

Інформаційна
технологія
розпізнавання
нетипових
ситуацій на відео:
детектування
об'єктів

Комплексна
магістерська
кваліфікаційна робота

Виконав: ст. гр. 2КН-19м
Преподобний
Мендеш да Майа А.А.

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

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення достовірності детектування об'єктів на відео для розпізнавання нетипових ситуацій за рахунок застосування згорткових нейронних мереж..

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналіз проблеми детектування об'єктів при виявленні нетипових ситуацій;
- розглянути існуючі методи вирішення задачі детектування об'єктів при розпізнаванні нетипових ситуацій та обґрунтувати вибір методу, який задовольняє мету магістерської кваліфікаційної роботи;
- розробити архітектуру згорткової нейронної мережі для детектування об'єктів при розпізнаванні нетипових ситуацій та удосконалити її згідно з метою роботи;
- сформулювати стадії інформаційної технології та на їх основі розробити структуру та алгоритм роботи програмного засобу;
- виконати програмну реалізацію запропонованої інформаційної технології розпізнаванні нетипових ситуацій в частині детектування об'єктів;
- провести тестування програмного продукту та виконати аналіз отриманих результатів.

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження – процес детектування об'єктів для розпізнавання нетипових ситуацій на відео з використанням штучних нейронних мереж.

Предмет дослідження – інформаційна технологія та програмні засоби розпізнавання нетипових ситуацій на відео в частині детектування об'єктів з використанням згорткових нейронних мереж та достовірність їх роботи.

Методи дослідження

У роботі використані наступні методи наукових досліджень:

- системного аналізу,
- розпізнавання образів,
- теорія штучних нейронних мереж для реалізації інформаційної технології розпізнавання нетипових ситуацій на відео,
- методи математичної статистики для обробки результатів тестування програми,
- об'єктно-орієнтованого програмування для реалізації програмного продукту.

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Вперше запропоновано інформаційну технологію розпізнавання нетипових ситуацій на відео, яка використовує для детектування та трекінгу об'єктів глибоку згорткову нейронну мережу, що дозволило підвищити достовірність розпізнавання нетипових ситуацій на відео.
2. Удосконалено архітектуру згорткової нейронної мережі, яка відрізняється введенням додаткового згорткового фільтра для передбачення класу об'єкта, що дозволило підвищити достовірність детектування об'єктів на відео

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. розроблено структурну схему програмного забезпечення розпізнавання нетипових ситуацій на відео на основі згорткової нейронної мережі в частині детектування об'єктів;
2. розроблено програмні засоби для розпізнавання нетипових ситуацій на відео на основі згорткової нейронної мережі в частині детектування об'єктів на відео.

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДЕТЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕО ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ НЕТИПОВИХ СИТУАЦІЙ

Обґрунтування методу вирішення задачі

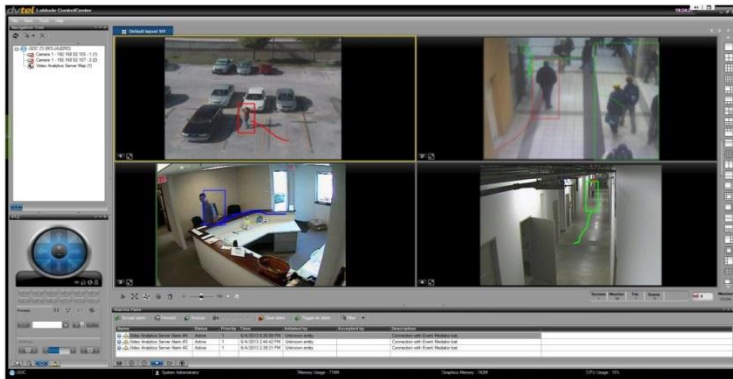
- **Метод Потенціалів.** Даний видозмінений метод дасть змогу розпізнати об'єкт але оскільки в нашому випадку потрібно розпізнавати образи автомобілів на дорозі, він не підходить.
- **Метод нормалізації плоских зображень.** Оскільки в даному методі зображення розкладається і представляється як множина проєкцій то ми не зможемо розпізнавати автомобіля які не знаходяться на різній відстані від камери що їх знімала.
- **Структурний метод.** Недоліками даного методу є те, що якщо хоча б незначна частина шуканого об'єкту буде схована за перешкодою, ми не зможемо отримати потрібний нам результат.
- **Аналітичний метод.** Недоліками цього методу є його складність та велике навантаження на апаратне забезпечення. Все рівно потрібно використовувати додаткові методи для пошуку геометричних фігур та подальший аналіз також не буде вважатись досить точним при великому нагромадженні об'єктів.
- **Нейронні мережі.** Даний метод є порівняно новим та не має чітко виражених власних недоліків. Оскільки його характеристики є кращими з представлених даний метод було обрано для вирішення задачі

