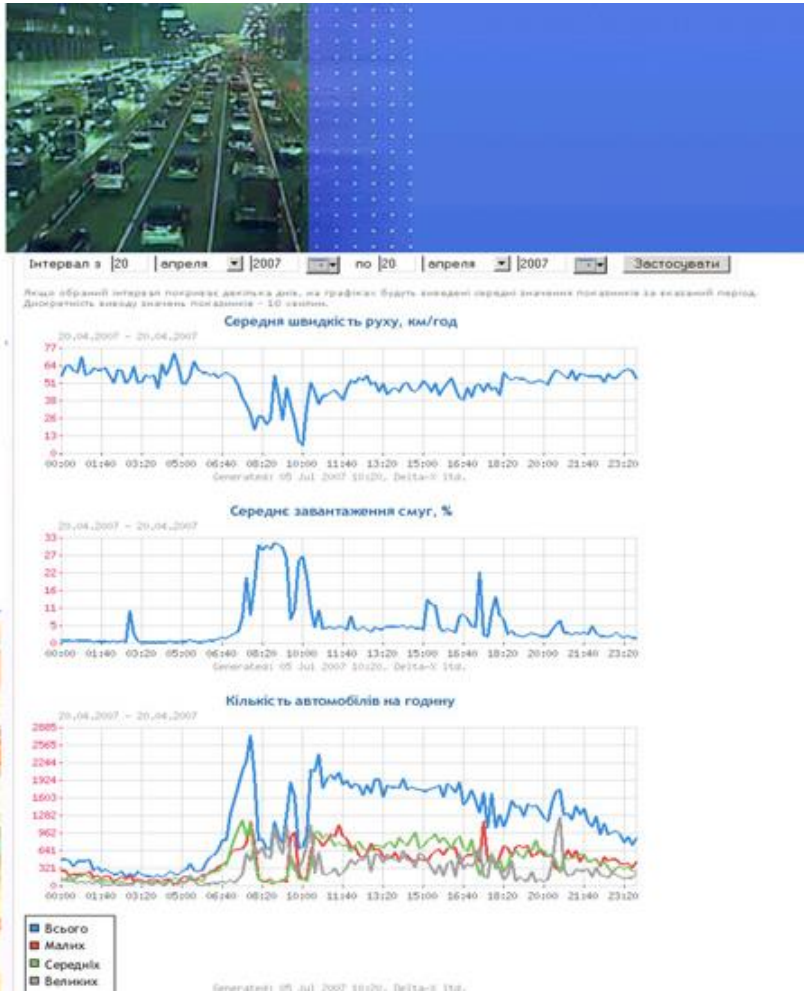
Вибір аналогу

Дані відеомоніторингу

Інтервал	Автомобілі				Швидкість, км/год				Дистанція, с		Завантаження %
	Всього	Малих	Середніх	Великих	Середня	Малі	Середні	Великі	Інтервал	Період	
05.07 10:00	766	121	569	76	49	51	49	47	3.01	3.75	9
05.07 09:00	2182	316	1672	194	52	53	55	49	2.86	3.61	8
05.07 08:00	1367	165	593	609	33	24	29	46	7.08	9.38	25
05.07 07:00	2020	143	1620	257	49	47	52	49	5.26	6.06	8
05.07 06:00	733	66	573	94	52	51	59	47	9.81	10.36	3
05.07 05:00	330	44	240	46	55	56	57	53	14.31	14.59	2
05.07 04:00	208	51	100	57	61	56	59	69	16.47	16.66	1
05.07 03:00	224	61	129	34	63	56	61	72	16.28	16.43	1
05.07 02:00	29	6	15	8	62	58	54	73	14.24	14.82	2
05.07 01:00	578	191	254	133	63	59	58	71	13.28	13.74	2

Останнє оновлення даних: 05.07.2007 10:22:00 дискретність - 20 секунд.

