

Вінницький національний технічний університет
Кафедра лазерної та оптико-електронної техніки

Магістерська дипломна робота

на тему: ЛАЗЕРНА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ДЛЯ АВАРІЙНОГО
ГАЛЬМУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ

Виконав:

студент групи ЛТО-19м
Марчук І.В.

Науковий керівник: д.т.
н. проф. Мартинюк Т.Б.

Вінниця – 2020 рік

Актуальність використання системи аварійного гальмування автомобіля

- Основним призначенням систем активної безпеки автомобіля є запобігання аварійної ситуації, при виникненні якою система самостійно (без участі водія) оцінює можливу небезпеку та при необхідності запобігає їй шляхом активного втручання в процес управління автомобілем.
- Активні системи допомагають уникати аварій, що досягається за рахунок попередження водія про небезпечну ситуацію або часткового або повного втручання в управління автомобілем за допомогою здійснення розрахунків можливої аварійної ситуації, виконуючи їх швидше і якісніше, ніж висококваліфікований водій.
- Однією з найголовніших систем активної безпеки можна вважати систему запобігання зіткненню, яка бере на себе прийняття рішення щодо необхідності зниження швидкості або аварійного гальмування при виявленні перешкоди. Технічні засоби дозволяють ідентифікувати перешкоди на більшій відстані, ніж вони можуть бути візуально виявлені водієм, що суттєво знижує ймовірність аварійної ситуації.

Мета дипломної роботи, об'єкт та предмет досліджень

Метою дипломної роботи є спрощення функціональної реалізації лазерної оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля для забезпечення поєднання функцій вимірювання відстані до перешкоди та ідентифікації її розмірів і розташування відносно смуги руху автомобіля.

- **Об'єктом дослідження** є процеси введення та обробки оптичної інформації у процесі розпізнавання об'єктів.
- **Предметом дослідження** є методи та засоби автоматичного розпізнавання об'єктів.

Задачі для досягнення поставленої мети

1. Аналіз сучасних технологій в області засобів підвищення безпеки керування транспортними засобами.
2. Аналіз методів виявлення перешкоди та оцінювання відстані.
3. Визначення структурної побудови оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля зі спрощеною функціональною реалізацією.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів

5

Наукова новизна: Набув подальшого розвитку імпульсний метод вимірювання відстані за часом проходження імпульсу лазерного випромінювання між приладом і об'єктом та назад, при якому за рахунок використання матричного фотоприймача забезпечується одночасне вимірювання відстані до об'єкта, визначення його розмірів та просторового положення.

Практичне значення:

- ? Запропоновано структурну та функціональну схему оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля з простішою реалізацією задач вимірювання відстані до перешкоди та її розташування.
- ? Запропоновано програмну реалізацію методу гістограм направлених гадієнтів для розпізнавання перешкод у реальному часі.

Визначення активних систем безпеки

6

Для підвищення ступеню безпеки автомобіля в його конструкцію закладають засоби, що призначені нівелювати деякі небезпечні фактори. Впровадження активних систем безпеки скорочує кількість ДТП на 8-20%

Активні системи дуже часто використовують складні розрахунки та навіть іноді штучний інтелект для попередження водія про небезпечну ситуацію або часткового чи повного втручання в управління автомобілем, що у свою чергу дає водієві час щоб правильно відреагувати та уникнути небезпеки.

Розвиток технологій датчиків і мікро-контролерів наблизили поширення інтелектуальних систем безпеки, до моменту, коли їх інтеграція стала загальноприйнятною та навіть необхідною

Обґрунтування вибору технологій для побудови системи

7

Лідарні системи дають можливість детектувати відстань, швидкість, розпізнавати широку номенклатуру об'єктів та їх груп (залежить від підходу обробки сигналів в системі), з високою точністю моніторять дорожню розмітку та знаки крім цього такі системи часто використовують для реалізації функціоналу попередження та запобігання дорожньо транспортним пригодам.

Крім того, вони допускають інтеграцію ряду інших функцій, включаючи виявлення туману та визначення видимості.

Лідарні системи за порівнянням з радарними відрізняються меншою вартістю та більшою компактністю.

Уточнення технічних вимог до об'єкта проектування

Враховуючи найкращі показники розглянутих аналогів сформулюємо основні технічні показники для нової розробки, та порівняємо їх з вже існуючою системою Preview Distance Control. Для порівняння залишимо лише ті показники, які мають різне значення для аналога та нової розробки. При цьому кращому значенню показника будемо присвоювати два бали, гіршому – один.

