

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається
Завідувач кафедри
_____ Скарга-Бандурова І.С.
« ____ » _____ 20__ р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНИТОРИНГУ ТА ПІДТРИМКИ БЕЗПЕЧНОГО
УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ**

Освітньо-кваліфікаційний рівень “Магістр”
Спеціальність 122 – “Комп'ютерні науки”

Науковий керівник роботи:

(підпис)

І. С. Скарга-Бандурова

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Я. О. Критська

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

В.О. Думма

(ініціали, прізвище)

Група:

КН-17дм

Севєродонецьк 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 122 – «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри _____
І.С. Скарга-Бандурова
« _____ » _____ 20 ____ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Думмі Віталію Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ТА
ПІДТРИМКИ БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ**

керівник проекту (роботи) Скарга-Бандурова І.С., д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 18 " 10 2018 р. № _____

2. Термін подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз методів профілювання поведінки водія та діагностики стану Транспортного засобу

Розробка методу профілювання поведінки водія з використання системи нечіткої логіки

Розробка підсистеми діагностування поломок транспортного засобу

Проведення експериментів

Питання охорони праці, екології.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Електронні плакати

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Критська Яна Олександрівна		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітичний огляд літератури за темою роботи	1.09.18 – 1.10.18	
2	Аналіз методів і моделей профілювання поведінки водія	1.09.18 - 2.10.18	
3	Аналіз методів діагностики стану транспортного засобу	3.10.18 – 9.10.18	
4	Вирішення проблем з ефективною передачею та збереженням отриманих даних	10.10.18 – 24.10.18	
5	Проведення необхідних експериментів	25.10.18 – 25.11.18	
6	Розгляд питань охорони праці та основних напрямків їх дотримання	13.11.18 – 15.12.18	
7	Оформлення пояснювальної записки	22.12.18 – 28.12.18	
8	Оформлення презентації роботи	29.12.18 – 7.01.19	

Студент _____

(підпис)

Думма В. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Скарга-Бандурова І. С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Думма В. О. Інформаційні технології моніторингу та підтримки безпечного управління транспортним засобом.

Профілактика дорожньо-транспортних подій є важливим питанням, яке є дуже пріоритетним у списку багатьох країн світу. Поведінка водія та стан транспортного засобу є одними з багатьох ключових факторів, які слід серйозно розглянути, щоб поліпшити безпеку дорожнього руху. У цій роботі були представлені методи профілювання поведінки водія та діагностування стану транспортного засобу з обмеженнями які накладає OBD-II пристрій. Були розглянуті та вирішені проблеми збереження та передачі отриманих даних.

Ключові слова: OBD-II, часові ряди, DTC, профілювання поведінки водія, системи нечіпкої логіки, діагностування стану транспортного засобу.

АННОТАЦИЯ

Думма В. О. Информационные технологии мониторинга и поддержки безопасного управления транспортным средством.

Профилактика дорожно-транспортных происшествий является важным вопросом, который является крайне приоритетным в списке многих стран мира. Поведение водителя и состояние транспортного средства являются одними из многих ключевых факторов, которые следует серьезно рассмотреть, чтобы улучшить безопасность дорожного движения. В этой работе были представлены методы профилирования поведения водителя и диагностирования состояния транспортного средства, с ограничениями, которые накладывает OBD-II устройство. Были рассмотрены и решены проблемы хранения и передачи полученных данных.

Ключевые слова: OBD-II, временные ряды, DTC, профилирования поведения водителя, системы нечеткой логики, диагностирования состояния транспортного средства.

ABSTRACT

Dumma V. O. Information technologies for monitoring and supporting safe vehicle driving.

Prevention of road accidents is an important issue that is a high priority in the list of many countries in the world. Driver behavior and vehicle condition are among the many key factors that should be seriously considered in order to improve road safety. In this paper, methods were presented for profiling driver behavior and diagnosing the condition of a vehicle, with the limitations that an OBD-II device imposes. The problems of storing and transferring the received data were considered and solved.

Keywords: OBD-II, time series, DTC, profiling driver behavior, fuzzy logic systems, vehicle condition diagnostics.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ПРОБЛЕМ ПОВ'ЯЗАНИХ З МОНІТОРИНГОМ ТА ПІДТРИМКОЮ БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ	9
1.1 Аналіз вимог	9
1.2 Аналіз програмних та інструментальних засобів	10
1.3 Огляд математичних моделей і методів для вирішення задачі.....	10
1.3.1 OBD-II пристрій	10
1.3.2 Моделі профілювання поведінки водія.....	12
1.3.3 Стискання та декомпресія часових рядів	17
1.4 Постановка наукової задачі та обґрунтування методики досліджень	22
1.5 Висновки до першого розділу	23
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ПОКАЖЧИКІВ ВПЛИВАЮЧИХ НА БЕЗПЕКУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ	24
2.1 Профілювання поведінки водія	24
2.1.1 Дані та змінні вхідних даних.....	25
2.1.2 Нечіткі набори	26
2.1.3 Нечіткі правила та їх підрахунок.....	27
2.2 Діагностування стану автомобілю	29
2.3 Технологія передачі та збереження даних	31
2.3.1 Стискання даних.....	32
2.3.2 Взаємодія підсистем.....	42
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ВОДІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УМОВАХ	44
3.1 Підсистема профілювання поведінки водія	44
3.2 Підсистема діагностування стану транспортного засобу.....	49
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ.....	54
4.1 Загальні питання з охорони праці.....	54
4.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці.....	55
4.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці	55
4.2 Аналіз стану умов праці	55
4.2.1 Вимоги до приміщень	56
4.2.2 Вимоги до організації місця праці.....	56

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці	57
4.3 Виробнича санітарія.....	58
4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу	58
4.3.2 Пожежна безпека.....	60
4.3.3 Електробезпека	60
4.4.1 Мікроклімат	61
4.4.2 Освітлення.....	61
4.5 Вентилювання.....	63
4.6 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій	63
4.7 Охорона навколишнього природного середовища	65
4.7.1 Загальні дані з охорони навколишнього природного середовища	65
4.7.2 Вимоги до збору, пакування та розміщення відходів ІТ галузі.....	66
4.7.3 Визначення впливу та заходів щодо поводження з відходами ІТ галузі.....	66
Висновки до розділу 4	68
Перелік посилань до розділу 4.....	69
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71
ДОДАТОК А. СЛАЙДИ ДО ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	75

ВСТУП

Актуальність досліджень. Профілактика дорожньо-транспортних подій є важливим питанням, яке є дуже пріоритетним у списку багатьох країн світу. Багато заходів та підходів були запроваджені з точки зору рівня політики, а також технічного рівня. Поведінка водія є одним з багатьох ключових факторів, які слід серйозно розглянути, щоб поліпшити безпеку дорожнього руху. Окрім поведінки водія на безпеку дорожнього руху впливає стан транспортного засобу, оскільки несправний транспортний засіб може спричинити багато проблем, навіть якщо їм керує досвідчений водій.

Актуальність теми полягає у стрімкому зростанні попиту на засоби підвищення безпечності дорожнього руху та політиці страхових компаній, яка передбачає менший відсоток сплат для водіїв, які безпечно керують транспортним засобом.

Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення безпечності руху за рахунок виведення методів профілювання поведінки водія та діагностування стану транспортного засобу за допомогою вбудованої діагностичної системи транспортного засобу та впровадження цих підсистем у існуючу програмну систему.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні *завдання*:

- зібрати інформацію, щодо існуючих методів профілювання поведінки водія, виявити їх плюси та мінуси та можливість використання у існуючій системі;
- виявити алгоритм діагностування стану транспортного засобу за допомогою діагностичних кодів поломок;
- провести серію експериментів, в ході яких виявити достовірність ефективності знайдених методів та алгоритмів, знайти їх недоліки для подальшого покращення роботи системи;
- проаналізувати отримані результати, підбити підсумки, скласти упорядкований перелік рекомендацій по оптимізації, виявити найбільш ефективні в своїй галузі застосування, виявити найменш ефективні;
- провести необхідні впровадження в існуючу систему на основі проведених досліджень.

Об'єкт досліджень: процес аналізу стану транспортного засобу та профілювання поведінки водія.

Предметом дослідження є алгоритми та рекомендації щодо профілюванню поведінки водія, отримання деталей та інструкцій, щодо виявленій поломок транспортного засобу у реальному часі, та методи оптимізації передачі та збереження отриманих даних.

Методи дослідження: в рамках дослідження використовувалися теорія нечітких систем, методи стиснення часових рядів, теорія експерименту.

Практична значимість, або результатом виконання дослідження є:

- розроблений алгоритм стиснення багатомірних часових рядів;
- розроблені методи профілювання поведінки водія та діагностування стану транспортного засобу;
- практичне застосування найбільш ефективних рекомендацій у існуючій системі.

Публікації. За темою роботи з викладенням її основних результатів опублікована 1 стаття в науковому фаховому виданні України.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота містить анотацію, вступ, 4 розділи, перелік використаної літератури, додаток. Пояснювальна записка містить 71 сторінок, 7 таблиць та 26 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ПРОБЛЕМ ПОВ'ЯЗАНИХ З МОНІТОРИНГОМ ТА ПІДТРИМКОЮ БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ

1.1 Аналіз вимог

Пошкодження, отримані в результаті дорожньо-транспортних пригод, є однією з головних проблем охорони здоров'я і однією з основних причин смертей і травм в світовому масштабі. Щорічно в результаті дорожніх аварій, в основному в країнах з низьким і середнім рівнем доходу, гинуть майже 1,2 мільйона осіб, і ще мільйони отримують поранення або стають інвалідами. Травматизм при дорожньо-транспортних пригодах створює величезні соціальні витрати для приватних осіб, сімей і між територіальними общинами або лягає важким тягарем на систему охорони здоров'я і економіку. Ці збитки для країн, багато з яких докладають значних зусиль для свого економічного розвитку, можуть досягати 1-2% їх валового національного продукту. У міру зростання рівня автомобілізації, дорожньо-транспортні пригоди є швидко зростаючою проблемою, особливо в країнах, що розвиваються. При збереженні існуючих тенденцій в найближчі двадцять років кількість травм, отриманих в результаті дорожніх аварій, значно зросте в більшості регіонів світу, причому в найбільшій мірі це торкнеться найбільш уразливих учасників дорожнього руху (пішоходів, велосипедистів). Виникає нагальна потреба в прийнятті відповідних цілеспрямованих заходів.

Дорожньо-транспортні пригоди виникають у результаті некоректної поведінки водія у 65% випадків. Перевищення швидкості та агресивні маневри є прикладами некоректної поведінки водія. Також несправності з транспортним засобом є причиною більш ніж 30% відсотків дорожньо-транспортних пригод.

Своєчасно надана інформація щодо стану транспортного засобу або некоректної поведінки може знизити кількість дорожньо-транспортних пригод. Для того щоб надати водіям миттєвий доступ щодо стану транспортного засобу та поведінки дорожнього руху треба приймати до уваги багато параметрів. Задачею цієї роботи є проектування апаратно-програмної системи, яка буде надавати інформацію необхідну для підтримки безпеки дорожнього руху водіям.

Оскільки всі параметри можна розділити на пов'язані з транспортним засобом та пов'язані з діями водія, треба мати змогу отримувати їх всі, для коректного аналізу. Це можливо за допомогою OBD-II [16] пристрою, який розроблюється компанією VehicleMind [17].

Оскільки задача вимагає як можна скорішого попередження водія, щодо можливості дорожньо-транспортної пригоди, виникає потреба у постійному зчитуванні, зберіганні та обробки інформації. Методи ефективного зберігання та обробки інформації є основними проблемами для поставленої задачі.

1.2 Аналіз програмних та інструментальних засобів

Як було сказано раніше, для реалізації поставленої задачі буде використовуватися пристрій від компанії VehicleMind. Цей пристрій має змогу зчитувати низку даних з OBD-II роз'єму транспортного засобу: DTC (Diagnostic Trouble Codes – діагностичні коди проблем), напруга у акумуляторі, кількість обертів двигуна, температура охолоджуючої рідини, VIN (Vehicle identification number - ідентифікаційний номер транспортного засобу), події запуску та зупинки двигуна. Окрім того пристрій має акселерометр, гіроскоп та GPS.

Для проведення експериментів знадобиться транспортний засіб з OBD-II роз'ємом. Усі транспортні засоби продані у Європі після 2001 року мають цей роз'єм [16].

Діагностичні коди проблем, які надаються транспортними засобами відрізняються в залежності від виробника, моделі та обладнання наявного у транспортного засобу. Через це виникає потреба у правильній інтерпретації цих кодів. Для цього буде використаний сервіс CarMD [22].

1.3 Огляд математичних моделей і методів для вирішення задачі

1.3.1 OBD-II пристрій

У 1998 році була запропонована сучасна система OBD-II, щоб замінити колишню систему OBD-I. Специфікації OBD-II були визнані Агентством з охорони навколишнього середовища (EPA), США і Каліфорнійською ресурсною радою контролю забруднення. З 1996 року всі транспортні засоби повинні бути оснащені OBD-II під EPA regulation в США. Коли автомобіль викидає високий рівень забруднень, OBD-II буде генерувати повідомлення діагностичного коду (DTC) та індикатор перевірки двигуна буде відображатися. Деякі символи індикатора Check Engine показані на рисунку 1. Тим часом, OBD-II збереже цей DTC в ECU пам'яті. Таким чином, повідомлення DTC можуть бути вилучені через діагностичний прилад OBD-II.

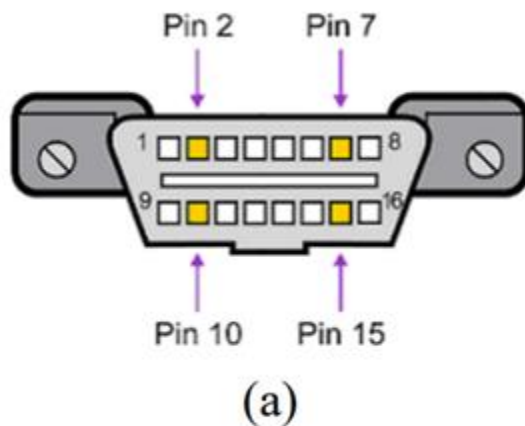


Рисунок 1.1 Приклади індикатора Check Engine

Основними особливостями OBD-II є:

- уніфікований J1962 16-контактний роз'єм і роз'єм лінії передачі даних (DLC) (як показано на рисунку 2);
- уніфікований код несправності і значення;
- зберігання і відображення коду несправності;
- містить здатність запису автомобіля;
- функція автоматичного очищення або скидання для коду DTC.

Отже, перевагою OBD-II є його стандартизація. Іншими словами, тільки один комплект діагностичного приладу OBD-II здатний виконувати діагностику і може сканувати різні типи транспортних засобів, оснащених системою OBD-II. Роз'єм OBD-II має 16 контактів і зазвичай встановлюється нижче приводний панелі. Серед цих 16 контактів дев'ять з них мають фіксовані функції, а інші контакти залишені на розсуд виробника транспортного засобу [16].



(а)



(б)

Рисунок 1.2 (а) J1962 OBD-II 16-контактний роз'єм, (б) OBD-II DLC

Інформаційні дані автомобіля OBD-II, які відображають поведінку водія, включають

швидкість транспортного засобу, кількість обертів двигуна, положення педалі газу та навантаження двигуна. Ці дані OBD можуть бути декодовані за допомогою операції OBD Mode01 з відповідними PID [SAE International. On-Board Diagnostics for Light and Medium Duty Vehicles Standards Manual. Pennsylvania, 2003]. PID - ідентифікатор параметра. Приклади PID швидкості транспортного засобу, швидкості двигуна (RPM), положення дроселя та навантаження двигуна, визначеного в SAE J1979 [17] наведені в таблиці 1 (А та В представляються байтами даних, що повертаються).

Таблиця 1. Приклади визначення PID

PID	Кількість байтів	Опис	Одиниця виміру	Формула
OD	1	швидкість	км/год	A
OC	2	кількість обертів двигуна	об/мин	$((A*256)+B)/4$
11	1	положення педалі газу	%	$A*100/255$
04	1	навантаження двигуна	%	$A*100/255$

Швидкість двигуна - один з найважливіших параметрів у вихідних даних. Швидкість автомобіля - це пряма відповідь на роботу водія. Це може безпосередньо відображати поточне водіння, перевищення швидкості, безпечність руху. Позиція педалі газу регулюється, щоб відправити кількість палива в двигун. Занадто високе або занадто низьке значення газу призводить до неповного згоряння палива та забруднення повітря. Навантаження двигуна є індикатором робочого середовища водія. Зростання або перевищення навантаження призведе до занадто великого навантаження двигуна, що призведе до пошкодження двигуна, що спричинить безпеку. Окрім даних, які відображають поведінку водія, OBD пристрій надає інформацію щодо результатів поведінки водія, а саме діагностичні коди помилок (DTC).

1.3.2 Моделі профілювання поведінки водія

1.3.2.1 Алгоритмічні моделі профілювання поведінки водія

Egen та колеги [3] розробили алгоритм класифікації водіїв, який розрізняє ризикованих і безпечних водіїв. Вони розглядали згладжені прискорення, дані гіроскопа і магнітометра зі смартфонів для визначення часу початку і часу проведення подій (наприклад, раптових маневрів, агресивності, гальмування або прискорення) за допомогою алгоритму ковзного середнього та емпіричних порогів. Автори обчислили схожість кожної події з даними шаблону (ризикованої та

безпечної поведінки) з використанням алгоритму динамічної трансформації часової шкали (Dynamic Time Warping - DTW) і використовували Байєсову класифікацію [14], щоб вирішити, чи є поведінка водія безпечною або ризикованою. Пропонується оціночне дослідження для п'ятнадцяти водіїв з використанням iPhone і фіксованих точок відправлення та прибуття. Ця робота показує успішний відсоток класифікації 93,3%. Johnson [7] також запропонував заснований на DTW алгоритм профілювання драйвера, який використовує датчики, GPS і камеру під назвою MIROAD. У цій роботі були оцінені характеристики різних наборів датчиків для виявлення бічних і поздовжніх рухів. Після оцінки більш ніж 200 подій водіння автор показав, що набір злиття датчиків, що складається з швидкості обертання осі X, прискорення по осі Y та уклону, забезпечує найкращу ефективність класифікації з використанням DTW. Raefgen [9] був зосереджений на точності даних смартфонів для аналізу поведінки водія, в основному орієнтованого на ринок страхування. Після процесу калібрування, коли користувач вручну встановлює основний напрямок транспортного засобу, додаток для мобільних пристроїв починає збирати події прискорення, гальмування та керування рулем. Ці події спрацьовують, якщо чутливі дані перекривають деякі зумовлені порогові значення (тобто 0,1g для прискорення і гальмування і 0,2g для управління). Автори запропонували провести дослідження з вимірювання, щоб порівняти виявлення подій з використанням смартфонів-сенсорів проти телематичного пристрою. Вони відзначили, що розподіл лічильника подій відповідав різним статистичним розподілам, що в основному пояснювалося відмінностями і зрушенням між смартфоном і автомобілем. Проте, автори виявили деякі кореляції між подіями смартфона і телематичного пристрою і описали деякі можливі джерела помилок. You та колеги [13] запропонували CarSafe, додаток для смартфонів, який об'єднує інформацію з передніх і задніх камер, датчиків і GPS для виявлення небезпечних подій водіння. Зокрема, автори показали, що сонливість (основна причина ДТП [8]) може бути виявлена з використанням алгоритмів обробки передньої камери і обробки зображень з точністю 85%. З метою надання водіям корисних порад, спрямованих на зниження споживання енергії, Araujo та колеги [1] запропонували додаток для смартфонів, який об'єднує GPS і інформацію з шини CAN (з використанням OBD-пристрою). Деякі з порад які може надати додаток - вимкнути двигун, переключити передачу раніше або збавити швидкість. В якості вхідних даних вони враховуються середні, мінімальні і максимальні значення швидкості, прискорення і споживання палива, і ці дані об'єднуються в нечіткої системі. Вони оцінили і підтвердили свої алгоритми на платформі Android, яка використовується в декількох експериментах в одному автомобілі. Castignani та колеги [10] зчитували показники з акселерометру та GPS зі смартфона та знайшли зв'язок між цими

показчиками та показниками з OBD-II пристрою. Вони запропонували математичну модель для визначення поведінки водія з використанням нечітких множин та нечітких правил. Експеримент проводився на 20 автомобілях у 550 подорожах логістичної компанії Люксембургу та були вираховані показники безпеки водіння для кожного водія.

