

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Отримання зображень роботизованими системами та розпізнавання об'єктів
Назва теми

КвРАКІТ. 2020039.01.02.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

студент 3 курсу, група АКІТс-20-1



Підпис

Данило КАПЛІН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник:

д-р техн. наук, проф.



Підпис, дата

Микола ФЕДУЛА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер



Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки



Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«20» червня 2023 р.

Хмельницький 2023

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою АКИТ та Р

В. Мартенко

«01» _____ 02 _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Каплін Данило Андрійович

1 Тема роботи: Отримання зображень роботизованими системами та
розпізнавання об'єктів

керівник роботи Федула М.В., к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2023р. №5.

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Огляд літературних джерел та патентних даних. Основна частина.


Реалізація розробленої системи. Висновки.

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





1. Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів.

2. Роботизована система для отримання зображень та розпізнавання об'єктів.

3. Результати імітаційного моделювання роботизованої системи для
отримання зображень та розпізнавання об'єктів.

Завдання отримав 

Науковий керівник 


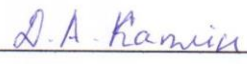
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., к.т.н., доцент каф. АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., к.т.н., доцент каф. АКІТтаР		

7. Дата видачі завдань « 01 » _____ 02 _____ 2023 р.


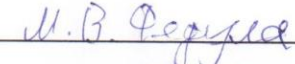
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Приміт
1	Вступ	15.02.2023р.	Викона
2	Огляд літературних джерел та патентних даних	15.03.2023р.	Викона
3	Основна частина	10.04.2023р.	Викона
4	Реалізація розробленої системи	10.05.2023р.	Викона
5	Висновки	15.05.2023р.	Викона
6	Оформлення пояснювальної записки до КРБ	25.05.2023р.	Викона
7	Оформлення презентаційних матеріалів	1.06.2023р.	Викона

Студент

 _____ 
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник роботи

 _____ 
Підпис Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Отримання зображень роботизованими системами та розпізнавання об'єктів».

Автор роботи: Каплін Данило Андрійович

Керівник роботи: Федула Микола Васильович

Пояснювальна записка: 56 с., 28 рис., 3 дод., 32 джерела.

Графічна частина: 3 креслення.

**РОБОТИЗОВАНА СИСТЕМА, ОТРИМАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ,
КОРЕЛЯЦІЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ, МОДЕЛЮВАННЯ.**

Мета кваліфікаційної роботи – розробка роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів. У роботі обрано кореляційні методи обробки зображень та розпізнавання об'єктів. Розроблено імітаційну модель засобу розпізнавання об'єктів. Побудовано блок-схему роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів. Отримані результати дають можливість підвищити ефективність функціонування сучасного роботизованого виробництва.







Підпис студента

19.06.2023

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ	7
1.1 Сучасні роботизовані системи	7
1.1.1 Механічні маніпулятори роботизованих систем	8
1.1.2 Давачі роботизованих систем	9
1.1.3 Людино-машинний інтерфейс в роботизованих системах	10
1.1.4 Автоматизація у роботизованих системах	11
1.2 Засоби отримання цифрових зображень роботизованими системами	12
1.2.1 Відеокамери роботизованих систем	13
1.2.2 Сканери	14
1.2.3 Давачі зображення	15
1.2.4 Лідари	16
1.3 Розпізнавання об'єктів роботизованими системами	18
1.3.1 Попередня обробка зображень	19
1.3.2 Виділення ознак зображень	20
1.3.3 Класифікація	21
1.3.4 Інтерпретація результатів класифікації зображень	22
1.3.5 Висновки до першого розділу	23
2 РОЗРОБЛЕННЯ Імітаційної моделі програмного засобу розпізнавання об'єктів	25
2.1 Функція кореляції у частотній області	25
2.1.1 Швидке перетворення Фур'є	26
2.1.2 Вибір вихідного сигналу	27
2.1.3 Кореляція з нормуванням вихідного сигналу	28
2.2 Функція кореляції у просторовій області	31

КвРАКІТ. 2020039.01.02.ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Каплін Д.А.		16.06
Перевір.		Федула М.В.		16.06
Т.Контр				
Н.контр.		Корецька Л.О.		16.06.23
Затвер.		Мартинюк В.В.		16.06.23 р.
Отримання зображень роботизованими системами та розпізнавання об'єктів				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		у	6	
ХНУ, АКІТс-20-1				

2.3 Розпізнавання зображень	32
2.4 Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів	35
2.5 Висновки до другого розділу	41
3 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБУ ОТРИМАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ і РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ.....	43
3.1 Роботизована система для отримання зображень та розпізнавання об'єктів	43
3.1.1 Підсистема блоку виділення об'єктів	46
3.2 Імітаційне моделювання роботизованої системи для отримання зображень та розпізнавання об'єктів	49
3.3 Висновки до третього розділу	58
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	62
ДОДАТОК А Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів	68
ДОДАТОК Б Роботизована система для отримання зображень та розпізнавання об'єктів.....	69
ДОДАТОК В Результати імітаційного моделювання роботизованої системи для отримання зображень та розпізнавання об'єктів.....	70

ВСТУП

Актуальність теми. Роботизовані системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів є актуальними і важливими в сучасному світі з ряду причин. Завдяки зростанню кількості смартфонів, камер на вулицях, камер спостереження та інших джерел, ми зіткнулися з потоком великої кількості зображень, які потребують аналізу. Роботизовані системи здатні автоматизувати цей процес та швидко аналізувати великі обсяги зображень, звільняючи людей від рутинної та втомлюючої роботи. Крім того, розпізнавання об'єктів є важливим компонентом безпеки та захисту. Роботизовані системи можуть використовуватися для виявлення підозрілих об'єктів, небезпечних матеріалів, вторгнень або навіть небезпечних ситуацій. Це дозволяє вчасно реагувати та запобігати потенційним загрозам.

Роботизовані системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів знайшли широке застосування в автономних транспортних засобах. Технології комп'ютерного зору використовуються для виявлення дорожніх знаків, інших транспортних засобів та пішоходів, що допомагає автономним автомобілям приймати рішення та безпечно пересуватися по дорозі. Також роботизовані системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів використовуються в медицині для автоматичного виявлення патологій, діагностики хвороб та планування лікування. Це дозволяє швидше та точніше виявляти проблеми зі здоров'я та забезпечує підтримку лікарів у прийнятті рішень.

В цілому, роботизовані системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів актуальні завдяки потребам в ефективному аналізі великих обсягів зображень, використанню у сферах безпеки, транспорту, медицини та багатьох інших. Вони дозволяють автоматизувати рутинну роботу, покращувати безпеку та надавати швидко та точну аналітичну інформацію для прийняття рішень.

Метою роботи є розробка роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів з використанням імітаційного моделювання в Simulink.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

- вибрати методи обробки зображень та розпізнавання об'єктів;
- розробити імітаційну модель засобу розпізнавання об'єктів;
- розробити блок-схему роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів.

Об'єктом дослідження є процес керування SCADA резервуарної системи.

Предметом дослідження є роботизована система отримання зображень та розпізнавання об'єктів.

Методи досліджень. При вирішенні поставлених завдань у роботі були використані методи теорії обробки зображень, теорії розпізнавання образів, теорії керування, та методи алгоритмізації і програмування.

Практична значимість отриманих результатів:

У роботі розроблена роботизована система отримання зображень та розпізнавання об'єктів. Використання такої системи дозволяє підвищити ефективність функціонування сучасного роботизованого виробництва.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел, 3 додатків. Загальний обсяг роботи складає 56 сторінок комп'ютерного тексту, у тому числі: 28 рисунків, список використаних джерел вміщує 32 найменування.

У вступі приведено обґрунтування актуальності кваліфікаційної роботи, сформульовано мету та основні задачі, і відображено практичне значення.

В першому розділі було проведено огляд відомих роботизованих систем для отримання зображень та розпізнавання об'єктів.

У другому розділі, згідно з технічним завданням обрано методи обробки зображень та розпізнавання об'єктів, і розроблено імітаційну модель засобу розпізнавання об'єктів.

У третьому розділі розроблено блок-схему роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів та виконано аналіз результатів її імітаційного моделювання.

					КВРАКІТ. 2020039.01.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1 Сучасні роботизовані системи

Сучасні роботизовані системи представляють собою комплексні системи, що включають роботів (механічні пристрої) та програмне забезпечення для їх керування. Ці системи здатні виконувати різноманітні завдання в автоматичному режимі, зменшуючи втручання людини та покращуючи ефективність процесів у різних галузях [1-3].

Основні характеристики сучасних роботизованих систем:

1. У роботизованих системах використовуються механічні пристрої, які можуть виконувати фізичні дії. Це можуть бути промислові роботи, медичні роботи, роботи для автоматизації складської логістики, роботи для операцій на воді або повітрі тощо [2,3].

2. Роботи оснащені різними типами датчиків, такими як відеокамери, лазерні сканери, силоміри, температурні датчі тощо. Ці датчі забезпечують роботам здатність отримувати інформацію з навколишнього середовища та реагувати на зміни [4].

3. Роботизовані системи використовують програмне забезпечення для керування роботами. Це може бути програма, що забезпечує просту послідовність дій, або складний алгоритм, який враховує різні умови та вхідні дані [5-7].

4. Деякі сучасні роботизовані системи здатні взаємодіяти з людьми. Наприклад, це можуть бути роботи, що працюють у сфері обслуговування клієнтів, медичні роботи, що співпрацюють з медичним персоналом, або роботи для допомоги особам з обмеженими можливостями [3,5,8].

5. Роботизовані системи дозволяють автоматизувати процеси, що раніше виконувались вручну. Це може знижувати витрати, підвищувати якість та швидкість виконання завдань [4-9].

Приклади застосування сучасних роботизованих систем включають промислову автоматизацію, медицину, логістику, автономні автомобілі, дослідження в космосі, агробізнес тощо. Вони впроваджуються для полегшення рутинних робіт, збільшення продуктивності та покращення безпеки робочих процесів [1-9].

1.1.1 Механічні маніпулятори роботизованих систем

Механічні маніпулятори роботів є одним з основних компонентів роботизованих систем. Вони використовуються для здійснення руху та взаємодії з оточуючим середовищем. Маніпулятори можуть бути різних типів і конфігурацій, в залежності від застосування та вимог робочих процесів [2,5].

Основні складові механічного маніпулятора робота:

База – основа маніпулятора, яка забезпечує його стійкість та закріплення на робочій площадці;

Ланцюжок передачі – складається з сегментів, відомих як кінематичні ланки, що пов'язані між собою за допомогою спеціальних з'єднувальних елементів, таких як рухові суглоби або шарніри;

Ефектор – частина маніпулятора, яка виконує безпосередню взаємодію з оточуючим середовищем (це може бути захват, інструмент, сенсор або будь-який інший пристрій, необхідний для виконання конкретної роботи);

Актuatorи – приводні системи, які забезпечують рух ланцюжка маніпулятора (вони можуть бути електричні, пневматичні, гідравлічні або гібридні).

Механічні маніпулятори роботів керуються за допомогою програмного забезпечення та контролерів. Це може бути вбудований контролер в самому роботі або зовнішній комп'ютер, що керує роботом через високорівневе програмування або навіть штучний інтелект. Механічні маніпулятори роботів дозволяють виконувати широкий спектр завдань, від промислової автоматизації до медичних операцій і наукових досліджень [10,11]. Вони забезпечують точність, повторюваність та силу, необхідну для ефективного виконання завдань в різних сферах діяльності.

1.1.2 Давачі роботизованих систем

Давачі (сенсори) є важливою складовою роботизованих систем і використовуються для отримання інформації про навколишнє середовище та внутрішні стани робота. Вони дозволяють роботам отримувати реальні дані про об'єкти, з якими вони взаємодіють, і реагувати на зміни в середовищі [12]. Давачі забезпечують роботам здатність сприймати фізичні величини, такі як положення, відстань, сила, тиск, об'єм тощо. В залежності від конкретних вимог і застосування роботизованої системи можуть використовуватися різні типи давачів. Відеокамери та системи комп'ютерного зору використовуються для сприйняття образів, відео чи глибинних карт об'єктів і оточуючого середовища. Вони дозволяють роботам розпізнавати обличчя, об'єкти, кольори, форми тощо. Ультразвукові давачі, лазерні дальномери або інфрачервоні давачі використовуються для вимірювання відстані від робота до об'єктів або стін. Це дозволяє роботам уникати перешкод, навігувати у просторі або здійснювати точні маніпуляції. Силоміри та торкоміри використовуються для вимірювання сил або моментів, які діють на робота або від робота на об'єкти. Це дозволяє контролювати силу, з якою робот взаємодіє з об'єктами, або сприймати сили, що діють на самого робота. Енкодери або

гіроскопи використовуються для вимірювання кутових положень, швидкостей або прискорень рухомих елементів маніпулятора. Це дозволяє контролювати і відстежувати рухи робота та його положення в просторі. Давачі силового дотику або тактильні сенсори використовуються для вимірювання силових взаємодій між роботом і об'єктами або навколишнім середовищем [13]. Вони дозволяють роботам виявляти контакт, розпізнавати форми, визначати жорсткість тощо.

1.1.3 Людино-машинний інтерфейс в роботизованих системах

Людино-машинний інтерфейс (НМІ) в роботизованих системах включає в себе засоби взаємодії між людиною та роботом, що дозволяють людині керувати роботом, спостерігати його стан і отримувати інформацію про його дії [14,15]. Головна мета НМІ полягає в забезпеченні зручного і ефективного спілкування між людиною і роботом, щоб забезпечити безпечну і продуктивну роботу.

У багатьох роботизованих системах використовуються стандартні комп'ютерні клавіатури та миші для керування роботами. Це може включати введення команд, керування рухом робота або взаємодію з програмним забезпеченням. Тачскріни дозволяють користувачам взаємодіяти з роботом шляхом прямого дотику до відповідних пунктів на екрані. Це може бути використано для керування рухом, виконання команд, відображення стану робота тощо. Також для керування роботами, особливо телекерованими або роботами з фізичною взаємодією, можуть використовуватися спеціальні джойстики, контролери або пульт дистанційного керування.

Графічні інтерфейси надають візуальне представлення інформації про робота і його стан. Це може включати відображення мапи оточення, статусу виконання завдань, параметрів робота тощо. Графічні інтерфейси

дозволяють користувачам швидко отримати необхідну інформацію та керувати роботом [16].

Системи голосового керування дозволяють користувачам взаємодіяти з роботом за допомогою голосових команд. Це може включати виконання певних дій, запитування стану робота, розпізнавання команд для навігації тощо.

Віртуальна реальність (VR) може бути використана для створення іммерсивного середовища взаємодії з роботом. Користувач може спостерігати віртуальне представлення робота, керувати його рухами або взаємодіяти з навколишнім середовищем.

1.1.4 Автоматизація у роботизованих системах

Автоматизація в роботизованих системах включає в себе застосування різних технологій та методів для забезпечення автоматичного контролю та виконання завдань роботами без прямого втручання людини. Основна мета автоматизації - підвищення продуктивності, ефективності та надійності роботизованих систем.

Сенсорна інформація дозволяє роботу виявляти зміни в середовищі та виконувати потрібні реакції. Наприклад, візуальні датчики, датчики силового дотику, датчики відстані, тощо, дають можливість отримувати інформацію про стан робота та його оточення [17].

Розробка алгоритмів та програмного забезпечення для автоматичного керування роботами. Це включає планування руху, розпізнавання об'єктів, вирішення задач навігації, контроль сил та позицій тощо. Алгоритми автоматичного керування забезпечують роботам самостійність у виконанні задач. Використання методів штучного інтелекту, таких як машинне навчання і нейронні мережі, для навчання роботів виконувати завдання та

адаптуватися до змінних умов. Це може включати використання алгоритмів розпізнавання образів, планування маршруту, прийняття рішень тощо.

Використання мережевих технологій для збору, обробки та обміну даними між роботами та іншими системами. Наприклад, збір інформації з давачів, відправка команд управління, передача відео- або аудіосигналів, обмін даними для координації дій роботів тощо [18].

Вказані аспекти автоматизації сприяють покращенню ефективності, точності та надійності роботизованих систем, а також забезпечують їх здатність пристосовуватися до різних умов та завдань.

1.2 Засоби отримання цифрових зображень роботизованими системами

Роботизовані системи використовують різні засоби для отримання цифрових зображень. Роботи можуть бути оснащені камерами, що використовуються для захоплення цифрових зображень. Це можуть бути стандартні веб-камери, вбудовані в робота, або спеціалізовані камери з високою роздільною здатністю і додатковими можливостями, такими як зум, нічний режим, автофокус тощо. Деякі роботизовані системи можуть використовувати сканери для створення цифрових зображень об'єктів або документів [19-22]. Сканери зазвичай використовуються для отримання високоякісних зображень з високою деталізацією.

Роботизовані системи можуть бути також обладнані датчиками зображення, які реагують на світло, тепло або інші фізичні величини, що допомагають роботам розпізнавати об'єкти або середовище навколо них. Такі датчики можуть бути використані для отримання цифрових зображень з обмеженими можливостями роздільної здатності, але з великим охопленням або специфічною функціональністю.

Деякі роботизовані системи використовують лазерні радари (лідари), які емітують лазерне випромінювання і вимірюють його відбиття від поверхні об'єктів [21]. Ці дані використовуються для створення тривимірних моделей об'єктів або отримання глибинної інформації про середовище. Лідари забезпечують точні і деталізовані дані, але вони можуть бути високо вартісними.

Ультразвукові сенсори або сонари також використовуються для отримання зображень або відстаней до об'єктів у деяких роботизованих системах. Ультразвукові сенсори використовують звукові хвилі, які відбиваються від поверхні об'єктів і дозволяють роботу оцінити відстань до них.

Вказані засоби можуть використовуватися окремо або в поєднанні між собою для отримання якісних цифрових зображень, необхідних для подальшого аналізу, обробки або дій роботів у різних сферах застосування.