Камера: Камера 1



Розробка методу аналізу сцен

Наявні характеристики об'єкту:

- Положення об’єкту (x та y)
- Розміри об’єкту (w та h)

Основні показники:

- U^X швидкість по X
- U^Y швидкість по Y
- U^X_{avg} середня швидкість по X
- U^Y_{avg} середня швидкість по Y
- dU^X зміна швидкості по X
- dU^Y зміна швидкості по Y
- σ^X дисперсія швидкості по X
- σ^Y дисперсія швидкості по Y

Якщо існує теперішний момент часу t і є визначений попередній стан t - 1 можна визначити формули:

$$dU^X(t) = |U^X(t) - U^X(t-1)|$$

$$U^X_{avg}(t) = \left|\frac{\left(dU^X(t) + U^X_{avg}(t-1)\right)}{2}\right|$$

$$\sigma^X = \sqrt{\left|dU^X(t)^2 - U^X_{avg}(t)^2\right|}$$

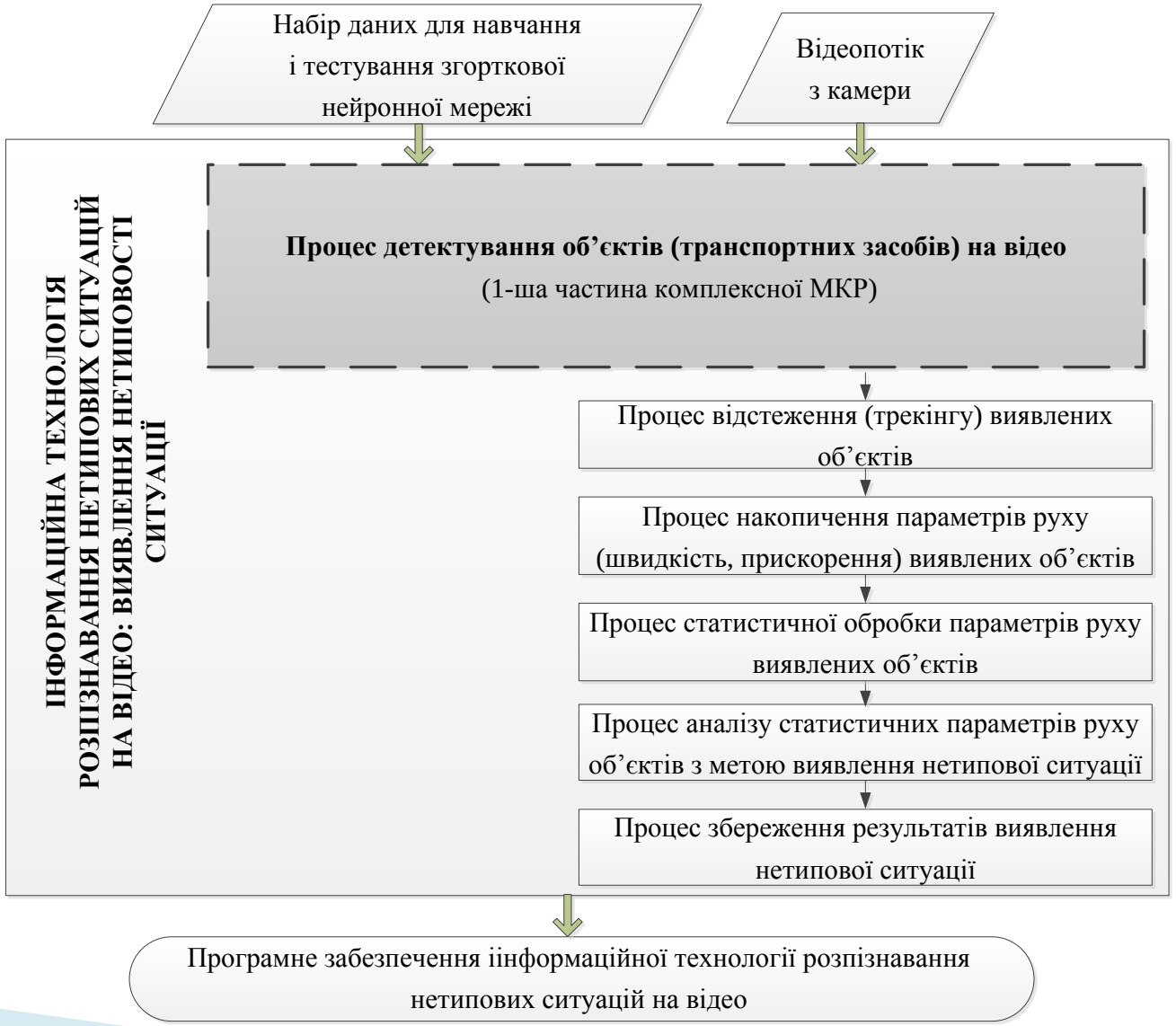
Аналогічно по осі Y:

$$dU^Y(t) = |U^Y(t) - U^Y(t-1)|$$

$$U^Y_{avg}(t) = \left|\frac{\left(dU^Y(t) + U^Y_{avg}(t-1)\right)}{2}\right|$$

$$\sigma^Y = \sqrt{\left|dU^Y(t)^2 - U^Y_{avg}(t)^2\right|}$$

Структура інформаційної технології розпізнавання нетипових ситуацій на відео у частині виявлення нетиповості ситуацій



IDEF0 схема модуля аналізу сцен

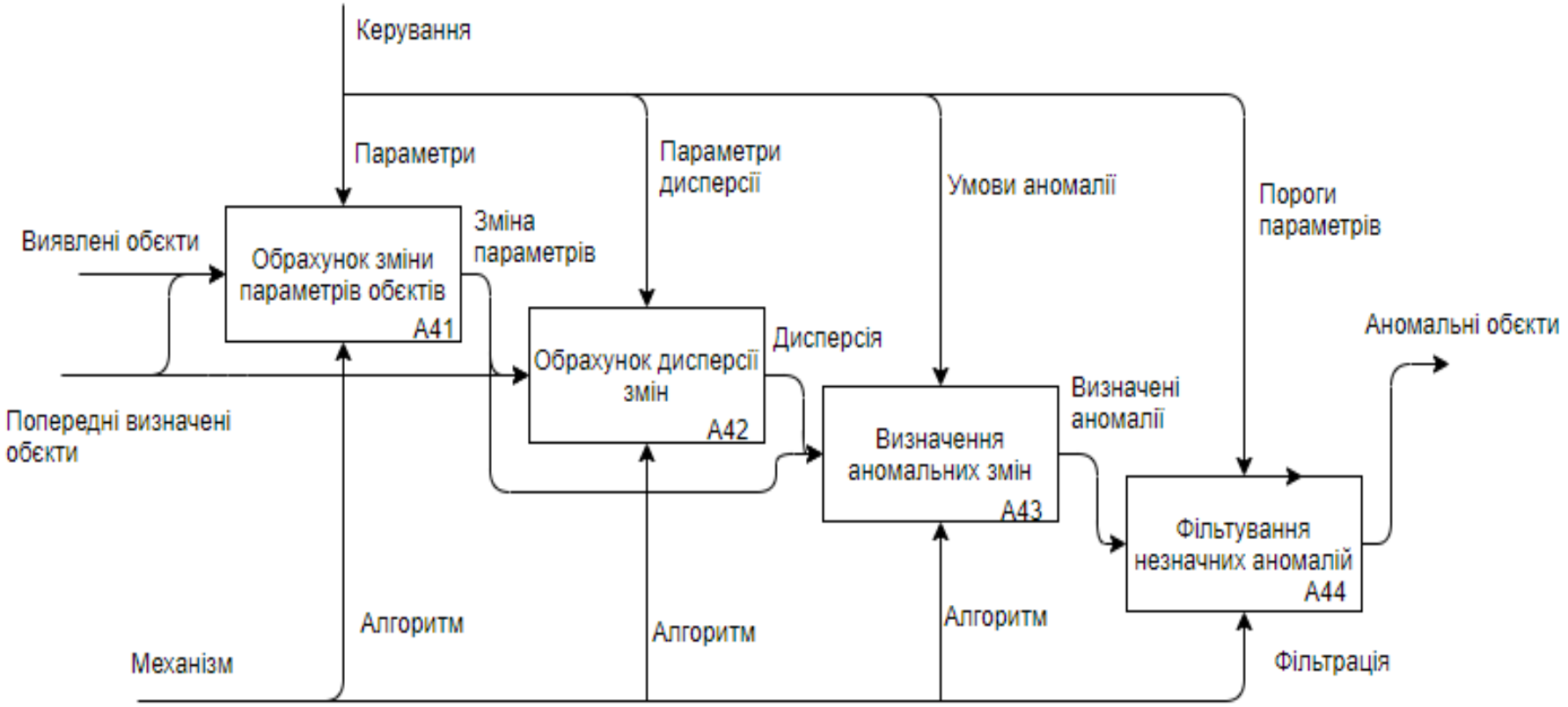
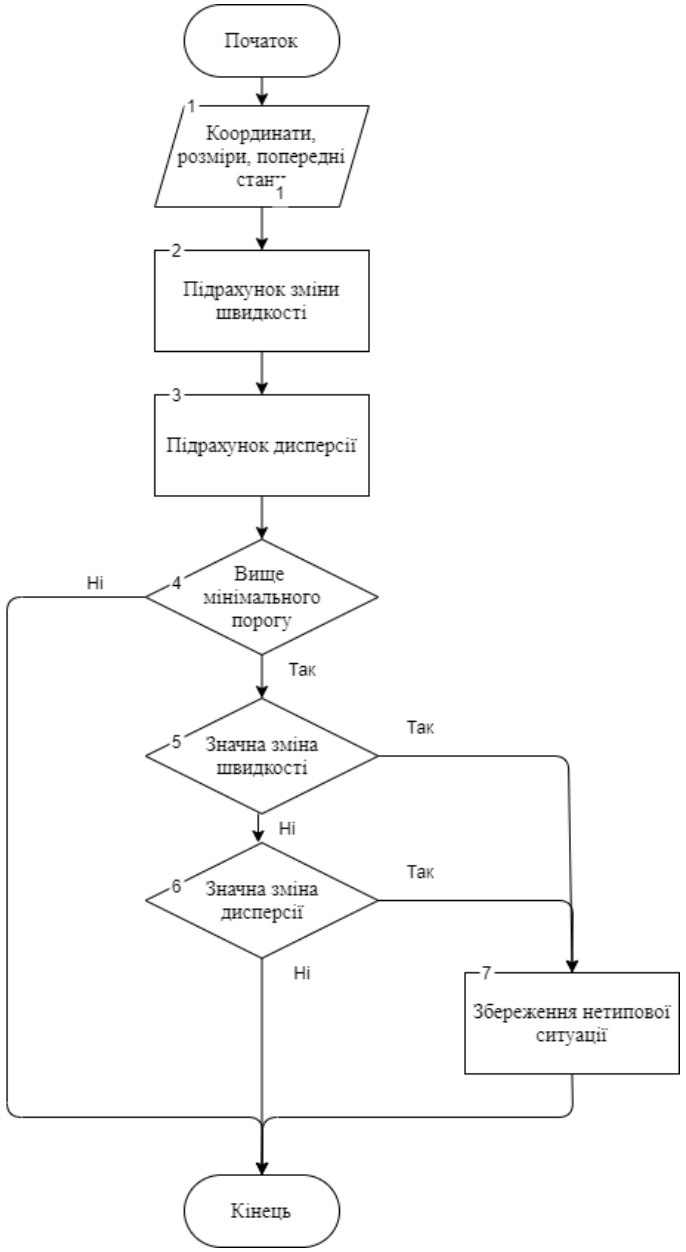
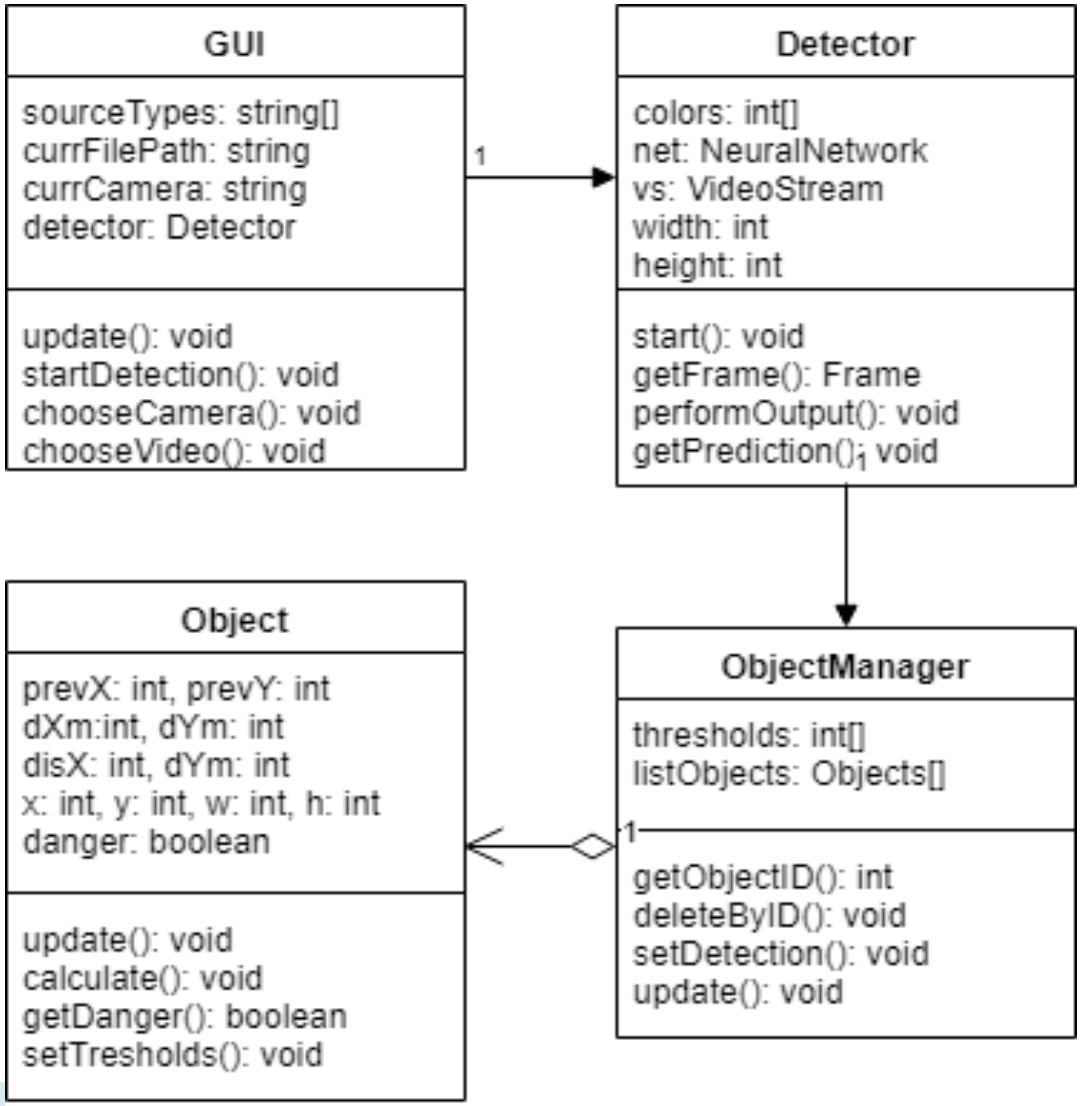


