

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
Навчально-науковий інститут цивільного захисту  
Кафедра управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій

«Допущено до захисту»  
Завідувач кафедри УПІТтаТ  
доктор технічних наук, професор  
\_\_\_\_\_ Євген МАРТИН  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «Розробка автоматизованої системи моніторингу завантаженості  
доріг»

Виконав:  
слухач VI курсу, КНб1мз  
спеціальності (освітньої програми)  
122 "Комп'ютерні науки" (Комп'ютерні науки)  
(шифр і назва спеціальності (освітньої програми))  
\_\_\_\_\_ **Юрій ОЛІЙНИК** \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)  
Керівник \_\_\_\_\_ **Юрій БОРЗОВ** \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)  
Рецензент \_\_\_\_\_ **Тарас РАК** \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)

Львів – 2020 року

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
 Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
 Навчально-науковий інститут цивільного захисту  
 Кафедра управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій  
 Освітній ступінь магістр  
 Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”  
 Освітня програма Комп’ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри УПІТтаТ  
 доктор технічних наук,  
 професор  
Євген МАРТИН  
 “ ” 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
 на дипломну роботу

Слухач Юрій ОЛІЙНИК  
 (ім’я, прізвище)

1. Тема: Розробка автоматизованої системи моніторингу завантаженості доріг

керівник роботи Юрій БОРЗОВ, к.т.н.  
 (ім’я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛДУ БЖД від “ 30 ” вересня 2019 року №143од

2. Термін подання слухачем роботи 05 лютого 2020 року

3. Початкові дані до роботи

1. Л. Шапиро, Дж. Стокман Компьютерное зрение. Computer Vision. М. : Бином. Лаборатория знаний, 2006 р. 752 с. - ISBN 5-94774-384-1.
2. Дэвид Форсайт, Жан Понс Компьютерное зрение. Современный подход. Computer Vision: A Modern Approach. М. : «Вильямс», 2004 р. 928 с. - ISBN 5-8459-0542-7.
3. Кларенс Хо, Роб Харроп. Spring 3 для профессионалов. Pro Spring 3. М.: «Вильямс», 2012 р. 880 с. - ISBN 978-5-8459-1803-1.
4. Уоллс К. Spring в действии. М.: ДМК Пресс, 2013 р. – 752 с.

4. Зміст дипломної роботи/проекту (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

Розділ 1. Аналітичний огляд існуючих рішень

Розділ 2. Розробка та дослідження структурних рішень

Розділ 3. Проектування кіберфізичної системи моніторингу автодоріг

Розділ 4. Дослідження та тестування розробленої системи

Розділ 5. Технології розробки КФС моніторингу автодоріг

ВисновкиСписок використаних джерел

## 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи/проекту	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд існуючих рішень		
2	Розробка та дослідження структурних рішень		
3	Проектування кіберфізичної системи моніторингу автодоріг		
4	Дослідження та тестування розробленої системи		
5	Технології розробки КФС моніторингу автодоріг		

Слухач \_\_\_\_\_  
( підпис )Юрій ОЛІЙНИК  
(ім'я та прізвище)Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )Юрій БОРЗОВ  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Юрій ОЛІЙНИК. «Розробка автоматизованої системи моніторингу завантаженості доріг». Дипломна робота за спеціальністю 122 «Компютерні науки» складається з текстової частини, що містить 5 розділів, 77 сторінок і містить 40 ілюстрацій, 2 таблиці та 14 джерел.

В даній роботі проводиться аналіз сучасної ситуації, огляд літературних джерел та публікацій, постановка завдання, засобів вирішення, визначення переваг і недоліків існуючих засобів, розробка власного автоматизованого модуля аналізу транспортного потоку. Приведено огляд алгоритмів та технологій для розпізнавання транспортних засобів та їх відслідковування на відео.

Розроблено алгоритм та архітектуру програми аналізатора завантаженості автодоріг, наведено основні переваги, недоліки та способи покращення результату. Реалізований WEB-сервер на базі архітектури REST для розподілених систем. Проведено тестування для детальної демонстрації роботи програми, а також надані рекомендації по покращенню алгоритму та програми в цілому. Подається опис готової системи та її компонент, а саме: IP-камери, автоматизованого модуля аналізу потоку відео, радіомодулів передачі, WEB-сервера, бази даних, WEB-інтерфейсів користувача.