1.2.1 Відеокамери роботизованих систем

Відеокамери є одним з найпоширеніших засобів отримання цифрових зображень роботизованими системами. Вони забезпечують здатність робота бачити і реєструвати події в реальному часі. Відеокамери можуть мати різну роздільну здатність, вимірювану в пікселях. Висока роздільна здатність дозволяє отримати деталізовані зображення, що корисно для завдань розпізнавання об'єктів або візуального спостереження. Крім того, відеокамери можуть мати різну чутливість до світла, що визначає їх здатність працювати в умовах недостатнього освітлення або з високою контрастністю. Висока чутливість до світла може бути корисною для роботів, які працюють у нічний час або у слабо освітлених середовищах.

Відеокамери можуть мати різну кадрову швидкість, що вказує на кількість кадрів, які вони можуть зафіксувати за секунду. Висока кадрова

швидкість корисна для захоплення швидкорухомих об'єктів або для деталізованого вивчення динамічних сцен.

Деякі відеокамери мають оптичний зум, що дозволяє змінювати масштаб зображення. Це корисно для збільшення деталей або для візуального вивчення об'єктів, розташованих на віддалі.

Відеокамери можуть підключатися до роботизованих систем через різні типи інтерфейсів підключення, такі як USB, Ethernet або HDMI. Це дозволяє передавати зображення до робота або інших пристроїв для подальшої обробки чи аналізу.

1.2.2 Сканери

Сканери є засобами отримання цифрових зображень роботизованими системами, які використовуються для захоплення високоякісних зображень об'єктів або документів з високою деталізацією.

Планшетні сканери мають плоску поверхню, на яку розміщується об'єкт або документ. Сканер просувається по поверхні, захоплюючи зображення об'єкта високої якості. Планшетні сканери часто використовуються для сканування фотографій, документів, малюнків тощо.

3D-сканери використовуються для створення тривимірних моделей об'єктів [22-25]. Вони вимірюють форму та геометрію об'єкта, створюючи точкові хмари або мережі, що описують його поверхню. 3D-сканери широко використовуються в промисловості, медицині, архітектурі та інших галузях.

QR-сканери – це сканери спеціалізовані на розпізнаванні та зчитуванні QR-кодів. Вони здатні швидко захоплювати зображення QR-коду та інтерпретувати його інформацію, яка може містити текст, URL-адреси, контактні дані тощо.

Сканери зазвичай підключаються до роботів або комп'ютерів за допомогою кабелів або бездротових з'єднань. Отримані цифрові зображення

можуть бути подальше оброблені, аналізовані або використані для прийняття рішень роботом у відповідності до його програми або завдань.

1.2.3 Давачі зображення

Датчики зображення, також відомі як візуальні датчики, є пристроями, які використовуються для отримання зображень об'єктів або середовища. Вони здатні реєструвати світло, яке відбивається від об'єктів і перетворювати його на цифровий сигнал, що представляє зображення [26-30].

Кольорові камери – це найпоширеніший тип датчиків зображення, які здатні реєструвати колірну інформацію. Кольорові камери складаються з матриці фоточутливих елементів, відомої як CCD (зарядово-зв'язана пристрій) або CMOS (комплементарний метал-оксид-полупровідник), які реагують на світло і генерують електричні сигнали, представляючи кожен піксель зображення.

Чорно-білі камери реєструють лише яскравість зображення, без колірної інформації. Вони можуть бути використані у випадках, коли колірна інформація не є критичною або коли потрібна вища роздільна здатність і чутливість до світла.

Теплові камери (інфрачервоні камери) здатні реєструвати теплове випромінювання об'єктів. Вони використовуються для отримання теплових зображень, де рівні яскравості відображаються відповідно до температурного розподілу об'єктів.

Глобальні затворні камери здатні захоплювати зображення з усіма пікселями одночасно. Вони підходять для захоплення об'єктів, що рухаються, оскільки уникнуть спотворень, які можуть виникнути при використанні камер з поступовим затвором.

Послідовні затворні камери захоплюють зображення послідовно піксель за пікселем. Вони корисні для захоплення високошвидкісних подій, оскільки можуть змінювати час затворення для кожного пікселя і фіксувати моменти часу в різних частинах зображення.

Датчики зображення широко використовуються в робототехніці, автономних транспортних засобах, медицині, відеоспостереженні, комп'ютерному зору та багатьох інших додатках [28,29], де візуальна інформація є важливою для роботи та взаємодії з навколишнім середовищем.

1.2.4 Лідари

Лідари (Light Detection and Ranging) є датчиками, які використовують лазерне випромінювання для вимірювання відстаней до об'єктів та отримання тривимірної інформації про середовище. Вони працюють на принципі відбиття лазерного проміння від поверхні об'єктів і вимірюють час, який потрібно промінню для повернення до лідара. За допомогою цих вимірів, лідари можуть створювати точкові хмари або тривимірні моделі об'єктів і середовища.

Лідари можуть мати різні дальності вимірювання, від кількох метрів до кількох кілометрів. Дальність залежить від потужності лазера та чутливості детекторів.

Роздільна здатність визначає, наскільки точно лідар може розрізнити об'єкти. Роздільна здатність залежить від ширини лазерного проміння і може бути від кількох міліметрів до кількох сантиметрів.

Лідари можуть здійснювати вимірювання з різною швидкістю, від кількох вимірів на секунду до тисяч або більше вимірів на секунду. Швидкість вимірювання важлива для захоплення динамічних об'єктів або рухомих роботів.

Поле зору – показник, що визначає, наскільки широко лідар може охоплювати середовище. Поле зору може бути від кількох градусів до 360 градусів, залежно від конфігурації лідара.

Лідари використовуються в багатьох областях, включаючи автономні автомобілі, роботи, картографію, моніторинг довкілля, навігацію та багато інших [15-23]. Вони надають важливу інформацію про оточуюче середовище, допомагають виявляти перешкоди, планувати маршрути та забезпечувати безпеку у різних додатках.

1.2.5 Сонари

Сонари (Sonar) - це системи, які використовують звукові хвилі для вимірювання відстаней до об'єктів або для отримання інформації про об'єкти в середовищі. Вони працюють на принципі відбиття звукових хвиль від об'єктів і вимірюють час, який потрібно звуку для повернення до датчика. За допомогою цих вимірів, сонари можуть визначати відстань до об'єктів, створювати зображення або карту підводного середовища. Частота сонара може бути низькою (наприклад, ультразвукові хвилі) або високою (акустичні хвилі). Вибір частоти залежить від вимог додатка і особливостей середовища. Сонари можуть мати різні дальності вимірювання, від декількох метрів до кількох кілометрів. Дальність залежить від потужності звуку і чутливості датчика.

Роздільна здатність – характеристика, що визначає, наскільки точно сонар може розрізнити об'єкти або деталі. Роздільна здатність залежить від ширини звукової хвилі і може бути від кількох міліметрів до кількох сантиметрів.

Діаграма спрямованості сонара може бути напрямлена або ширококутна, залежно від конфігурації.

Сонари використовуються в багатьох областях, включаючи морську навігацію, підводне дослідження, морське глибиномірення, риболовлю, виявлення підводних об'єктів, моніторинг довкілля та інші додатки, де вимірювання відстаней і отримання інформації про об'єкти в середовищі є важливими.

1.3 Розпізнавання об'єктів роботизованими системами

Розпізнавання об'єктів роботизованими системами - це процес ідентифікації і класифікації об'єктів за допомогою комп'ютерної технології. Цей процес включає в себе аналіз зображень або сигналів з сенсорів, щоб визначити, які об'єкти присутні в оточуючому середовищі робота. Розпізнавання об'єктів може бути реалізоване за допомогою різних методів, таких як машинне навчання, глибинне навчання, комп'ютерне зорове сприйняття і обробка сигналів [15]. Зазвичай цей процес передбачає такі кроки:

Збір даних – робот отримує дані з сенсорів, таких як камера, лазерний сканер, радар або ультразвуковий датчик;

Попередня обробка – вхідні дані можуть бути попередньо оброблені для зменшення шуму, покращення якості зображення або видалення зайвої інформації;

Виділення ознак – робот аналізує отримані дані і виділяє характеристичні ознаки, які можуть допомогти в ідентифікації об'єктів. Наприклад, це можуть бути форма, розмір, кольори або текстури;

Класифікація – за допомогою методів машинного навчання або інших алгоритмів робот класифікує виділені ознаки і призначає їм певні мітки або категорії, щоб визначити, який об'єкт присутній;

Інтерпретація результатів – на основі класифікації робіт може приймати рішення або взаємодіяти зі знайденими об'єктами залежно від поставленої задачі.

Розпізнавання об'єктів роботизованими системами має широкі застосування в різних галузях, включаючи автономні автомобілі, медичну діагностику, робототехніку, системи безпеки та інше [31]. Ця технологія дозволяє роботам ефективно взаємодіяти з оточуючим середовищем і виконувати різноманітні завдання у реальному часі.

1.3.1 Попередня обробка зображень

Процес попередньої обробки зображень у роботизованих системах є важливою складовою для досягнення точності та надійності розпізнавання об'єктів. Цей процес включає ряд кроків, які спрямовані на покращення якості зображення та виділення корисної інформації.

Перший крок у процесі попередньої обробки - це зменшення шуму. Зображення, отримані з сенсорів, можуть містити різні види шуму, такі як апаратний шум, шум освітлення або шум передачі даних. Цей шум може негативно вплинути на точність розпізнавання, тому застосовуються фільтри для зменшення шуму і поліпшення якості зображення.

Далі проводиться корекція кольору та контрасту. Цей крок включає в себе налаштування яскравості, насиченості та тону зображення для покращення видимості об'єктів і деталей. Корекція кольору також може включати видалення або заміну певних кольорів, що допомагає виділити об'єкти від фону.

Наступним кроком є видалення фону або непотрібних елементів зображення. Це може включати використання методів сегментації для виділення областей зображення, що містять об'єкти, і подальше видалення

неважливих деталей або фону, щоб зосередитися на об'єктах, які потрібно розпізнати.

Для покращення деталізації та контуру об'єктів може використовуватися метод морфологічної обробки [32]. Це включає в себе застосування математичних операцій, таких як розширення, звуження, відкриття та закриття, для видалення шуму, з'єднання роздроблених областей та покращення чіткості контурів об'єктів.

На завершення попередньої обробки може застосовуватися ресемплінг або зміна розміру зображення. Це дозволяє адаптувати зображення до потрібного розміру або формату для подальшого аналізу і розпізнавання.

Загалом, процес попередньої обробки зображень у роботизованих системах включає широкий спектр технік і методів для поліпшення якості зображення та виділення важливих деталей. Це робить можливим більш точне та надійне розпізнавання об'єктів роботами.

1.3.2 Виділення ознак зображень

Виділення ознак зображень у роботизованих системах є важливим етапом для ефективного розпізнавання об'єктів. Цей процес включає аналіз зображень з метою виявлення характеристичних ознак, які допомагають ідентифікувати та класифікувати об'єкти. Ознаки можуть включати форму, текстуру, кольори, контури та інші характеристики зображення.

Для виділення ознак використовуються різноманітні алгоритми та методи. Наприклад, фільтрація може застосовуватися для виділення текстурних ознак, витягування контурів дозволяє виділити границі об'єктів, алгоритми детекції особливостей (наприклад, SIFT або SURF) використовуються для виявлення унікальних точок на зображенні.

Метою виділення ознак є зменшення розмірності зображення та перетворення його на вектор ознак, що представляє важливу інформацію про об'єкти на зображенні [32]. Цей вектор ознак може бути поданий на вхід моделі машинного навчання для подальшої класифікації та інтерпретації зображень.

Загалом, виділення ознак зображень є ключовим етапом у роботизованих системах, який допомагає виявляти та розпізнавати об'єкти на зображеннях, поліпшує точність та надійність розпізнавання та відкриває шлях до подальшого аналізу та використання цих об'єктів у робототехніці, комп'ютерному зорі та інших доменів.

1.3.3 Класифікація

Класифікація зображень є важливим етапом у роботизованих системах, який дозволяє призначати мітки або категорії об'єктам на основі їхніх характеристик. Після виділення ознак зображень, таких як форма, текстура, кольори та контури, модель машинного навчання або інші алгоритми можуть бути використані для класифікації цих об'єктів.

Класифікація зображень зазвичай базується на навчанні моделі на позначених даних. Навчальний процес полягає у поданні моделі набору зображень з відповідними мітками або категоріями. Після навчання модель може приймати нові зображення та класифікувати їх відповідно до вивчених категорій.

Моделі для класифікації зображень можуть бути різних типів, включаючи нейронні мережі, методи опорних векторів (SVM), дерева рішень тощо. Вони можуть мати різну складність та точність, залежно від використаних алгоритмів та обсягу тренувальних даних [18-26].

Класифікація зображень знаходить широке застосування у багатьох сферах, включаючи медицину, автоматичне розпізнавання образів, безпеку,

автономні автомобілі та багато інших. Вона дозволяє роботизованим системам розпізнавати об'єкти на зображеннях та здійснювати дії на основі цих розпізнавань, що відкриває безліч можливостей для автоматизації та покращення роботи систем у різних галузях.

1.3.4 Інтерпретація результатів класифікації зображень

Інтерпретація результатів класифікації зображень є важливим етапом у роботизованих системах, де відбувається аналіз і розуміння класифікованих об'єктів на основі отриманих результатів. Цей процес дозволяє враховувати контекст та виконувати відповідні дії або надавати користувачеві відповіді.

Після отримання результатів класифікації, система може використовувати цю інформацію для подальшої обробки даних. Наприклад, якщо зображення класифікується як "автомобіль", то система може виконати дії, пов'язані з цим виявленим об'єктом, такі як управління рухом робота або генерація відповіді користувачеві.

Інтерпретація також може включати врахування додаткових факторів, таких як історія або контекст. Наприклад, якщо об'єкт класифікується як "собака" на зображенні, то можна додатково враховувати, що користувач раніше запитував про собак, і система може запропонувати пов'язану інформацію або послуги.

Інтерпретація на основі класифікації зображень допомагає системам розуміти контекст та виконувати більш складні завдання. Цей процес дозволяє роботизованим системам приймати виважені рішення, адаптуватись до змінних умов та надавати користувачам значущу та корисну інформацію або послуги [27-32]. Інтерпретація результату класифікації зображень є ключовим елементом для розвитку

автоматизованих систем, що працюють з великими обсягами зображень у різних сферах, включаючи медицину, транспорт, безпеку та багато інших.

1.3.5 Висновки до першого розділу

Отримання зображень роботизованими системами та розпізнавання об'єктів - це одна з ключових технологій, що реалізує потужний потенціал комп'ютерного зору у сучасній робототехніці. Цей процес відіграє важливу роль у різних галузях, включаючи виробництво, медицину, автономні транспортні засоби, безпеку та багато інших сфер.

Отримання зображень роботизованими системами може здійснюватися за допомогою різних датчиків, таких як відеокамери, лідари, сонари, теплові та інші сенсори. Ці датчики забезпечують отримання інформації з навколишнього середовища та перетворюють її на цифрові зображення. Наприклад, відеокамери дозволяють отримувати зображення з реального світу, лідари вимірюють відстані до об'єктів на основі відбивання лазерних променів, а теплові камери фіксують теплове випромінювання об'єктів.

Після отримання зображень роботизована система може здійснювати процес розпізнавання об'єктів, що полягає у визначенні та класифікації об'єктів на зображенні. Цей процес вимагає застосування різноманітних алгоритмів та методів комп'ютерного зору.

Один із найпоширеніших методів розпізнавання об'єктів - це використання нейронних мереж, зокрема глибоких нейронних мереж (Deep Learning). Вони базуються на імітації роботи людського мозку та можуть самостійно навчатися розпізнавати об'єкти на зображеннях. Глибокі нейронні мережі показали вражаючі результати в розпізнаванні об'єктів у складних умовах, таких як зміна освітлення, перекриття об'єктів чи зміна їх розмірів.

Ще одним ефективним методом розпізнавання об'єктів є метод знаходження ключових точок та їх опису. Цей підхід базується на виявленні характерних особливостей на зображенні, які можуть відрізнити об'єкти один від одного. Після знаходження ключових точок вони описуються числовими характеристиками, що дозволяє здійснити класифікацію об'єктів за допомогою алгоритмів порівняння.

Розпізнавання об'єктів має великий потенціал у різних галузях. У виробництві, роботизовані системи можуть використовуватися для автоматичного контролю якості продукції, виявлення дефектів та відсутності компонентів на виробі. В медицині, розпізнавання об'єктів може застосовуватися для діагностики захворювань, виявлення патологій на медичних зображеннях та планування лікувальних процедур. У сфері безпеки, системи комп'ютерного зору можуть використовуватися для виявлення небезпек, моніторингу об'єктів та забезпечення безпеки просторів.

					КВРАКІТ. 2020039.01.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

2 РОЗРОБЛЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Функція кореляції у частотній області

Функція кореляції у частотній області є інструментом для вимірювання ступеня подібності між двома сигналами у частотному спектрі. Вона дозволяє виявити, наскільки два сигнали схожі або взаємозалежні у частотному діапазоні.

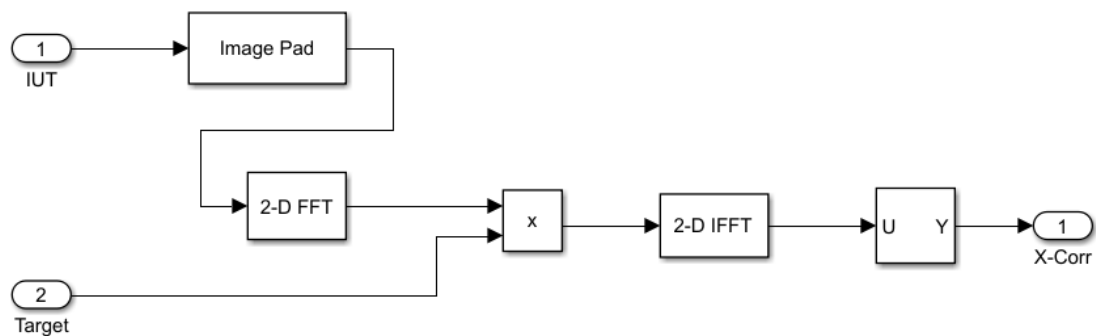


Рисунок 2.1 – Обчислення кореляційної функції зображень у частотній області

Для обчислення функції кореляції у частотній області, спочатку потрібно перетворити обидва сигнали у частотний спектр за допомогою, наприклад, швидкого перетворення Фур'є (FFT). Потім проводяться операції множення комплексних значень спектрів сигналів та обчислення оберненого перетворення Фур'є (IFFT) для отримання функції кореляції у часовій області.