Схема алгоритму роботи модуля аналізу сцен

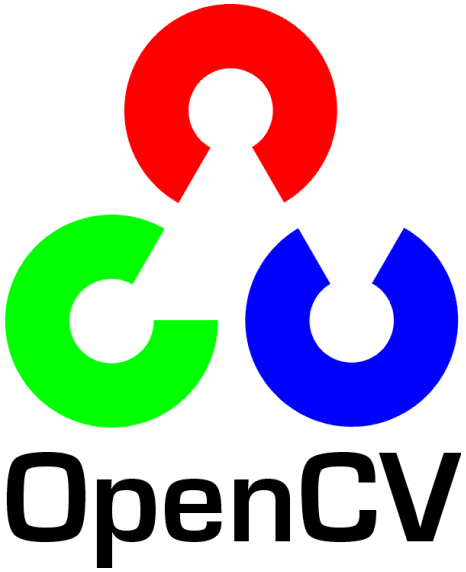
Вершина 1 – після початку роботи модуля відбувається отримання вхідних даних, серед яких координати об'єкту, його розміри та попередні стан.
Вершина 2 – виконується підрахунок зміни швидкості.
Вершина 3 – виконується підрахунок зміни дисперсії.
Вершина 4 – перевіряється чи більші наявні значення за нижній поріг, якщо так переходимо до вершини 5 інакше кінець.
Вершини 5 – виконується перевірка чи зміна швидкості перевищує верхню межу, якщо так то переходимо до вершини 7 інакше до вершини 6.
Вершина 6 – виконується перевірка чи зміна дисперсії перевищує верхню границю, якщо так переходимо до вершини 7 інакше кінець.
Вершина 7 – зберігаються дані про нетипову ситуацію після чого кінець.