## **ABSTRACT**

Yurii OLIYNUK "Development of the automated system for for monitoring the traffic load of roads ". Graduation work on the specialty 122 "Computer Science" consists of a text part containing 5 chapters of 77 pages, 40 illustrations, 2 tables and 14 references.

In this paper, an analysis of the current situation, an overview of literary sources and publications, a task station, solutions, definitions of the advantages and disadvantages of existing tools, and the development of its own automated module for analysis of the traffic flow is carried out. An overview of algorithms and technologies for detecting traps and their tracking on video.

The algorithm and architecture of the traffic load analyzer program are developed, the main advantages, disadvantages and methods of improvement of the result are presented. Realized WEB-server based on REST architecture for distributed systems. A test has been conducted for a detailed demonstration of the program's work, as well as recommendations for improving the algorithm and the program as a whole. A description of the finished system and its components, namely: IP-camera, automated video analysis module, radio modules of transmission, WEB-server, database, WEB-user interfaces.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

КФС	кіберфізична система
ТЗ	транспортний засіб
БД	база даних
СУБД	система управління базою даних
HTTP	протокол передачі гіпертексту
REST	архітектурний стиль взаємодії компонентів розподілених систем в мережі
WEB-сервер	це сервер, що приймає HTTP-запити від клієнтів, зазвичай веб-браузерів, видає їм HTTP-відповіді, зазвичай разом з HTML-сторінкою, зображенням, файлом, медіа-потокком або іншими даними.
Оклюдія	ситуація, в якій два об'єкти розташовані приблизно на одній лінії і один об'єкт, розташований ближче до віртуальної камери або вікна перегляду, частково або повністю закриває видимість іншого об'єкта.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ.....	11
1.1 Кіберфізичні системи.....	11
1.2 Аналіз останніх досліджень та публікацій .....	12
1.3 Огляд існуючих рішень моніторингу автодоріг .....	14
1.4 Постановка задачі.....	18
Висновки до розділу 1 .....	19
2. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ РІШЕНЬ .....	20
2.1 Опис структури системи.....	20
2.2 Вибір ключових характеристик для реалізації системи .....	22
2.1.1 Легкість масштабування .....	22
2.1.2 Обробка відео в реальному часі.....	22
2.1.3 Захищеність системи .....	22
2.3 Компоненти систем технічного зору .....	244
2.4 Вибір інструментальних засобів реалізації КФС моніторингу автодоріг.....	26
2.4.1 Вибір інструментальних засобів для реалізації технічного зору .....	26
2.4.2 Вибір інструментальних засобів реалізації WEB-серверу .....	28
2.4.3 Вибір інструментальних засобів реалізації БД .....	28
Висновки до розділу 2.....	29
3. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АВТОДОРІГ .....	30
3.1 Розрахуно парметрі камери .....	30
3.2 Калібрування камери .....	34
3.3 Проектування аналізатора автомобільного трафіку.....	34
3.4 Розробка алгоритму аналізатора автомобільного трафіку.....	41
3.4.1 Алоритми виявлення та відстеження рухомих об'єктів .....	41
3.4.2 Розробка алгоритму відстеження завантаженості автодоріг.....	47
3.5 Проектування серверної частини КФС .....	49

Висновки до розділу 3.....	51
4. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ .....	52
4.1 Тестування WEB-серверу .....	52
4.2 Тестування БД з використанням розроблених засобів .....	53
4.3 Тестування розробленого аналізатора дорожнього руху .....	54
4.4 Способи покращення результату .....	56
Висновки до розділу 4.....	57
5. ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ КФС МОНІТОРИНГУ АВТОДОРИГ .....	58
5.1 Розробка аналізатора автомобільного трафіку .....	58
5.1.1 Розробка програмних засобів аналізатора трафіку.....	58
5.1.2 Розробка конфігуратора .....	61
5.2 Розробка WEB-серверу .....	62
5.2.1 Розробка структури WEB-серверу .....	63
5.2.2 Програмування WEB-серверу .....	64
5.3 Розробка бази даних.....	67
5.3.1 Створення бази даних.....	68
5.3.2 Скрипти ініціалізації бази даних.....	69
5.3.3 Скрипти SQL-скриптів модифікації бази даних.....	71
5.4 Розгортання WEB-серверу.....	72
5.4.1 Розгортання аналізатора.....	72
5.4.2 Розгортання WEB-застосунок.....	72
5.4.3 Розгортання бази даних.....	73
Висновки до розділу 5.....	74
ВИСНОВКИ .....	9
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	77