Було обрано метод на основі згорткових нейронних мереж

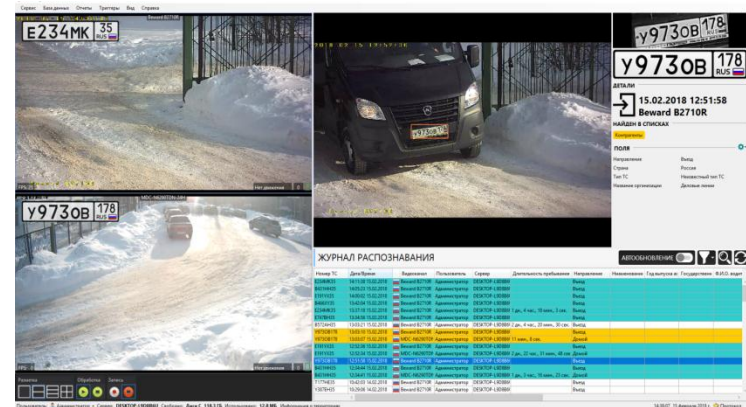
ВИБІР АНАЛОГІВ ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ НЕТИПОВИХ СИТУАЦІЙ

Analytics – проект, створений для розпізнавання, трекінгу та відслідковування об'єктів.

Даний проект дозволяє перетворити будь-яку камеру, яка працює в системі Latitude VMS, в інтелектуальну і аналізувати відеопотік в режимі реального часу, незалежно від виробника. Завдяки прописаним правилам і алгоритмами аналізу, система гарантує роботу навіть в найскладніших умовах і дозволяє персоналу ситуаційного центру точно визначати і реагувати на виникаючі події.



Hikvision . Даний проект спеціалізується на відстеженні автомобільних номерів. Проект Hikvision заснувала одноіменна компанія виробник камер відеоспостереження. Компанія Hikvision, лідируючий виробник обладнання для відеоспостереження, представляє професійні мережеві відеокамери з апаратним функціоналом відео аналітики. Проект дає змогу легко розрізнити автомобілі один від одного але через те що він відслідковує лише номери, він стає неефективним у відслідковуванні аварійних ситуацій.



ВИБІР АНАЛОГІВ ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ НЕТИПОВИХ СИТУАЦІЙ

ADRTCMS – У даній роботі представлена автоматична система контролю дорожнього руху, що використовують камеру B & W. Важлива інформація про дорожній рух, таку як середня швидкість, розмірність та підрахунок транспортних засобів, отримується за допомогою методів комп'ютерного зору. По-перше, рухомі об'єкти витягуються зі сцени за допомогою алгоритму диференціювання кадру і інформації про текстуру на основі інтенсивності шкали сірого.

Contributors: 2008 11th International IEEE ...

Automatic Daytime Road Traffic Control and Monitoring System

3 Author(s) P.F. Alcantarilla ; M.A. Sotelo ; L.M. Bergasa View All Authors

10 Paper Citations 396 Full Text Views

PDF Download RSS Email Cite Share Alert

Abstract

Abstract: This paper presents an automatic road traffic control and monitoring system for day time sequences using a B & W camera. Important road traffic information such as mean speed, dimension and vehicles counting are obtained using computer vision methods. Firstly, moving objects are extracted from the scene by means of a frame-differencing algorithm and texture information based on grey scale intensity. However, shadows of moving objects belong also to the foreground. Shadows are removed from the foreground objects using top hat transformations and morphological operators. Finally, objects are tracked in a Kalman filtering process, and parameters such as position, dimensions, distance and speed of moving objects are measured. Then, according to these parameters moving objects are classified as vehicles (trucks or cars) or nuisance artifacts. For results visualization, a 3D model is projected onto vehicles in the image plane. Some experimental results using real outdoor sequences of images are shown. These results demonstrate the accuracy of the proposed system under daytime interurban traffic conditions.

Document Sections

- I. Introduction
- II. Initialization Setup
- III. Moving Objects Extraction
- IV. Shadows Detection
- VI. Perspective Camera Model

Authors

Published in: 2008 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems

Figures

Date of Conference: 12-15 Oct. 2008 **INSPEC Accession Number:** 10452258

References

Date Added to IEEE Xplore: 30 December 2008 **DOI:** 10.1109/ITSC.2008.4732530

Citations

► **ISBN Information:** **Publisher:** IEEE

Keywords

► **ISSN Information:** **Conference Location:** Beijing, China

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДЕТЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

Детектування об'єктів являє собою окремий випадок загального процесу розпізнавання образів.