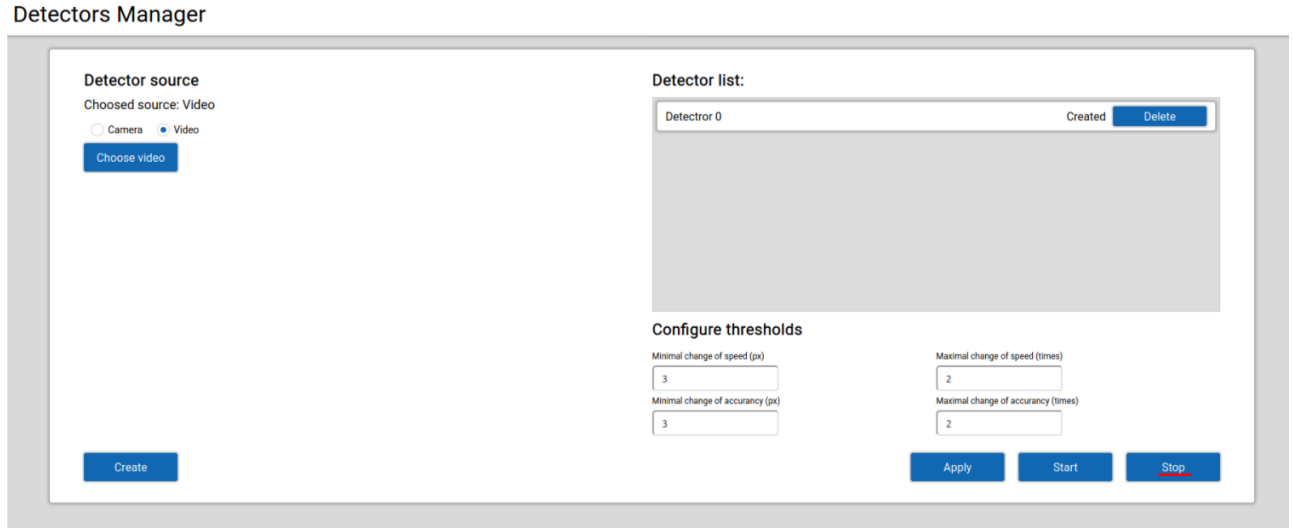
UML діаграма класів

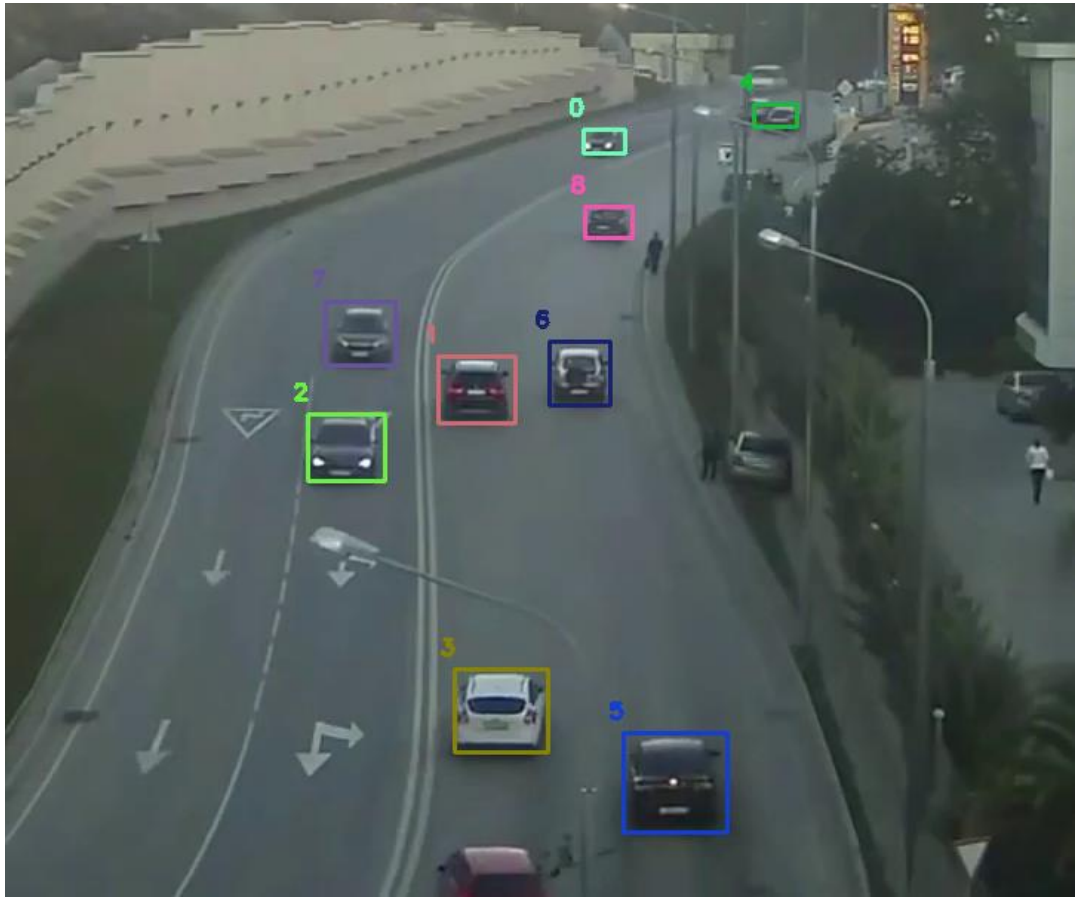


Програмна реалізація

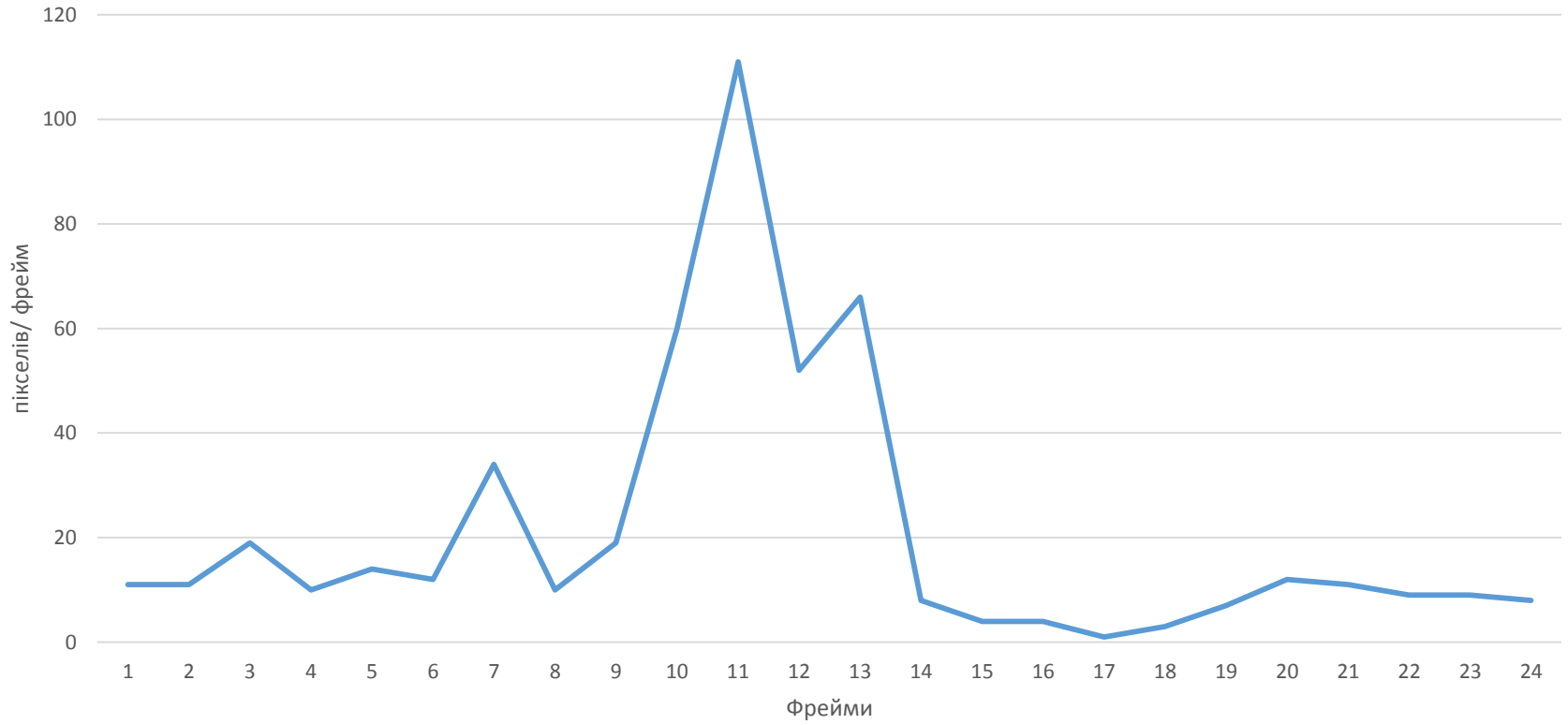


Приклад роботи програми





Графік зміни швидкості об’єкту



Графік зміни швидкості роботи програми

Як можна спостергати під час використання 1 ядра і потоку швидкість програми складає приблизно 1.5 кадра на секунду.

Після розпаралелювання обробки масивів даних швикість зросла майже до 3.5 кадрів на секунду.

Найкращі результати були отримані при додаванні обчислень за допомогою CUDA, що довзолило прискорити нейронну мережу. В цьому випадку швидкість складає трошки більше 10 кадрів на секунду, що майже у 7 разів швидше, ніж на одному ядру.

Тестування та аналіз результатів роботи програмного модуля

	Аналог		Програма	
Час	Денний	Нічний	Денний	Нічний
Загальна кількість	35	15	35	15
Виявлені	27	9	29	11
Точність	77%	60%	82%	73%
Середня точність	68,5%		77,5%	

З 50 протестований аварій було обрано 35, що відбуваються у денний час доби, а 15 – у нічний. Це пояснюється тим, що денний час довший відносно нічного.

У середньому аналог має точність приблизно 68,5%, а розроблена система 77.5%, звідси можна зробити висновок, що система збільшила точність виявлення нетипових ситуацій в порівнянні з аналогічною системою, а, отже, поставлена мета була виконана.