Показники	Аналог	Нова розробка
Метод сканування	Послідовне сканування простору (1 бал)	Паралельне введення оптичних зображень (2 бали)
Вартість, грн	28000 (1 бал)	Не більше 20000 (2 бали)
Трудомісткість операцій візуалізації перешкоди та її просторового розташування	Висока (1 бал)	Низька (2 бали)

Принцип дії лазерних імпульсних далекомірів

9

Принцип дії лазерних імпульсних далекомірів заснований на вимірюванні інтервалу часу між моментом випромінювання зондуючого лазерного імпульсу (старт-імпульс) і моментом прийому випромінювання, відбитого від об'єкта (стоп-імпульс). Джерелом випромінювання в таких приладах є імпульсний лазер (зазвичай твердотільний або напівпровідниковий), випромінювання якого колімує за допомогою оптичної формуючої системи.

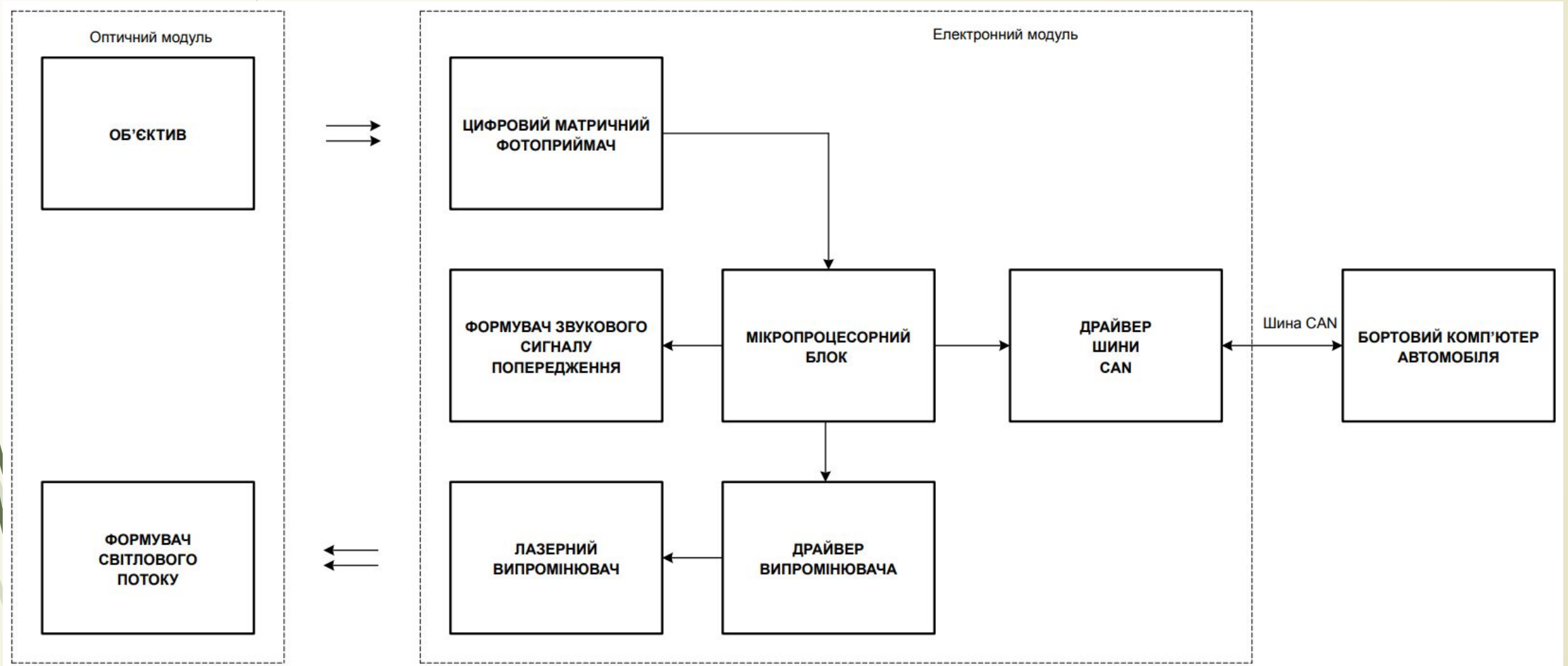
Дальність до об'єкта можна розрахувати за допомогою наступного виразу:

$$L = \frac{c\Delta t}{2n}$$

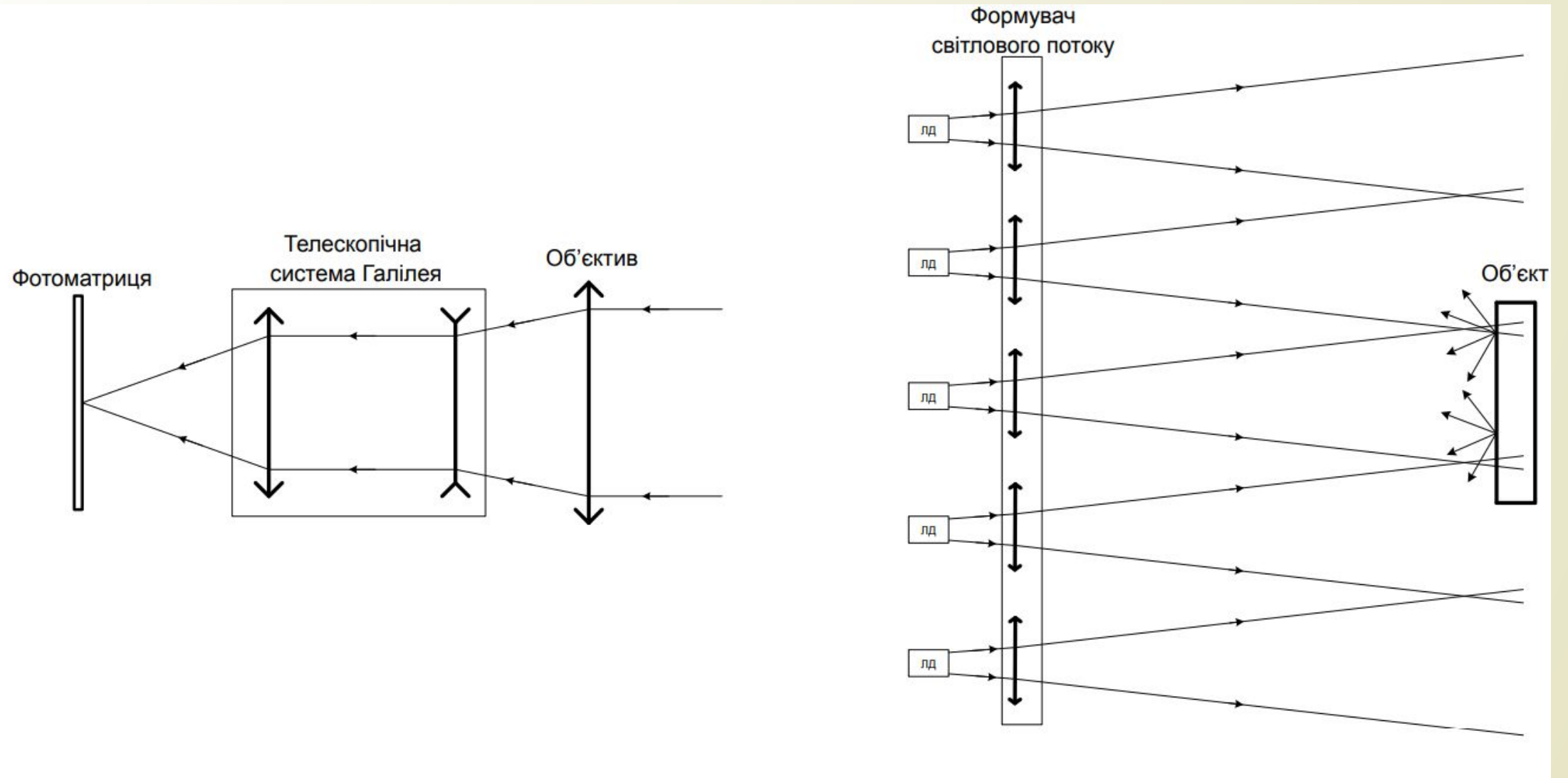
Але цей вираз не можна назвати кінцевим, оскільки потрібно врахувати низькочастотну та високочастотну моділяції хвиль.