5. Output Data Type: Тип даних вихідного сигналу. Може бути вибраний, наприклад, як double, single, int16 тощо.

Після налаштування параметрів блоку 2-D FFT в Simulink, вхідний сигнал буде проходити через процес перетворення Фур'є у двовимірному просторі. Результатом буде вихідний сигнал, що містить частотний спектр вхідного сигналу.

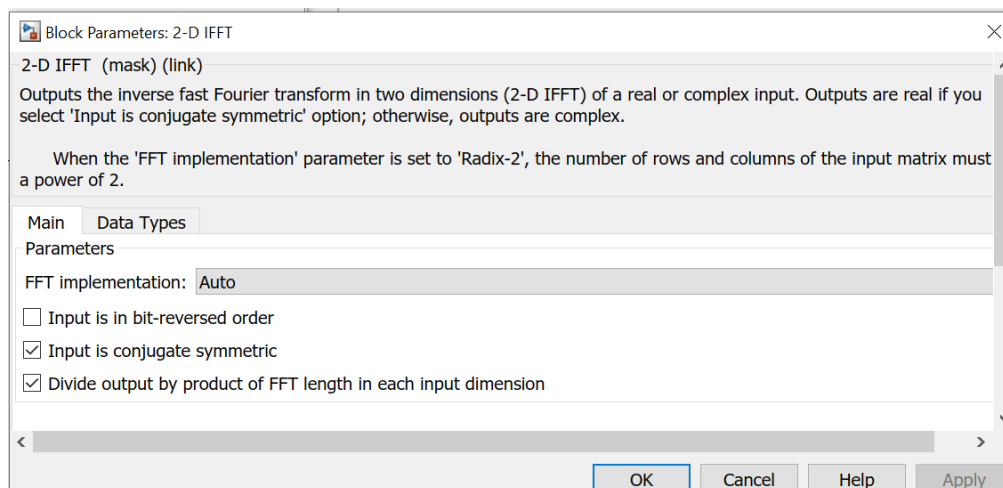


Рисунок 2.3 – Зворотне швидке перетворення Фур'є

Блок 2-D IFFT (2D Inverse Fast Fourier Transform) в Simulink використовується для виконання зворотного перетворення Фур'є у двовимірному просторі. Він дозволяє відновити часовий сигнал з частотного спектру у двовимірному форматі.

2.1.2 Вибір вихідного сигналу

Блок Selector в Simulink використовується для вибору елементів з вхідного сигналу на основі заданих умов або параметрів. Він надає можливість вибрати потрібні сигнали для подальшої обробки або аналізу.

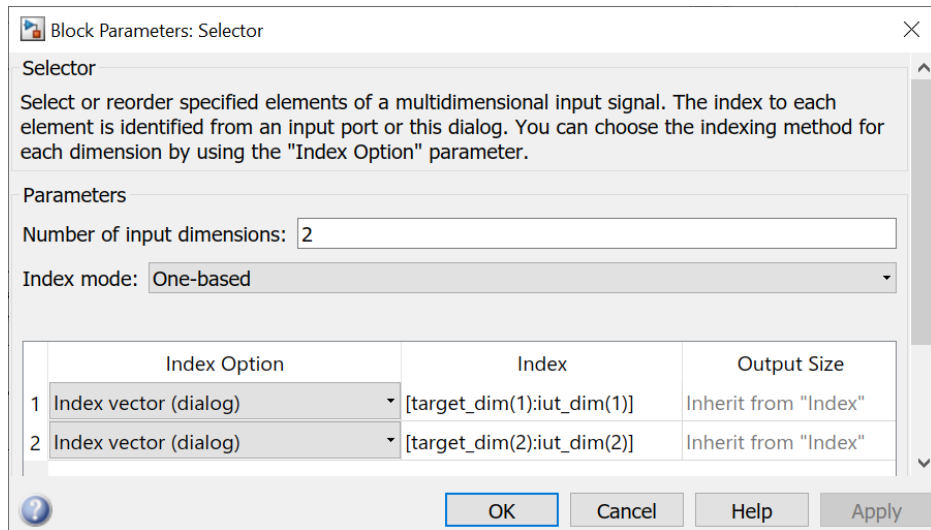


Рисунок 2.4 – Блок вибору елементів

На вхід подається сигнал або сигнали, з яких потрібно вибрати елементи. Вхід може бути скалярним або векторним сигналом.

На вихід надходить сигнал, який містить вибрані елементи з вхідного сигналу. Вихід може бути скалярним або векторним сигналом залежно від кількості вибраних елементів.

2.1.3 Кореляція з нормуванням вихідного сигналу

На рисунку 2.5 зображено модель системи кореляції з нормуванням вихідного сигналу

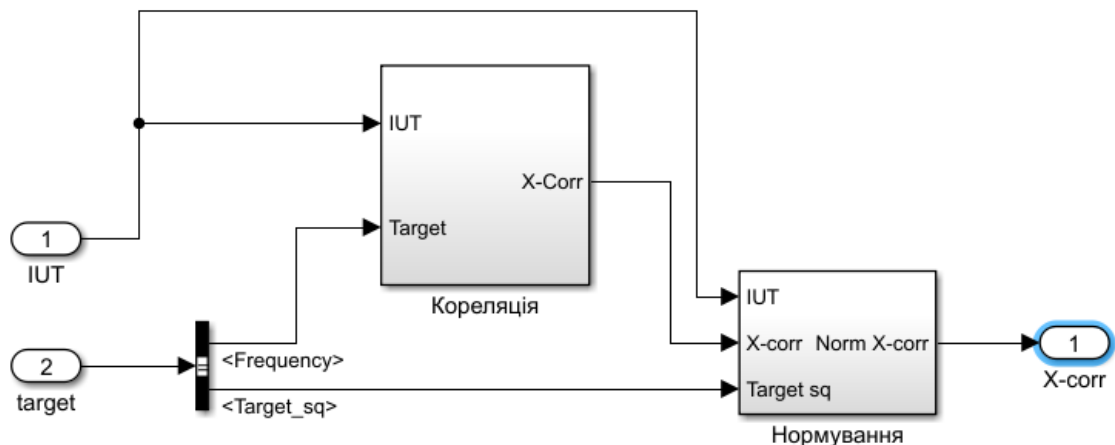


Рисунок 2.5 – підсистема кореляції з нормуванням відеосигналу

Нормування відеозображення відноситься до процесу зміни масштабу або адаптації параметрів зображення для досягнення бажаного вигляду або покращення якості зображення. Існує кілька методів нормування відеозображень, і основний метод вибирається залежно від конкретної задачі або потреб користувача.

Операція нормування кореляційної функції зображення використовується для нормалізації значень отриманої кореляційної функції між двома зображеннями. Це дозволяє отримати незалежну від амплітуди міру схожості між зображеннями та полегшує порівняння або пошук подібних об'єктів.

Операція нормування кореляційної функції зображення може бути виконана наступними кроками:

1. Обчислення кореляційної функції: Спочатку, використовуючи алгоритм кореляції, обчислюється кореляційна функція між двома зображеннями. Результатом є матриця кореляції, в якій кожне значення відображає ступінь схожості між відповідними пікселями двох зображень.

2. Нормування значень застосовується до отриманих значень кореляції для незалежності від амплітуди. Зазвичай використовується нормування в діапазоні [0, 1]. Це може бути досягнуто шляхом віднімання мінімального значення кореляції та поділу на різницю максимального та мінімального значень.

Нормоване значення кореляції (C_{norm}) може бути обчислене за формулою:

$$C_{norm} = (C - C_{min}) / (C_{max} - C_{min})$$

де C - значення кореляційної функції, C_{min} - мінімальне значення кореляції, C_{max} - максимальне значення кореляції.

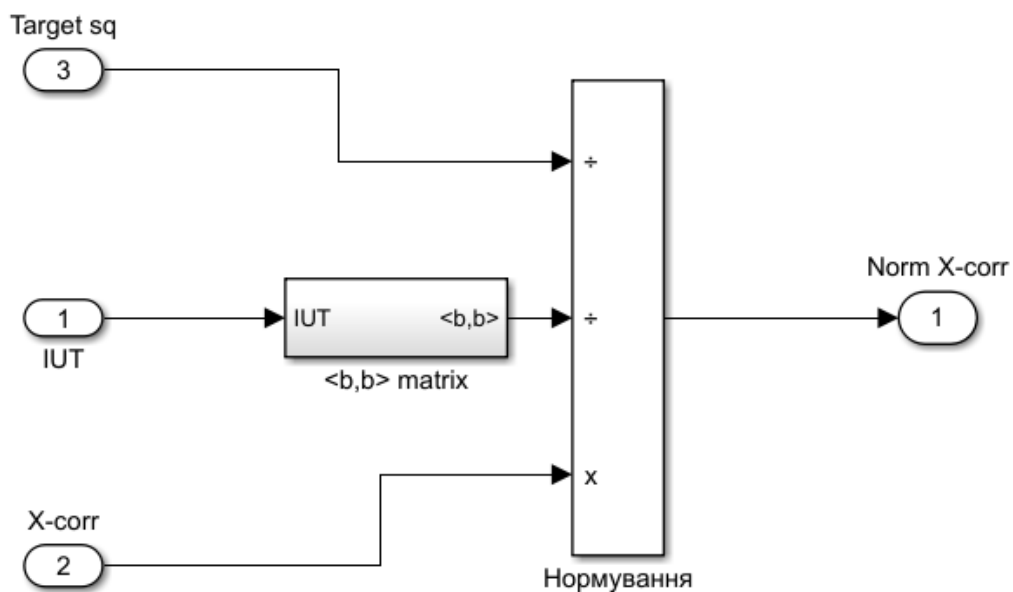


Рисунок 2.6 – Підсистема нормування вихідного сигналу

Enable Input – вхідний сигнал, який використовується для активації підсистеми. Коли цей сигнал має значення, що задовольняє вказану умову (наприклад, він стає рівним 1), підсистема активується та починає виконувати свою функціональність.

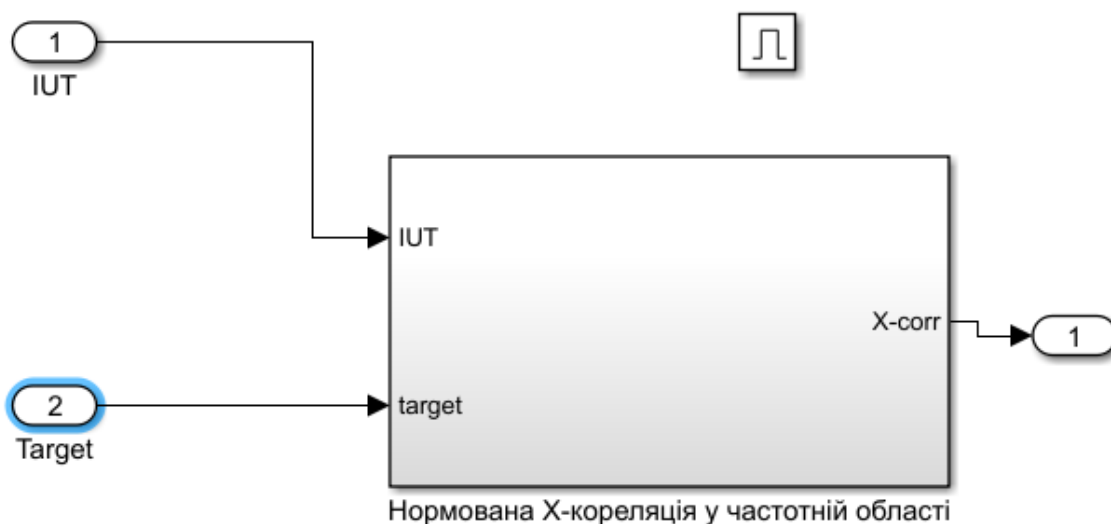


Рисунок 2.7 – Система кореляції вихідного сигналу з тригером запуску

2.2 Функція кореляції у просторовій області

На рисунку 2.8 зображено підсистему просторової кореляції зображень.

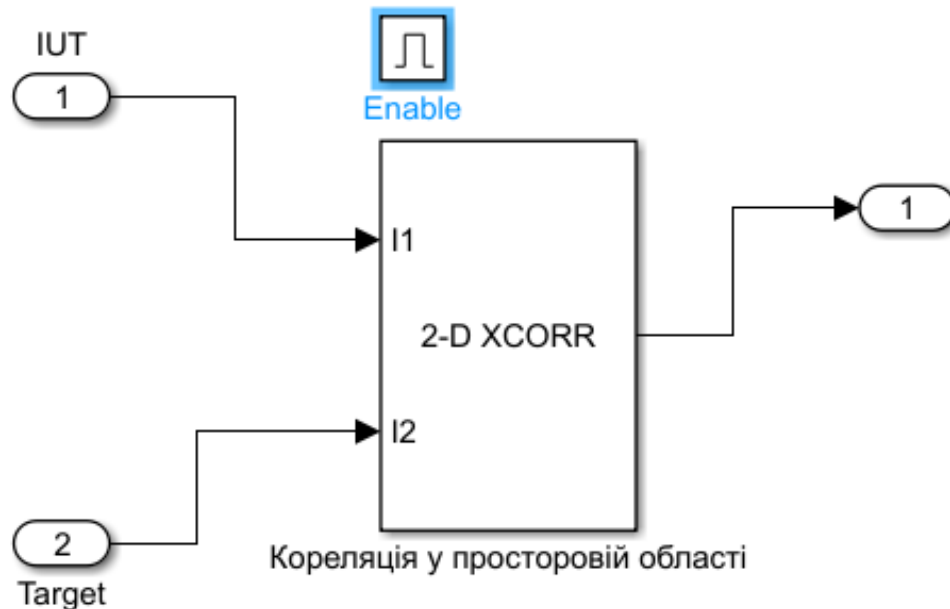


Рисунок 2.8 – Модель системи

Параметри просторової двовимірної кореляції:

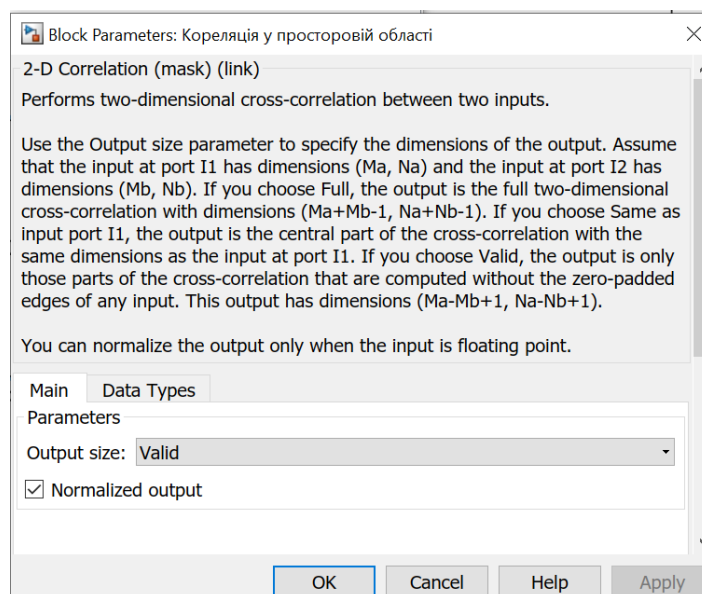


Рисунок 2.9 – Конфігурація двовимірної просторової кореляції

2.3 Розпізнавання зображень

Після розрахунку кореляції необхідно виконати розпізнавання зображень. Операція розпізнавання об'єктів виконується за допомогою наступної системи:

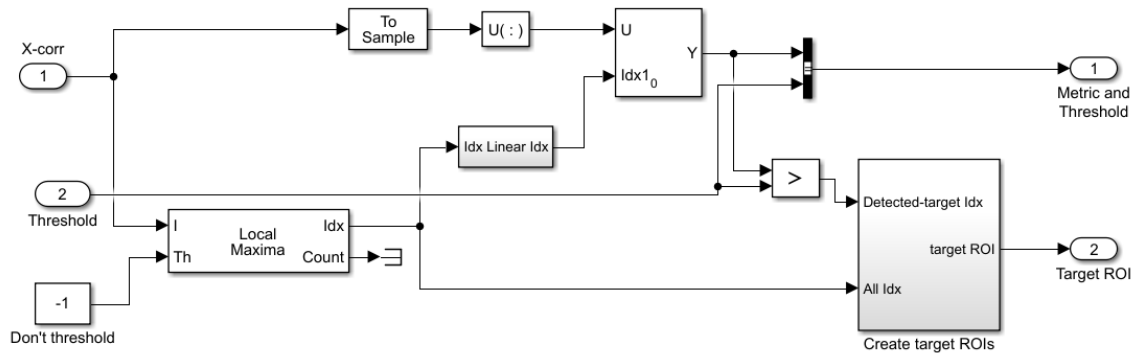


Рисунок 2.10 – Система для розпізнавання зображень

За допомогою блоку Find Local Maxima здійснюється пошук локальних максимумів кореляційної функції.