Таким чином, профілювання поведінки водіїв є відомою проблемою в сферах пов'язаних з безпекою дорожнього руху, особливо за умов збільшення кількості автомобілів та водіїв. Разом з тим, задача профілювання поведінки водіїв наразі не є цілком вирішеною, оскільки не було запропоновано надійного та стандартизованого методу оцінювання поведінки водіїв. Вирішення цієї проблеми вимагає застосування новітніх підходів з використанням даних зібраних з різних джерел, таких як сенсори та вбудована діагностична система автомобіля.

Як вже було сказано раніше, існуючі механізми профілювання водіїв засновані на множинних вхідних даних і механізмах класифікації. Комерційні програми, такі як Greenroad [4], покладаються на дані GPS і смартфона для пошуку подій. У цьому додатку оцінка потім просто обчислюється як частота подій, тобто кількість подій на одиницю відстані, яке додаток підраховує. В цьому випадку всі типи подій мають однаковий пріоритет для підрахунку рейтингу і об'єднує їх глобальному лічильнику подій. Проблема цього підходу в тому що різні події повинні мати різний вплив на кінцеву оцінку поведінки водія, тобто перевищення швидкості у місті та поза містом мають різний показник ризикованості.

У роботі Fazeen і його колег [19] використовується акселерометр Android смартфона та GPS для визначення стану транспортного засобу (швидкість і перемикання), моделі водіння (прискорення або уповільнення і зміна смуги), стан доріг (рівний, нерівний, грубий або містить вибоїни). Події, головним чином, виявляються шляхом обчислення тривалості часу, різниці та нахилу між послідовними показаннями акселерометра на певних осях і порівнянням їх з емпіричними фіксованими або динамічними порогами. Наприклад, у роботі зазначається, що безпечне прискорення і уповільнення ніколи не досягають g-сили, що перевищує $\pm 0.3g$ по осі y. Для виявлення подій не використовуються алгоритми машинного навчання. Експериментальні результати включають наступну точність класифікації аномалій доріг: 81,5% для шишок, 72,2% для вибоїн, 75% для нерівних доріг, 91,5% для рівних доріг і 89,4% для нерівних доріг.

Castignani та колеги [10] представили нову платформу, засновану тільки на даних смартфона, яка використовує комбіновані дані нечіткої множинні і правила виведення і видає достовірну оцінку. Вимірювані дані з смартфона фільтруються, і події виявляються для різних показників. Потім вхідні дані згладжені, а в механізмі нечіткого виведення застосовуються нечіткі

правила. Нарешті, процес дефазації дозволяє отримати оцінку (від 0 до 100). Цей підхід може бути взятий за базовий для пропонованої системи.

1.3.2.2 Інтелектуальні методи профілювання поведінки водія

Штучні нейронні мережі (Artificial Neural Networks - ANN) складаються з декількох обчислювальних елементів, які взаємодіють через з'єднання з різними вагами. Внаслідок натхнення з мозком людини нейронні мережі демонструють такі особливості, як здатність вивчати складні моделі даних і узагальнювати отриману інформацію [28]. Найпростішою формою ANN є багатошарова перцептрона, що складається з трьох шарів: вхідний шар, прихований шар і вихідний шар. Хайкін [29] стверджує, що процеси навчання штучної нейронної мережі визначаються тим, як відбуваються зміни параметрів. Таким чином, процес навчання ANN поділяється на три частини: стимулювання шляхом вилучення прикладів з середовища; модифікацію його ваг через ітераційні процеси з метою мінімізації похибки виходу ANN; мережа реагує по-новому внаслідок змін, що відбулися. Конфігурація параметрів безпосередньо впливає на процес навчання ANN. Деякі приклади параметрів:

- швидкість навчання,
- швидкість руху,
- критерії зупинки,
- форма навчання мережі.

Метод опорних векторів (Support Vector Machine SVM) - набір схожих алгоритмів навчання з учителем, що використовуються для задач класифікації та регресійного аналізу. Належить сімейству лінійних класифікаторів. Особливою властивістю методу опорних векторів є невпинне зменшення емпіричної помилки класифікації і збільшення зазору, тому метод також відомий як метод класифікатора з максимальним зазором.

Основна ідея методу - переклад вихідних векторів в простір більш високої розмірності і пошук розділяє гіперплощини з максимальним зазором в цьому просторі. Дві паралельні гіперплощини будуються по обидва боки гіперплощини, що розділяє класи. Поділяючою гіперплощиною буде гіперплощина, яка максимізує відстань до двох паралельних гіперплощин. Алгоритм працює в припущенні, що чим більша різниця або відстань між цими паралельними гіперплощинами, тим менше буде середня помилка класифікатора.

Random forest - це набори дерев рішень, які голосують разом у класифікації. Кожне дерево побудовано випадково і вибирає підмножину ознак випадковим чином з підмножини точок даних.

Потім дерево тренується на цих точках даних (тільки на вибраних характеристиках), а решта «з мішка» використовується для оцінки дерева.

Як відомо, Random forest ефективні у запобіганні перенавчання. Запропоновані Лео Брейманом [31] його особливості:

- його легко реалізувати;
- має хороші властивості узагальнення;
- його алгоритм видає більше інформації, ніж просто мітка класу;
- він працює ефективно на великих базах даних;
- він може обробляти тисячі вхідних змінних без видалення змінної;
- надає оцінки того, які змінні важливі для класифікації.

Байєсова мережа - графова ймовірнісна модель, що представляє собою безліч змінних і їх ймовірнісних залежностей по Байєсу. Наприклад, баєсова мережа може бути використана для обчислення ймовірності того, що хворий пацієнт за наявності або відсутності ряду симптомів, ґрунтуючись на даних про залежність між симптомами і хворобами.

Формально, баєсова мережа - це орієнтований ациклічний граф, кожній вершині якого відповідає випадкова змінна, а дуги графа кодують відносини умовної незалежності між цими змінними. Вершини можуть представляти змінні будь-яких типів, бути зваженими параметрами, прихованими змінними або гіпотезами. Існують ефективні методи, які використовуються для обчислень і навчання байєсовських мереж. Якщо змінні байєсівської мережі є дискретними випадковими величинами, то така мережа називається дискретної байєсівської мережею. Байєсовські мережі, які моделюють послідовності змінних, називають динамічними байєсовськими мережами. Байєсовські мережі, в яких можуть бути присутніми як дискретні змінні, так і безперервні, називаються гібридними байєсовськими мережами. Байєсова мережу, в якій дуги крім відносин умовної незалежності кодують також відносини причинності, називають причинно-наслідковими Байєсови мережами

Інтелектуальні методи, такі як нейронні мережі, також використовуються в області профілювання поведінки водіїв. Нейромережі виявилися достатньою технікою для вивчення вибірки вхідних та вихідних відносин. У випадку прогнозування рухових маневрів з використанням нейронних мереж, вхід до мережі може бути параметрами поведінки, такими як швидкість руху автомобіля, швидкість і відношення або кут рульового колеса. В той час як вихідна мережа може бути моделлю, яка передбачає маневр та її оцінку. Booth [18] запропонувала інтелектуальну систему (нейронну мережу) для нестійкого оцінювання поведінки водія, у якій

використовувався метод зворотного поширення помилки для ідентифікації та розпізнавання маневрувань. Їхні роботи показують, як різні водії виконують маневр обгону. Цей метод має високу точність, але існує потреба в багатьох зовнішніх датчиках, які призводять до збільшення витрат, а також експериментальні дані були зібрані на основі симулятора. Olabiyi [19] використовував нейронну мережу для виявлення та прогнозування поведінки водія на основі алгоритму глибокої ретрансляції. Вони використовували багато пристроїв для збору даних, таких як камера, GPS, шина та мікрофони для підвищення точності прогнозування. Дуже точні результати були досягнуті, але багато використовуваних пристроїв призвели до збільшення часу обробки. Нейронна мережа використовується для того, щоб навчитися виконувати обгінні маневри, які були впроваджені в роботі Kraiss та колег [20], виходячи з поздовжнього та бокового положення, на яких вони визначили тип керування. Вони використовували три архітектури мереж в системі і застосовували алгоритм розповсюдження для виявлення. Mitrović та колеги [21] побудували модель для прогнозування бічного та поздовжнього прискорення автомобіля шляхом підготовки нейронної мережі. Помилка прогнозування була дуже низькою. Навіть незважаючи на те, що нейронні мережі є потужними механізмами навчання, основний їх недолік полягає в тому, що їх дуже важко проаналізувати, оскільки інформація, яку вони кодують, нелегко інтерпретувати. Інший недолік полягає в тому, що більшість нейромереж не в змозі обробляти тимчасові послідовності точок даних, але лише обчислюють вихід для одного вектору даних в часі. У сфері моделювання поведінки водія, особливо для прогнозування рухових маневрів, дані, як правило, складаються з послідовностей окремих фаз і включають в себе цю актуальну інформацію.

1.3.3 Стискання та декомпресія часових рядів

Існує багато стандартних алгоритмів стискання даних, таких як ZIP, LZMA та інші. Треба звернути увагу на два важливі показники для пристроїв типу OBD-II. По-перше, частіш за все точність даних з цих пристроїв є дуже важливою, особливо у контексті поставленої задачі, тому алгоритми стискання з втратами не є відповідними. По-друге, буферизація даних у пристрої є дуже не бажаною. Перш за все ці пристрої дуже часто не мають достатнього об'єму пам'яті для буферизації, по друге у випадку збою пристрою, наприклад втрати напруги, усі буферизовані дані будуть втрачені, що є неприйнятним для такого типу систем. Майже всі популярні алгоритми стискання даних потребують буферизації даних для їх стискання, через це вони не можуть бути використані.

Дуже часто шлях стискання даних залежить від структури стискуваних даних. Для пристроїв з Інтернету речей дуже часто такою структурою є часові ряди. Значеннями в таких часових рядах найчастіше є числа, цілі або дрібні, які практично постійно кодуються у вісім байтів (long та double). Кількість таких значень для одного часового показника може варіюватися від 1 до кількох десятків. Маючи уявлення про структуру даних, має сенс переглянути існуючі алгоритми стискання часових рядів. Двома найбільш поширеними алгоритмами є Middle-out та Gorilla. Розглянемо обидва алгоритми.

Оцінюючи можливість побудови бази даних часового ряду в пам'яті, розробники Gorilla розглянули кілька існуючих схем стиснення для зменшення накладних витрат на зберігання. Вони визначили методи, які застосовуються виключно до цілих даних, які не відповідають вимогам щодо зберігання значень подвійної точності з плаваючою комою. Інші методи використовувались на повному наборі даних, але не підтримували стиснення над потоком даних, як це було збережено в Gorilla і як це повинно бути у модельованому алгоритмі. Також вони визначили технології апроксимації часових рядів, що використовуються при видобутку даних, щоб спростити встановлення задачі в межах пам'яті, але Gorilla зосереджується на тому, щоб забезпечити представлення даних у повній роздільній здатності. Головною ідеєю була схема стиснення даних з плаваючою точкою, отриманими в наукових розрахунках. Ця схема залучила порівняння XOR з попередніми значеннями для генерації дельта-кодування. Gorilla стискає точками даних в часовій серії без додаткового стиснення, що використовується в часових рядах. Кожна точка даних - це пара 64-бітових значень, що представляють часовий показник і значення в той час. Часові показники та значення стискаються окремо, використовуючи інформацію про попередні значення.

Загалом, алгоритм обчислює XOR нового значення і попереднього. Таким чином, ми отримуємо певну різницю між значеннями, і ми можемо зберігати цю різницю поодиноці. У наборах даних часових рядків цей розрив зазвичай має ряд нулів, що стоять перед важливими бітами та після них. Отже, інформація, яку нам потрібно зберігати, зазвичай значно менша, але нам також потрібно зберігати лічильник нулів і довжину ненульового фрагмента XOR.

Ці концепції зазвичай використовуються в поточних алгоритмах стиснення, наприклад, Gorilla Facebook [23]. Заради ефективності стиснення Gorilla працює на рівні бітів, але ці операції досить дорогі. Middle-out розробили стиснення якомога швидше, замінивши бітові операції на байтові. Як наслідок, можна було б очікувати гіршого коефіцієнта стиснення, але це не завжди так.

Що стосується Middle-out, компресія працює на блоках даних, але це не є проблемою, оскільки бази даних часових рядів використовують блоки так чи інакше.

Розглянемо коефіцієнт стиснення у двох різних сценаріях. Перший сценарій - ми беремо серію чисел з плаваючою точкою (тобто 0,1, 0,2, 0,3, ...) і вимірюємо коефіцієнт стиснення в залежності від частини повторюваних точок (див. рис. 1.3.1). Для порівняння була використано компресію Gorilla.

Compress ratio of series of doubles by probability of repeating values

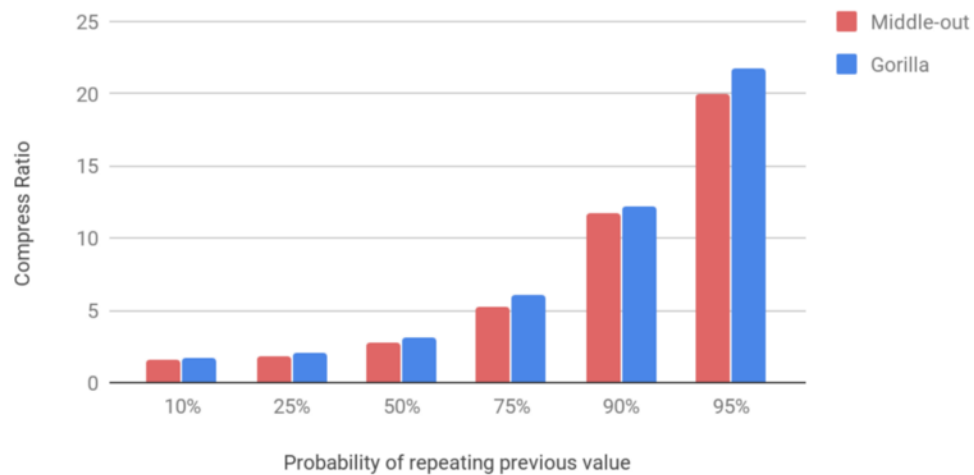


Рис 1.3.1 Коефіцієнт стиснення серії чисел с плаваючою точкою за ймовірністю повторюваних значень

Для цих типів даних Gorilla має трохи кращий коефіцієнт стиснення. Ми можемо бачити таку ж тенденцію з послідовностями цілих чисел. Другий сценарій - набори даних (див. рис. 1.3.2). Набори даних А і Б поділяють дані отримані у ту ж хвилину. У випадку набору даних А точки стискаються як числа з плаваючою точкою. У наборі даних В ці числа спочатку множаться, щоб зсунути десяткову крапку, і, отже, ми можемо представляти ці числа довго без втрати точності.

Набори даних С та D генеровані за допомогою інструмента бенчмаркінгу від InfluxData [25]: представляють запис до диску та використання пам'яті Redis. У випадку набору даних А, Gorilla стискає дані трохи краще, ніж Middle-out алгоритм - з співвідношенням 1,45 проти 1,3. Інші набори даних, що використовують цілі числа, краще стискаються з Middle-out алгоритмом. Найбільшу різницю можна побачити в наборі даних D, де коефіцієнт стиснення середнього значення становить 3,3, тоді як Gorilla може стискати ці дані лише з співвідношенням 1,84.



Рис 1.3.2 Коефіцієнт стиснення наборів даних [13]

В даний час Middle-out має дві сумісні реалізації алгоритму. Одна використовує новий набір інструкцій AVX-512, доступний на процесорах Skylake-X. Друга реалізація призначена для комп'ютерів без підтримки цього набору інструкцій. Пропускна здатність вимірюється на одному ядрі Skylake-X, що працює на частоті 2,0 ГГц. Рисунок 1.3.3 показує швидкість стиснення і декомпресії обох реалізацій порівняно з Gorilla. Цей графік показує пропускну здатність стиснення, виміряну на чотирьох наборах даних, обговорених вище, плюс пропускну здатність серії з відповідним відсотком повторюваних значень. Пропускна здатність стиснення Gorilla варіюється від 120–440 МБ/с при середній швидкості 185 МБ/с. Найнижча пропускна здатність Middle-out реалізації без використання інструкцій AVX-512 стискає близько 670 МБ/с на 50% повторюваних значень. Це пов'язано з високим коефіцієнтом неправильного прогнозування вибірки. Середня швидкість стиснення становить 1,27 Гб/с. Алгоритм, що використовує інструкції AVX-512, не страждає від неправильного прогнозування вибірок і стискає дані з 2,33 Гб/с до 2,59 Гб/с, при середній швидкості 2,48 Гб/с.

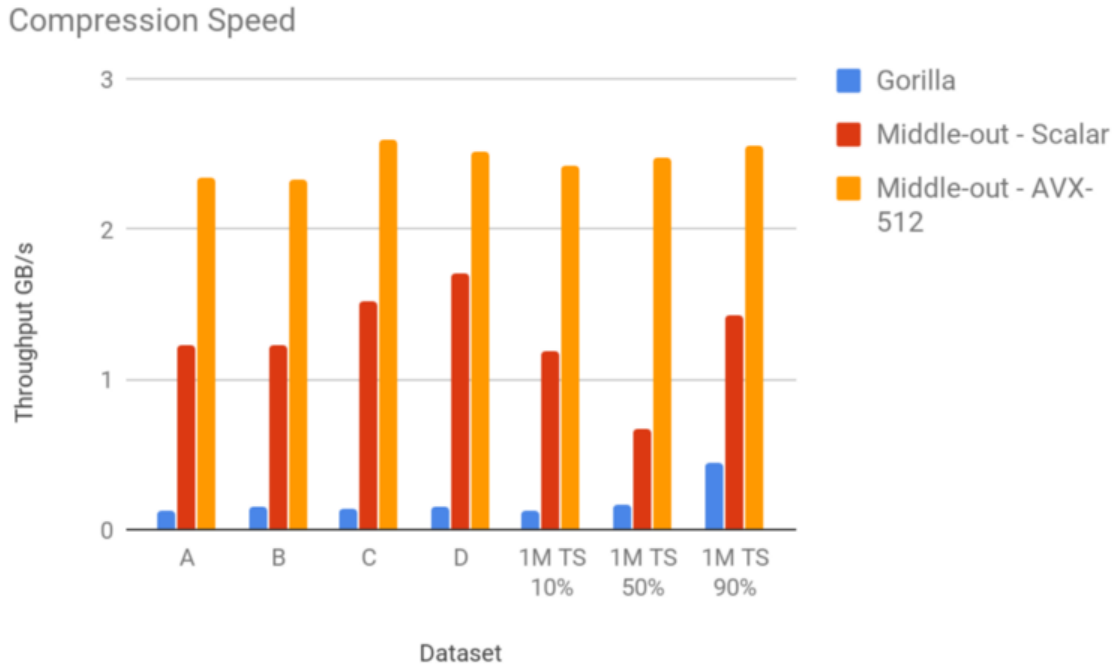


Рис 1.3.3 Швидкість стиснення та декомпресії наборів даних [13]

Gorilla може декомпресувати ці дані зі швидкістю від 100 Мб/с до 430 Мб/с. Як можна побачити, Middle-out декомпресія тих самих даних навіть швидше, ніж стиснення. Middle-out декомпресія без використання інструкцій AVX-512 працює на мінімальній швидкості 2,36 Гб/с і в середньому 2,7 Гб/с. З використанням інструкцій AVX-512 алгоритм декомпресія виконується з 3,4 Гб/с. В середньому він здатний розпакувати дані на рівні 4,0 Гб/с.

Коефіцієнт стиснення суттєво залежить від введення даних і, очевидно, є набори даних, де один алгоритм стискається краще, ніж інший. Оскільки ми будемо використовувати числа з плаваючою точкою, та враховуючи можливість кросплатформеності має сенс уділити більшу увагу алгоритму Gorilla.

Розглянувши обидва алгоритми можна зрозуміти, що вони відповідають вимозі не мати буферизації, але обидва алгоритма стискають часові ряди типу часовий показчик – значення, у той час як поставлена задача потребує стискання рядів типу часовий показчик – декілька значень. Також ці алгоритми проектувалися без огляду на проблему передачі кожної пари часовий показчик – значення по мережі[4]. Розглянутий алгоритм Gorilla працює на рівні бітів, що

призводить до того, що стиснені дані можуть не повністю заповнювати байти. Тобто кількість бітів буде ділитися на 8 з остатком. Як відомо, передача даних працює на рівні байтів.

В представленій роботі розглянуто проблеми роботи з OBD-II пристроями, методи трактування кодів, які відображають або впливають на безпеку руху та існуючі методи оцінювання поведінки водія та методи стискання та декомпресії отриманих даних. На основі запропоновано низку методів які можуть використовуватися з OBD-II пристроєм, який розроблюється компанією VehicleMind.