$$l = \frac{c}{f_{2m}} + 0,5 \frac{c\varphi_2}{2\pi f_{2m}}$$

Структурна схема оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля

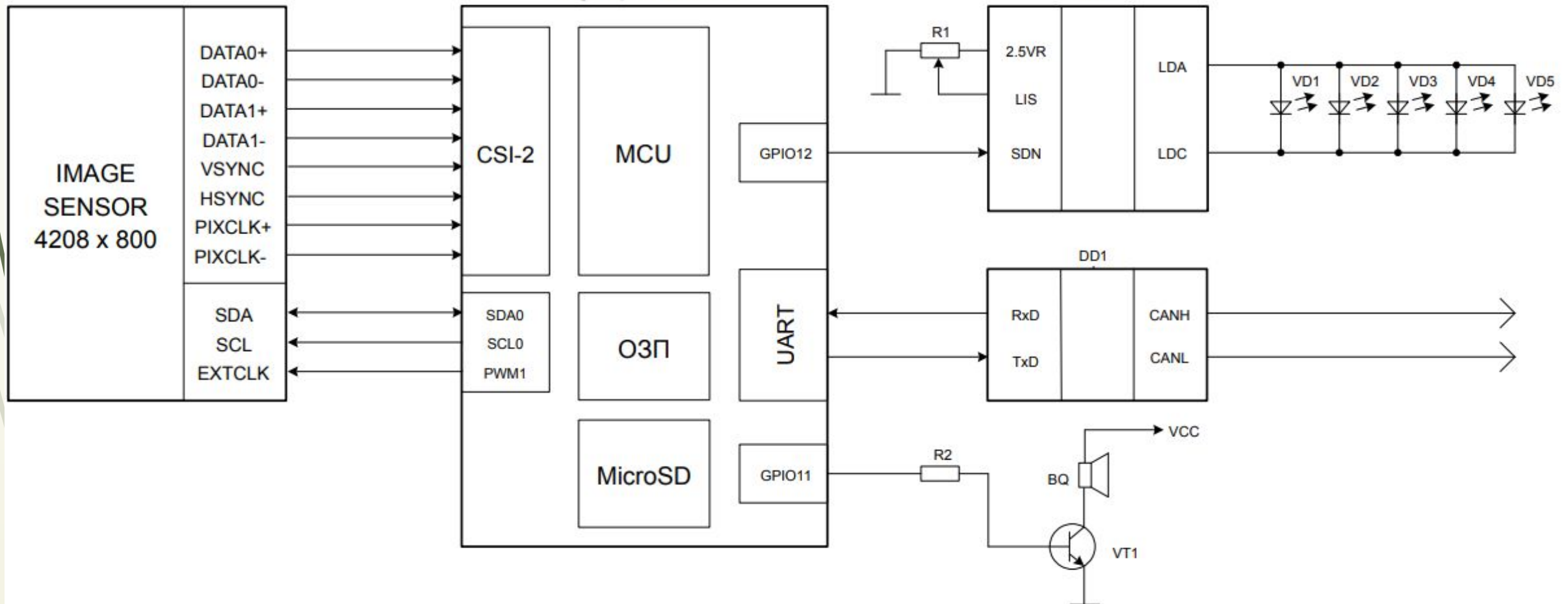


Структурна схема оптичного блоку оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля



Функціональна схема оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля

Одноплатний комп'ютер
Raspberry Pi 3 Model B+



Програмне моделювання HOG + SVM методики розпізнавання

перешкод на прикладі пішоходів

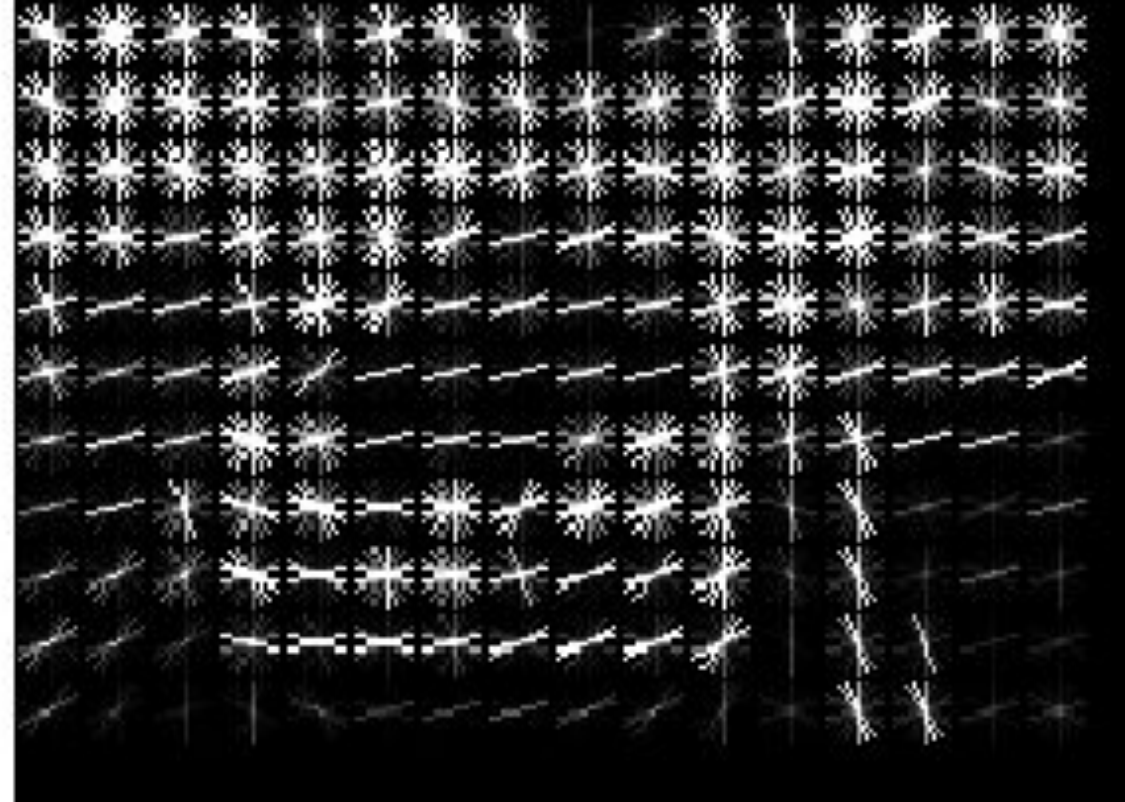
13

В основі методу HOG лежить припущення, що вид розподілу градієнтів інтенсивності зображення дозволяє досить точно визначити наявність і форму присутніх на ньому об'єктів. При описі фрагмента зображення воно розбивається на комірки, в яких обчислюються гистограми направлених градієнтів внутрішніх точок. Зазвичай вони об'єднуються в одну гистограму після чого вона нормалізується по яскравості, таким чином, даний класифікатор містить просторову інформацію про фрагменти і він є інваріантний до освітлення. При обчисленні градієнтів проводиться згортка зображення з масками що використовують Оператор Собеля, в результаті чого утворюються дві матриці похідних уздовж осей, ці матриці використовуються