Розпізнавання образів – процес, при якому на підставі численних характеристик (ознак) деякого об'єкта визначаються одна або декілька найбільш істотних, але недоступних для безпосереднього визначення, його характеристик, зокрема його приналежність до певного класу об'єктів.

Віднесення об'єкта до певного класу відображає найтипівішу проблему класифікації, і, коли говорять про розпізнавання образів, найчастіше мають на увазі саме цю проблему.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

- **Рекурентні нейронні мережі** — це клас штучних нейронних мереж, у якому з'єднання між вузлами утворюють орієнтований цикл. Це створює внутрішній стан мережі, що дозволяє їй проявляти динамічну поведінку в часі. На відміну від нейронних мереж прямого поширення, РНМ можуть використовувати свою внутрішню пам'ять для обробки довільних послідовностей входів.
- **Нейронна мережа Гопфілда** — це тип рекурентної, повнозв'язної, штучної нейронної мережі з симетричною матрицею зв'язків. У процесі роботи динаміка таких мереж сходиться (конвергує) до одного з положень рівноваги. Ці положення рівноваги є локальними мінімумами функціоналу, що називається енергія мережі (у найпростішому випадку — локальними мінімумами негативно певної квадратичної форми на n -вимірному кубі).
- **Згорткові нейронні мережі**. Даний тип НМ використовують різновид багат шарових перцептронів, розроблений так, щоби вимагати використання мінімального обсягу попередньої обробки. Вони відомі також як інваріантні відносно зсуву або просторово інваріантні штучні нейронні мережі, виходячи з їхньої архітектури спільних ваг та характеристик інваріантності відносно паралельного перенесення. Згорткові мережі було натхнено біологічними процесами.

Розробка структури нейронної мережі

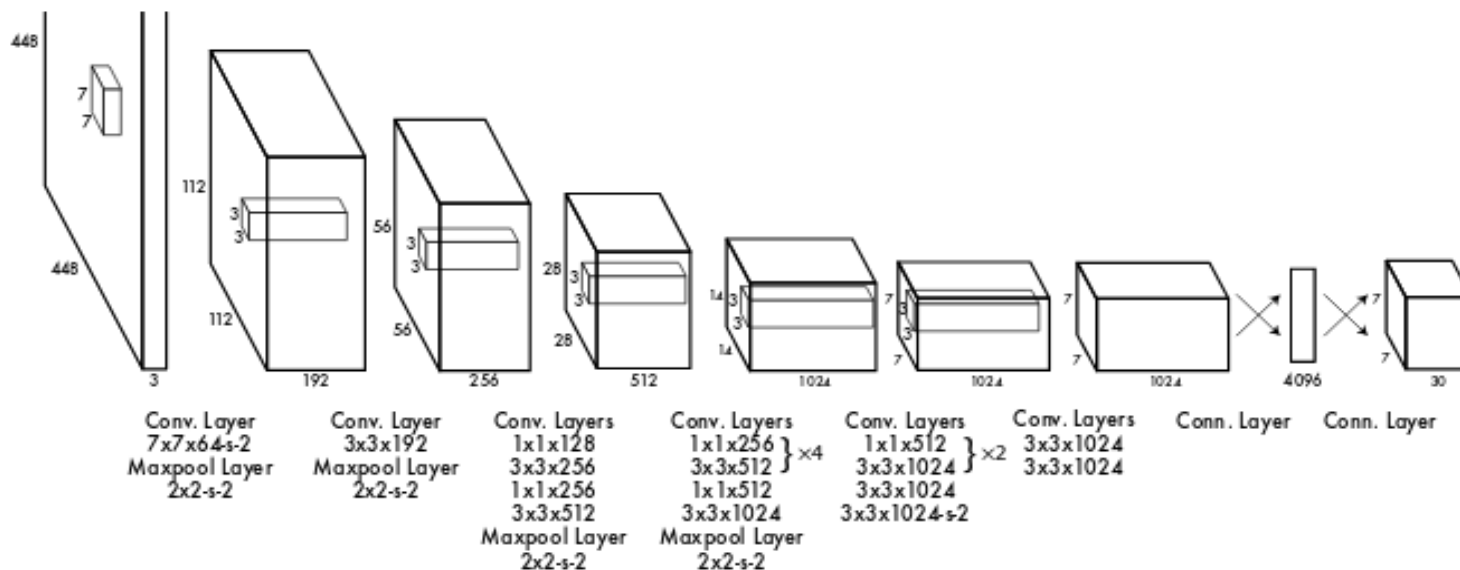
Розробляючи будь яку нейронну мережу потрібно щоб вона містила такі шари як:

- Шар входу
- Шар виходу
- Приховані шари

У випадку проектування та побудови саме згорткової нейронної мережі потрібно щоб були присутні такі приховані шари:

- Згорткові шари
- Агрегувальні шари
- Повноз'єднані шари

Архітектура згорткової нейронної мережі YOLO



Мережа складається з вхідного шару розмірністю 448×448, 6 згорткових шарів, 4 агрегувальних шарів та 2 повнозв'язних вихідних шарів. В шарах агрегування використана максимізаційна (max-pooling) функція.

Навчання згорткових нейронних мереж

Основне завдання в навчанні нейронних мереж - мінімізація заданої функції помилки. Зазвичай, оптимізується апостеріорна імовірність.

де функція правдоподібності $p(\theta)$ - помилка на навчальній вибірці, апіорне розподіл $p(d | \theta)$ — регуляризація. Завдання оптимізації - по заданій функції знайти аргументи, в яких ця функція мінімізується. Функція помилки в нейронних мережах має багато локальних екстремумів. Для того, щоб знайти оптимальний екстремум, використовується евристичний метод оптимізації - градієнтний спуск.

Представивши поверхню функції помилки, завдання оптимізації зводиться до обчислення градієнта. Якщо функцію, що визначає поверхню, позначити через

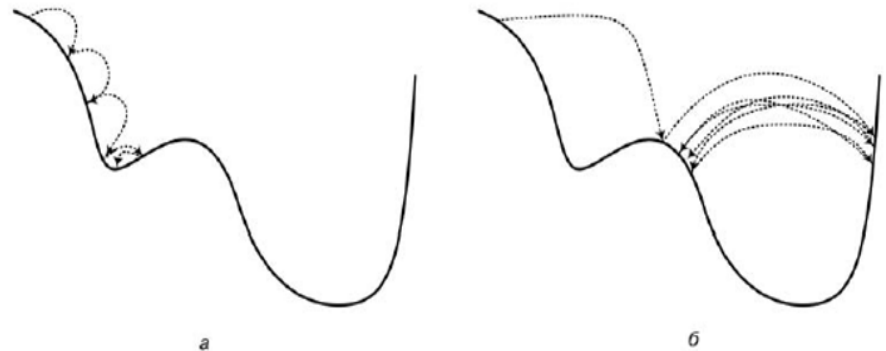
$$E(\boldsymbol{\theta}) = E(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n),$$

де $(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n)$ – параметри функції, то її градієнт ∇E – це вектор похідних функції декількох змінних по кожній з компонент

Для вирішення цих проблем використовується стохастичний градієнтний спуск - підрахунок помилки і оновлення ваг відбувається не після проходження всієї тренувальної множини, а після кожного прикладу:

$$\boldsymbol{\theta}_t = \boldsymbol{\theta}_{t-1} - \eta \nabla E(f(\mathbf{x}_t, \boldsymbol{\theta}_{t-1}), y_t)$$

$$p(\theta|D) = p(\theta) \prod_{d \in D} p(d|\theta),$$



Проблеми зі швидкістю градієнтного спуску:

- а) — занадто маленькі кроки,
- б) — занадто великі кроки.

Структура інформаційної технології розпізнавання нетипових ситуацій на відео у частині детектування об'єктів



Загальна структурна схема програми розпізнавання нетипових ситуацій на відео

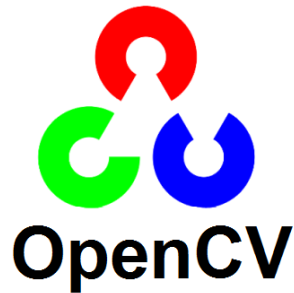


Вибір мови та середовища програмування



було обгрунтовано вибір мови програмування Python та середовища програмування Visual Studio Code.

Обґрунтування вибору технологій та інструментів



Серед бібліотек та фреймворків для детектування об'єктів були обрані OpenCV, Tensorflow та Darknet.