Таким чином, для моніторингу та підтримки безпеки дорожнього руху треба брати до уваги параметри які відображають поведінку водія. Для їх обробки найбільш відповідним з точки зору швидкості розробки та майбутньої підтримки є система нечітких висновків. Окрім того дуже важливим є параметри які відображають результати поведінки водія. Доцільним рішенням цієї проблеми є інтеграція з існуючими сервісами, наприклад CarMD. Також критичною є проблема стискання даних. Жоден з існуючих алгоритмів не відповідає вимогам ефективного та безбуферного стискання. Розглянутий алгоритм Gorilla може бути взятий за основу алгоритму, який буде використовуватися у поставленій задачі.

1.4 Постановка наукової задачі та обґрунтування методик досліджень

Результати проведеного аналізу моделей, методів й інструментальних засобів інформаційних технологій моніторингу та підтримки безпечного управління транспортним засобом, показали, що у відомих публікаціях не вирішеною є задача комбінованого аналізу поведінки водія та стану транспортного засобу для оцінки безпечності дорожнього руху.

У відомій літературі [7, 8, 9, 10, 20, 21] задачі, пов'язані з моделюванням комбінованого аналізу поведінки водія та стану транспортного засобу не розглядалися. Не розв'язувалися також задачі ефективного збереження отриманих даних.

В даному контексті слід визначити 3 задачі магістерської роботи:

- а) розробка методу профілювання поведінки водія та, який би дозволив поліпшити безпеку дорожнього руху за умови використання OBD-II пристрою для збирання даних. В даний момент, для вирішення даного завдання бачиться можливим використання методу нечіткої логіки розглянутих Castignani, з використанням даних отримуваних з OBD-II пристрою;
- б) оцінювання стану транспортного засобу, сповіщення водія про виникаючі несправності

- та заходів для їх вирішення;
- в) проведення експерименту на транспортному засобі з використанням OBD-II пристрою компанії VehicleMind для оцінки якості роботи розробленої підсистеми профілювання поведінки водія. Також багато уваги треба приділити аналізу стану транспортного засобу, для цього буде використовуватися сервіс CarMD;
 - г) розробка алгоритмів стискання та декомпресії для ефективної передачі та зберігання зчитаних даних.

1.5 Висновки до першого розділу

Моніторинг та підтримка безпечного управління транспортним засобом є комплексною проблемою, яка потребує врахування багатьох параметрів. У цьому розділі було розглянуто існуючі методики профілювання водіння, були розглянуті параметри, які можна зчитати з OBD-II роз'єму за допомогою існуючих пристроїв. Була виявлена проблема ефективного зберігання зібраних даних. На основі зібраних даних були окреслені вимоги до розроблюваної системи та проаналізовано необхідні програмні та апаратні ресурси, які будуть використані під час дослідження.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ПОКАЖЧИКІВ ВПЛИВАЮЧИХ НА БЕЗПЕКУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

2.1 Профілювання поведінки водія

Для того щоб максимально точно профілювати поведінку водія необхідно аналізувати дані зібрані протягом тривалого часу (декілька днів). Більш того на ранніх стадіях буде аналізуватись більший набір даних (декілька тижнів) для того щоб виявити та виправити можливі недоліки розроблюваної підсистеми. Це є однією з причин чому дані не можуть бути збережені та проаналізовані на OBD-II пристрою. У зв'язку з цим дані отримані з пристроїв повинні бути збережені та використані коли їх кількість достатня для аналізу. На рисунку 2.1 зображена схема роботи підсистеми профілювання поведінки водія.

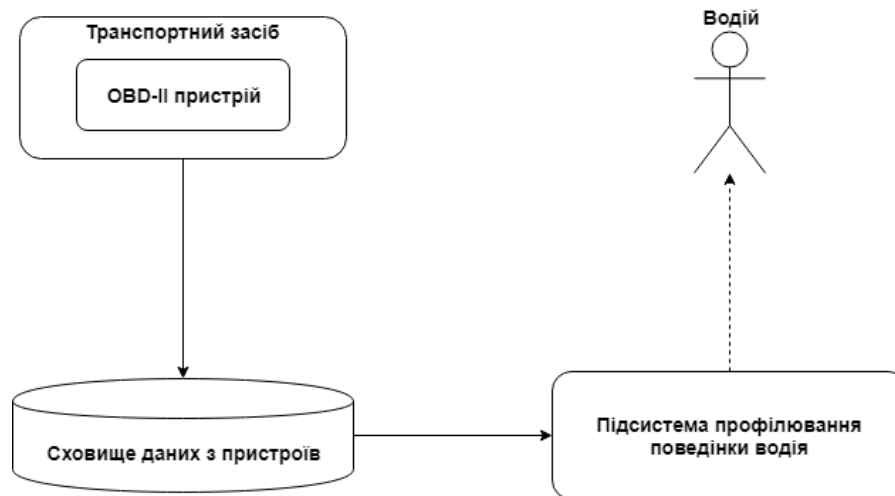


Рис. 2.1 Схема роботи підсистеми профілювання поведінки водія

2.1.1 Дані та змінні вхідних даних

Для розроблюваної системи вхідні дані ґрунтуються на інформації, отриманій з чотирьох сенсорів: GPS, акселерометр, магнітометр та датчик гравітації. До вхідних змінних уходять: перевищення швидкості, швидкість керування, лінійне прискорення та повне прискорення.

Швидкість є корисною метрикою, яка характеризує поведінку водія. Для того, щоб обчислити швидкість, буде розраховуватися різницю між швидкістю руху автомобіля при кожному оновленні місця та обмеженням швидкості для цього конкретного місця. Що стосується обмеження швидкості, ліміт швидкості на місце розташування може бути отриманий за допомогою web-сервісу від Google – Roads API. Розглянемо три вхідні змінні для перевищення швидкості. По-перше, відносний час перевищення швидкості OS_T * – це нормалізована кількість часу, коли водій перевищує швидкість, тобто $OS_T = 0$ означає відсутність перевищення швидкості, а $OS_T = 1$ означає, що водій перевищував швидкість протягом повної тривалості поїздки. Також буде використовуватися середня величина перевищення швидкості OS_A та максимальну перевищення швидкості OS_P для кожного водія.

Для того, щоб виміряти поведінку керування водіїв, буде використовуватися азимут, що надається GPS. Азимут вказує напрямок транспортного засобу як відносний кут (від 0 до 360°) на північ. Швидкість руху керма буде обчислена як зміну азимута для двох послідовних оновлень GPS (у %/s). Треба зауважити, що швидкість керування також може бути кількісно визначена за допомогою внутрішнього гіроскопа та магнітометра, але в експериментах було виявлено високий рівень шуму в даних датчиках [15]. У випадку керування використовуються три вхідні змінні для нечіпкої системи. По-перше, кількість помірних і агресивних змін положення керма на кілометр, BE_M і BE_A відповідно. Спираючись на емпіричні висновки [15], помірні рухові події (BE_M) – це ті, в яких зміна азимута перевищує 10 %/s, агресивних подій (BE_{MA}), припускає, що зміна азимута перевищує 40 %/s. Крім того, будемо розглядати як вхід максимальний коефіцієнт зміни азимуту (BR_P) для кожного водія.

Для того, щоб отримати величину прискорення та гальмування в осі зсуву транспортного засобу використовується різниця швидкості з GPS. На відміну від акселератору, який має високу частоту дискретизації (від 10 Гц до 100 Гц), лінійне прискорення з GPS забезпечується з частотою дискретизації 1 Гц. Для класифікатора будуть використовуватися чотири вхідні змінні, засновані на лінійному прискоренні GPS, тобто швидкість зміни швидкості (в m/c^2) між двома зразками GPS. Перші дві змінних – це максимальне позитивне (GA_P) та негативне (GA_N) лінійне прискорення. По-

друге, розглянемо кількість помірних (GA_M) і агресивних (GA_A) подій на кілометр. Помірні події лінійного прискорення – це ті, чий абсолютні значення перевищують 1 м/с^2 , а агресивні події – ті, значення яких перевищують $2,5 \text{ м/с}^2$ [15].

Визначимо повне прискорення величини вектору прискорення, виміряного з акселерометра OBD-II пристрою (a_D в м/с^2) в системі координат системи після видалення гравітаційного компонента. X -компонент цього вектору вказує на праву сторону автомобіля, Y -компонент вказує на верхню частину автомобілю, компонент Z є паралельним колесам автомобілю. Для перетворення вектору прискорення в земну систему координат a_E , програма обчислює матрицю обертання R і обчислює добуток (2.1):

$$a_E = R \cdot a_D. \quad (2.1)$$

Загальне прискорення обчислюється як норма вектору прискорення $\|a_E\|$. Важливо зауважити, що якщо загальне прискорення використовується як метрика, то не має потреби перетворювати вектор розгону на іншу координатну систему. Подібно [15], в якості вхідних параметрів для класифікатора в цій роботі використані параметри SA_M та SA_A , тобто кількість помірних та агресивних подій швидкості на кілометр відповідно. Подія помірною прискорення спрацьовує при $< 3 \text{ м/с}^2$, а подія агресивного прискорення відбувається, при $\geq 3 \text{ м/с}^2$. Ці значення отримані з попередніх емпіричних досліджень [11, 13] та аналізу перевірок експериментів. Треба зауважити, що в роботі [15] автори розглянули прискорення датчика, як загальну величину відстані, оскільки через шум у акселерометрі сигналу (наприклад, зміна орієнтації, маніпулювання телефоном) було важко відрізнити продольні та бічні прискорення надійним способом, але в нашому випадку положення OBD-II пристрою фіксоване, тому запропонована технологія в подальшому може бути значно покращена. Також було виявлено, що дані про прискорення з акселерометру та з GPS показують практично ту ж саму інформацію, що і в [15], тому показник повного прискорення не буде використаний у запропонованому методі оцінки поведінки водія.

2.1.2 Нечіткі набори

В запропонованому підході водій характеризується набором наступних змінних:

- параметри перевищення швидкості (OS_T , OS_A , OS_P),
- параметри прискорення та гальмування GPS (GA_P , GA_N , GA_A , GA_M),

- характеристики прискорення датчика (SA_M, SA_A),
- рухові події керування (BE_A, BE_M, BE_P).

Ці вхідні змінні перетворюються в лінгвістичні значення, щоб полегшити визначення правил.

Нечіткі множини для вхідних змінних є трикутними і в усіх випадках містять три лінгвістичні значення: Low – низьке (L), Medium – середнє (M) та High – високе (H). Межі кожного набору були визначені на основі емпіричних даних та вивчення попередніх досліджень, зокрема [13].

Вихідною змінною є узагальнена оцінка поведінки водія є S_i . Для визначення S_i в цій роботі використовується чотири категорії: Calm – спокійний (CA), Average – середній (AV), Moderate – помірний (MO) та Aggressive – агресивний (AG). Нечіткий набір вихідної змінної ілюструється на рис. 2.

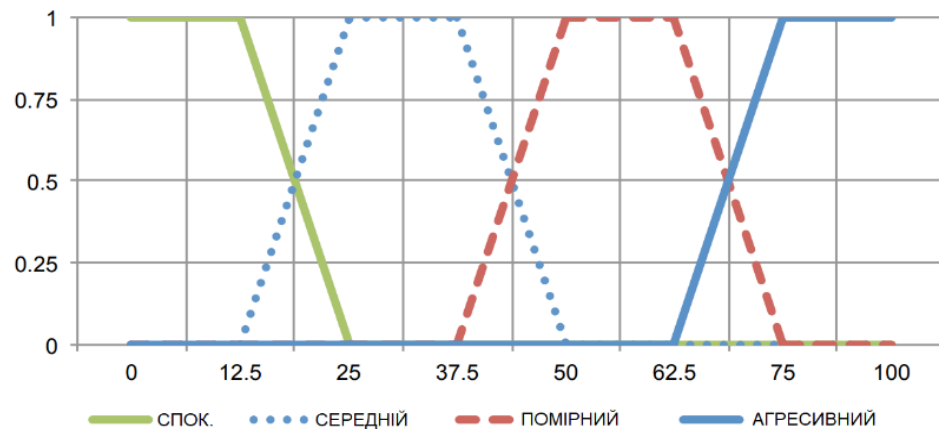


Рис. 2. Нечіткий набір вихідної змінної S_i

2.1.3 Нечіткі правила та їх підрахунок

Для отримання інтегральної характеристики S_i розроблено набір нечітких правил, які поєднують різні вхідні змінні. Приклад правила для комбінацій даних про перевищення швидкості (OS_T, OS_A, OS_P) надано у формулі 2.2.

$$OS_T = OS_A(L) = OS_P(L) = L \Rightarrow CA. \quad (2.2)$$

Таке представлення показує що водії, які мають низьку тривалість перевищення швидкості, а також низьке середнє та максимальне перевищення швидкості, є спокійними.

Помірні та агресивні події з прискоренням датчика об'єднані в 9 правил (див. формулу 2.3).

$$SA_M = SA_A(M) = M \Rightarrow MO. \quad (2.3)$$

Дані GPS-прискорення та гальмування також об'єднані в дві підмножини з 9 правил у кожній.

У першій підмножині поєднані помірні та агресивні події прискорення. У другій розглядаються всі можливі комбінації максимального прискорення та гальмівних величин, що вимірюються в m/c^2 . Наприклад, правило наведене у формулі 2.4 вказує на те, що водій, який досяг середньої величини прискорення та гальмування, класифікується як помірний.

$$GA_N = GA_P(M) = M \Rightarrow MO, \quad (2.4)$$

Аналогічно, у формулі 2.5 представлено правило для максимальної швидкості зміни положення керма.

$$BE_P = M \Rightarrow AV. \quad (2.5)$$

Вихідне значення кожного правила обчислюється з відповідним ступенем приналежності. В результаті, кожне правило формує вектор категорій (див. формулу 2.6) з відповідними ступенями приналежності μ_i , де k_i може приймати одне зі значень, що характеризують поведінку водія: SA , AV , MO , або AG . У тому випадку, коли декілька правил належать до однієї категорії, вибирається мінімальна ступінь серед цих правил.

$$K = \{(k_1; \mu_1), (k_2; \mu_2), \dots, (k_n; \mu_n)\} \quad (2.6)$$

Вихідне значення розраховується шляхом обчислення логічної суми кожного виходу. Наприклад, для значень $(AV, 0.5)$ та $(MO, 0.2)$ обидва виходи підсумовуються для отримання остаточного результату і в процесі дефазифікації застосовується алгоритм центра мас, який обчислює центр тяжіння області під кривою і виводить оцінку (S) як координату x цієї точки.

У запропонованому механізмі оцінки вважається, що водій має інтегральну оцінку S_i , що являє собою комбінацію балів, отриманих під час руху в містах (S_C), у приміських районах (S_S) та позаміських районах (S_E). Нарешті, коефіцієнт водія вираховується як зважена сума кожної окремої оцінки [20] (див. формулу 2.7)

$$S_i = S_C \cdot \mu_C + S_S \cdot \mu_S + S_E \cdot \mu_E. \quad (2.7)$$

Коефіцієнти μ_C, μ_S, μ_E мають бути виявлені під час аналізу отриманих експериментальних даних. Для цього експеримент має включати в себе всі типи можливих маневрів, які будуть впливати на кінцеву оцінку водія (різке прискорення, перевищення швидкісного режиму, швидкі рухи керма).

2.2 Діагностування стану автомобілю

Протягом руху транспортного засоби, деякі системи автомобілю можуть пошкоджуватися. Це може трапитися у зв'язку зі зношеністю, аварії, неправильному використанні, неякісних деталей і т.д. У разі виникнення проблеми вбудована система транспортного засобу вмикає сигнал Check Engine. Це повинно попередити водія о несправності, але вбудована система не інформує водія о деталях поломки, її критичності та засобах її усунення. Пристрій компанії VehicleMind надає змогу зчитувати діагностичні коди поломок з вбудованої системи автомобілю.

На відміну від профілювання поведінки водія, діагностування проблем з транспортним засобом повинне виконуватися постійно і інформувати водія якнайскоріше. У зв'язку з цим система діагностування проблем з транспортним засобом повинна зчитувати дані у реальному часі. Також для подальшого розвитку технології та покращення якості та швидкодії системи, виникає потреба у зберіганні отриманих помилок та детальної інформації щодо них. На рисунку 2.2 показана схема системи взаємодії діагностичної системи, транспортного засобу та водія.

Після тривалого використання системи відпаде потреба у постійному використанні сервісів третіх сторін, таких як CarMD, тому що дані будуть збережені у базі історій помилок. Також це зменшить час між виникненням помилки та повідомленні про неї.

Головними критеріями цієї системи є швидкодія та точність. Але враховуючи простоту взаємодії пов'язаних підсистем, ці критерії будуть завжди досягнутим, без використання додаткових покращень.

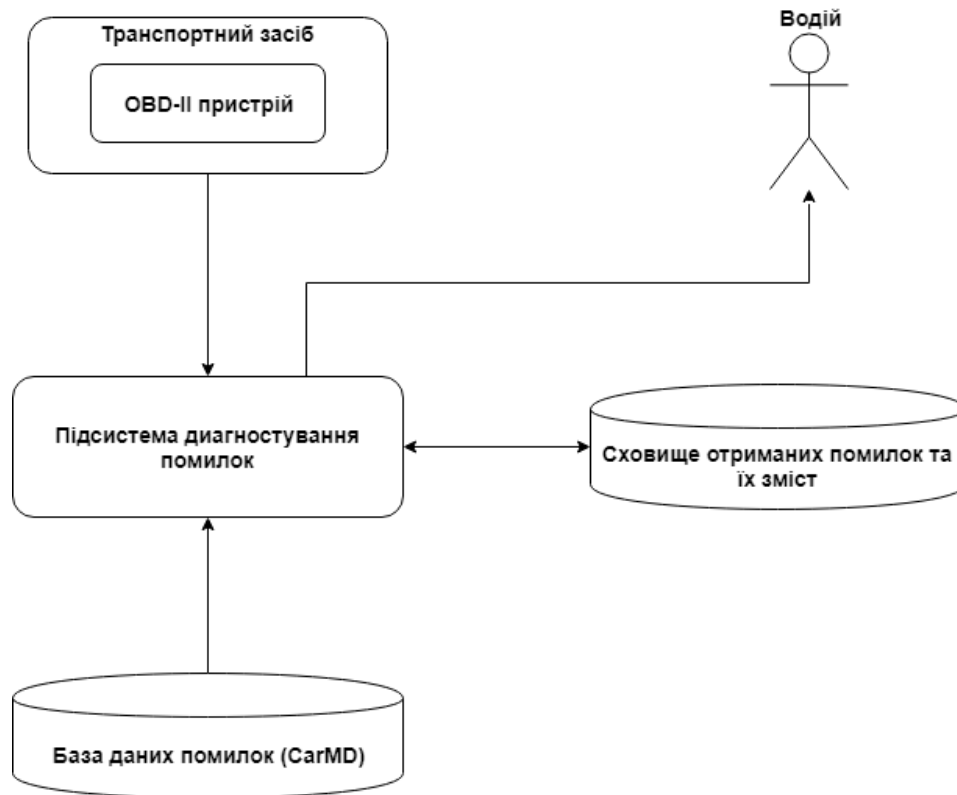


Рис. 2.2 Схема взаємодії діагностичної системи, транспортного засобу та водія

Одним з довготривалих покращень системи може стати аналізування впливу поведінки водія на виникнення помилок у транспортному засобі. Наприклад, якщо оберти двигуна часто перевищують норму, то усі компоненти будуть зношуватися набагато швидше, що незмінно призведе до виникнення помилок. Маючи дані в базі можна аналізувати ці патерни та попереджувати водія задовго до виникнення помилки, тим самим знижуючи вартість обслуговування транспортного засобу та покращуючи безпеку водіння.

2.3 Технологія передачі та збереження даних

Як було описано у попередніх підрозділах дані отримані з OBD-II пристрою будуть використовуватися у різних підсистемах, які мають різні схеми роботи. У випадку з профілюванням поведінки дані з приладу теоретично можуть бути відправлені з пристрою до бази даних, у випадку з діагностуванням помилок дані повинні бути відправлені до необхідної підсистеми. У майбутньому кількість підсистем пов'язаних з безпекою водіння буде зростати, через що програмний код пристроїв буде необхідно оновлювати та підтримувати. Це може спричинити проблеми, тому має сенс використовувати системи сповіщень. Оскільки одним з найважливіших компонентом розроблюваної системи є OBD-II пристрій найбільш відповідною системою є AWS IoT Core.