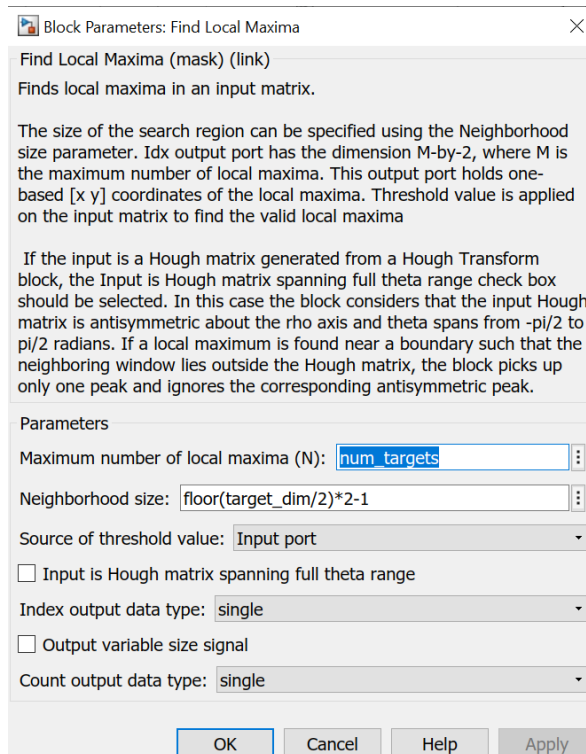


Рисунок 2.11 – Налаштування підсистеми для знаходження локальних максимумів

Блок Selector виконує вибір вихідних сигналів.

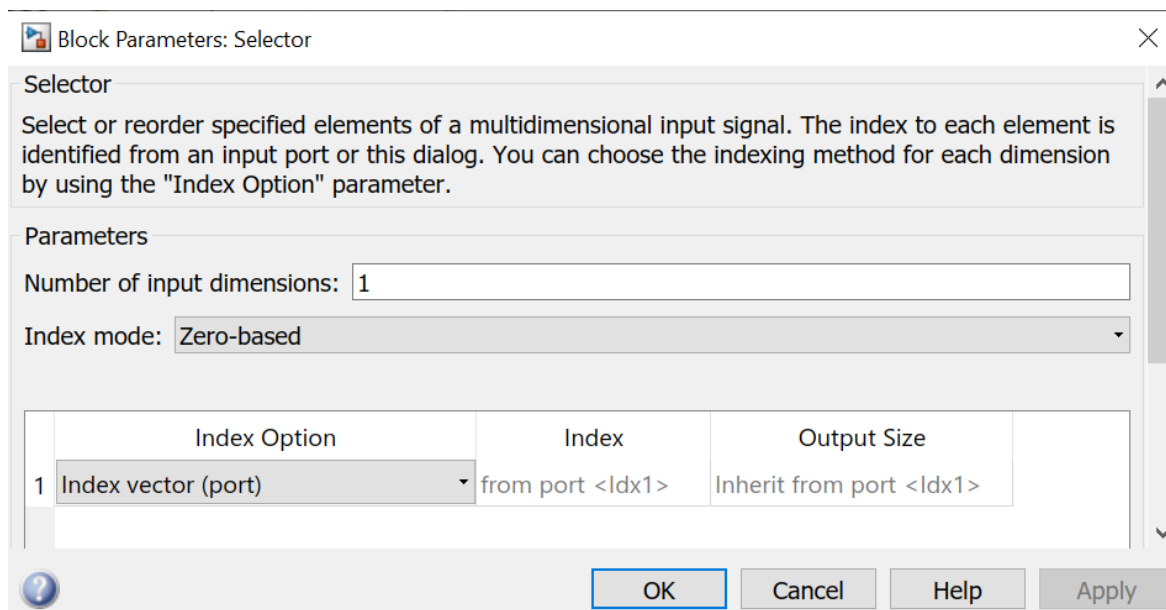


Рисунок 2.12 – Параметри блоку вибору сигналів

Формування образів об'єктів, які виявляються, здійснюється підсистемою:

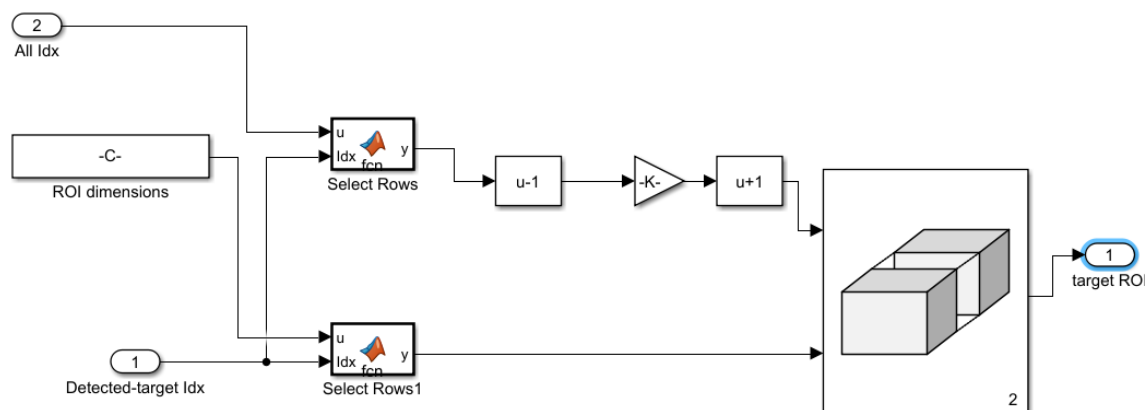


Рисунок 2.13 – Підсистема для формування образів об'єктів

У Simulink, блок "ROI Dimensions" (ROI - Region of Interest) використовується для визначення розмірів та положення області інтересу

(ROI) на вхідному зображенні або сигналі. Цей блок дозволяє обмежити обробку лише до певної області сигналу та ігнорувати інші області.

Параметр ROI Position вказує положення верхнього лівого кута ROI на вхідному зображенні або сигналі. Це може бути задано у вигляді вектора $[x, y]$, де (x, y) - координати верхнього лівого кута.

Значення ROI Size визначає розміри ROI в пікселях або одиницях виміру вхідного сигналу. Це може бути задано у вигляді вектора [ширина, висота].

Input – вхідний сигнал або зображення, на якому буде застосована область інтересу.

Output – вихідний сигнал або зображення, яке містить лише вибрану область інтересу.

Блок "ROI Dimensions" дозволяє вибрати область інтересу у вхідному зображенні. Це корисно для обмеження обробки лише до певних частин сигналу, що може поліпшити продуктивність та ефективність системи обробки сигналів.

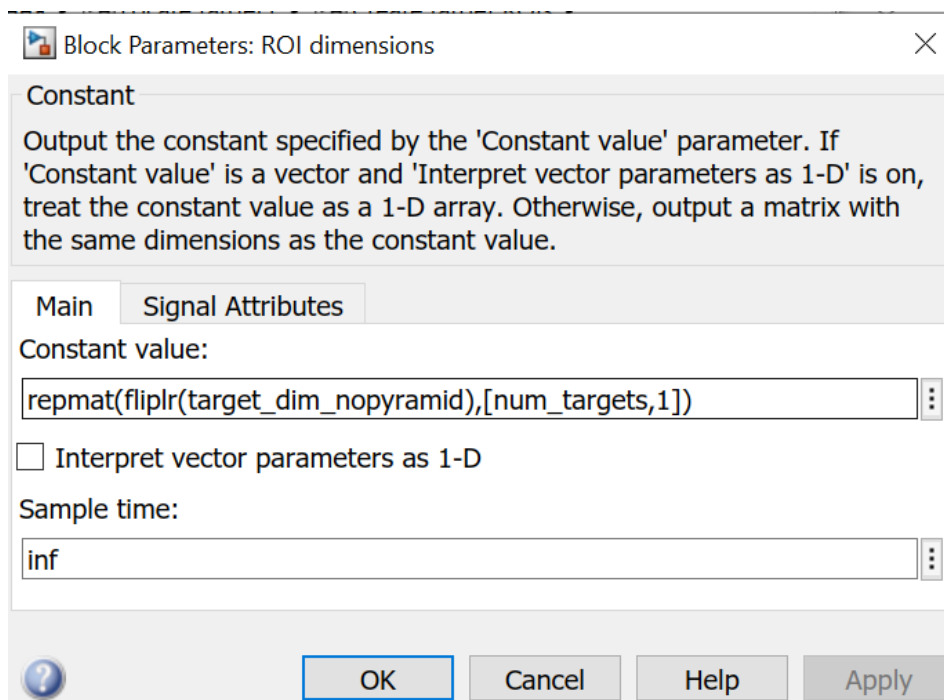


Рисунок 2.14 – Налаштування розмірів ROI

2.4 Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів

Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів, побудована графічною мовою Simulink приведена на рисунку 2.15.

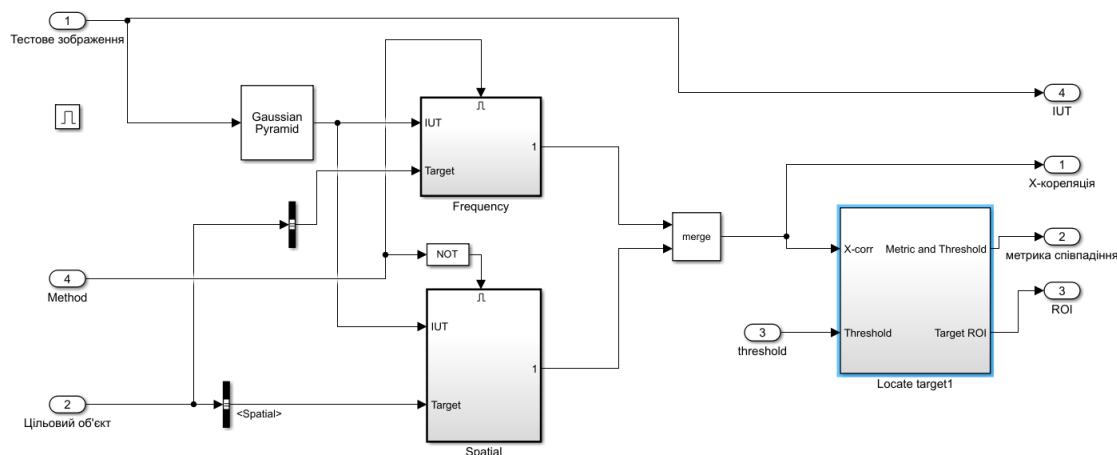


Рисунок 2.15 – Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів

У Simulink, блок "Gaussian Pyramid" використовується для побудови гаусівської піраміди (послідовності зображень різної роздільної здатності) на основі вхідного зображення. Гаусівська піраміда є інструментом для мультискейлового аналізу зображень та обробки зображень на різних масштабах.

Блок "Gaussian Pyramid" в Simulink дозволяє згладжувати зображення, зменшувати їх розмір та створювати різні рівні деталізації зображення. Використання пірамідального представлення забезпечує ефективну обробку та аналіз зображень у різних задачах, таких як розпізнавання об'єктів, зменшення шуму та компресія зображень.

Однією з ключових функцій блоку Gaussian Pyramid є створення множини зображень різної деталізації. Для цього використовується процес гаусового розмиття, за допомогою якого відбувається згладжування

зображення та зниження рівня деталізації. Після цього, отримане згладжене зображення зменшується в розмірі, утворюючи наступний рівень піраміди. Такий процес повторюється декілька разів, формуючи декілька рівнів піраміди зображень, де кожен рівень представляє зображення різної деталізації.

Однією з головних переваг пірамідального представлення зображень є ефективна обробка зображень різної роздільної здатності. За допомогою блоку Gaussian Pyramid можна обробляти як великі, так і малорозмірні зображення з однаковою ефективністю, що робить його особливо корисним при аналізі зображень в різних масштабах.

Другою важливою функцією блоку Gaussian Pyramid є зменшення шуму в зображеннях. Застосування гаусового розмиття видалить високочастотний шум і покращить якість зображення. Використання пірамідального представлення дозволяє робити це ефективно, зберігаючи при цьому основні структури і деталі зображення.

Третьою важливою функцією блоку Gaussian Pyramid є компресія зображень. Блок дозволяє стиснути зображення шляхом видалення високочастотних компонентів, зниження розміру зображення та збереження основної інформації. Компресія зображень з допомогою Gaussian Pyramid може забезпечити ефективне стиснення зображень з мінімальною втратою якості.

Застосування блоку Gaussian Pyramid має широкі можливості і знайшло використання у багатьох галузях, таких як обробка зображень, комп'ютерне зорове розпізнавання, медичне зображення та багато інших. Блок дозволяє забезпечити ефективну та точну обробку зображень, що робить його цінним інструментом для багатьох досліджень та застосувань.

Параметр Number of Levels визначає кількість рівнів гаусівської піраміди, які будуть створені. Кожен рівень відповідає певному масштабу або роздільній здатності.

Блок "Gaussian Pyramid" використовує фільтр Гауса для розмиття вхідного зображення та його подальшої підвищення роздільної здатності на кожному рівні піраміди. Кожен наступний рівень піраміди отримується шляхом згортки попереднього рівня зображення з фільтром Гауса та його підвищення роздільної здатності. Цей процес продовжується для всіх рівнів піраміди.

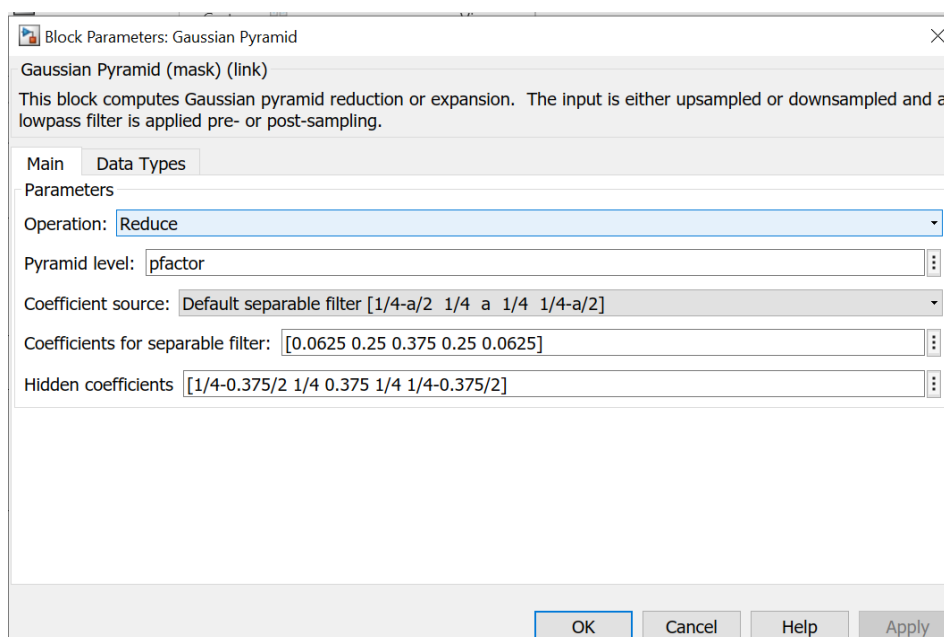


Рисунок 2.16 – Конфігурація блоку гаусової піраміди

Метод гаусового розмиття є одним з ключових інструментів у обробці зображень та комп'ютерному зорі. Цей метод заснований на математичній операції згладжування, яка полягає в зниженні різких перепадів яскравості між пікселями зображення. Одним із основних застосувань методу гаусового розмиття є зменшення шуму у зображеннях. Зображення, що отримані з реальних сцен, часто містять різні види шуму, такі як адитивний шум, мультиплікативний шум тощо. Це може суттєво погіршити якість зображення та ускладнити подальші операції обробки. Використання гаусового розмиття дозволяє "розтушовувати" шумові компоненти та забезпечити плавні переходи між яскравостями пікселів, що покращує

якість зображення та зроблює його більш придатним для подальшої обробки.

Застосування гаусового розмиття також є ефективним методом для виявлення країв у зображеннях. Краї на зображенні відповідають різким перепадам яскравості між пікселями. Використання гаусового розмиття перед виконанням алгоритмів виявлення країв допомагає знизити вплив шуму та забезпечити більш точне та надійне виявлення країв.

Крім того, гаусове розмиття може бути використане для зменшення розміру зображення. При використанні гаусового розмиття перед зменшенням розміру, високочастотні деталі зображення знімаються, що дозволяє знизити його роздільну здатність та зменшити обсяг даних без втрати основних структур та деталей.

Також гаусовий розмиття знаходить широке застосування у задачах компресії зображень. Компресія зображень дозволяє зберігати зображення з меншим обсягом даних, що ефективно економить місце в пам'яті або при трансляції зображення через мережі. Застосування гаусового розмиття перед компресією дозволяє зменшити кількість високочастотних деталей у зображенні, що допомагає знизити його обсяг без значних втрат в якості.

Узагальнюючи, метод гаусового розмиття є потужним інструментом у обробці зображень з важливими застосуваннями, такими як зниження шуму, виявлення країв, зменшення розміру та компресія зображень. Він дозволяє поліпшити якість зображень, забезпечити ефективність обробки та зробити зображення більш економічними для зберігання та передачі.

Блок "Merge" використовується для об'єднання двох сигналів в один для більш зручної подальшої обробки.

заміщають попередні. У режимі додавання, блок "Merge" додає значення до існуючих, що може бути важливим у випадках, коли необхідно накопичувати дані з декількох джерел.

Блок "Merge" може бути використаний для виконання різноманітних логічних операцій над сигналами. Наприклад, його можна використовувати для реалізації логічних операцій, які забезпечують ефективну та гнучку обробку зображень у реальному часі, що робить їх важливими для багатьох застосувань, таких як обробка зображень в медицині, машинному зорі, комп'ютерному баченні та інших областях.

Однією з ключових логічних операцій є бінарна логічна операція AND, яка виконується над відповідними пікселями двох матриць зображень. В результаті отримуємо нову матрицю зображень, в якій значення пікселів будуть однаковими тільки тоді, коли обидва початкових пікселі будуть ненульовими. Така операція може бути використана для виділення спільних областей на зображеннях, наприклад, для виявлення об'єктів, які зустрічаються на двох зображеннях.

Іншою логічною операцією є бінарна логічна операція OR, яка також виконується над відповідними пікселями двох матриць зображень. В результаті отримуємо нову матрицю зображень, в якій значення пікселів будуть однаковими тільки тоді, коли хоча б один з початкових пікселі буде ненульовим. Ця операція може бути використана для об'єднання областей зображення, наприклад, для знаходження областей, які з'єднуються на двох зображеннях.