## ВИСНОВКИ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було реалізовано кіберфізичну систему моніторингу автодоріг. Розглянуто актуальність поставленої проблеми, проаналізовано засоби для вирішення, їхні переваги та недоліки. Також описані основні вимоги до системи, які були реалізовані в магістерській кваліфікаційній роботі. Було проаналізовано та обґрунтовно використання всіх технологій які є доцільними для реалізаціх поставленого завдання. Описано доцільність реалізації саме даного рішення і в даній формі, проаналізовано відмінність даної роботи і її особливості на фоні існуючих рішень.

Результатом роботи стала реалізована комп'ютерна система з можливістю масштабування на багатопроцесорному обладнанні, створена база даних для збереження інформації та програма конфігуратор для задання початкової конфігурації системи. Розроблено алгоритм роботи та архітектуру програми. Для цього було використано мовн високого рівня C++ разом з інструментарієм Qt для обробки зображень та використання технологій комп'ютерного зору: створення моделі заднього фону, морфологічні операції та фільтр Калмана, застосовувалась бібліотека OpenCV. Для користувача це представляється як WEB-інтерфейс, який став завершенням розробки.

Тестування програми відбувалося на трьох прикладах, які показали переваги та недоліки роботи розробленого алгоритму. Надійна робота програма забезпечується такими вимогами: нерухомою камерою, криволінійний або прямолінійний рух об'єктів з постійною швидкістю, передачу даних на відстань до 7000 м, та обробку сервером. Похибки визначення були продемонстровані на послідовності зображень з великою інтенсивністю шуму. Розглянуто способи уникнення недоліків і подальшого покращення роботи програми.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Л. Шапиро, Дж. Стокман Компьютерное зрение. Computer Vision. — М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2006 р. 752 с. - ISBN 5-94774-384-1.
2. Дэвид Форсайт, Жан Понс Компьютерное зрение. Современный подход = Computer Vision: A Modern Approach. - М. : «Вильямс», 2004 р. 928 с. — ISBN 5-8459-0542-7.
3. Кларенс Хо, Роб Харроп. Spring 3 для профессионалов. Pro Spring 3. - М.: «Вильямс», 2012 р. 880 с. — ISBN 978-5-8459-1803-1.
4. Уоллс К. Spring в действии. – М.: ДМК Пресс, 2013 р. – 752 с.
5. Дэвид Форсайт, Жан Понс Компьютерное зрение. Современный подход. Computer Vision: A Modern Approach. — М. : «Вильямс», 2004. — 928 с. — ISBN 5-8459-0542-7.
6. Мельник А. О. Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Комп’ютерні системи та мережі”. – 2015. – № 692. – С. 100–107.
7. Пуйда В.Я. Мультипроцесорна система технічного зору // Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Комп’ютерні системи та мережі”. – 2017. – № 710. – С. 85–91.
8. Гавриш Б. М., Тимченко О. В., Тимченко О. О., Борзов Ю. О. Особливості систем та методів структурного розпізнавання текстових зображень // Комп’ютерні технології друкарства. Наукове видання Української академії друкарства. Львів, 2017. № 1(37), С.58-67
9. JK. P. Karmann and A. von Brandt, “Moving object recognition using an adaptive background memory,” in Proc. Time-Varying Image Processing and Moving Object Recognition, vol. 2, V. Capellini, Ed., 1990. 448 с.
10. Kanhere, Birchfield, Sarasua, Whitney, "Real-Time Detection and Tracking of Vehicle Base Fronts for Measuring Traffic Counts and Speeds on Highways" М. : Opera RT, 2012. – 340 с.

11. Archer, J 2004, 'Methods for the Assessment and Prediction of Traffic Safety at Urban Intersections and their Application in Micro-simulation Modelling', PhD Thesis, Royal Institute of Technology.
12. Компьютерное зрение –[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://megabook.ru/article/Компьютерное%20зрение>
13. OpenCV [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://opencv.org/>
14. Kyte, M, Abdel-Rahim, A, Dixon, M, Li, J-M & Urbanik, T 2009, 'Distance Gap as a Detection Design and Operations Tool', Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, DC. p. 320.