AWS IoT Core - це керований хмарний сервіс, який дозволяє підключеним пристроям просто і безпечно взаємодіяти з хмарними додатками та іншими пристроями. AWS IoT Core підтримує роботу з великою кількістю пристроїв та повідомлень, дозволяючи надійно і безпечно обробляти і направляти ці повідомлення до адрес AWS і інших пристроїв. З AWS IoT Core додатки можуть постійно відстежувати всі використовувані пристрої і взаємодіяти з ними, навіть коли ці пристрої знаходяться в автономному режимі.

AWS IoT Core дозволяє просто підключати пристрої до хмари або один до одного. AWS IoT Core підтримує протоколи HTTP, WebSockets і спрощений протокол зв'язку MQTT, спеціально спроектований для підтримки нестабільних підключень, скорочення обсягу коду, переданого пристрою, і для роботи в мережах з низькою пропускну здатністю, що є дуже великою перевагою при роботі з OBD-II пристроєм який має обмежені ресурси. AWS IoT Core також підтримує інші стандартні і спеціальні протоколи, забезпечуючи взаємодію між пристроями навіть в разі використання ними різних протоколів.[24]

Окрім передачі даних треба мати на увазі їх розмір та кількість. У випадку з підсистемою діагностування помилок кількість даних та їх розмір будуть невеликими, тому що частота виникнення помилок є дуже низькою. Інформація необхідна для діагностування помилки – її код, який є рядком з кількох символів (менше 10). Через це підсистема діагностування помилок не потребує додаткових покращень під час передачі та збереження.

Підсистема профілювання поведінки водія потребує більше даних. Будуть передаватися дані з акселерометру, магнітометру та GPS. Це є причиною того що дані повинні бути структуровані певним чином. Окрім того слід звернути увагу на кількість на розмір отримуваних даних. Дані отримані з пристрою під час подорожі протягом однієї години займають 1 МБ. Це є дуже великим показником оскільки операції збереження будуть займати багато часу. Окрім того маючи велику базу користувачів витрати на ресурси будуть дуже великими. Через це виникає потреба у стисканні та структурі зберігання даних.

2.3.1 Стискання даних

Дані отримувані з пристрою являють собою часові ряди. Для одного моменту часу маємо 7 зчитаних даних (прискорення по 3 осям, магнітометр, координати по 3 осям). Якщо використовувати розроблені алгоритми стискання часові ряди, такі як Gorilla, ми будемо повинні зберігати кожний тип даних окремо. Через це ми будемо дублювати показчик часу. ОПИСАТИ ВСІ НЕДОЛІКИ. Для того щоб уникнути цього, виникає потреба у розробці нового алгоритму стискання часових рядів з кількома числовими показчиками. За основу візьмемо алгоритм Gorilla.

Загальна схема стиснення візуалізується на рисунку 1, показуючи, як часові штампки та значення перекладені в стиснутому блоці. Рисунок 3 секція А ілюструє дані часового ряду як потік, що складається з пар вимірювань (значень) та часових показчиків. Gorilla стискає цей потік даних у блоки, розділені за часом. Після простого заголовку з вирівняною показчиком часу (починаючи з 2 години ранку, у цьому прикладі) і зберігаючи перше значення у менш стиснутому форматі, на рисунку 3 секції Б показано, що стискання часу стискаються за допомогою дельта-дельта стиснення, яке буде описано нижче. Як показано на рисунку 3 секції Б, дельта дельти часового показчика становить -2. Це зберігається з дворядковим заголовком ('10'), а значення зберігається в семи бітах, при загальному розмірі всього 9 біт. На рисунку 3 секції С показано, що значення з плаваючою комою стискаються за допомогою стиснення XOR. Поміряючи значення з плаваючою комою з попереднім значенням, можна виявити, що в XOR є лише один значущий біт. Потім він кодується дворядковим заголовком ('11'), кодуванням якого є одинадцять провідних нулів, один значущий біт і фактичне значення ('1'). Це зберігається в 14 загальних бітах.

Розробники Gorilla проаналізували дані часового ряду, що зберігаються в експлуатаційному джерелі даних, для того щоб оптимізувати схему стиснення. Вони помітили, що переважна

більшість точок даних надходили до фіксованого інтервалу. Наприклад, для часового ряду загальноприйнято записувати одну точку кожні 60 секунд. Іноді, точка може мати показчик часу, який був зроблений раніш або пізніш на 1 секунду, але вікно зазвичай обмежується [23].

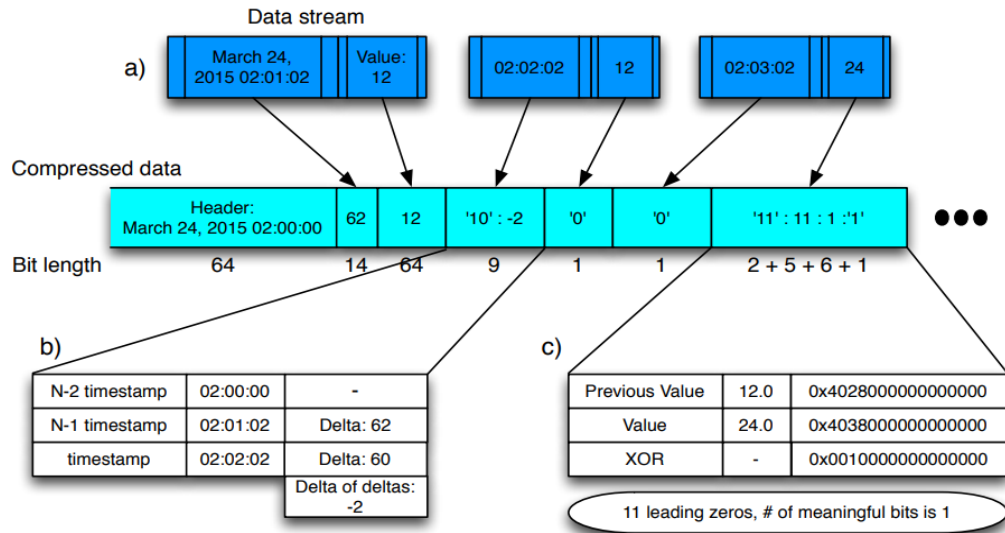


Рисунок 2.3.1 Візуалізація схеми стиснення алгоритму Gorilla [23]

Замість того, щоб зберігати часові мітки в повному об'ємі, Gorilla зберігає ефективну дельту дельти. Якщо дельта між показниками часу для наступних точок даних у часовій серії становить 60, 60, 59 та 61 відповідно, дельта дельти обчислюється шляхом віднімання поточної позначки часу від попереднього, що дає нам 0, -1 і 2. Приклад того, як це працює, показано на рисунку 3.

Далі кодується дельта дельт, використовуючи кодування з переміною довжиною, з наступним алгоритмом:

а) заголовок блоку зберігає початковий часовий показник, t_{-1} , яка вирівнюється до вікна у дві години; перший показник, t_0 , в блоці зберігається як дельта від t_{-1} в 14 біт. 1

б) для наступних показників часу, t_n :

1. розраховується дельта дельти:

$$D = (t_n - t_{n-1}) - (t_{n-1} - t_{n-2}) \quad (2.8)$$

2. якщо D дорівнює нулю, то зберігається один біт "0"

3. якщо значення D між $[-63, 64]$ зберігається '10', то значення (7 біт)

4. якщо D знаходиться між $[-255, 256]$, зберігається '110', за яким слідує значення (9 біт)

5. якщо D знаходиться між $[-2047, 2048]$, зберігається '1110', за яким слідує значення (12 біт)
6. в іншому випадку зберігається '1111', а потім - D , використовуючи 32 біти

Ліміти для різних діапазонів були відібрані шляхом відбору зразків реальних часових рядів з експлуатаційною системи та вибору тих, що дали найкращий показник стиснення. Часові ряди можуть мати пропущені дані, але існуючі точки, ймовірно, надходять за фіксованими інтервалами. Наприклад, якщо є одна відсутня точка даних, дельти може складати 60, 60, 121 та 59. Дельта дельти - 0, 61 та -62. Як 61, так і -62 поміщаються всередині найменшого діапазону, і менше бітів можуть бути використані для кодування цих значень. Наступний найменший діапазон $[-255, 256]$ корисний тому, що багато точок даних надходить кожні 4 хвилини, а одна відсутня точка даних все ще використовує цей діапазон.

На рисунку 4 показані результати стиснення показчику часу в Gorilla. Було виявлено, що близько 96% всіх часових показників можуть бути стиснуті в один біт.

Крім стиснення показчику часу, Gorilla також стискає значення. Gorilla обмежує елемент значення у своєму кортежі типу подвійного з плаваючою точкою. Використовується схему стиснення, подібну до існуючих алгоритмів стиснення з плаваючою точкою.

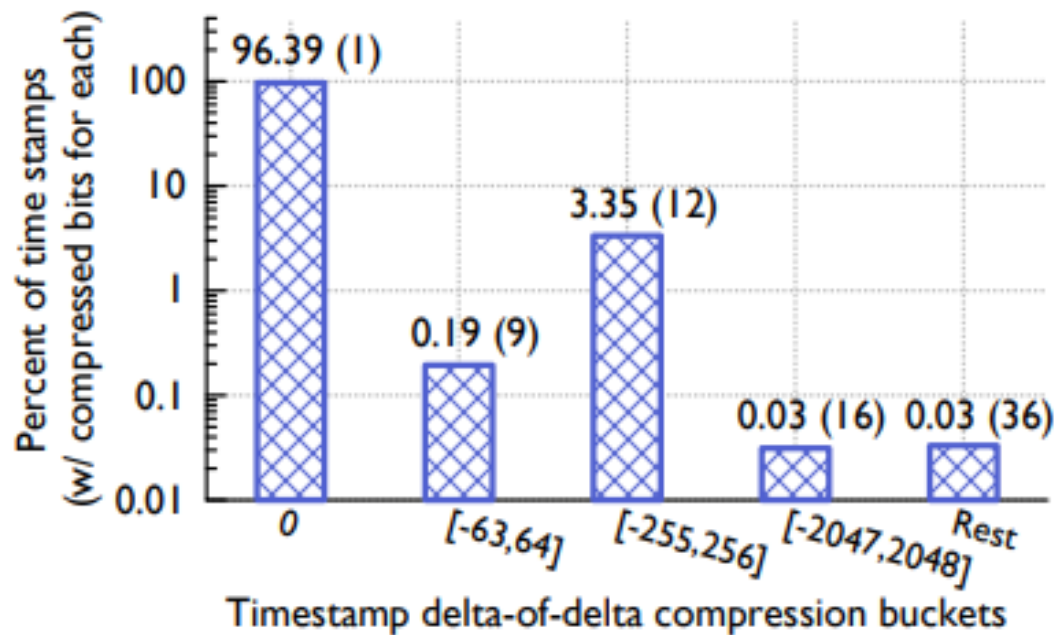


Рисунок 2.3.2 Розподіл стиснення часового показника [23]

З аналізу експлуатаційного джерела даних було виявлено, що значення в більшості часових рядів істотно не змінюється в порівнянні з сусідніми точками даних [23]. Крім того, багато джерел даних лише зберігають цілі числа. Це дозволило налагодити схему дорогих передбачень для більш простого виконання, що лише порівнює поточне значення з попереднім значенням. Якщо значення близькі один до одного, знак, експонент та перші кілька бітів мантиси будуть ідентичними. Використовується це для обчислення простих XOR поточних та попередніх значень, а не використання схеми кодування дельти.

Потім кодується ці конвертовані в XOR значення з наступною схемою кодування символів змінної довжини:

- а) перше значення зберігається без стиснення
- б) якщо XOR з попереднім значенням дорівнює нулю (таке ж значення), зберігається одиничний 0 біт
- в) якщо XOR не є нулем, обчислюється кількість провідних і кінцевих нулів у XOR, зберігається біт '1', а потім один з варіантів дій - 1 або 2:
 1. (контрольний біт '0') якщо блок значущих бітів потрапляє до блоку попередніх значущих бітів, тобто є щонайменше стільки ж провідних нулів та стільки ж кінцевих нулів, що й попереднього значення, ця інформація використовується для позиціонування блоку і просто зберігається значення кодованого за допомогою XOR.
 2. (контрольний біт '1') зберігається довжина числа провідних нулів у наступних 5 біт, а потім зберігається довжина значущого кодованого за допомогою XOR значення у наступних 6 бітах. Нарешті, зберігається значущі біти значення кодованого за допомогою XOR.

Загальна схема стиснення візуалізується на рисунку 3, який показує, як кодування за допомогою XOR може ефективно зберігати значення в часовому ряді.

На рисунку 5 показано розподіл фактичних значень у Gorilla. Приблизно 51% всіх значень стискаються на один біт, оскільки поточні та попередні значення ідентичні. Близько 30% значень стискаються з бітами керування '10', при середньому стиснутому розмірі 26,6 біт. Решта 19% стискаються з бітами керування '11', середній розмір 36,9 біт, завдяки додатковим 13 бігам накладних витрат, необхідним для кодування довжини провідних нульових бітів і значущих бітів.

Цей алгоритм стиснення використовує як попереднє значення з плаваючою комою, так і попереднє значення кодоване за допомогою XOR. Це призводить до додаткового коефіцієнта

стиснення, оскільки послідовність значень кодованих за допомогою XOR часто має дуже схожий ряд провідних і кінцевих нулів, як візуалізується на рисунку 6. Цілі значення стискаються особливо добре, оскільки частота розташування одного біта після операції XOR часто однаковий для всіх часових рядів, тобто більшість значень мають однакову кількість кінцевих нулів.

Єдиний критерій, властивий цій схемі кодування, - це час, протягом якого працює алгоритм стиснення. Використання тієї ж схеми кодування протягом більших періодів часу дозволяє досягти кращих показників стиснення. Однак, запити, які хочуть читати дані за короткий час, можуть потребувати витрати додаткових обчислювальних ресурсів на дані декодування.

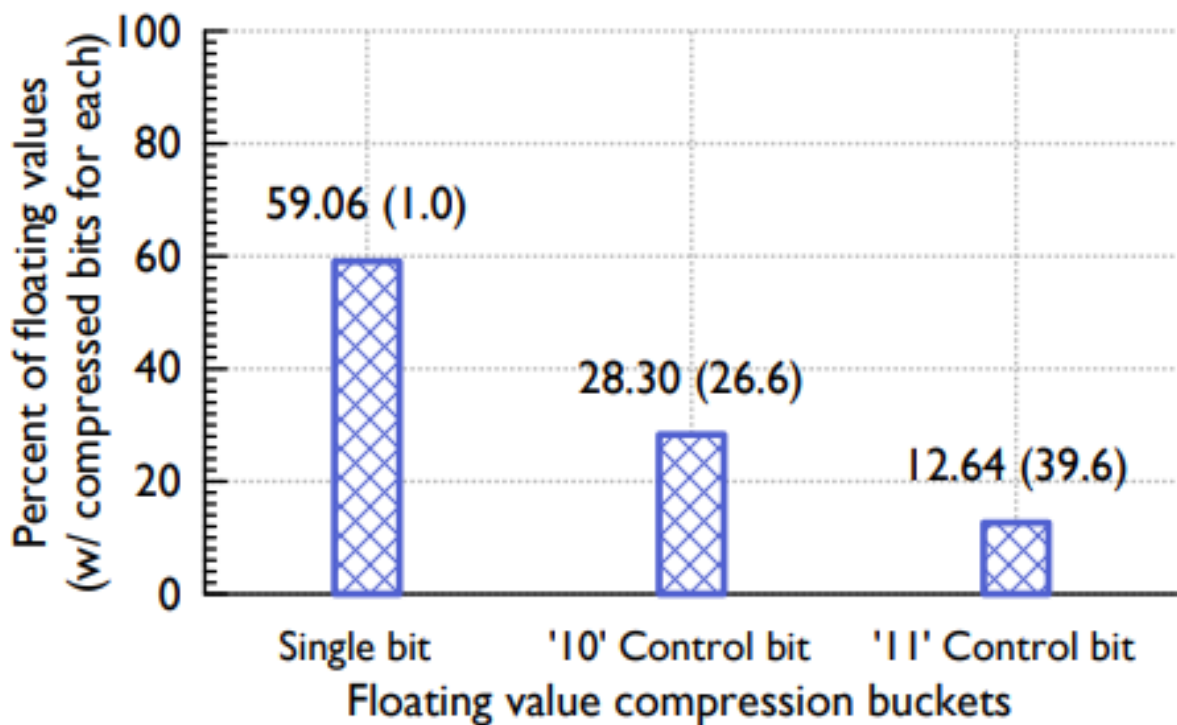


Рис 2.3.3 Розподіл стиснення значень часових рядів [23]

Оскільки Gorilla розроблена для того щоб стискати одномірні часові ряди, виникає потреба у розробці нового алгоритму. Опишемо вимоги до розроблюваного алгоритму. Перш, за все структура та послідовність записуваних даних має бути постійною, наприклад такою: часовий показник; прискорення по осях X, Y, Z; координати по осях X, Y, Z; значення магнітометру. Знаючи точну послідовність записуваних даних ми запобігаємо помилок при стисканні та декомпресії. Оскільки стиснені дані будуть записуватися до бази даних, має сенс визначити

структуру таблиці. Один пристрій фізично може бути використаний багатьма водіями у різні проміжки часу, теж саме стосується транспортних засобів.

Decimal	Double Representation	XOR with previous
12	0x4028000000000000	
24	0x4038000000000000	0x0010000000000000
15	0x402e000000000000	0x0016000000000000
12	0x4028000000000000	0x0006000000000000
35	0x4041800000000000	0x0069800000000000

Decimal	Double Representation	XOR with previous
15.5	0x402f000000000000	
14.0625	0x402c200000000000	0x0003200000000000
3.25	0x400a000000000000	0x0026200000000000
8.625	0x4021400000000000	0x002b400000000000
13.1	0x402a333333333333	0x000b733333333333

Рис 2.3.4 Візуалізація кодування за допомогою XOR [23]

Також для майбутнього аналізу отриманих даних, для покращення алгоритму профілювання, буде необхідно структурувати дані за часом, користувачем і так далі. Через це виникає потреба у структурі таблиці описаній у таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1 Структура таблиці для збереження стиснених даних

Назва стовбцю	Тип даних	Опис
user_id	VARCHAR(255)	Унікальний ідентифікатор користувача
vehicle_id	VARCHAR(255)	Унікальний ідентифікатор транспортного засобу
device_id	VARCHAR(255)	Унікальний ідентифікатор пристрою
start_date	DATE	Дата початку запису блоку даних
start_time	TIME	Час початку запису блоку даних
compressed_values	BYTE ARRAY	Стиснений блок даних

Як було описано раніше розроблюваний алгоритм повинен не використовувати буферізацію, тобто записувати кожне отримане значення негайно. Оскільки сучасні бази даних не підтримують збереження на рівні бітів будуть виникати ситуації коли кількість значущих бітів не кратна 8, і через це у значення записане у базі даних буде містити необхідну кількість нулів у останньому байті з масиву. Цю проблему можна вирішити двома методами:

- дописувати нове стиснене значення до вже існуючого блоку даних та розробити декомпресор який буде пропускати незначущі нульові біти (див. рис. 2.3.5);
- перед кожним записом зчитувати дані, видаляти незначущі нульові біти та дописувати нові та зберігати (див. рис. 2.3.6);