Третьою важливою логічною операцією є бінарна логічна операція NOT, яка виконується над всіма пікселями зображення. В результаті отримуємо нову матрицю зображень, в якій значення пікселів будуть інвертованими, тобто нульові значення будуть замінені на 1, а ненульові - на 0. Ця операція може бути використана для видалення областей

зображення або для виділення зворотної області, наприклад, для створення контурів об'єктів на зображенні.

Операції морфологічної обробки є ще однією важливою групою логічних операцій, які можуть бути використані над матрицями зображень. Вони використовуються для видалення шумів, знаходження країв та обробки контурів об'єктів на зображенні. До них відносяться такі операції, як розширення, звуження, відкриття та закриття. Операції морфологічної обробки дозволяють ефективно здійснювати фільтрацію та зміну форми зображення відповідно до заданих умов.

Таким чином, логічні операції над матрицями зображень, які виконуються блоком Merge, дозволяють реалізувати складні алгоритми обробки зображень, знижувати шуми, виділяти краї, виконувати компресію та інші операції. Використання вказаних засобів дозволяє забезпечити ефективну та гнучку обробку зображень у реальному часі, що робить їх важливими для різних областей, які вимагають обробки зображень.

2.5 Висновки до другого розділу

Імітаційне моделювання програмних засобів розпізнавання об'єктів в Simulink - це потужний інструмент для вивчення, аналізу та оптимізації алгоритмів комп'ютерного зору. Simulink - це програмне забезпечення, яке дозволяє створювати імітаційні моделі систем та динамічних процесів на базі блок-схем та блоків. Використання Simulink для розпізнавання об'єктів дозволяє візуалізувати та тестувати алгоритми перед їх реалізацією на реальних пристроях.

Перш за все, імітаційне моделювання дозволяє розробникам протестувати та оптимізувати алгоритми розпізнавання об'єктів без необхідності фізичного створення апаратного забезпечення або реалізації на спеціалізованих платформах. Замість цього, алгоритми можуть бути реалізовані у вигляді блок-схем, що дозволяє використовувати різноманітні

математичні та логічні операції, що забезпечують гнучкість та швидкість моделювання.

Імітаційне моделювання дозволяє також аналізувати роботу алгоритмів в різних умовах та зі змінними параметрами. За допомогою Simulink можна змінювати параметри об'єктів, параметри зображень, додавати шуми, змінювати умови освітлення та інші фактори, що допомагають оцінити ефективність та надійність алгоритмів у різних ситуаціях. Такий підхід дозволяє виявити потенційні проблеми та вдосконалити алгоритми перед їх впровадженням у реальних умовах.

Ще однією важливою перевагою імітаційного моделювання є можливість візуалізації результатів розпізнавання об'єктів. Simulink дозволяє створювати графіки, діаграми та інші візуальні зображення, що демонструють якість та ефективність роботи алгоритмів. Це допомагає легше зрозуміти та проаналізувати результати роботи алгоритмів, а також зробити їх зрозумілішими для інших користувачів та спеціалістів.

Також варто зазначити, що імітаційне моделювання дозволяє використовувати більш потужні обчислювальні ресурси для тестування алгоритмів, що дозволяє прискорити процес розробки та оптимізації. Крім того, з використанням Simulink можна виконувати паралельне моделювання на багатьох обчислювальних вузлах, що підвищує швидкість тестування.

У підсумку, імітаційне моделювання програмних засобів розпізнавання об'єктів в Simulink є потужним та ефективним інструментом для дослідження, тестування та оптимізації алгоритмів комп'ютерного зору. Він дозволяє розробникам працювати над вдосконаленням алгоритмів безпосередньо на етапі проектування, що забезпечує ефективне та якісне розпізнавання об'єктів у реальних умовах. Такі можливості значно прискорюють процес впровадження та допомагають забезпечити успішну реалізацію різноманітних завдань у різних галузях техніки та технологій.

3 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБУ ОТРИМАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ І РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

3.1 Роботизована система для отримання зображень та розпізнавання об'єктів

Зображення (відеосигнал), елементи якого необхідно розпізнати, може подаватися до розробленої системи із зовнішньої відеокамери або з відеофайлу.

Зразки об'єктів, які необхідно виявити у відеозображенні, обираються як масиви пікселів.

Для коректного процесу виявлення зображень необхідно ввести значення порогу виявлення.

Блок-схема роботизованої системи для отримання зображень та розпізнавання об'єктів зображена на рисунку 3.1:



Рисунок 3.1 – Роботизована система для отримання зображень та розпізнавання об'єктів

Принцип розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням операції кореляції базується на порівнянні шуканого об'єкта з певним шаблоном або моделлю у вихідному зображенні. Кореляція дозволяє знаходити взаємний зв'язок між шаблоном та регіонами зображення, що дозволяє виявити та локалізувати об'єкти відповідно до заданої моделі.

Операція кореляції використовується для вимірювання схожості між шаблоном і регіонами зображення. Цей процес можна уявити як ковзне вікно, яке проходить по всьому зображенню, і для кожного регіону порівнюється з шаблоном. Кореляція обчислюється шляхом порівняння інтенсивності пікселів у шаблоні з відповідними пікселями у регіоні. Чим більше подібність, тим вища кореляція.

Розпізнавання об'єктів з використанням кореляції включає наступні етапи:

1) визначення області, яку потрібно розпізнати, і створення відповідного шаблону (шаблон може бути визначено як частина зображення, або як модель об'єкта, який необхідно знайти);

2) виконання операції кореляції між шаблоном і регіонами зображення (може бути реалізовано за допомогою математичного методу, такого як піксельна або піксельно-піксельна кореляція);

3) визначення порогу кореляції, який відокремить збіги від випадкових кореляційних значень (об'єкти, що мають кореляцію вищу за поріг, вважаються розпізнаними);

4) ідентифікація та локалізація розпізнаних об'єктів на зображенні.

Принцип розпізнавання об'єктів за допомогою операції кореляції має ряд переваг. Він дозволяє розпізнавати об'єкти незалежно від їх розміру, форми та позиції на зображенні. Крім того, він забезпечує стійку роботу навіть за умов зміни масштабу, пересування та зміни освітлення об'єктів.

На вхід системи обробки зображень подається відеосигнал у форматі .mp4. У Simulink, імпорт відеозображень формату .mp4 є корисним засобом

для обробки та аналізу відеоданих в рамках модельного середовища. Цей процес дозволяє використовувати відеофайли для досліджень, розробки алгоритмів та тестування систем управління на відеоданих. Імпорт .mp4 в Simulink забезпечує багатогранний аналіз відеозображень і їх обробку для різних застосувань, включаючи комп'ютерне бачення, обробку відео даних, детекцію об'єктів і аналіз поведінки. Процес імпорту відеозображень формату .mp4 в Simulink починається з вибору відеофайлу, який необхідно імпортувати. Це може бути зроблено за допомогою спеціального блоку "From Multimedia File", який дозволяє зчитати відеофайл з вибраного джерела. У випадку .mp4 відеофайлів, потрібно зазначити шлях до файлу та параметри читання, такі як розмір відеокадрів, кількість кадрів на секунду і т.д.

Після завантаження відеозображення у модель Simulink, воно може бути подальше оброблене з використанням різноманітних сигнальних блоків. Наприклад, для відтворення відеозображення на екрані можна використовувати блок "Video Viewer", який дозволяє переглядати відео у реальному часі. Для аналізу відео даних можуть бути використані різні обробники, фільтри та алгоритми, які дозволяють розпізнавати об'єкти, виконувати відстеження та виявлення змін відеоданих.

Також, можна використовувати блок "To Multimedia File", який дозволяє зберегти оброблені відеодані в новий .mp4 файл або інший формат. Це дозволяє зберігати результати обробки та аналізу відеоданих для подальшого використання або архівування.

Загалом, імпорт відеозображень формату .mp4 в Simulink дозволяє забезпечити гнучкий та потужний інструмент для аналізу, обробки та управління відеоданими, що зроблює його корисним інструментом для різних досліджень та розвитку комп'ютерного бачення та обробки відео даних.

3.1.1 Підсистема блоку виділення об'єктів

Підсистема блок для виділення об'єктів зображена на рисунку 3.2.

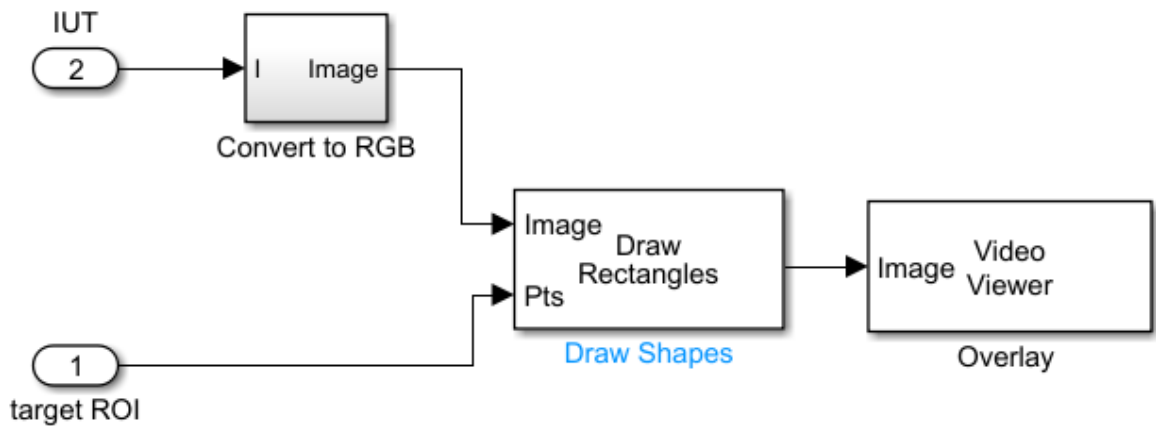


Рисунок 3.2 – Підсистема блоку виділення об'єктів

У Simulink, блок "Convert to RGB" використовується для перетворення вхідного зображення або сигналу в формат RGB (Red-Green-Blue). RGB є одним з найпоширеніших форматів кольорових зображень, де кожен піксель складається з трьох компонентів: червоного, зеленого та синього. Блок "Convert to RGB" виконує необхідні обчислення для перетворення вхідного сигналу або зображення в формат RGB. Залежно від початкового формату, якщо він відрізняється від RGB, блок виконує відповідні перетворення для отримання значень компонентів R, G та B кожного пікселя зображення. Після виконання операції "Convert to RGB", вихідний сигнал або зображення будуть представлені в форматі RGB, де кожен піксель буде мати відповідні значення для червоного, зеленого та синього каналів. Це дозволяє подальшу обробку та візуалізацію кольорових зображень у Simulink.

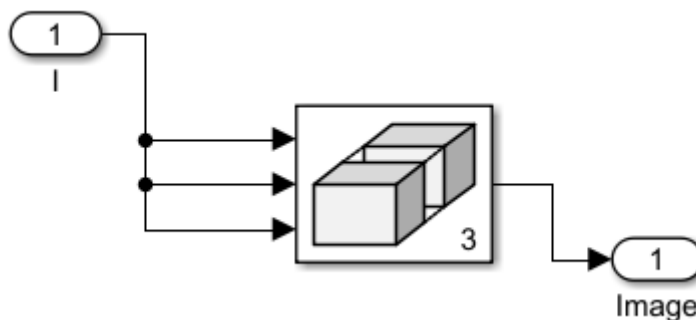


Рисунок 3.3 – Модель підсистеми блоку Convert to RGB

Блок "Draw Shapes" використовується для візуалізації графічних фігур та форм на блочній діаграмі. Цей блок дозволяє додавати різні геометричні форми, такі як прямокутники, кола, лінії та полігони, для створення власних візуальних елементів або покажчиків у Simulink.

Опис параметрів блоку:

1. Shape: Вибір геометричної форми, яку необхідно побудувати. Це може бути прямокутник, коло, лінія або полігон.

2. Position: Визначає позицію та розмір графічної форми на блочній діаграмі. Можна вказати координати (x, y) та розміри (ширина, висота) форми.

3. Color: Вибір кольору для графічної форми. Це може бути встановлено на певний колір, наприклад, червоний, зелений, синій або вибраний із палітри кольорів.

4. Line Width: Встановлення товщини ліній, які використовуються для малювання форми. Це впливає на вигляд контурів та ліній форми.

5. Parent: Вказує батьківський об'єкт, до якого буде додана графічна форма. Зазвичай це є блок або вікно, на якому можна побудувати форму.

Блок "Draw Shapes" дозволяє створювати на блоковій діаграмі різні графічні елементи для виділення образів об'єктів на зображеннях.

Блок "Video Viewer" є одним із потужних інструментів у Simulink, який дозволяє відтворювати та відображати відеозображення у реальному часі. Цей блок є корисним для аналізу, налагодження та візуалізації

результатів обробки відеоданих в модельних системах. Застосування блоку "Video Viewer" допомагає спростити процес розробки та відлагодження алгоритмів комп'ютерного бачення, обробки відео даних та досліджень у цій області. "Video Viewer" призначений для зчитування відеоданих з різних джерел і відтворення їх у вікні перегляду. Він дозволяє показувати відео у реальному часі, що дозволяє оперативно аналізувати результати обробки в реальному часі. Це важливо при розробці систем автоматичного керування, відеоспостереження та машинного зору, де часова точність і швидкість відтворення мають велике значення.

Блок "Video Viewer" має ряд корисних функцій:

1) блок дозволяє відтворювати вхідні відеодані у реальному часі, що дозволяє оперативно аналізувати оброблені зображення та результати алгоритмів;

2) вікно перегляду дозволяє змінювати масштаб відео, що допомагає збільшувати деталі зображення або зменшувати області для більш зручного перегляду;

3) блок "Video Viewer" дозволяє відтворювати результати обробки відеоданих, такі як виявлені об'єкти, відстеження руху або зміни зображення у режимі реального часу;

4) блок дозволяє налаштовувати різні параметри відображення, такі як розмір вікна, кольорова гама, контрастність тощо, що дозволяє налаштовувати відображення відео під потреби користувача;

5) зображення з відео, відображеного у "Video Viewer", можуть бути збережені у вигляді зображень або відеофайлів для подальшого аналізу або звітності.

Застосування блоку "Video Viewer" дозволяє розробникам та дослідникам здійснювати візуальний контроль за обробкою відеоданих, аналізувати результати та відлагоджувати алгоритми комп'ютерного

бачення та обробки відео даних. Він створює зручне та потужне середовище для аналізу і обробки відео, що зроблює його незамінним інструментом у багатьох застосуваннях, включаючи відеоспостереження, обробку відео даних, машинне зоря та багато інших областей.

Таким чином, Simulink дозволяє створювати імітаційні моделі для обробки зображень, що дозволяє аналізувати та тестувати роботу алгоритмів обробки зображень без необхідності реального застосування на фізичних даних. Це забезпечує швидкий та безпечний спосіб валідації алгоритмів та оптимізації параметрів, що прискорює розробку та впровадження обробки зображень. Також Simulink надає зручні інструменти для відлагодження та аналізу результатів обробки зображень. Візуалізація роботи алгоритмів, діаграми залежностей, графіки та інші інструменти допомагають відстежувати роботу алгоритмів та виявляти можливі проблеми.

Слід зазначити, що обробка відеосигналів виконується у реальному часі. Це особливо важливо для застосувань в реальних промислових системах з машинним зором, таких як автоматизовані системи монтажу, блоки керування та системи збору даних.

3.2 Імітаційне моделювання роботизованої системи для отримання зображень та розпізнавання об'єктів

Сигнал запуску системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів приведено на рисунку 3.4.

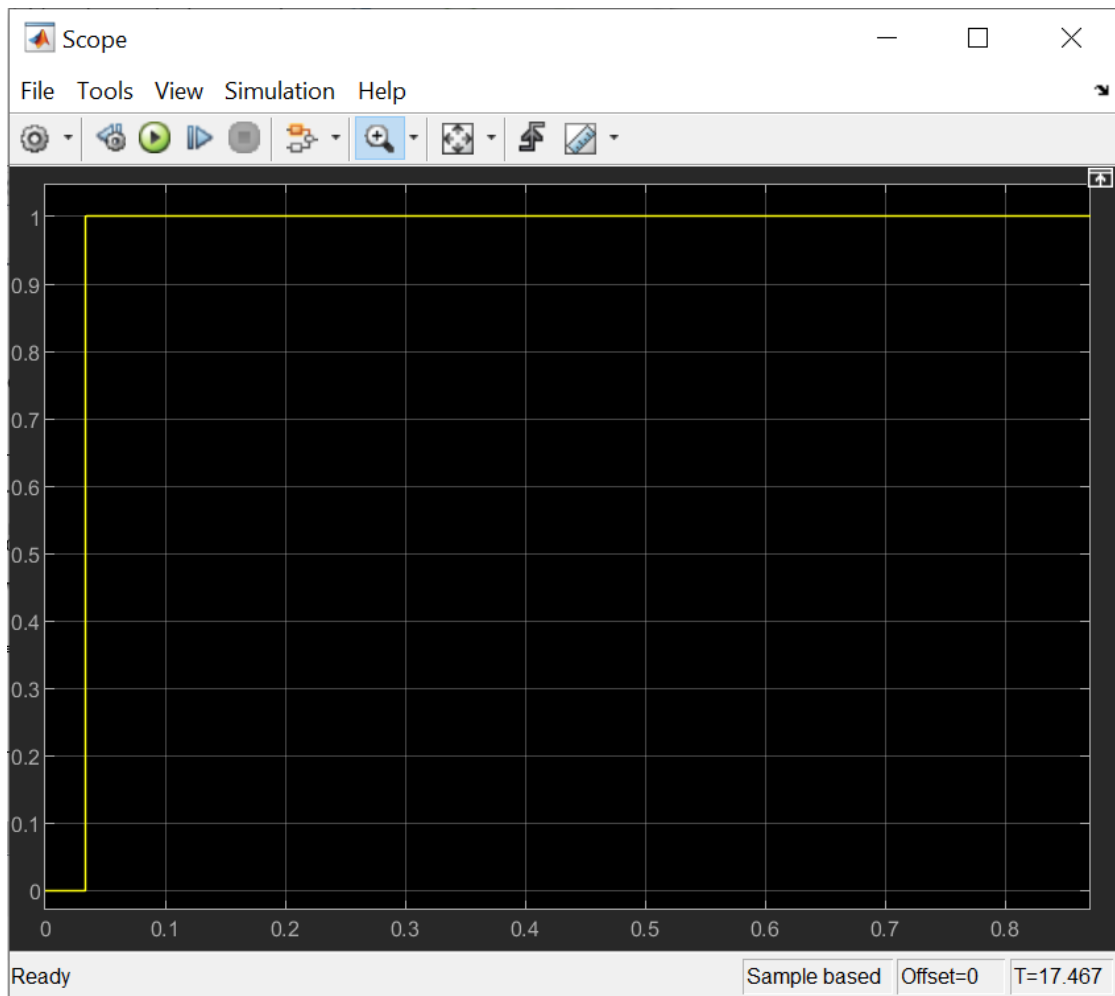


Рисунок 3.4 – Сигнал запуску системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів

На рисунку 3.5 показано приклад вибору образу об'єкта – мікросхеми на друкованій платі.