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було проведено оцінювання комерційного потенціалу розробки, в результаті якого, було пітверджено, що розробка має досить високі можливості для комерційного використання.

Також було виконано розрахунок основних витрат, які були необхідні під час науково-дослідної роботи, проектування та програмної реалізації. Загальні витрати становлять **45289,28 грн**.

Після чого було проведено підрахунок можливого прибутку після впровадження інформаційної технології. Перший рік використання планується отримання прибутку у **127500** грн , другий – **273000** грн, третій – **442500** грн.

Загальна ефективність розробки становить **144%**. Розрахований період окупності становить **0,69** року.

В загальному можна відзначити, що розробка має досить високий комерційний потенціал.

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Апробація результатів роботи

Результати досліджень апробовані на
-- XII Міжнародній науково-практичній конференції ІОН-2020, 26-29 травня, 2020, Вінниця: ВНТУ,
-- XLVIII Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2019)», Вінниця, 2019,
-- XLIX Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2020)», Вінниця, 2020.

Публікації.

За результатами досліджень опубліковано статтю у фаховому журналі [1]., троє тез доповідей на науково-технічних конференціях та подано заявку на авторське свідоцтво на твір (програму).

Висновки

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано розробку інформаційної технології розпізнавання нетипових ситуацій на відео.

Було виконано проектування за допомогою мови моделювання UML, а також розроблено основну архутектуру, яка базується на патерну MVC, та алгоритм роботи аналізу сцен. Для реалізації даної програми було обрано мову програмування Python, з використанням бібліотеки OpenCV, а для виконання графічного інтерфейсу мову програмування JavaScript з підтримкою HTML/CSS.

Тестування модуля показало, що модуль має точність приблизно 77,5%, при цьому точність аналога складає приблизно 68,5%. Дана точність показує непоганий результат, але потрібне запровадження оптимізаційних заходів, що могли б покращити точність. Також було виконане тестування швидкості роботи системи. За допомогою використання багатопоточності та технологій CUDA, що дозволяє обробки на графічному ядрі, вдалося досягти швидкості обробки 10 кадрів на секунду, що майже в 7 разів більше за швидкість використання 1 потоку.

В загальному можна констатувати збільшення достовірності виявлення нетипових ситуацій на 9%, та швидкості роботи програми у 7 разів, тому основну мету роботи було досягнуто.