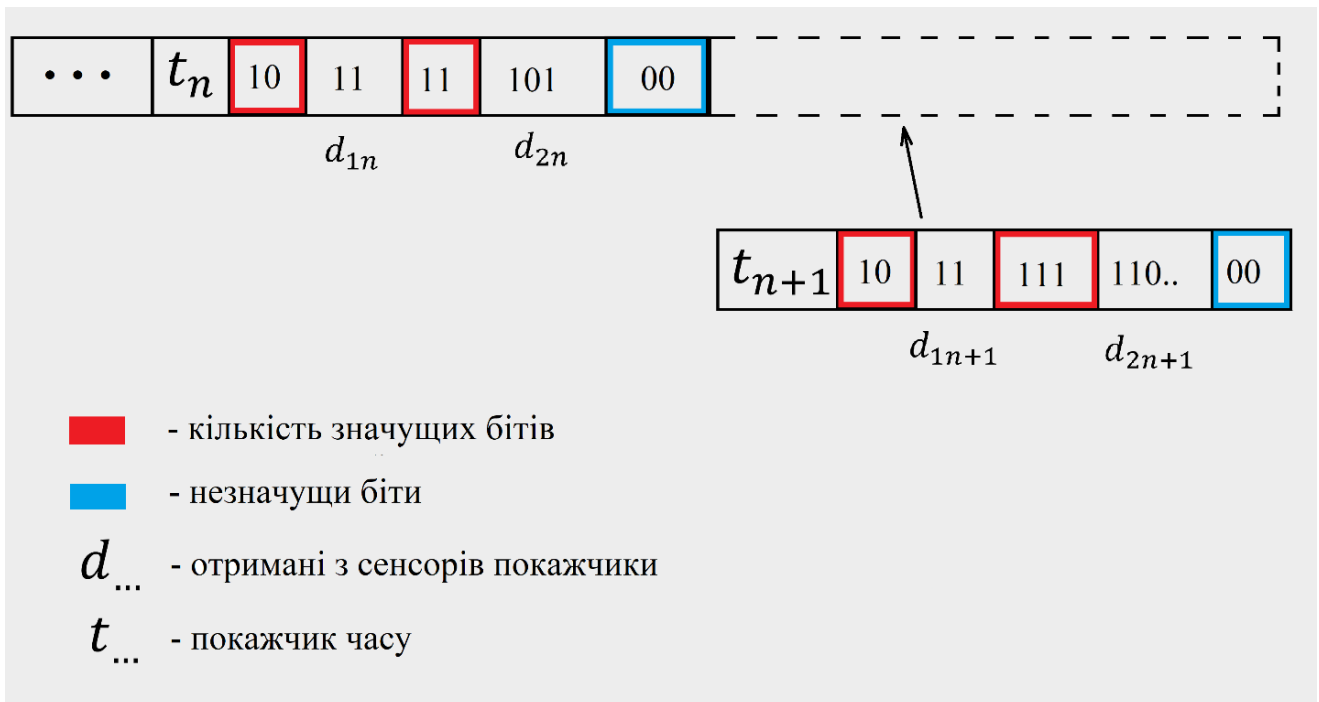


Рисунок 2.3.5 Перший метод стиснення багатовимірного часового ряду

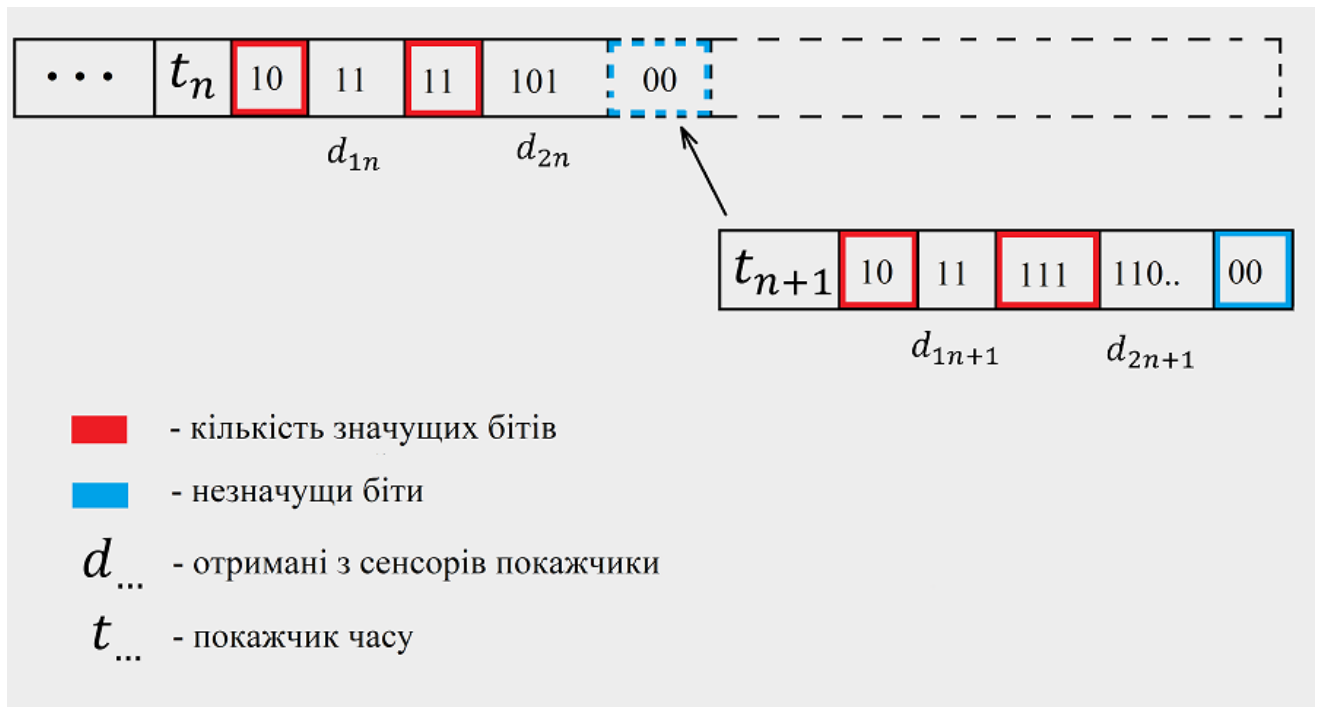


Рисунок 2.3.6 Другий метод стиснення багатовимірною часового ряду

Перший варіант потребує більше пам'яті, другий – більше часу на зчитування даних та їх постійну декомпресію. Треба зазначити що при збільшенні об'єму стиснених даних другий алгоритм буде витратити більше часу на оновлення блоку даних після кожної порції даних, тобто швидкість буде деградувати. Порівняємо швидкість та об'єм пам'яті, яка використовується для обох алгоритмів, а також для алгоритму Gorilla який стискає 7 значень окремо. На рисунку 2.3.7 зображено графіки порівняння застосованої пам'яті для збереження стиснених даних для обох запропонованих алгоритмів та для алгоритму Gorilla. Для аналізу ефективності збереження були використані попередньо збережені дані з пристрою за одну годину роботи та за три години роботи пристрою. Для всіх розрахунків використовувався ноутбук Asus GL753VE, операційна система Windows 10 Home Edition, процесор Intel Core i7 7700-HQ, 16 GB RAM. Реалізація усіх алгоритмів виконана на мові програмування Java та скомпільована за допомогою Oracle JDK 8.

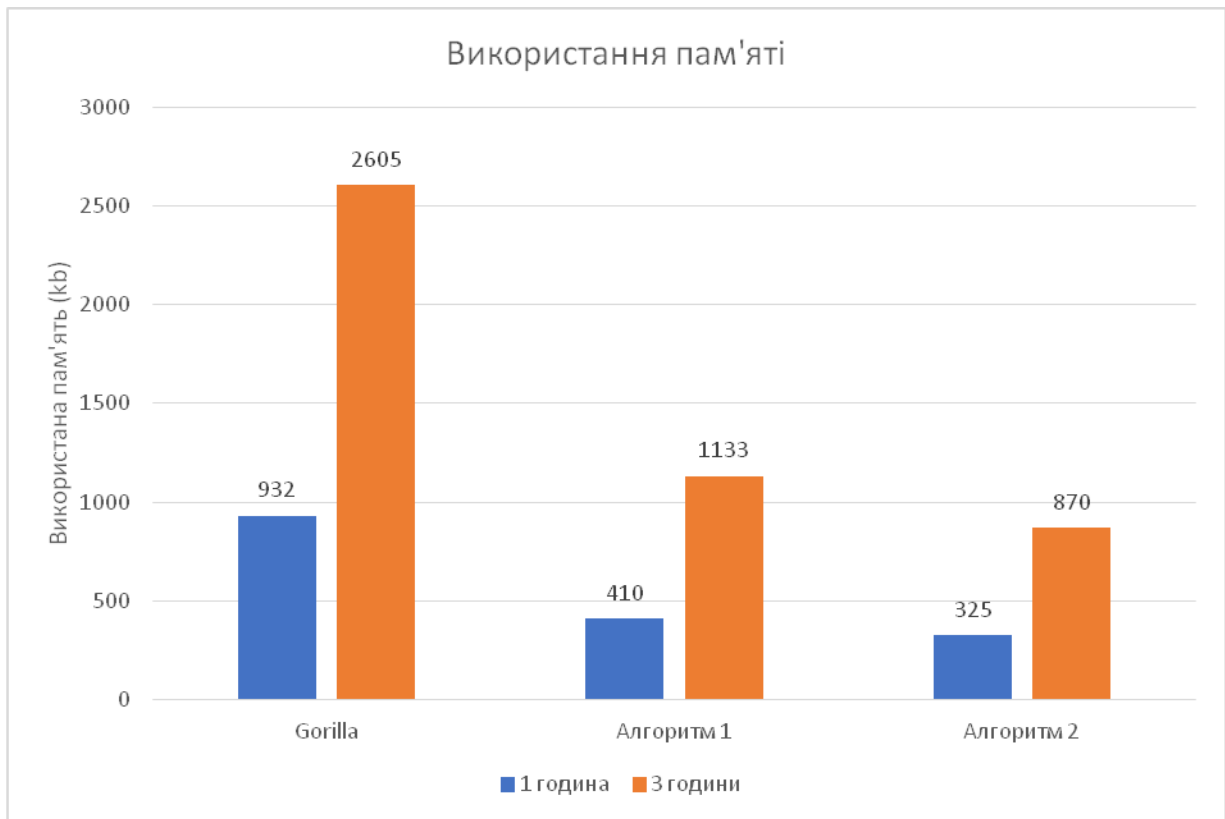


Рисунок 2.3.7 Порівняння використаної пам'яті алгоритмами стискання

Як можна побачити, Gorilla витрачає значно більше пам'яті порівняно з запропонованими алгоритмами, також треба зауважити що різниця між першим та другим запропонованим алгоритмом є невеликою, особливо на проміжку у одну годину. Це пов'язано з тим що кількість незначущих бітів у середньому складає 3-4 біта, а уся порція даних займає 6-9 байтів. Тому 3-4 біта не впливають значно на ефективність стиснення загалом.

На рисунку 2.3.8 зображено графіки порівняння швидкодії для збереження стиснених даних для обох запропонованих алгоритмів та для алгоритму Gorilla. Для цього аналізу були використані ті ж самі дані та комп'ютер, що й для аналізу ефективності використання пам'яті.

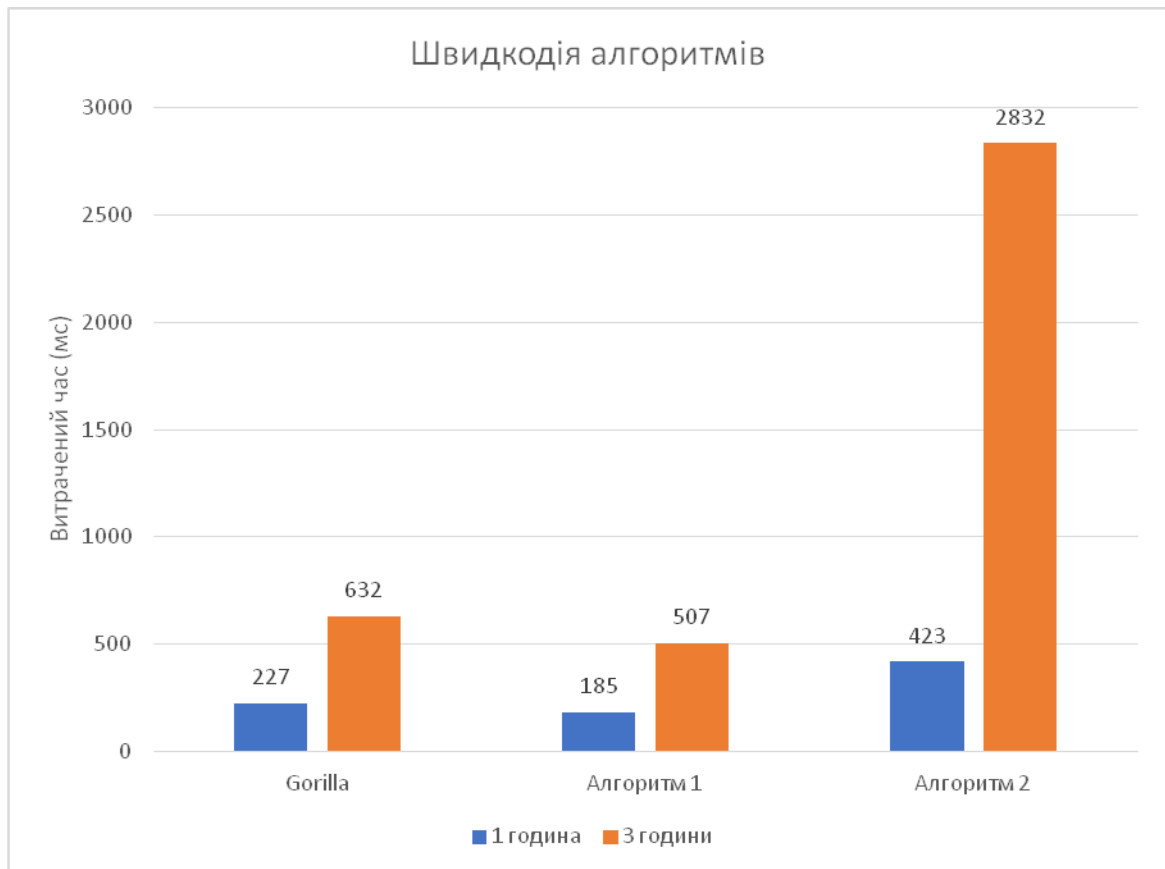


Рисунок 2.3.8 Порівняння часу витраченого алгоритмами стиснення

Аналізуючи графіки швидкодії алгоритмів можна побачити, що Gorilla та перший запропонований алгоритм мають приблизно однакову швидкодію. Більш того, запропонований алгоритм працює швидше, через те, що він додає дані до того ж самого блоку даних у той час коли Gorilla працює з кожним покажчиком окремо. Якщо, звернути увагу на другий запропонований алгоритм можна побачити, що він значно повільніший для даних зібраних за одну годину; для даних зібраних за три години алгоритм починає значно деградувати. Це пов'язано з тим що, чим більше даних ми маємо у стисненому блоці даних, тим більший масив даних алгоритм має декомпресувати для того щоб дізнатись кількість незначущих бітів.

Проаналізувавши швидкодію та затрати дискового простору можна зробити висновок, що перший запропонований алгоритм покращення є найкращим компромісом між вже реалізованим, але не ефективним алгоритмом Gorilla, та ефективним але дуже повільним на великих масивах даних другим запропонованим алгоритмом.

2.3.2 Взаємодія підсистем

Проаналізувавши всі задачі та вимоги заявлені в роботі, був зроблений детальний огляд усіх розроблюваних підсистем. Також були розроблені алгоритми та методи реалізації цих підсистем. На рисунку 2.3.9 зображена кінцева схема взаємодії системи профілювання поведінки водія та системи діагностування помилок.

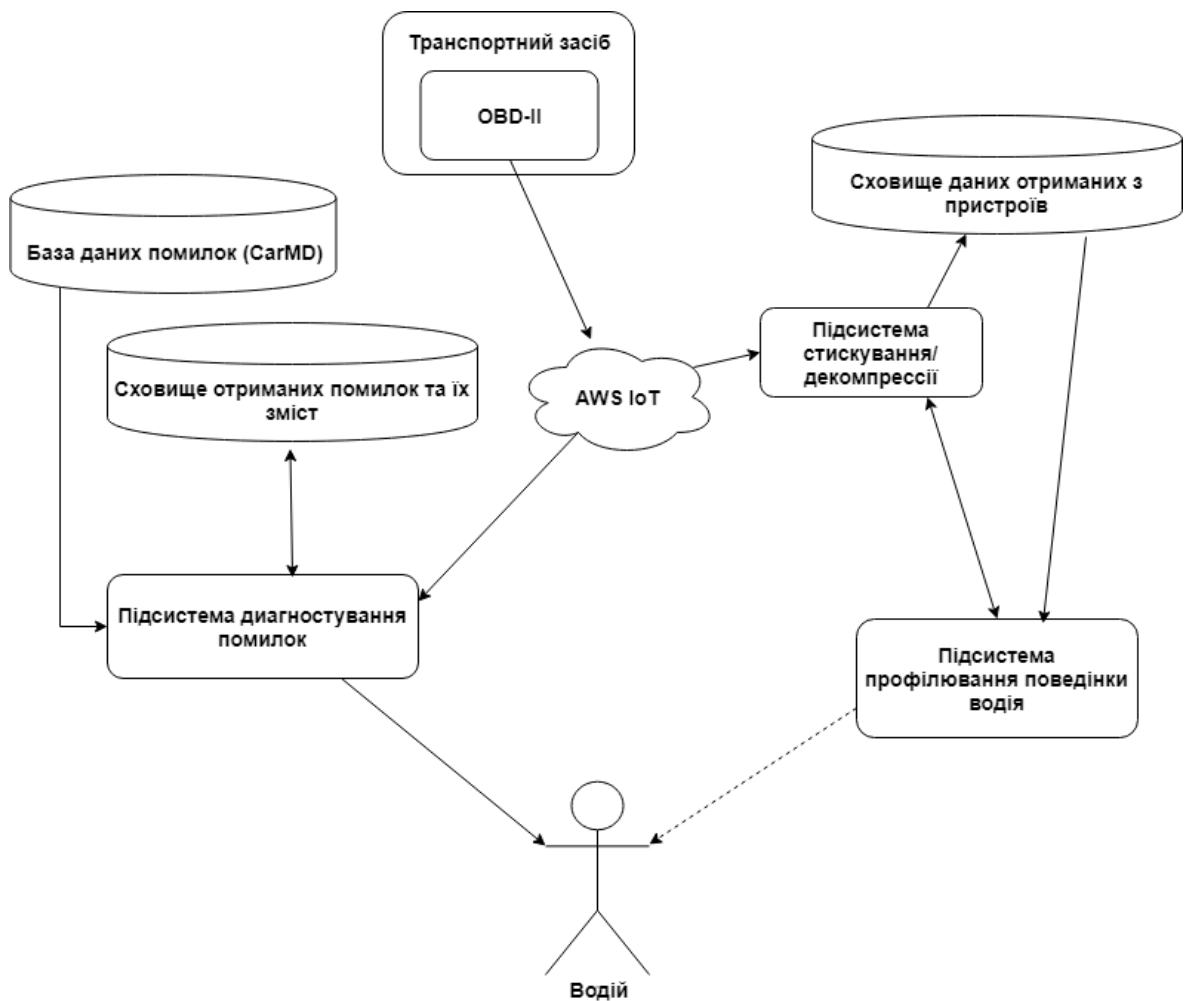


Рисунок 2.3.9 Схема взаємодії підсистем

Як можна бачити на схемі центральним вузлом системи є AWS IoT, що надає змогу легко покращувати систему та додавати нові елементи до неї. На даний час підсистеми профілювання поведінки водія та підсистема діагностування помилок будуть працювати окремо одна від іншої. У

майбутньому планується зробити вплив поведінки водія на виникаючі помилки. На основі розробленої схеми буде реалізовано необхідні елементи підсистем та проведені усі необхідні експерименти, для того щоб виявити можливі недоліки та методи покращення розроблених алгоритмів та систем.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ВОДІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УМОВАХ

3.1 Підсистема профілювання поведінки водія

Для збору експериментальних даних була використана інформація отримана за допомогою прототипу пристрою компанії VehicleMind з вантажівок канадської компанії PartsAvatar [21], під час щоденних доставок товарів у період з листопада до грудня 2018 року. На рисунку 3.1.1 зображено приклад маршруту вантажівки за 19 листопада 2018 року у місті Торонто. Для експерименту у міській місцевості використовувалися п'ять вантажівок Volkswagen Transporter T5 2014 року випуску.