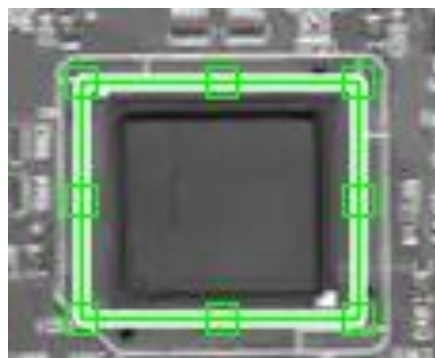


Рисунок 3.5 – Виділення образу об'єкта

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Характеристики рівня співпадіння елементів відеозображення з вибраним образом об'єкта зображено на рисунку 3.6 для часової області.

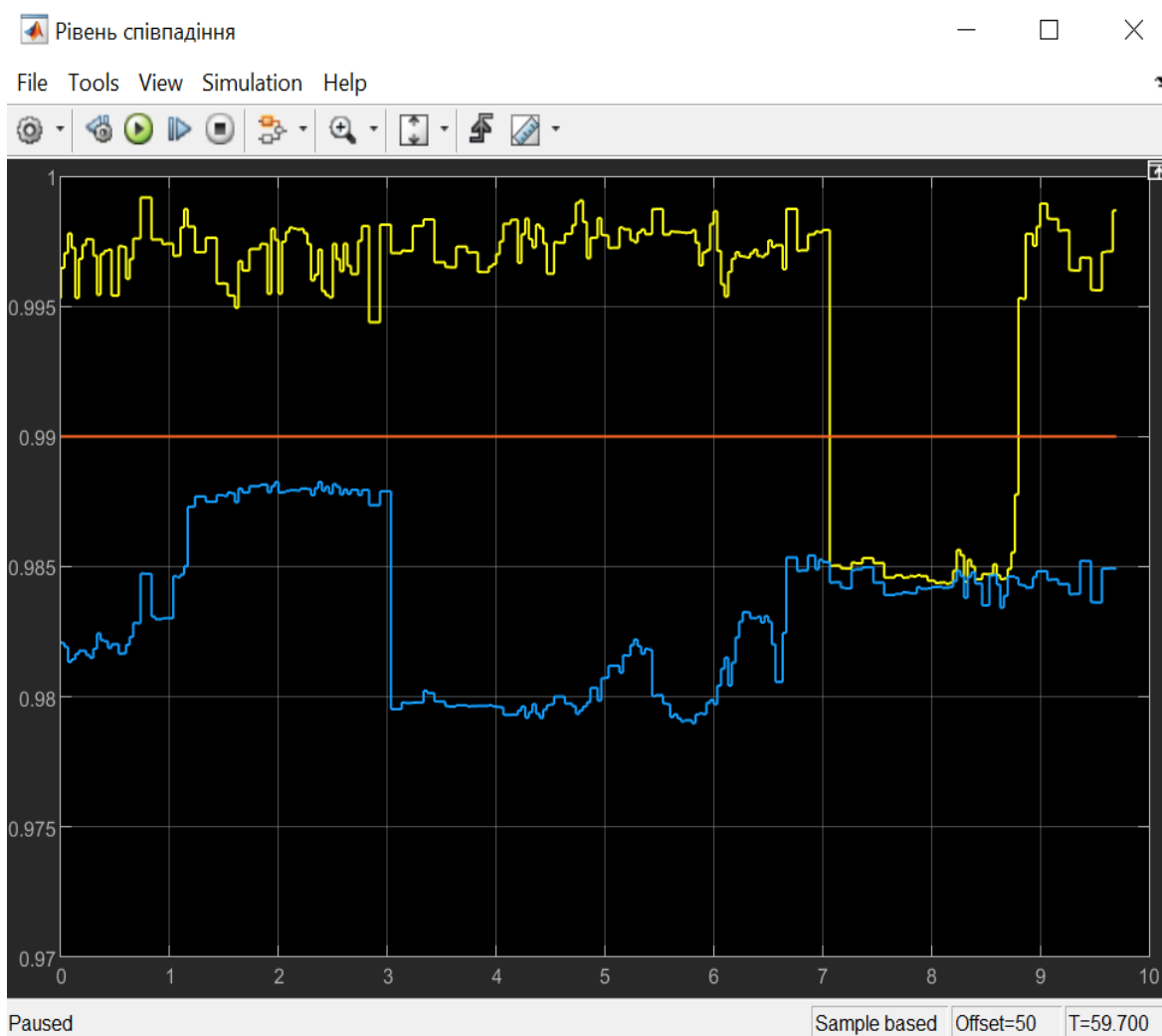
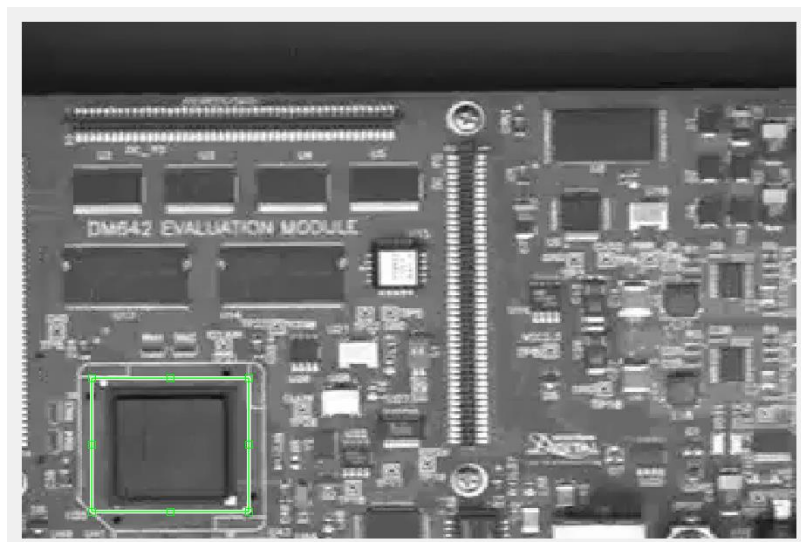


Рисунок 3.6 – Характеристики рівня співпадіння зображення

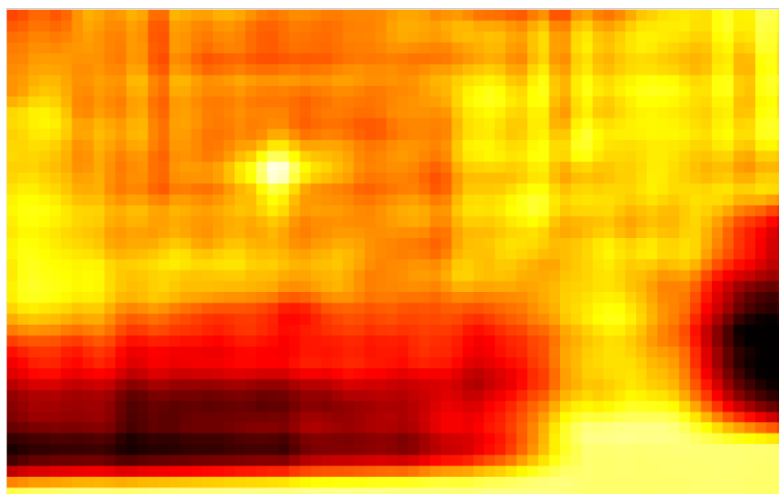
На наступних рисунках приведено результати роботи системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів.

На рисунках справа показано відеозображення з розпізнаним об'єктом, що виділений програмою на основі функції кореляції, яка зображена на рисунках зліва.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



а)



б)

Рисунок 3.7 – Результат отримання зображення та розпізнавання мікросхеми на друкованій платі (позиція 1): а) зображення друкованої плати; б) кореляційна функція

При зміщенні відеозображення кореляційна функція набуває вигляду, зображеного на рисунку 3.8. Як показано у правій частині рисунку, об'єкт розпізнано і виділено рамкою.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

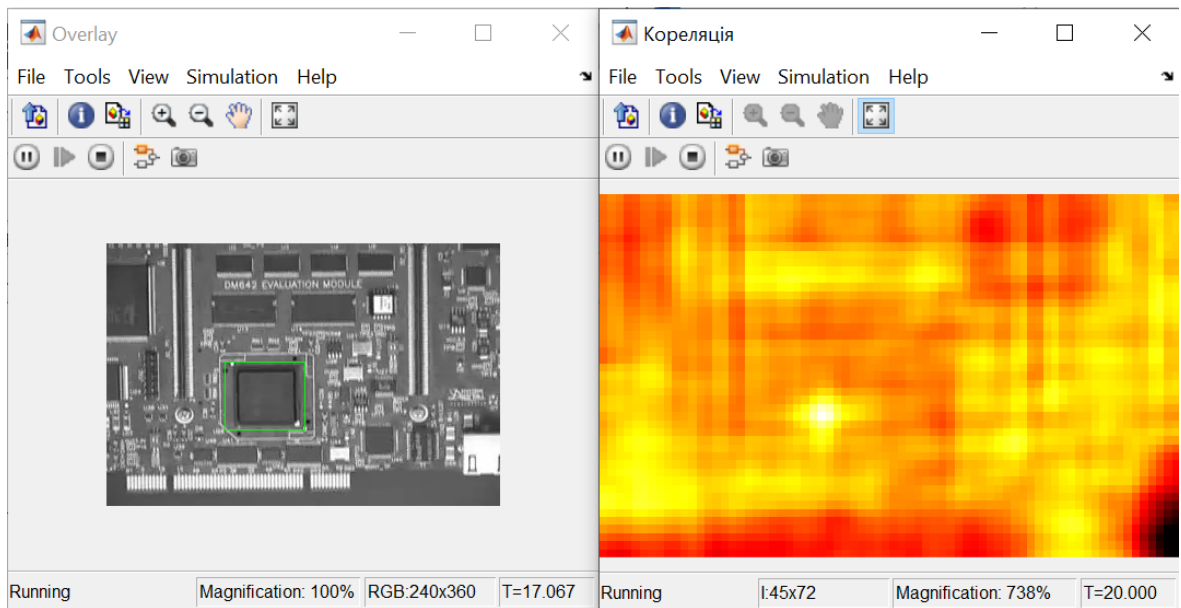


Рисунок 3.8 – Результат отримання зображення та розпізнавання мікросхеми на друкованій платі (позиція 2)

При подальшому зміщенні зображення кореляційна функція набуває такого вигляду:

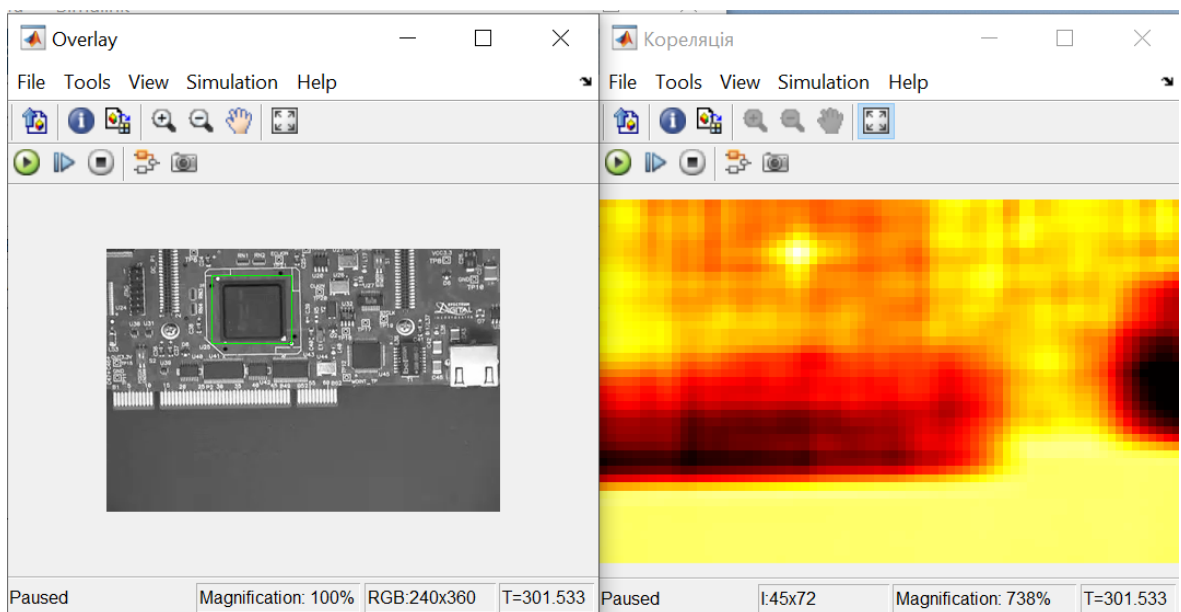


Рисунок 3.9 – Результат отримання зображення та розпізнавання мікросхеми на друкованій платі (позиція 3)

Як показує рисунок 3.9, об'єкт розпізнано.

На рисунку 3.10 показано результати роботи системи для випадку, коли на відеозображенні присутня тільки частина об'єкту, який необхідно розпізнати. У такому випадку розпізнавання не відбувається.

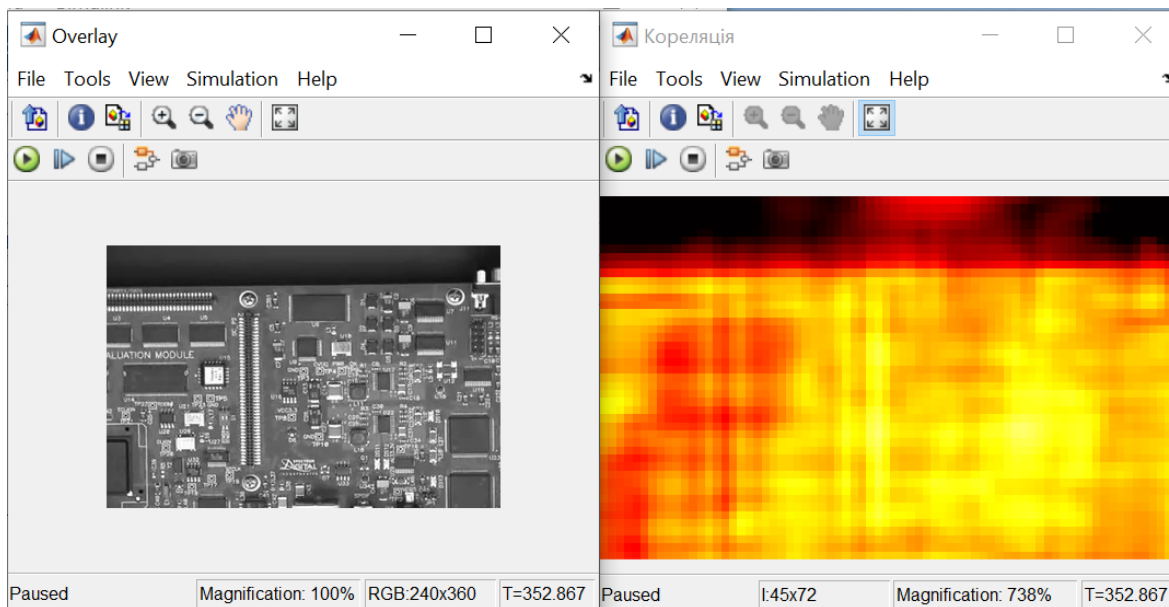


Рисунок 3.10 – Результат отримання зображення та розпізнавання мікросхеми на друкованій платі (позиція 3)

Характеристики області інтересу системи (ROI – Region Of Interest) зображені на рисунку 3.11.

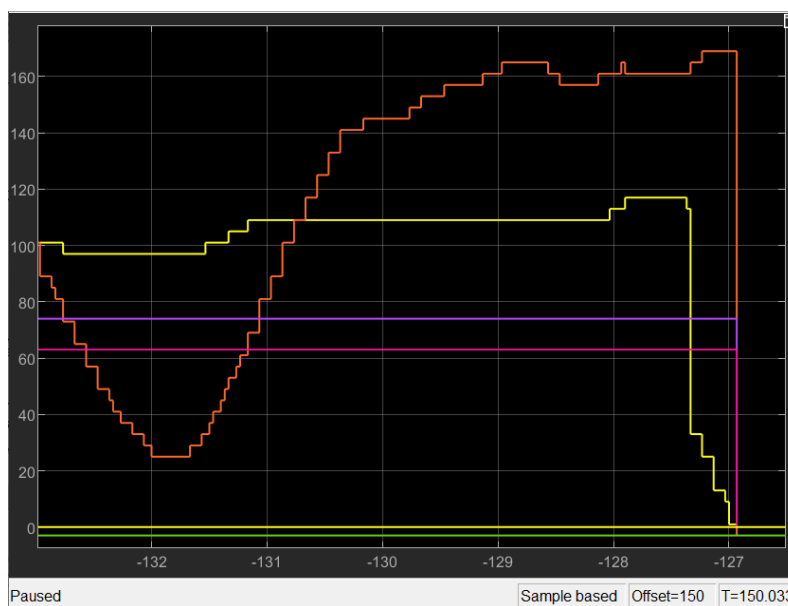


Рисунок 3.11 – Характеристики області інтересу системи

Таким чином, кореляційні методи розпізнавання зображень базуються на вимірюванні подібності між вхідним зображенням і шаблоном. Спочатку визначається шаблон, який необхідно знайти на вхідному зображенні. Потім, за допомогою кореляційного аналізу, обчислюється ступінь подібності між шаблоном та кожним пікселем на вхідному зображенні. Цей процес повторюється для кожного пікселя, що дозволяє визначити місцезнаходження шаблону на зображенні.