для обчислення кутів і величин, модулів, градієнтів в кожній точці зображення. З усіх величин кутів формується гистограма, яка і представляє собою HOG ,

Для створення класифікатора на основі HOG , пропонується використовувати лінійну машину опорних векторів SVM, що гарантує розділення даних на два кластери, об'єкт чи не об'єкт.

Програмне моделювання HOG + SVM методики розпізнавання перешкод на прикладі пішоходів

14



Переваги та недоліки використання методу гістограми направлених градієнтів для задачі визначення перешкоди

Переваги;

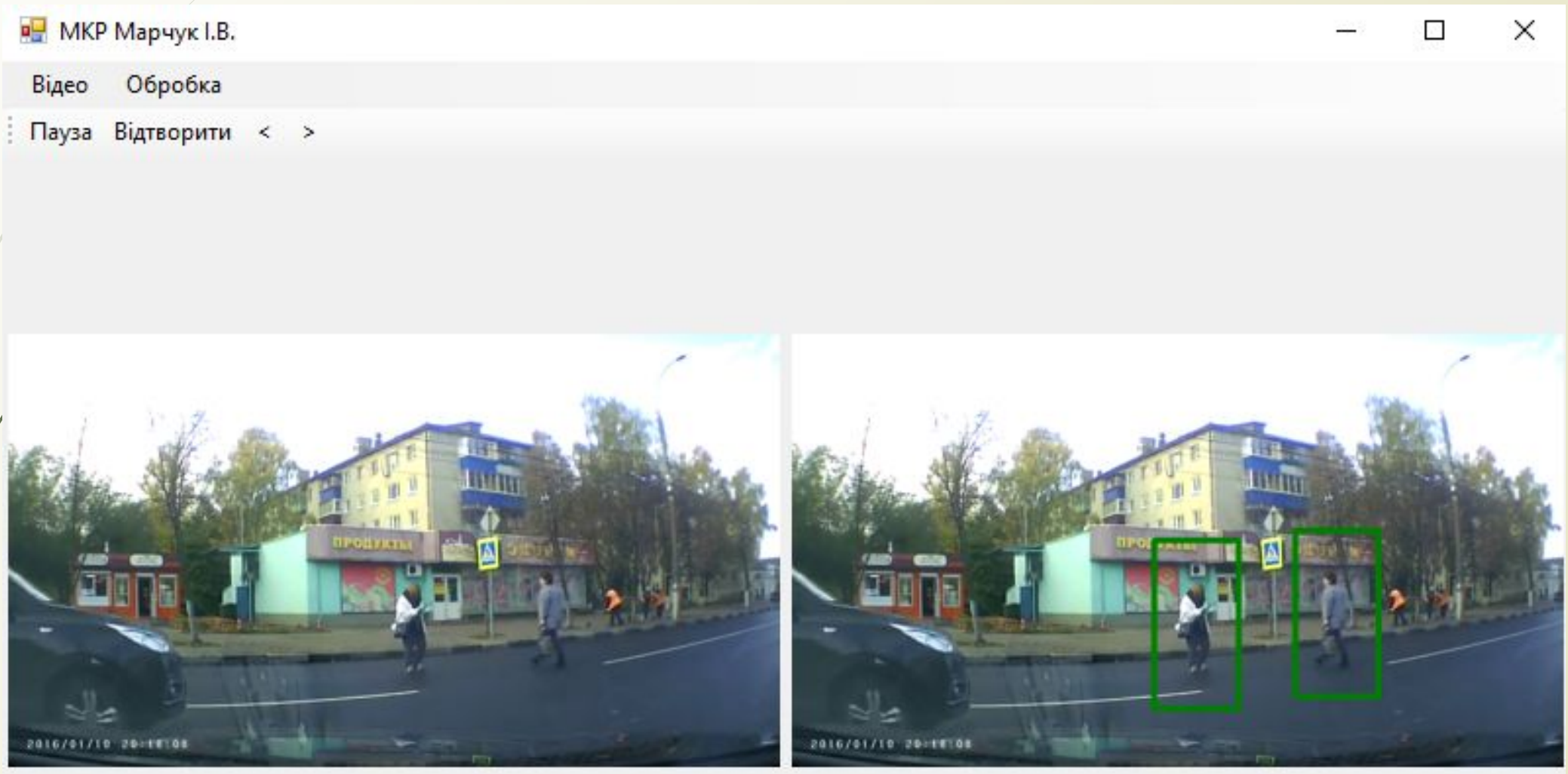
1. Використання методу гістограми направлених градієнтів добре працює з інфрачервоними зображеннями.
2. Передбачає можливість постійного навчання та обробки нових дескрипторів для визначення об'єктів.
3. Відрізняється високою швидкістю і точністю в режимі розпізнавання об'єктів з використанням готових дескрипторів
4. Малі вимоги до апаратної частини в режимі розпізнавання.