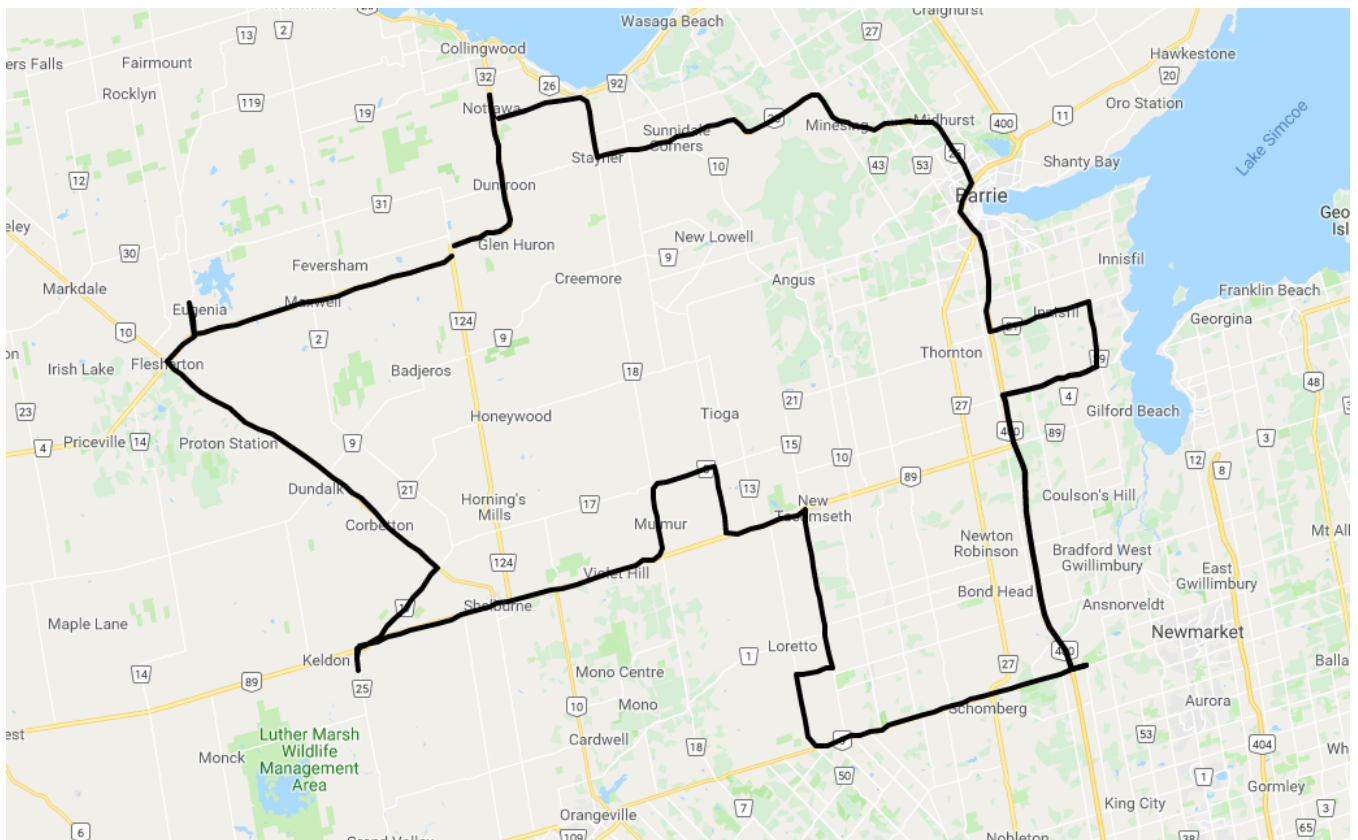


Рис. 3.1.1 Приклад маршруту вантажівки у міській місцевості

Для збору експериментальних даних у приміській та позаміській (див. рис. 3.1 та 3.2) місцевостях міста Торонто використовувалися ті ж самі транспортні засоби, але у чисто експериментальних цілях. Водіями на безпечних ділянках спеціально було виконано декілька маневрів, які повинні були бути розпізнані як агресивні, та помірні. Це було виконано для правильного підбору коефіцієнтів для розрахунку інтеграційної оцінки поведінки водія. Для того щоб виявити цей коефіцієнт у міських місцевостях експерименти проводилися на закритому майданчику.

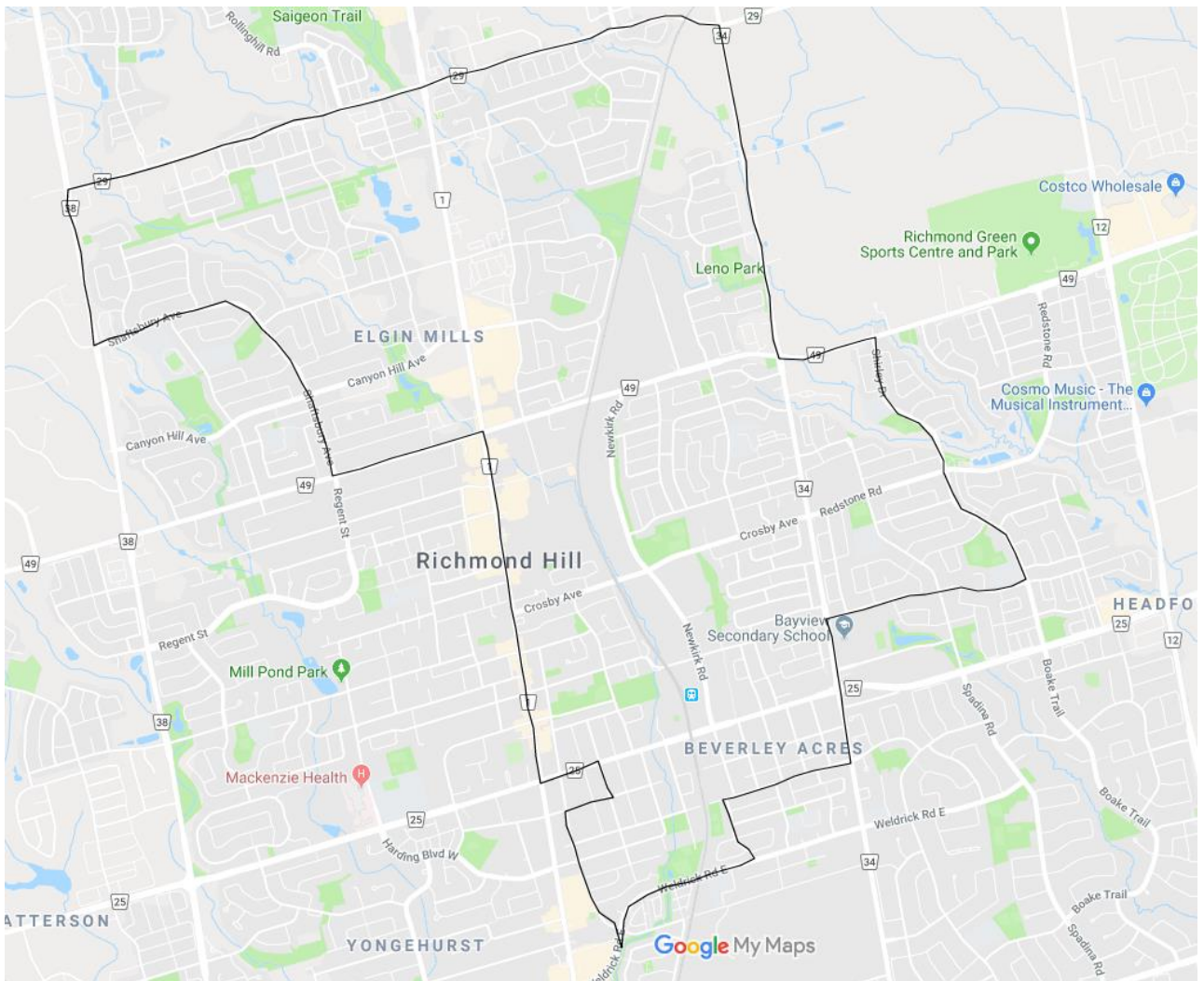


Рис. 3.1.2 Приклад маршруту вантажівки у приміській місцевості

Для тестових даних були розраховані параметри необхідні для профілювання водіння. На рисунку 3.3 показана підмножина вхідних змінних отриманих у ході всіх експериментів. Треба зазначити, що для оцінки перевищення швидкості було використано Roads API, але на деяких

позаміських ділянках, дані отримані з цього сервісу були некоректні або зовсім відсутні, тому вони були введені на основі дорожніх знаків. Було виявлено, що коефіцієнти для міської, приміської та позаміської зони становлять 0.6, 0.35 та 0.27 відповідно. Ці показники трохи відрізняються від показників отриманих Castignani [23]. Скоріш за все це пов'язано з типом транспортного засобу, його ваги та таке інше. Тому що агресивний маневр зроблений на легковому автомобілі набагато легше виправити ніж на багатотонній вантажівці. Для того щоб виявити найкращі коефіцієнти для кожного типу транспортних засобів потребується додаткове дослідження. Дослідження потребує використання усіх популярних типів та підтипів транспортних засобів: мотоциклів, легкових автомобілів усіх варіацій кузовів та приводів, вантажівок та фур.

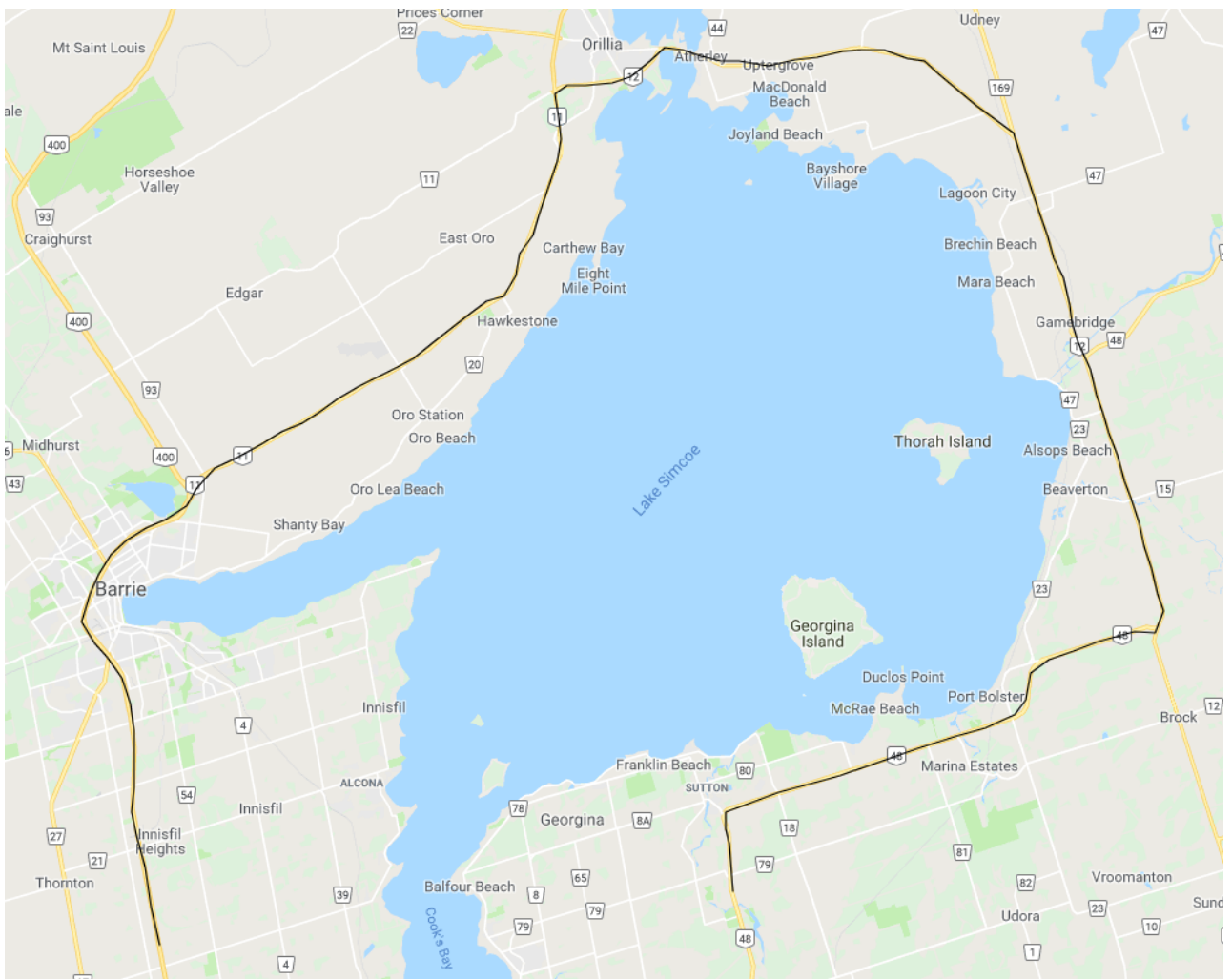


Рис. 3.1.3 Приклад маршруту вантажівки у позаміській місцевості

Маючи підмножину усіх вхідних даних, було розраховано інтегральні оцінки (S_i) для кожного водія, які показані на рисунку 3.4. З оцінок можна зробити висновок, що четвертий поведінка четвертого водія є найбільш агресивною. Це відбулося через спеціально поставлені експерименти у закритих майданчиках, які були симуляцією міської місцевості. Інтеграційна оцінка третього водія є найнижчою, що позначає що цей водій має найбезпечніший стиль водіння транспортного засобу.

Оцінка для безпечної їзди не має перевищувати 75 балів, що трохи відрізняється від висновків зроблених Castignani [23], але скоріш за все це зв'язано з тим що у своєму експерименті Castignani використовував великі вантажівки та його коефіцієнти були розраховані саме для них. Як було описано раніше, для надання точних рекомендацій та коефіцієнтів необхідно зробити детальний аналіз всіх популярних типів транспортних засобів.

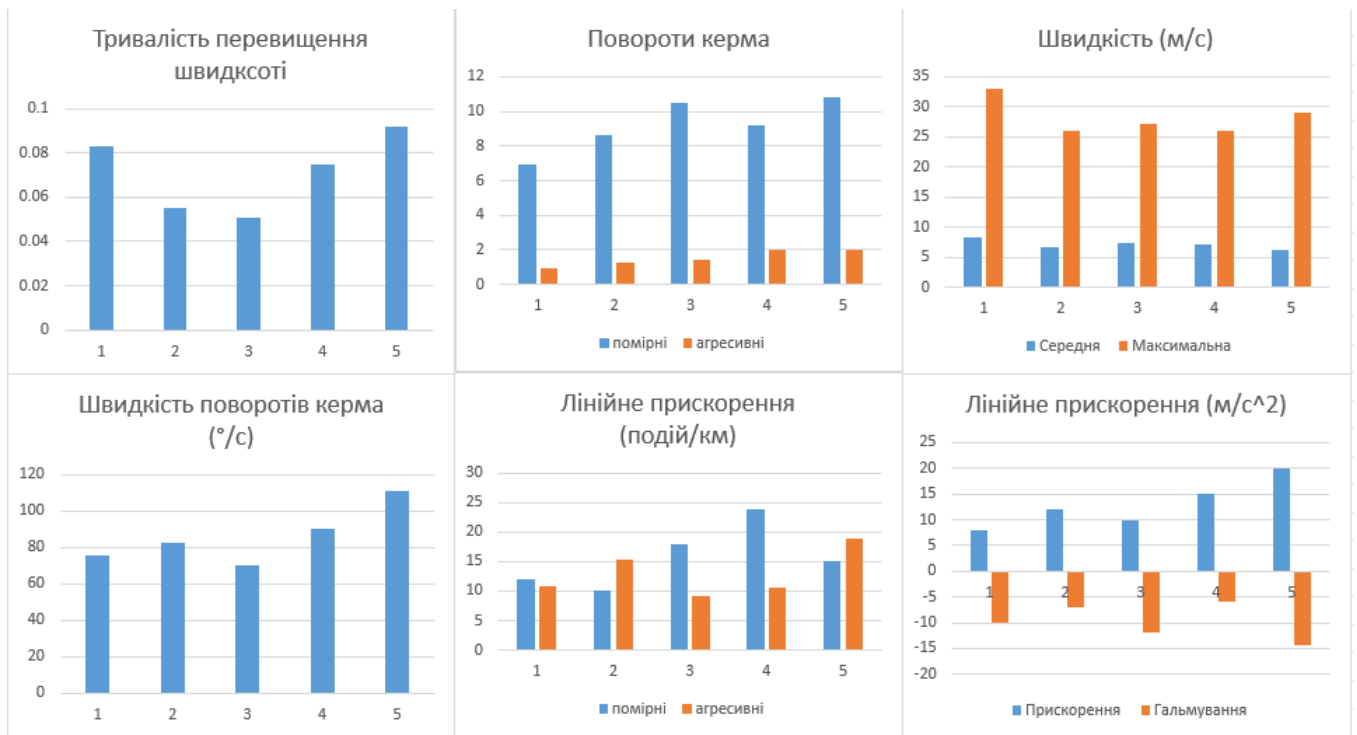


Рисунок 3.1.4 Підмножина вхідних даних з поставленого експерименту

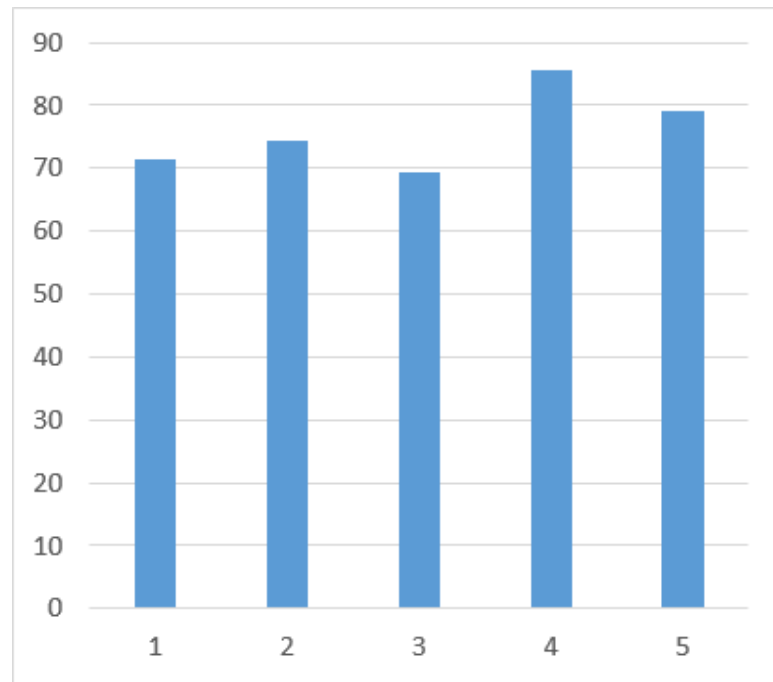


Рисунок 3.1.5 Інтегральні оцінки водіїв (S_i)

Було розроблено додаток на платформі Ionic для миттєвого відображення даних про агресивні маневри та своєчасної оцінки стилю водіння (див. рис. 3.1.6). Оцінка яку бачать користувачі додатку варіюється від 1 до 5, де 1 – дуже погано, а 5 – дуже добре. Також користувачі бачать кількість агресивних маневрів таких, як різке прискорення або гальмування; базову статистику поточної поїздки.

Всі задачі та необхідні експерименти для реалізації підсистеми профілювання поведінки водія були виконані. Був створений додаток для наглядного інформування водіїв, щодо безпеки руху. Підсистема повністю функціонує. Були виявлені недоліки, щодо значень коефіцієнтів та кінцевих оцінок для різних типів транспортних засобів та визначені методи та задачі для майбутнього покращення цієї підсистеми. Оскільки проміжок на котрому були виконані обчислення є дуже великим (3 місяця) – планується зменшити часові проміжки та використовувати подолану дистанцію, як один з тригерів для виконання обчислень щодо стилю водіння.