У Simulink кореляційні методи можуть бути реалізовані за допомогою блоків обробки сигналів та зображень. Зображення може бути подане як матриця пікселів, а шаблон може бути визначений як окремий фрагмент цієї матриці. За допомогою блоків кореляції та обробки зображень в Simulink можна обчислити кореляцію між шаблоном та вхідним зображенням. Кореляційні методи застосовуються для різних завдань розпізнавання зображень, таких як визначення об'єктів на зображенні, виявлення рухомих об'єктів або визначення різних особливостей зображення. Використання кореляційних методів дозволяє отримати достатньо точні результати, особливо при розпізнаванні об'єктів зі схожою структурою або шаблонами.

У підсумку, кореляційні методи в Simulink відіграють важливу роль у розпізнаванні зображень, дозволяючи визначати подібність між шаблоном та вхідним зображенням. Це дає змогу здійснювати різноманітні завдання розпізнавання зображень у багатьох областях застосування. Використання Simulink спрощує реалізацію цих методів та дозволяє виконувати числові симуляції для валідації результатів.

Сучасні системи автоматизованого монтажу друкованих плат (ДП) є невід'ємною частиною радіоелектронної промисловості, дозволяючи ефективно та швидко збирати складні електронні пристрої. Завдяки автоматизації процесів монтажу, покращенню точності та збільшенню продуктивності, системи автоматизованого монтажу ДП забезпечують високу якість та надійність електронних пристроїв.

Одним з ключових елементів сучасних систем автоматизованого монтажу ДП є роботизовані системи, які здійснюють процес розміщення та припаювання компонентів на ДП. Роботизовані системи забезпечують високу швидкість та точність при виконанні різних операцій, таких як пікова розмітка, розміщення компонентів, нанесення паяльної пасти та паяння. Вони можуть працювати з великою кількістю компонентів різного типу та розміру, що робить їх універсальними і гнучкими для різних типів ДП.

Другим важливим компонентом є системи візуального контролю, які забезпечують якість монтажу та виявляють можливі дефекти. Вони використовують технології комп'ютерного зору та машинного навчання для аналізу зображень ДП та виявлення несправностей, таких як неправильне розміщення компонентів, недоліки в з'єднаннях або дефекти на поверхні ДП. Це дозволяє вчасно виявляти та виправляти проблеми, підвищуючи якість та надійність вироблених пристроїв.

Також важливим аспектом є системи керування та програмне забезпечення, які забезпечують координацію всіх етапів монтажу. Ці системи відповідають за розміщення компонентів, контроль якості, налаштування обладнання та координацію роботів з іншими системами виробництва. Вони забезпечують ефективну взаємодію всіх компонентів системи монтажу та дозволяють досягати високої продуктивності та точності.

Системи автоматизованого монтажу ДП мають багато переваг. Вони забезпечують швидкий та надійний процес монтажу, скорочуючи час виробництва та знижуючи витрати. Вони також забезпечують високу якість та стабільність вироблених пристроїв завдяки точному контролю та відстеженню процесу монтажу. Крім того, системи автоматизованого монтажу можуть бути легко налаштовані та адаптовані до різних вимог виробництва, що робить їх гнучкими та ефективними в різних ситуаціях.

Таким чином, сучасні системи автоматизованого монтажу ДП є незамінною технологією у радіоелектронній промисловості. Вони забезпечують швидкий, точний та надійний процес монтажу, покращуючи якість та продуктивність виробництва електронних пристроїв. Завдяки роботизованим системам, системам візуального контролю та системам керування, системи автоматизованого монтажу ДП стають ключовим елементом виробництва електроніки.

Розпізнавання зображень мікросхем системами комп'ютерного зору є надзвичайно важливим аспектом сучасної радіоелектронної промисловості. Завдяки постійному розвитку технологій і зростанню складності мікросхем, виникає потреба в швидкому та надійному розпізнаванні та ідентифікації компонентів на електронних платах.

Крім того, системи комп'ютерного зору можуть використовувати методи обробки зображень, такі як сегментація, виявлення контурів та аналіз текстури, для покращення розпізнавання. Сегментація дозволяє виділити окремі компоненти на зображенні, що спрощує їх подальший аналіз. Виявлення контурів допомагає визначити форму та розмір компонентів. Аналіз текстури дозволяє виявити візуальні особливості компонентів, які можуть бути корисними при їх розпізнаванні.

Системи комп'ютерного зору в радіоелектронній промисловості мають безліч переваг. Вони забезпечують високу швидкість та точність розпізнавання, що сприяє автоматизації процесів виробництва та зменшенню людського впливу на якість продукції. Крім того, системи комп'ютерного зору можуть виявляти дефекти або неправильні з'єднання на мікросхемах, що допомагає забезпечити високу якість та надійність електронних пристроїв.

Однак, важливо зазначити, що розпізнавання зображень мікросхем системами комп'ютерного зору має свої виклики. Наприклад, зображення можуть бути затемненими, спотвореними або містити шум, що може

ускладнити їх аналіз. Також, велика різноманітність мікросхем та їх компонентів вимагає розробки гнучких та адаптивних систем розпізнавання.

У підсумку, розпізнавання зображень мікросхем автоматизованими системами є невід'ємною частиною сучасної радіоелектронної промисловості, що сприяє автоматизації виробничих процесів, поліпшенню якості продукції та зменшенню людського впливу на виробництво електронних пристроїв.

3.3 Висновки до третього розділу

Аналіз параметрів та характеристик засобів отримання зображень та розпізнавання об'єктів в Simulink дозволив визначити їх значний вплив на ефективність та точність роботи роботизованих систем комп'ютерного зору.

Перш за все, було виявлено, що вибір відповідного датчика для отримання зображень має велике значення. Наприклад, використання відеокамери дозволяє отримати зображення з високою роздільною здатністю та кольоровою інформацією, що забезпечує більш детальний та точний аналіз. З іншого боку, використання лідара може бути більш ефективним у випадках, коли потрібно вимірювати відстані до об'єктів з високою точністю.

Також було виявлено, що зміна параметрів засобів отримання зображень може суттєво впливати на якість та швидкість розпізнавання об'єктів. Наприклад, зміна параметрів експозиції відеокамери може покращити видимість об'єктів у темних умовах, але одночасно збільшити шум на зображенні. Оптимальний вибір параметрів має велике значення для забезпечення ефективного розпізнавання об'єктів.

Важливою характеристикою засобів розпізнавання об'єктів є швидкість роботи алгоритмів. Використання потужних алгоритмічних рішень, таких як глибокі нейронні мережі, може забезпечити високу

швидкість розпізнавання. Однак, це може вимагати більшої обчислювальної потужності та ресурсів. Оптимізація алгоритмів для роботи з обмеженими ресурсами є важливим завданням при використанні роботизованих систем комп'ютерного зору.

Застосування Simulink для аналізу параметрів та характеристик засобів отримання зображень та розпізнавання об'єктів дозволяє провести широкий спектр експериментів та досліджень. Це дозволяє розробникам та інженерам здійснювати оптимальний вибір засобів для конкретних завдань та забезпечувати оптимальні параметри роботи систем комп'ютерного зору.

					КвРАКІТ. 2020039.01.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

ВИСНОВКИ

Роботизовані системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів є важливими в сучасному світі з кількох причин. За допомогою цих систем можна автоматизувати аналіз великого обсягу зображень, звільняючи людей від рутинної роботи. Вони також використовуються для забезпечення безпеки, виявлення підозрілих об'єктів та потенційних загроз. Роботизовані системи також мають застосування в автономних транспортних засобах, допомагаючи їм приймати рішення та безпечно пересуватися. В медицині вони використовуються для виявлення патологій та діагностики хвороб, що допомагає швидше та точніше виявляти проблеми зі здоров'я та підтримувати лікарів у прийнятті рішень. Загалом, роботизовані системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів актуальні у багатьох сферах, автоматизуючи рутинну роботу, поліпшуючи безпеку та надаючи швидку та точну аналітичну інформацію для прийняття рішень.

У роботі обґрунтовано актуальність розробки роботизованої системи для отримання зображень та розпізнавання об'єктів та виконано огляд відомих систем.

У другому розділі, у програмному середовищі Simulink розроблено імітаційну модель засобу розпізнавання об'єктів на основі застосування функцій кореляції.

У третьому розділі побудовано блок-схему роботизованої системи для отримання зображень та розпізнавання об'єктів. Виконано імітаційне моделювання та проаналізовано його результати.

Побудована роботизована система виявляє задані об'єкти з ймовірністю 96% при відсутності значних спотворень та перешкод на відеозображенні.

Запропонована система отримання зображень та розпізнавання об'єктів дає можливість підвищити ефективність функціонування сучасного

роботизованого виробництва за рахунок автоматичного налаштування маніпуляторів у відповідності з зображенням, яке передається з відеокамер. Розрахунок кореляційних функцій у частотній та просторовій областях дозволяє підвищити точність розпізнавання об'єктів роботизованою системою.

					КвРАКІТ. 2020039.01.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 T. Miller and P. K. Allen. Graspit! A versatile simulator for robotic grasping. IEEE Robotics & Automation Magazine, volume 11:110 122, 2004.
- 2 А. Мануель. Роботизована автоматизація процесів - порівняльний аналіз актуальних рішень, 2017.
- 3 C. Goldfeder, M. Ciocarlie, J. Peretzman, H. Dang and P. K. Allen. Data- Driven Grasping with Partial Sensor Data. IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 1278 1283, 2009.
- 4 Dune, E. Marchand, C. Collovet and C. Leroux. Active rough shape estimation of unknown objects. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 3622 3627, 2008.
- 5 Chaumette, S. Boukir, P. Bouthemy and D. Juvin. Structure From Controlled Motion. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, volume 18 (5):492 504, 1996.
- 6 S. Chen, Y. Li and N. M. Kwok. Active vision in robotic systems: A survey of recent developments. The International Journal of Robotics Research, volume 30 (11):1343 1377, 2011.
- 7 B. Calli, M. Wisse and P. Jonker. Grasping of Unknown Objects via Curvature Maximization using Active Vision. IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 995 1001, 2011.
- 8 M. Gentilucci. Object motor representation and reaching-grasping control. Neuropsychologia, volume 40 (8):1139 1153, 2002.
- 9 Dictionary: robust adjective. URL: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/robust>.
- 10 Marr. Vision. The MIT Press, 2010 (originally published 1982).
- 11 Bradski and A. Kaehler. Learning OpenCV - Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly Media, Inc., 1 edition, 2008.

12 F. Chaumette and S. Hutchinson. Visual Servo Control, Part I: Basic Approaches. IEEE Robotics and Automation Magazine, volume 13 (4):82-90, 2006.

13 Saxena, J. Driemeyer and A. Y. Ng. Robotic Grasping of Novel Objects using Vision. The International Journal of Robotics Research, volume 27:157-173, 2008.

14 M. Santello, M. Flanders and J. F. Soechting. Postural Hand Synergies for Tool Use. The Journal of Neuroscience, volume 18 (23):10105-10115, 1998.

15 Saxena, J. Driemeyer, C. Osondu and A. Y. Ng. Learning to Grasp Novel Objects Using Vision. Experimental Robotics, volume 39:33-42, 2008.

16 OpenRAVE Documentation. URL:
<http://openrave.programmingvision.com/en/main/index.html>

17 URL: <http://code.google.com/p/cvblob/>.

18 T. Miller and P. K. Allen. Graspit! A versatile simulator for robotic grasping. IEEE Robotics & Automation Magazine, volume 11:110-122, 2004.

19 <http://opencv.willowgarage.com/wiki/>.

20 Kragic, A. T. Miller and P. K. Allen. Real-time Tracking Meets Online Grasp Planning. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2460-2465, 2001.

21 Ferrari and J. Canny. Planning Optimal Grasps. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 1992.

22 Bicci and V. Kumar. Robotic Grasping and Contact: A Review. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 348-353, 2000.

23 M. Ciocarlie, C. Goldfeder and P. K. Allen. Dimensionality reduction for hand-independent dexterous robotic grasping. IEEE International

- Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 3270 3275, 2007.
- 24 Goldfeder, M. Ciocarlie, H. Dang and P. K. Allen. The Columbia Grasp Database. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 1710 1716, 2009.
- 25 M. Ciocarlie, K. Hsiao, E. G. Jones, S. Chitta, R. B. Rusu and I. A. Sucas. Towards Reliable Grasping and Manipulation in Household Environments. New Delhi, India, 2010.
- 26 K. Hsiao, S. Chitta, M. Ciocarlie and E. G. Jones. Contact-Reactive Grasping of Objects with Partial Shape Information. IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 1228 1235, 2010.
- 27 R. Balasubramanian, L. Xu, P. Brook, J. Smith and Y. Matsuoka. Human-Guided Grasp Measures Improve Grasp Robustness on a Physical Robot. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2010.
- 28 Saxena, J. Driemeyer, C. Osondu and A. Y. Ng. Learning to Grasp Novel Objects Using Vision. Experimental Robotics, volume 39:33 42, 2008.
- 29 J. Bohg and D. Kragic. Learning Grasping Points with Shape Context. Robotics and Autonomous Systems, volume 58:362 377, 2010.
- 30 K. Huebner and D. Kragic. Selection of Robot Pre-Grasps using Box-Based Shape Approximation. IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 1765 1770, 2008.
- 31 K. Huebner, S. Ruthotto and D. Kragic. Minimum Volume Bounding Box Decomposition for Shape Approximation in Robot Grasping. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 1628 1633, 2008.
- 32 R. H. Cuijpers, J. B. J. Smeets and E. Brenner. On the Relation Between Object Shape and Grasping Kinematics. Journal of Neurophysiology, volume 91 (6):2598 2606, 2004.

33 Aguilar-González, P. M., & Kober, V. (2012). Design of correlation filters for pattern recognition using a noisy reference. *Optics Communications*, 285(5), 574–583. doi: 10.1016/j.optcom.2011.11.012

34 Aoki, S., Hoshi, K., Kawakami, J., Sato, K., Satoh, K., Mori, K., Sugawara, A., Saito, Y., & Yoshida, K. (2011). Assisting the diagnosis of Graves' hyperthyroidism with pattern recognition methods and a set of three routine tests parameters, and their correlations with free T4 levels: Extension to male patients. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 65(2), 95–104. doi: 10.1016/j.biopha.2010.10.005

35 Arabi, F., Youssef, T., Coudert, M., Coquery, G., Alayli, N., Martineau, D., & Belnoue, O. (2020). Thermo-mechanical assessment of silver sintering for attaching power components in embedded PCB. *Microelectronics Reliability*, 114. doi: 10.1016/j.microrel.2020.113900

36 Aran, A., Munshi, S., Beri, V. K., & Gupta, A. K. (2009). Wavelet-modified binary phase-only morphological correlation for color pattern recognition. *Optics and Lasers in Engineering*, 47(6), 636–643. doi: 10.1016/j.optlaseng.2009.01.006

37 Arshad, M., Asmatullah, Shafiq Ahmed, M., Shafiq ahmed, K., Makhdoom Hussain, S., & Hussain, N. (2022). Monitoring of level of mean concentration and toxicity equivalence (TEQ) of polychlorinated biphenyls (PCBs) in selected vegetables, beans and grains in khanewal and multan, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 2787–2793. doi: 10.1016/j.sjbs.2022.01.009

38 Bahrebar, S., Homayoun, S., & Ambat, R. (2022). Using machine learning algorithms to predict failure on the PCB surface under corrosive conditions. *Corrosion Science*, 206. doi: 10.1016/j.corsci.2022.110500

39 Chen, J., & Yang, Z. G. (2023). Cause analysis on the unqualified pull-out force between the bushing and PCB pad in DC-DC converters for new energy vehicles. *Engineering Failure Analysis*, 145. doi: 10.1016/j.engfailanal.2022.107012

40 Cherri, A. K., & Alam, M. S. (2008). Non-conventional joint-transform correlations for pattern recognition by use of grating filters and heterodyne scanning. *Optics and Laser Technology*, 40(2), 261–269. doi: 10.1016/j.optlastec.2007.03.014

41 Chuma, E. L., Iano, Y., Fontgalland, G., Roger, L. L. B., & Loschi, H. (2020). PCB-integrated non-destructive microwave sensor for liquid dielectric spectroscopy based on planar metamaterial resonator. *Sensors and Actuators, A: Physical*, 312. doi: 10.1016/j.sna.2020.112112

42 Diaz-Ramirez, V. H., Cuevas, A., Kober, V., Trujillo, L., & Awwal, A. (2015). Pattern recognition with composite correlation filters designed with multi-objective combinatorial optimization. *Optics Communications*, 338, 77–89. doi: 10.1016/J.OPTCOM.2014.10.038

43 DiMarco, J., Severino, G., & Arpaia, P. (2019). Calibration technique for rotating PCB coil magnetic field sensors. *Sensors and Actuators, A: Physical*, 288, 182–193. doi: 10.1016/j.sna.2019.02.014

44 Dupont, F., Stoukatch, S., Laurent, P., Dricot, S., & Kraft, M. (2018). 355 nm UV laser patterning and post-processing of FR4 PCB for fine pitch components integration. *Optics and Lasers in Engineering*, 100, 186–194. doi: 10.1016/j.optlaseng.2017.08.014