Переваги та недоліки використання методу гістограми направлених градієнтів для задачі визначення перешкоди

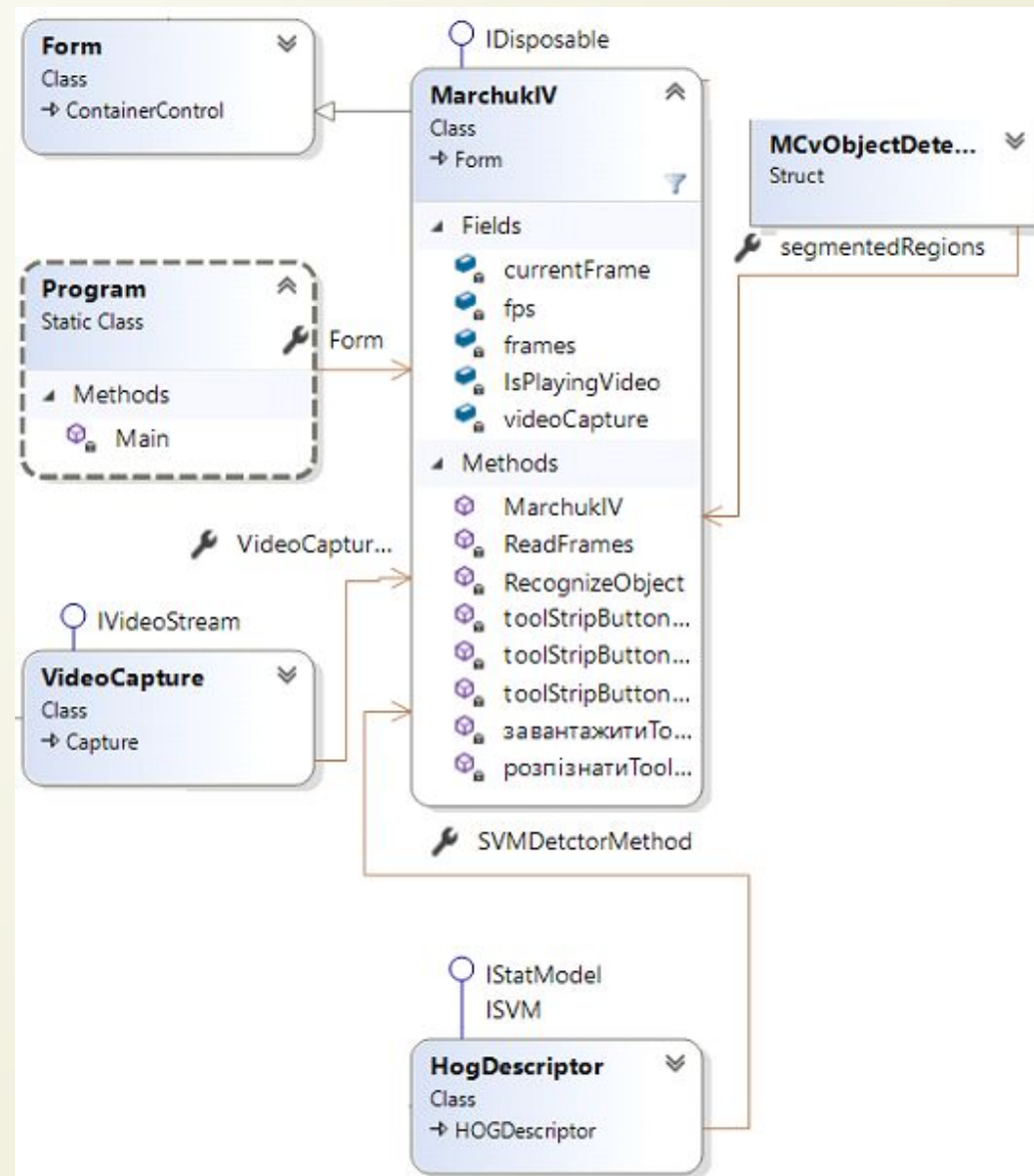
Недоліки:

1. Потреба у наявності сформованого дескриптору для об'єкта
2. Процес навчання і формування нових дескрипторів досить ресурсозатратний, що зумовлює використання потужних апаратних рішень для задачі навчання.
3. Можливі неточність та холості спрацювання за умови використання неповного або погано сформованого дескриптора.

Програмне моделювання HOG + SVM методики розпізнавання перешкод на прикладі пішоходів (Вікно програми)

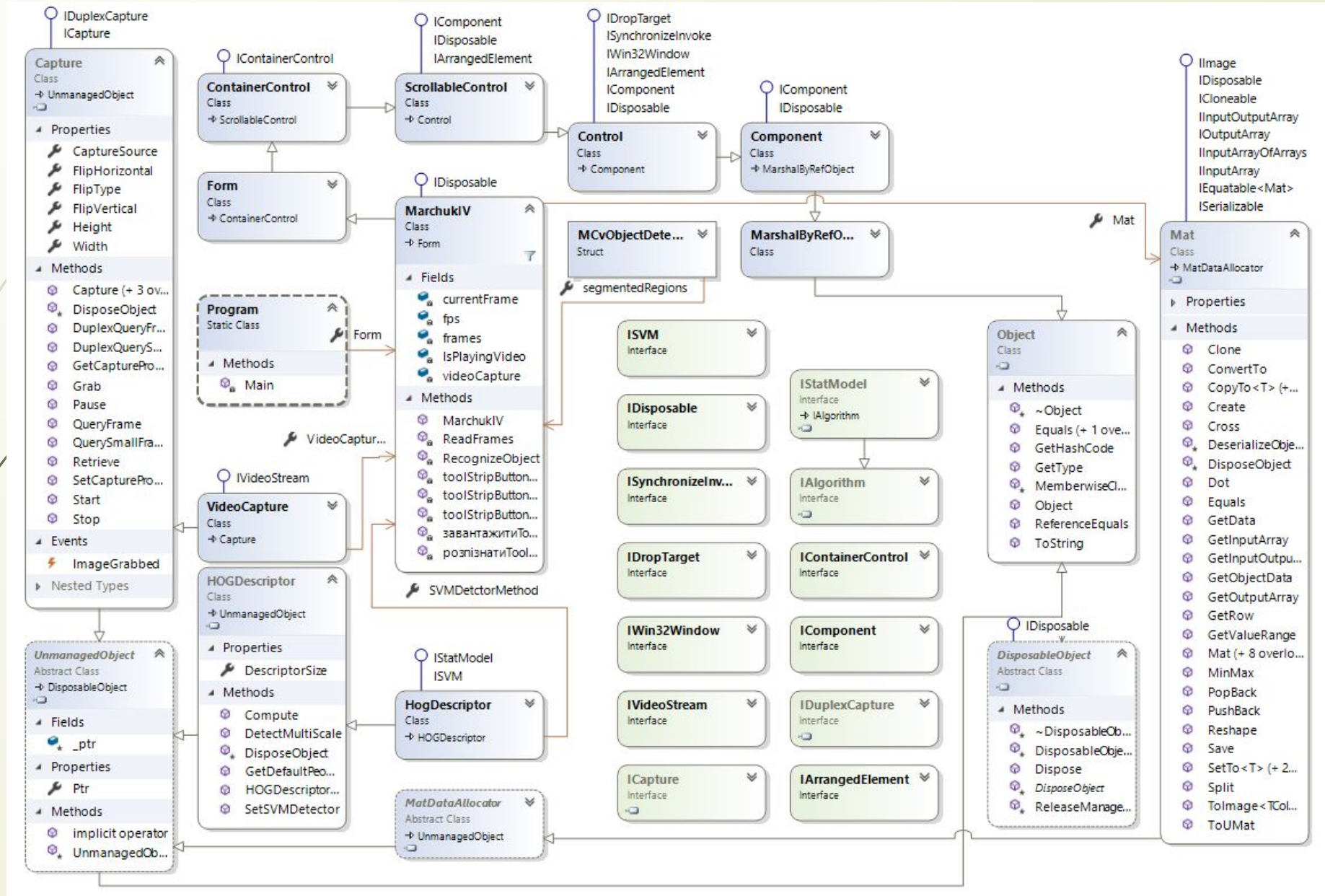


Діаграма “Хаб-класу”, який інкапсулює основні складові та об’єкти взаємодії програмного забезпечення.



Програмне моделювання HOG + SVM методики розпізнавання перешкод на прикладі пішоходів (Діаграма класів)

19



Розрахунок ступеню безпеки лазера використаного у розробці системи для аварійного гальмування автомобіля

У четвертому розділі було проведено розрахунок ступеню безпеки лазерного випромінювання для використаного в роботі діода, за результатами діод можна віднести до II класу безпеки що показує можливість його використання у оптико-електронній системі для аварійного гальмування автомобіля. Мала тривалість імпульсу та невелика частота в сукупності з конструктивними особливостями приладу дають змогу використовувати лазерні діоди II класу безпеки без завдання шкоди людям. Підсумовуючи можна сказати що у системі можна безпечно використовувати досить потужні лазери, які дають змогу виявляти перешкоди на відстані до 220 м, а при зміні оптичної схеми приладу потужність та дальність роботи системи можна збільшити

Економічне обґрунтування доцільності розробки

21

Значення показнику чистого дисконтованого прибутку є більшим за нуль, тому проект можна рекомендувати до реалізації.

Для даного проекту термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій що складає 0,83 року свідчить про доцільність фінансування даної наукової розробки.



1. Аналіз сучасних технологій в області засобів підвищення безпеки транспортними засобами показав, що найбільш ефективними серед них є системи активної безпеки для запобігання зіткненню. Найбільш ефективними серед них є лідарні системи, які за рахунок лазерного сканування простору надають можливість у реальному часі вимірювати відстань до об'єктів, оцінювати їх розмір та розташування.
2. Поєднання функцій імпульсних лідарних систем та активних систем нічного бачення дозволяє не лише спростити технічну реалізацію задач вимірювання відстані, визначення розмірів перешкоди та її розташування, а й покращити характеристики системи. На відміну від лазерного сканування такий підхід дозволяє у кожний момент часу одночасно отримувати та аналізувати дані з усіх точок простору перед автомобілем, що підвищує швидкодію системи.
3. Для вирішення задачі виявлення об'єктів на зображенні найбільш доцільно застосувати метод порогової сегментації. Для виділення контурів об'єктів з метою оцінювання їх розмірів та розташування відносно смуги руху автомобіля найбільш ефективним є метод гістограм направлених градієнтів.

Висновки

23

4. Функціонально задачі виявлення перешкоди, оцінювання її розмірів та вимірювання відстані до неї можуть бути ефективно вирішені за рахунок використання кількох лазерних діодів інфрачервоного діапазону, що працюють в імпульсному режимі та цифрової фотоприймальної матриці.
5. Технологія OpenCV дозволяє ефективно програмно реалізувати вирішення задачі виявлення об'єктів на зображенні та їх розпізнавання у реальному часі за допомогою класифікації дескрипторів гістограм направлений градієнтів методом опорних векторів.
6. Оцінка безпеки використання лазерної оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля показала, що вона належить до 2 класу безпеки, що є прийнятним для її безпечного використання.
7. Економічні розрахунки показали, що термін окупності інвестицій вкладених у реалізацію лазерної оптико-електронної системи для аварійного гальмування автомобіля складає 0.83 року, що характеризує її високу комерційну ефективність.

Дякую за увагу!