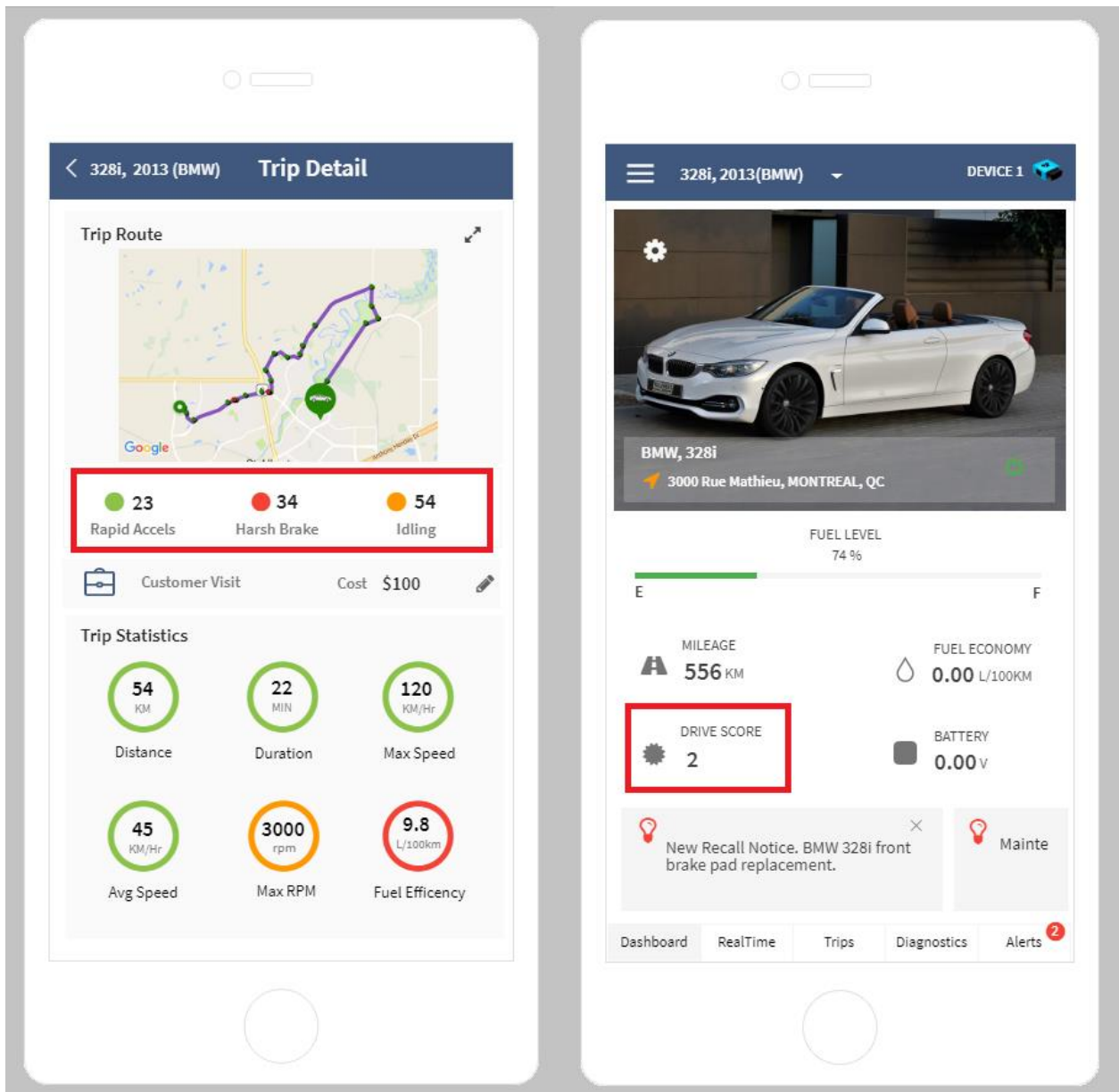


Рисунок 3.1.6 Відображення даних профілювання поведінки у мобільному додатку

3.2 Підсистема діагностування стану транспортного засобу

Оскільки єдиним можливим засобом змусити транспортний засіб посилати код помилки є виведення зі строю якогось з важливих вузлів, був використаний OBD-II симулятор розроблений компанією Freematics (див. рис. 3.2.1) [26]. За допомогою цього симулятора відправлялися коди помилок та проводилися необхідні експерименти.

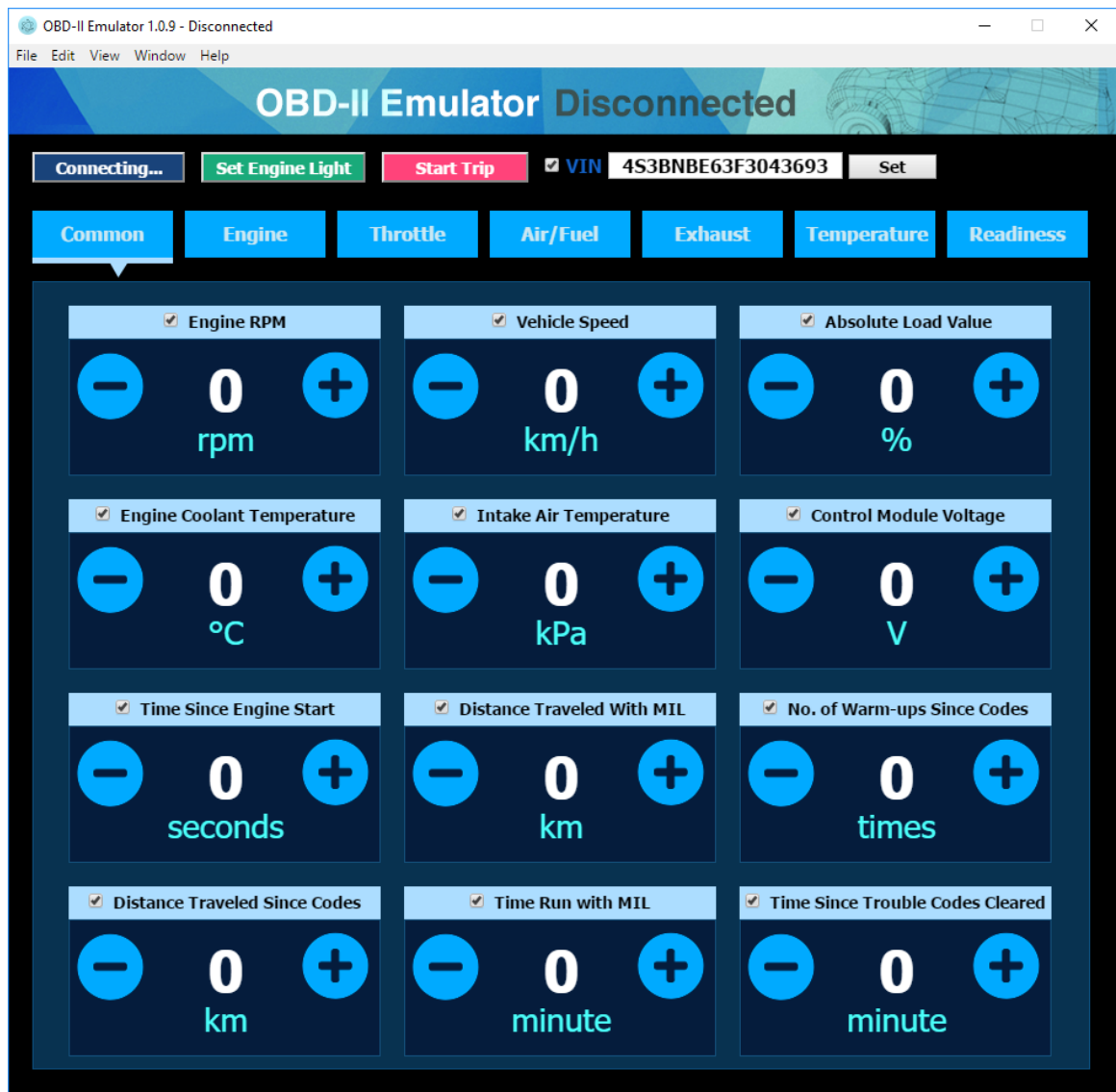


Рисунок 3.2.1 Користувацький інтерфейс OBD-II симулятора

Як було описано раніше для виявлення змісту помилок та заходів до їх усунення буде використовуватися сторонній сервіс CarMD. Для коректного діагностування помилки цей сервіс потребує VIN код транспортного засобу, значення одометру та код помилки. VIN код надає всю необхідну інформацію про транспортний засіб таку як марка, модель, рік випуску та таке інше. Значення одометру – повний пройдений транспортний засобом шлях, необхідно для коректного визначення джерела проблема. Один й то й же код помилки може мати різні значення у залежності

від пройденого транспортним засобом шляху. На рисунку 3.2.2 зображено приклад відповіді наданої сервісом CarMD у форматі JSON.

```

object ▶ fix ▶ 3 ▶
├── object {11}
│   └── fix [4]
│       ├── 0 {14}
│       ├── 1 {14}
│       └── 2 {14}
│           ├── name : Replace Fuel Vent Hose
│           ├── desc : Raise the vehicle and visually inspect the fuel tank filler vent hose connector for damage. If connector is damaged, replace the fuel tank filler vent hose. Refer to Fuel Tank Filler Vent Hose Replacement in SI.\nSpecialty Tools:smoke tester\nTips/Tricks:there may be a fuel odor/smell especially when fueling the tank
│           ├── errCode : P0455
│           ├── laborHours : 0.5
│           ├── laborRate : 106.38
│           ├── laborCost : 7074
│           ├── partsCost : 1647
│           ├── additionalCost : 3325
│           ├── totalCost : 12046
│           └── fixParts [1]
│               └── 0 {7}
│                   ├── name : Fuel Tank Vent Hose
│                   ├── desc : Fuel Tank Vent Hose
│                   ├── manufacturer : value
│                   ├── price : 1647
│                   ├── quantity : 1
│                   ├── partID : 22802073
│                   └── fixPartOems : null
│                       ├── errType : 0
│                       ├── fixRating : 2
│                       ├── predictiveCount : 0
│                       └── predictivePercent : 0.0

```

Рисунок 3.2.2 Приклад відповіді сервісу CarMD

Після обробки отриманої відповіді, вона аналізується, структурується, зберігається для подальшого повторного використання та аналізу причин пов'язаних з поведінкою водія.

Підготовлена інформація щодо поломок та деталей, щодо їх усунення показуються у розробленому додатку (див. рис. 3.2.3).

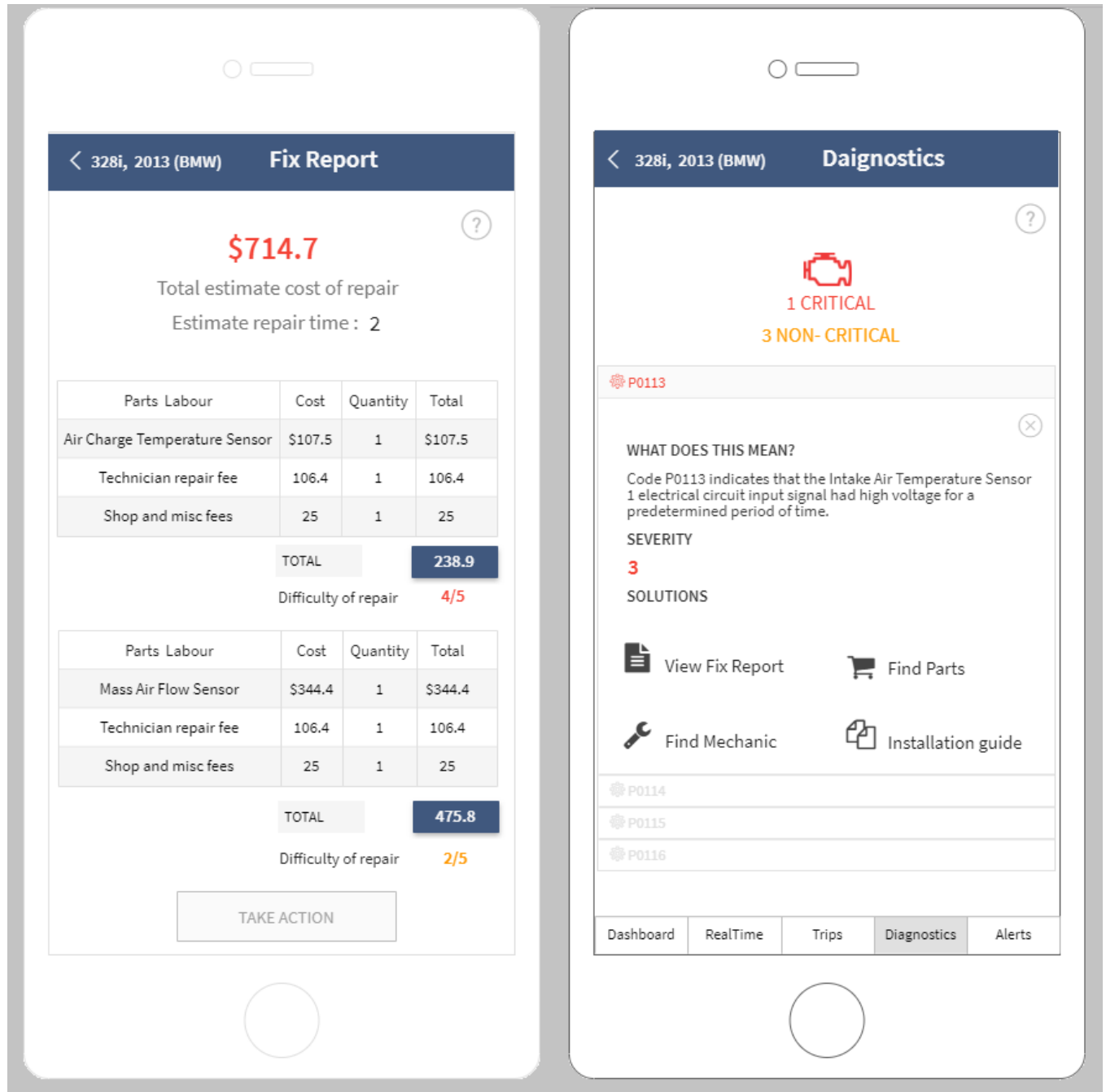


Рисунок 3.2.3 Інформація щодо знайденої помилки та шляхи її вирішення

Треба зазначити, що під час реалізації системи було виявлено проблему інтеграції з сервісом CarMD – для деяких кодів помилок цей сервіс не надає інформації, щодо шляхів вирішення проблеми. Частина таких кодів для одного транспортного засобу становить 2-3%, що є невеликим значенням з уваги на те що помилки надсилаються доволі рідко протягом реального використання транспортного засобу, тому наведені 2-3% можуть ніколи не бути надісланими. Представники сервісу були проінформовані про цю проблему та займаються її вирішенням. Якщо ситуація не буде вирішена виникне потреба у пошуку додаткового сервісу з аналогічними можливостями.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної магістерської роботи було виведення технології моніторингу та підтримки безпечного управління транспортним засобом, і як результат було розроблено математичну модель. За цією моделлю в подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес виявлення небезпечних ситуацій під час руху транспортного засобу та запобігання їм в майбутньому. Так як в процесі проектування використовувалося ПК, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому буде використовуватися розроблена об'єктна модель для оцінки ризиків.

4.1 Загальні питання з охорони праці

В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці.

4.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці

Основним організаційним напрямом у здійсненні управління в сфері охорони праці є усвідомлення пріоритету безпеки праці і підвищення соціальної відповідальності держави, і особистої відповідальності працівників.

Користувачі персональних комп'ютерів, для яких ця робота є головною, підлягають медичним оглядам: попереднім — під час влаштування на роботу і періодичним — протягом професійної діяльності раз на два роки. Жінок з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до роботи з ПК не допускають.

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44) та структура організацій/виробництв системи управління охорони праці визначені у [1].

4.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [2].

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 N 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за N 1148/8469 [3].

4.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням об'єктної моделі забезпечення оцінки кібербезпеки, розрахунок уразливості системи і визначення зв'язків атак і захистів проходитиме в побутовому приміщенні. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

4.2.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення зазначені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	3
Ширина, м	3
Висота, м	2,5
Площа, м ²	9
Об'єм, м ³	22,5

Згідно з [4] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівня освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

4.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [5] (табл. 4.2) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої (лазерні та струменеві), що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекоси у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово-скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних свіглофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи наведені в [5].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви:

- для операторів персональних комп'ютерів тривалістю 15 хв через дві години роботи;

4.3 Виробнича санітарія

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу

Роботу, пов'язану з ЕОМ з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання [6], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої.

Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є:

- робоча напруга $U=+220\text{В} \pm 5\%$;
- робочий струм $I=2\text{А}$;
- споживана потужність $P=350\text{ Вт}$.

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [5]. За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами, шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 - Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
Фізичні			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, принтерів, сканерів чи/або серверного обладнання для роботи	2	ДСН 3.3.6.042-99 [4]

Продовження таблиці 4.3

- підвищений рівень шуму на робочому місці	-//-	2	ДСН 3.3.6.042-99 [4]
- підвищена або знижена вологість повітря	-//-	2	ДСН 3.3.6.042-99 [4]
- підвищена або знижена рухливість повітря	-//-	1	ДСН 3.3.6.042-99 [4]
- підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-//-	4	ГОСТ 12.1.030-81 [7] ГОСТ 13109-97 [8]
- недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	ДБН В.2.5-28:2015 [9]
- недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	ДБН В.2.5-28:2015 [9]
- підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці - налагодження моніторів)	1	ДСанПіН 3.3.2.007-98[5]
- понижена контрастність	-//-	1	ДСанПіН 3.3.2.007-98[5]
психофізіологічні:			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	НПАОП 0.00-1.28-10[6] ДСанПіН 3.3.2.007-98[5]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці - сидіння користувача,) та організації робочого часу - безперервна робота)	2	НПАОП 0.00-1.28-10[6] ДСанПіН 3.3.2.007-98[5]

4.3.2 Пожежна безпека

Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними.

Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), надійно захищені діелектричними щитками та/або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу.

В приміщенні наявна затверджена «План-схема евакуації з кабінету (приміщення)».

Пожежна безпека при застосуванні ЕОМ забезпечується:

- системою запобігання пожежі,
- системою протипожежного захисту,
- організаційно-технічними заходами.

Згідно [10] таке приміщення, площею 9 м², відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасіння пропонується використовувати:

- ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт.;
- ковіль 1 м², кошту 2Ч1,5 м² або азбестове полотно 2Ч2 м² в кількості 1 шт.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окислювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

4.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для

живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. Оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [11] і наведені в табл. 4.4:

Таблиця 4.4 - Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

4.4.2 Освітлення

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

У проекті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в

решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Розрахунок освітлення.

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше $1/8$, в побутових – $1/10$:

$$S_b = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \cdot S_n, \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, m^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 .

$$S_n = a \cdot b = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2,$$

$$S_{вік} = 1/10 \cdot 9 = 0,9 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 2 вікна площею $S = 0,9 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M}, \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, m^2 ; $S = 9 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ;

$Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \times 9 \times 1.1 \times 1.5}{5400 \times 0.575 \times 2} = 0,7 \approx 1$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 1 світильника, який складається з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

4.5 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти), тобто при V приміщення $> 40 \text{ м}^3$ на одного працюючого допускається природна вентиляція. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

4.6 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).

Загальний опір захисного заземлення визначається за формулою:

$$R_{\text{зв}} = \frac{R_{\text{з}} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\text{н}} \cdot n \cdot \eta_{\text{з}} + R_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{н}}} \quad (4.3)$$

де $R_{\text{з}}$ - опір заземлення, якими можуть бути труби, опори, кути і т.п., Ом;

$R_{\text{н}}$ - опір опори, яка з'єднує заземлювачі, Ом;

n - кількість заземлювачів;

$\eta_{\text{з}}$ - коефіцієнт екранування заземлювача; приймається в межах $0,2 \div 0,9$; $\eta_{\text{з}} = 0,7$

$\eta_{\text{н}}$ - коефіцієнт екранування сполучної стійки; приймається в межах $0,1 \div 0,7$; $\eta_{\text{н}} = 0,5$;

Опір заземлення визначається за формулою:

$$R_{\zeta} = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \quad (4.4)$$

де ρ - питомий опір ґрунту, залежить від типу ґрунту, Ом·м;

для піску - 400 ÷ 700 Ом·м; приймаємо $\rho = 400$ Ом·м;

l - довжина заземлювача, м; для труб - 2-3 м; $l = 3$ м;

d - діаметр заземлювача, м; для труб - 0,03-0,05 м; $d = 0,05$ м;

t - відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, м; $t = 2$ м.

$$R_{\zeta} = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 110, \text{ Ом}$$

Опір смуги, що з'єднує заземлювачі, визначається за формулою:

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t_1} \quad (4.5)$$

де L - довжина смуги, що з'єднує заземлювачі (м) і приблизно дорівнює периметру будівлі:

$P_{\text{буд}} = 42 \cdot 2 + 38 \cdot 2 = 160$ м; $L = 160$ м;

b - ширина смуги, м; $b = 0,03$ м;

t_1 - глибина заземлення від рівня землі, м; $t_1 = 0,5$ м.

$$R_n = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 160} \cdot \ln \frac{2 \cdot 160^2}{0,03 \cdot 0,5} = 5,99, \text{ Ом}$$

Кількість заземлювачів захисного заземлення визначається за формулою:

$$n = \frac{2 \cdot R_{\zeta}}{4 \cdot \eta_{\zeta}} = \frac{2 \cdot 110}{4 \cdot 0,7} = 79 \text{ шт} \quad (4.6)$$

де 4 - допустимий загальний опір, Ом;

2 - коефіцієнт сезонності.

Визначаємо загальний опір захисного заземлення:

$$R_{ззп} = \frac{110 \cdot 5,99}{5,99 \cdot 79 \cdot 0,7 + 110 \cdot 0,5} = 1,7, \text{ Ом}$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{ззп} < 4 \text{ Ом}$.

4.7 Охорона навколишнього природного середовища

4.7.1 Загальні дані з охорони навколишнього природного середовища

Діяльність за темою магістерської роботи, а саме: Методи забезпечення кібербезпеки систем релейного захисту та автоматики в процесі її виконання впливає на навколишнє природне середовище і регламентується нормами діючого законодавства: Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Законом України «Про відходи», Законом України «Про охорону атмосферного повітря», Законом України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», Водний кодекс України.