45 Fujiwara, K., Kano, M., & Hasebe, S. (2009). Correlation-based pattern recognition and its application to adaptive soft-sensor design. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 7(PART 1), 661–666. doi: 10.3182/20090712-4-tr-2008.00107

46 Fujiwara, K., Kano, M., & Hasebe, S. (2012). Development of correlation-based pattern recognition algorithm and adaptive soft-sensor design. *Control Engineering Practice*, 20(4), 371–378. doi: 10.1016/j.conengprac.2010.11.013

47 García-Martínez, P., & Arsenault, H. H. (2003). Nonlinear radial-harmonic correlation using binary decomposition for scale-invariant pattern recognition. *Optics Communications*, 223(4–6), 273–282. doi: 10.1016/S0030-

4018(03)01680-8

48 Harmouche-Karaki, M., Mahfouz, Y., Salameh, P., Matta, J., Helou, K., & Narbonne, J. F. (2019). Patterns of PCBs and OCPs exposure in a sample of Lebanese adults: The role of diet and physical activity. *Environmental Research*, 179. doi: 10.1016/j.envres.2019.108789

49 Islam, M. N., & Alam, M. S. (2008). Pattern recognition in hyperspectral imagery using one-dimensional shifted phase-encoded joint transform correlation. *Optics Communications*, 281(19), 4854–4861. doi: 10.1016/j.optcom.2008.06.041

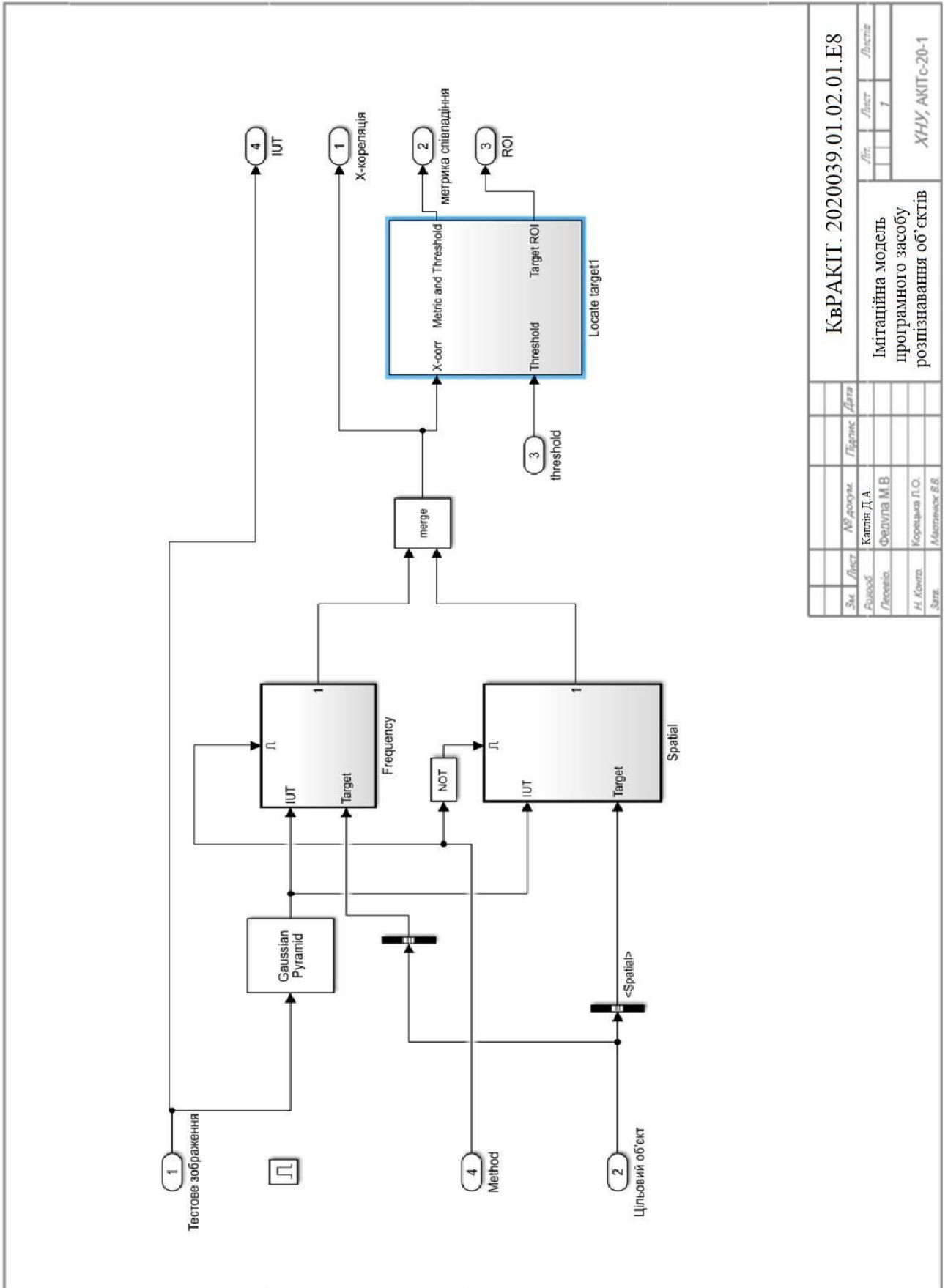
50 Islam, M. N., Asari, K. V., Karim, M. A., & Alam, M. S. (2011). Distortion-invariant pattern recognition using synthetic discriminant function based multiple phase-shifted-reference fringe-adjusted joint transform correlation. *Optics Communications*, 284(6), 1532–1539. doi: 10.1016/j.optcom.2010.11.042

51 Jiang, W., Li, T., Zhang, S., Chen, W., & Yang, J. (2023). PCB defects target detection combining multi-scale and attention mechanism. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 123. doi: 10.1016/j.engappai.2023.106359

52 Karasik, Y. B. (1998). A recursive formula for convolutions/correlations and its application in pattern recognition. *Pattern Recognition Letters*, 19(1), 53–56. doi: 10.1016/S0167-8655(97)00149-9

ДОДАТОК А

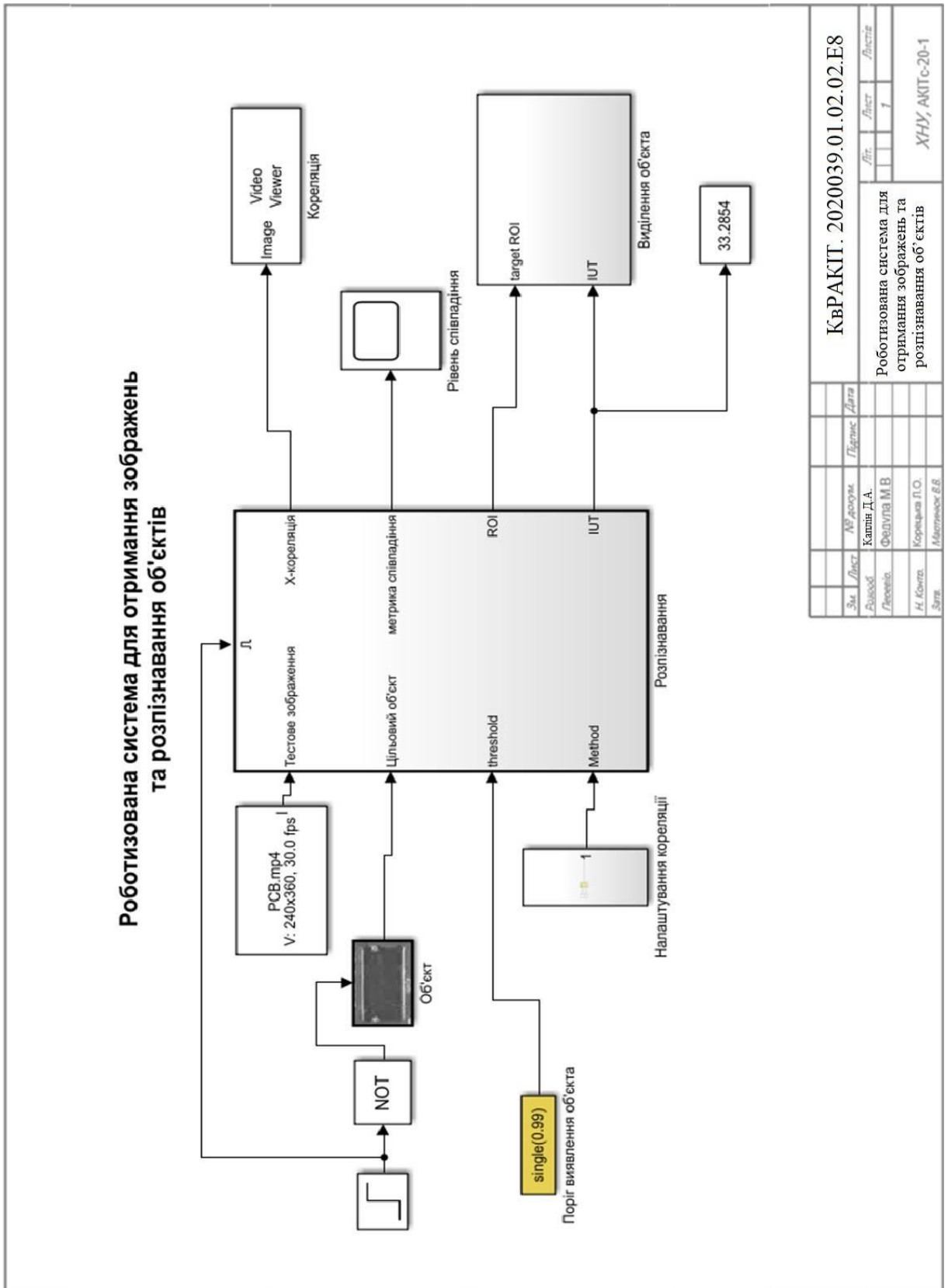
Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів



КВРАКІТ. 2020039.01.02.01.E8	
Імітаційна модель програмного засобу розпізнавання об'єктів	Лист 1
Зм. Лист	Підпис Дата
Розроб. Калпін Д.А.	
Листів. Федута М.В.	
Н.Контр. Корсунів П.О.	
Затв. Митяков Є.В.	
ХНУ, АКІТС-20-1	

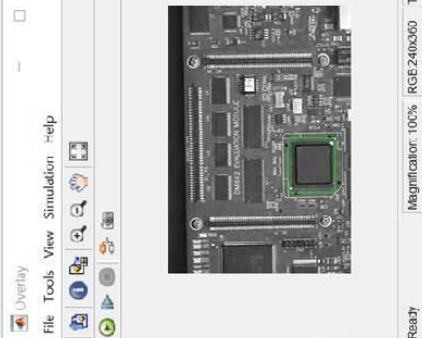
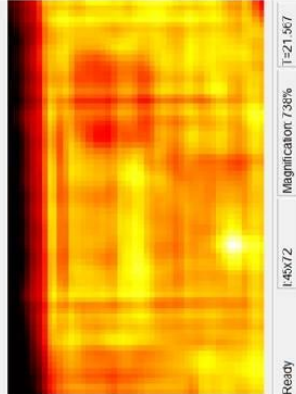
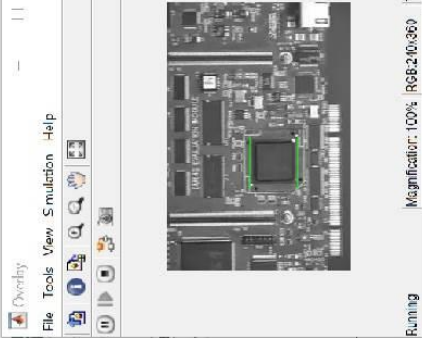
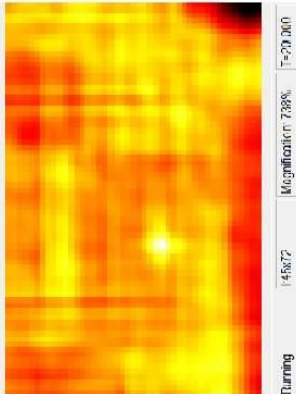
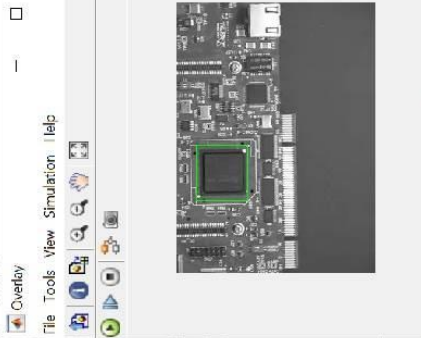
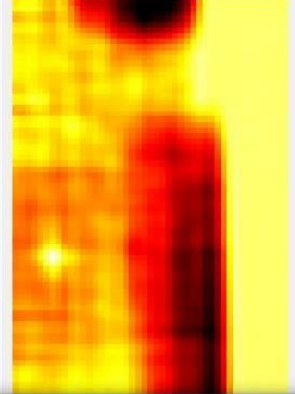
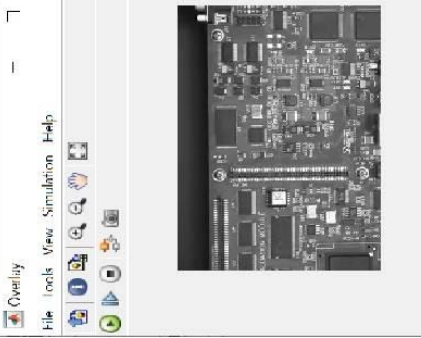
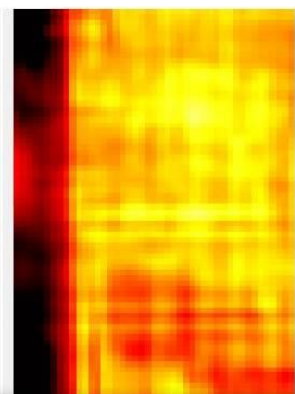
ДОДАТОК Б

Роботизована система для отримання зображень та розпізнавання об'єктів



ДОДАТОК В

Результати імітаційного моделювання роботизованої системи для отримання зображень та розпізнавання об'єктів

 <p>Overlay File Tools View Simulation Help Magnification: 100% RGB:240x360 T=21.537 Ready</p>	 <p>Корекція File Tools View Simulation Help Magnification: 738% Ready</p>	 <p>Overlay File Tools View Simulation Help Magnification: 100% RGB:240x360 T=17.087 Running</p>	 <p>Корекція File Tools View Simulation Help Magnification: 738% Running</p>
 <p>Overlay File Tools View Simulation Help Magnification: 100% RGB:240x360 T=301.533 Paused</p>	 <p>Корекція File Tools View Simulation Help Magnification: 738% Paused</p>	 <p>Overlay File Tools View Simulation Help Magnification: 100% RGB:240x360 T=377.867 Paused</p>	 <p>Корекція File Tools View Simulation Help Magnification: 738% Paused</p>

КВРАКІТ. 2020039.01.02.03.E8			
Зм.	№ докум.	Период	Дата
Лист	Камін Д.А.		
Листів	Федута М.В.		
Листів			
Л. Конст.	Корочка П.О.		
Зарег.	Матвеев В.В.		
		Лист	Листів
			7
ХНУ, АКІС-20-1			

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1015651717

Дата перевірки:
20.06.2023 03:14:59 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
20.06.2023 03:17:41 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: Каплін - на антиплагіат

Кількість сторінок: 50 Кількість слів: 6565 Кількість символів: 55433 Розмір файлу: 2.01 MB ID файлу: 1015297383

108 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

1.38% Схожість

Найбільша схожість: 0.79% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015268066)

1.19% Джерела з Інтернету 123 Сторінка 52

0.82% Джерела з Бібліотеки 22 Сторінка 52

0.82% Цитат

Цитати 4 Сторінка 53

Посилання 1 Сторінка 53

0.09% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

Немає вилучених Інтернет-джерел

0.09% Вилученого тексту з Бібліотеки 12 Сторінка 53

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 1

Підозріле форматування 14 сторінок

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 2.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 11%

ID: 117196 Назва: БКР Отримання зображень роботизованими системами та розпізнавання об'єктів Додано в БД: 2023-06-20 Автора: Данило КАПЛІН Керівники: Микола ФЕДУЛА Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	49159	461	805 (2%)	11 (2%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Каплін Данило Андрійович

Тема: Отримання зображень роботизованими системами та розпізнавання об'єктів

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 56

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: метою роботи є розробка роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів з використанням імітаційного моделювання в Simulink.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: у першому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналітичний огляд предметної області (проаналізовано сучасний рівень розвитку роботизованих систем отримання зображень та розпізнавання об'єктів) та виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи виконано розроблення структури та моделі роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів; побудовано блок-схеми у програмному середовищі Simulink. В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано дослідження параметрів та характеристик побудованої моделі роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів. Побудовано графіки характеристик розпізнавання об'єктів та кореляційних функцій. Модель може бути об'єднана з моделями з різних областей фізики, а також забезпечує можливість підключення до реальних систем отримання зображень.
4. Позитивні сторони роботи: побудована модель роботизованої системи отримання зображень та розпізнавання об'єктів зручна для дослідження та відлагодження сучасних алгоритмів обробки зображень.

5. Негативні сторони роботи у роботі недостатньо представлено математичний опис операцій кореляції

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (4,25/В)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) *Капустян*
Марія Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІС ЗНУ

“ 19 ” 06 2023 р.

(підпис)

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Отримання зображень роботизованими системами та розпізнавання об'єктів

Автор: Каплін Данило Андрійович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Федула Микола Васильович, к.т.н., доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, що не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають посилання, оформлені належним чином;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з багатьма джерелами на один фрагмент речення;

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 1,38% і адресується до 145 першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

20.06.2023р.

Завідувач кафедри АКІТтаР

Гарант ОП

Керівник роботи





Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Микола ФЕДУЛА

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Каплін Д.А

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи АКІТс-20-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

06.06.2023

дата



підпис