Приклад роботи програми

Detectors Manager

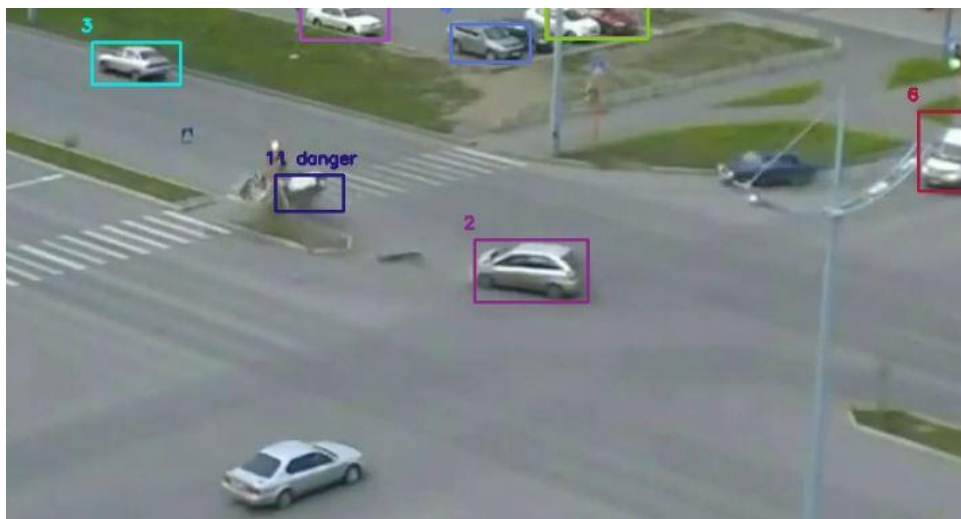
Detector source
Chosen source:

Camera Video

Detector list:

Configure thresholds

Minimal change of speed (px)	Maximal change of speed (times)
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Minimal change of accuracy (px)	Maximal change of accuracy (times)
<input type="text"/>	<input type="text"/>



ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМИ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

	Аналог	Наша програма
Кількість відео в тестуванні	100	100
Кількість шуканих об'єктів	482	482
Детектовано об'єктів	321	335
Кількість відео на яких знайдені усі об'єкти	65	68
Достовірність пошуку по об'єктам	68%	72%
Достовірність пошуку по відео	65%	68%

За результатами тестування було виявлено, що достовірність пошуку та детектування об'єктів програми, що була розроблена нами, складає 72% по окремим об'єктам та 68% по відео в цілому. В той час, як достовірність програми аналогу складає 68% та 65% по відповідним критеріям. Що показує різницю в 4% та в 3% по відповідним параметрам.

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було проведено розрахунки, які дають можливість зробити висновок про доцільність розробки та впровадження нашої наукової роботи. Це підтверджують такі показники: абсолютна ефективність вкладених інвестицій дорівнює 133 175,07 грн., що є більшим 0 і вказує на те, що інвестор може бути зацікавленим у нашій розробці; відносна ефективність наукової розробки становить 56%, що є вищим за мінімальну ставку дисконтування (30%), тому вкласти кошти у нашу розробку є вигідніше, ніж покласти кошти на депозит; термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій складе 1,7 років, що є менше 3-ох і вказує на швидку окупність вкладених інвестицій. Крім того, розраховано, що наукова розробка зменшить витрати протягом 3-х років за рахунок покращення її якості порівняно з існуючими аналогами.. .

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ПУБЛІКАЦІЇ

Апробація результатів роботи.

Результати досліджень апробовані на

- XII Міжнародній науково-практичній конференції ІОН-2020, 26-29 травня, 2020, Вінниця: ВНТУ [4],
- XLVIII Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2019)», Вінниця, 2019 [2],
- XLIX Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2020)», Вінниця, 2020 [3].

Публікації.

За результатами досліджень опубліковано статтю у фаховому журналі [1]., трое тез доповідей на науково-технічних конференціях [2,3,4] та подано заявку на авторське свідоцтво на твір (програму).

ВИСНОВОК

В результаті виконання МКР розроблено інформаційну технологію та програмне забезпечення для розпізнавання нетипових ситуацій на відео у частині детектування об'єктів на основі згорткової нейронної мережі. Програмне забезпечення створено мовою програмування Python з використанням бібліотек OpenCV, Tensorflow та Darknet. Розроблене програмне забезпечення порівняно з аналогом має кращу на 4% достовірність детектування окремих об'єктів і кращу на 3% достовірність детектування об'єктів по відео в цілому. Таким чином, мета роботи досягнута – достовірність детектування об'єктів на відео при розпізнаванні нетипових ситуацій підвищена.

Дякую за увагу!