Основним екологічним аспектом в процесі діяльності за даними спеціальностями є процеси впливу на атмосферне повітря та процеси поводження з відходами, які утворюються, збираються, розміщуються, передаються на видалення (знешкодження), утилізацію, тощо в ІТ галузі.

В процесі діяльності розробника об'єктної моделі за допомогою ПК виникають процеси поводження з відходами ІТ галузі. Нижче надано перелік відходів, що утворюються в процесі роботи:

Відпрацьовані люмінесцентні лампи - I клас небезпеки

Акумулятор для джерел безперебійного харчування - III клас небезпеки

Змінні носії інформації - IV клас небезпеки

Макулатура - IV клас небезпеки

Побутові відходи - IV клас небезпеки

4.7.2 Вимоги до збору, пакування та розміщення відходів ІТ галузі

Наводяться вимоги зберігання виявлених за своєю роботою відходів відповідно до вимог [12].

Відходи в міру їх накопичення збирають у тару, відповідну класу небезпеки, з дотриманням правил безпеки, після чого доставляють до місця тимчасового зберігання відходів відповідно до затвердженої схеми їх розміщення.

Не допускається зберігання відходів у невстановлених схемою місцях, а також перевищення норм тимчасового зберігання відходів.

Способи тимчасового зберігання відходів визначаються видом, агрегатним станом і класом небезпеки відходів:

- Відходи I класу небезпеки зберігаються в герметичній тарі (сталеві бочки, контейнери). У міру наповнення тару з відходами закривають герметично сталевий кришкою;

- Відходи II класу небезпеки в залежності від агрегатного стану зберігаються в поліетиленових мішках, бочках, сховищах та інших видах тари, яка запобігає поширенню шкідливих речовин;

- Відходи III класу небезпеки зберігаються в тарі, яка забезпечує локалізацію зберігання, дозволяє виконувати вантажно-розвантажувальні і транспортні роботи і виключає поширення в ОС шкідливих речовин;

- Відходи IV класу небезпеки можуть зберігатися відкрито на промисловому майданчику у вигляді конусоподібної купи, звідки їх автотранспортом перевантажують у самоскид і доставляють на місце утилізації або захоронення;

4.7.3 Визначення впливу та заходів щодо поводження з відходами ІТ галузі

З метою визначення та прогнозування впливу відходів на навколишнє середовище, своєчасного виявлення негативних наслідків, їх запобігання відповідно до Закону України «Про відходи» [4] повинен здійснюватися моніторинг місць утворення, зберігання, і видалення відходів. Відомості про місце утворення та місце розташування відходів зазначаються та наводяться у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Відомості про місце утворення та місце розташування відходів

№ з/п	Код та найменування відходів за ДК -005-96	Технологічний процес або виробництво, де утворюються відходи / клас небезпеки	Місце розташування відходу, тара та її кількість, місткість, розміри у разі наявності майданчиків розташування відходів (необхідно зазначити тип покриття та наявність даху)
1	2	3	4
1	7710.3.1.26 Лампи люмінесцентні, та відходи, які містять ртуть, інші зіпсовані або відпрацьовані (Відпрацьовані ртутьвмісні люмінесцентні лампи)	1	буд.78, кв. 63
2	7710.3.1.01 Макулатура паперова та картонна (Макулатура)		буд.78, кв. 63
3	Акумулятор для джерел безперебійного живлення	3	буд.78, кв. 63

Висновки до розділу 4

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в дипломній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Були наведені розміри приміщення та значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

А також визначені основні екологічні аспекти впливу на навколишнє природне середовище та зазначені заходи щодо поводження з ними.

Перелік посилань до розділу 4

1. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві»
2. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»
3. НАПБ Б.02.005-2003 «Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України»
4. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
5. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»
6. НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»
7. ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Електробезпечність .Захисне заземлення. Занулення»
8. ГОСТ 13109-97 «Електрична енергія. Сумісність технічних засобів віелектромагнітних. Норми якості електроенергопостачання загального призначення»
9. ДБН В.2.5-28:2015 «Природне і штучне освітлення»
10. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»
11. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
12. ДСанПіН 2.2.7.029 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

За результатами дослідження інформаційної системи моніторингу та підтримки безпечного руху транспортних засобів було зроблено наступні висновки:

- для профілювання поведінки водія найкраще підходять системи нечіткої логіки та інтелектуальні алгоритми, але останні важко застосувати через складність збору даних
- коректне діагностування стану транспортного засобу залежить від коду поломки, відстані яку подолав транспортний засіб та комбінації вже існуючих помилок
- для ефективної передачі отриманих з OBD-II пристрою даних треба використовувати новий метод стиснення багатомірних часових рядів на основі вже існуючого алгоритму Gorilla
- для найточнішої оцінки поведінки водія треба провести додаткові експерименти та вивести коефіцієнти для кожного виду транспортних засобів в залежності від кузова, приводу та маси засобу.

Подальші дослідження будуть ґрунтуватись на покращенні фільтрації отриманих з сенсорів показників та усуненні так званих «шумів».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. R. Araujo, A. Igreja, R. de Castro, and R. Araujo. Driving coach: A smartphone application to evaluate driving efficient patterns. In 2012 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), pages 1005 –1010, June 2014.
2. Aviva PLC. Aviva Drive – Aviva [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.aviva.co.uk/drive>.
3. H. Eren, S. Makinist, E. Akin, and A. Yilmaz. Estimating driving behavior by a smartphone. In 2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium(IV), pages 234 –239, June 2014.
4. Greenroad. Introducing the revolutionary GreenRoad Smartphone Edition – GreenRoad [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://greenroad.com/uk/tour/smartphone>.
5. K. E. Heck and K. C. Nathaniel. Driving among urban, suburban and rural youth in California. Youth Development, page 11.
6. Ingenie Services Limited. Car insurance for young drivers - Ingenie [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.ingenie.com>.
7. D. A. Johnson and M. M. Trivedi. Driving style recognition using a smartphone as a sensor platform. In Intelligent Transportation Systems(ITSC), 2011 14th International IEEE Conference on, page 16091615, 2014.
8. U. D. o. T. National Highway Traffic Safety Administration. The 100-car naturalistic driving study - phase II results of the 100-car field experiment. Technical Report DOT HS 810 593, 2016.
9. J. Paefgen, F. Kehr, Y. Zhai, and F. Michahelles. Driving behavior analysis with smartphones: Insights from a controlled field study. page 1. ACM Press, 2014.
10. German Castignani and Raphael Frank. Driver Behavior Profiling using Smartphones. In International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems, 2014.
11. State Farm Mutual Automobile Insurance Company. State Farm DriverFeedback – StateFarm [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.statefarm.ca/about/mobile>.
12. Towergate. Fair Pay a radical new approach to motor insurance – Towergate [Електронний ресурс]. - Режим доступу: - <http://www.fairpayinsurance.co.uk>.
13. C.-W. You, M. Montes-de Oca, T. J. Bao, N. D. Lane, H. Lu, G. Cardone, L. Torresani, and A. T. Campbell. CarSafe: a driver safety app that detects dangerous driving behavior using dual-cameras on smartphones. UbiComp'12, New York, NY, USA, 2015.
14. Найвний басів класифікатор - Wikipedia [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

- https://uk.wikipedia.org/wiki/Наївний_баєсів_класифікатор
15. Fleet Maintenance Software - The Preferred Management Software - Fleetio [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.fleetio.com>.
 16. On-board diagnostics - Wikipedia [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/On-board_diagnostics
 17. Vehicle Mind - The Best Auto OBD Scanner and Tracker - VehicleMind [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.vehiclemind.com>
 18. Anna Booth. Using Neural Networks to Improve Behavioural Realism in Driving Simulation Scenarios, 2017.
 19. Oluwatobi Olabiyi, Eric Martinson. Driver Action Prediction Using Deep (Bidirectional) Recurrent Neural Network. California, USA. 2017.
 20. K.P. Kraiss and H. Kuttelwesch, "Identification and application of neural operator models in a car driving situation", In IFAC Symposia Series, Vol. 5. 2016
 21. Dejan Mitrovic, "Machine learning for car navigation", In International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems, pages 670-675. Springer, 2016.
 22. CarMD – For the life of your car - CarMD [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.carmd.com>
 23. Gorilla: A Fast, Scalable, In-Memory Time Series Database [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.vldb.org/pvldb/vol8/p1816-teller.pdf>
 24. P. Spacek, "Track Behavior in Curve Areas," J. Transp. Eng., vol. 131, no. 9, pp. 669–676, 2005.
 25. H. Yu, F. Tseng, and R. McGee, "Driving pattern identification for EV range estimation," in 2012 IEEE International Electric Vehicle Conference, 2012, pp. 1–7.
 26. F. Sagberg, null Selpi, G. F. B. Piccinini, and J. Engström, "A Review of Research on Driving Styles and Road Safety," Hum. Factors, vol. 57, no. 7, pp. 1248–1275, Nov. 2015.
 27. O. Taubman-Ben-Ari, M. Mikulincer, and O. Gillath, "The multidimensional driving style inventory--scale construct and validation," Accid. Anal. Prev., vol. 36, no. 3, pp. 323–332, May 2004.
 28. X. Wang, A. J. Khattak, J. Liu, G. Masghati-Amoli, and S. Son, "What is the level of volatility in instantaneous driving decisions?," Transp. Res. Part C Emerg. Technol., vol. 58, Part B, pp. 413–427, Sep. 2015.
 29. W. Wang, J. Xi, and X. Li, "Statistical Pattern Recognition for Driving Styles Based on Bayesian

- Probability and Kernel Density Estimation,” ArXiv160601284 Cs Stat, Jun. 2016.
30. J. Dai, J. Teng, X. Bai, Z. Shen, and D. Xuan, “Mobile phone based drunk driving detection,” 2010.
 31. H. Eren, S. Makinist, E. Akin, and A. Yilmaz, “Estimating driving behavior by a smartphone,” 2012 IEEE Intell. Veh. Symp.
 32. J.-H. Hong, B. Margines, and A. K. Dey, “A Smartphone-based Sensing Platform to Model Aggressive Driving Behaviors,” in Proceedings of the 32Nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA, 2014, pp. 4047–4056.
 33. D. A. Johnson and M. M. Trivedi, “Driving style recognition using a smartphone as a sensor platform,” 2011, pp. 1609–1615.
 34. J. F. Júnior et al., “Driver behavior profiling: An investigation with different smartphone sensors and machine learning,” PLOS ONE, vol. 12, no. 4, p. e0174959, Apr. 2017.
 35. C. Saiprasert, S. Thajchayapong, T. Pholprasit, and C. Tanprasert, “Driver behaviour profiling using smartphone sensory data in a V2I environment,” in 2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE), 2014, pp. 552–557.
 36. W. Wang and J. Xi, “A rapid pattern-recognition method for driving styles using clustering-based support vector machines,” in 2016 American Control Conference (ACC), 2016, pp. 5270–5275.
 37. G. A. M. Meiring and H. C. Myburgh, “A Review of Intelligent Driving Style Analysis Systems and Related Artificial Intelligence Algorithms,” Sensors, vol. 15, no. 12, pp. 30653–30682, Dec. 2015.
 38. E. R. Boer, “Satisficing Curve Negotiation: Explaining Drivers’ Situated Lateral Position Variability,” IFACPap., vol. 49, no. 19, pp. 183–188, Jan. 2016.
 39. J. C. McCall and M. M. Trivedi, “Video-based lane estimation and tracking for driver assistance: survey, system, and evaluation,” IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 7, no. 1, pp. 20–37, Mar. 2006.
 40. R. Risack, N. Mohler, and W. Enkelmann, “A videobased lane keeping assistant,” Proc. IEEE Intell. Veh. Symp. 2000 Cat No00TH8511, pp. 356–361, 2000.
 41. S. Mammar, S. Glaser, and M. Netto, “Time to line crossing for lane departure avoidance: a theoretical study and an experimental setting,” IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 7, no. 2, pp. 226–241, Jun. 2006.
 42. Safety Pilot Model Deployment – Sample Data, from Ann Arbor, Michigan, Version 1. Washington DC: U.S. Department of Transportation’s (USDOT) Intelligent Transportation

- Systems (ITS) Joint Program Office (JPO), 2014.
43. Safety Pilot Model Deployment Sample - Data Environment Data Handbook, Version 1.3. U.S. Department of Transportation's (USDOT) Intelligent Transportation Systems (ITS) Joint Program Office (JPO), 2015.
 44. C.-F. Lin and A. G. Ulsoy, "Time to Lane Crossing Calculation and Characterization of Its Associated Uncertainty," *ITS J. - Intell. Transp. Syst. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 85–98, Jan. 1996.
 45. L. Breiman, "Random Forests," *Mach. Learn.*, vol. 45, no. 1, pp. 5–32, Oct. 2001. [45] A. Jahangiri and H. A. Rakha, "Applying machine learning techniques to transportation mode recognition using mobile phone sensor data," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 16, no. 5, pp. 2406–2417, 2015.
 46. J. Friedman, T. Hastie, and R. Tibshirani, *The elements of statistical learning*, vol. 1. Springer series in statistics Springer, Berlin, 2001.
 47. C. Chen, A. Liaw, and L. Breiman, "Using Random Forest to Learn Imbalanced Data," *Statistics Department, University of California, Berkeley, University of California at Berkeley, Berkeley, California*, Jul. 2004.
 48. F. original by L. B. and A. Cutler and R. port by A. L. and M. Wiener, *randomForest: Breiman and Cutler's Random Forests for Classification and Regression*. 2015.
 49. J. Friedman, T. Hastie, and R. Tibshirani, *The elements of statistical learning*, vol. 1. Springer series in statistics Springer, Berlin, 2001.

ДОДАТОК А. СЛАЙДИ ДО ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Інформаційні технології моніторингу та підтримки безпечного управління транспортним засобом

ДУММА ВІТАЛІЙ КН-17ДМ

Об'єкт

- ▶ процес аналізу стану транспортного засобу та профілювання поведінки водія

Предмет

- ▶ алгоритми та рекомендації щодо профілюванню поведінки водія, отримання деталей та інструкцій, щодо виявлених поломок транспортного засобу у реальному часі, та методи оптимізації передачі та збереження отриманих даних

Мета

- ▶ підвищення безпеки руху за рахунок виведення методів профілювання поведінки водія та діагностування стану транспортного засобу за допомогою вбудованої діагностичної системи транспортного засобу та впровадження цих підсистем у існуючу програмну систему

Завдання

- ▶ зібрати інформацію, щодо існуючих методів профілювання поведінки водія, виявити їх плюси та мінуси та можливість використання у існуючій системі;
- ▶ виявити алгоритм діагностування стану транспортного засобу за допомогою діагностичних кодів поломок;
- ▶ провести серію експериментів, в ході яких виявити достовірність ефективності знайдених методів та алгоритмів, знайти їх недоліки для подальшого покращення роботи системи;
- ▶ проаналізувати отримані результати, підбити підсумки, скласти упорядкований перелік рекомендацій по оптимізації, виявити найбільш ефективні в своїй галузі застосування, виявити найменш ефективні;
- ▶ провести необхідні впровадження в існуючу систему на основі проведених досліджень

Існуючі засоби профілювання поведінки водія

- ▶ GreenRoad
- ▶ CarSafe
- ▶ Aviva RateMyDrive
- ▶ StateFarm DriverFeedback

Існуючі засоби діагностування стану транспортного засобу

- ▶ спеціалізовані сервісні сервіси
- ▶ OBD-II пристрій + смартфон з відповідним додатком:
 - ▶ Torque Pro
 - ▶ HobDrive
 - ▶ OBD Car Doctor Pro
 - ▶ Carista OBD2

Шляхи вирішення задачі

Технічний аспект:

- ▶ використання комбінації смартфона та OBD-II адаптеру
- ▶ встановлення камер
- ▶ OBD-II пристрій компанії VehicleMind та аналоги



Шляхи вирішення задачі

Профілювання поведінки водія:

- ▶ інтелектуальні методи
- ▶ система нечіткої логіки

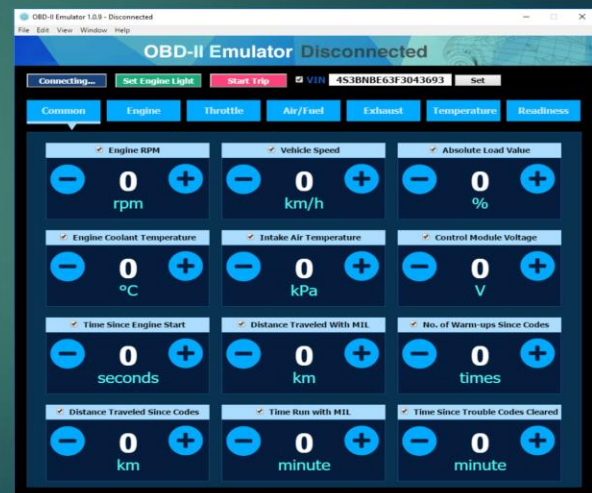
Діагностування стану транспортного засобу:

- ▶ сервіси розшифровки кодів поломок

Передача та збереження отриманих даних:

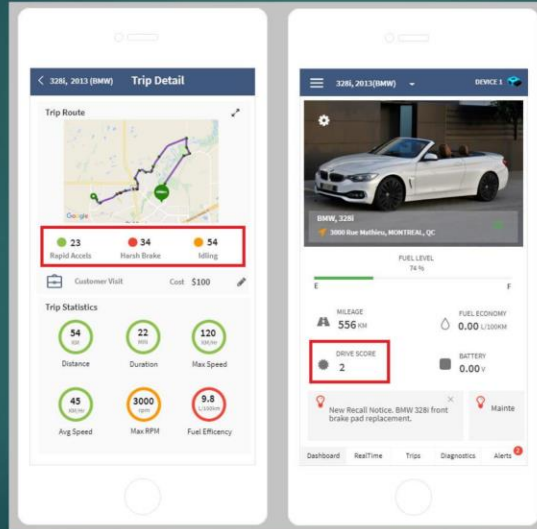
- ▶ алгоритми стиснення з буферизацією
- ▶ алгоритми стиснення часових рядів

Експерименти



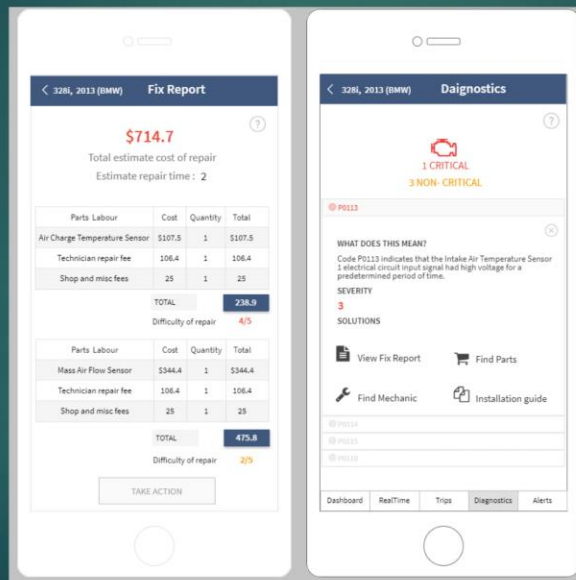
Отримані результати

Профілювання поведінки водія



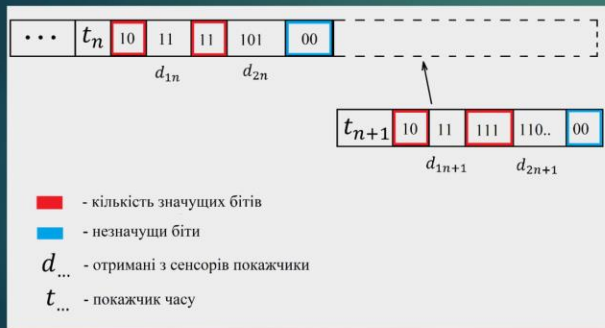
Отримані результати

Діагностування стану транспортного засобу



Отримані результати

Стиснення даних



Висновки

- ▶ для профілювання поведінки водія найкраще підходять системи нечіткої логіки та інтелектуальні алгоритми, але останні важко застосувати через складність збору даних
- ▶ коректне діагностування стану транспортного засобу залежить від коду поломки, відстані яку подолав транспортний засіб та комбінації вже існуючих помилок
- ▶ для ефективної передачі отриманих з OBD-II пристрою даних треба використовувати новий метод стиснення багатомірних часових рядів на основі вже існуючого алгоритму Gorilla
- ▶ для найточнішої оцінки поведінки водія треба провести додаткові експерименти та вивести коефіцієнти для кожного виду транспортних засобів в залежності від кузова, приводу та маси засобу