

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри



В. М. Рябенський

д.т.н., професор

« 15 » грудня 2025 р.

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Апаратно-програмний комплекс реєстрації студентів в аудиторії

Виконав: студент 6321М групи


(підпис)

Н. О. Балицький

Керівник роботи:

д.т.н., професор, завідуючий

кафедрою ПЕЕТ

(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

В. М. Рябенський

м. Миколаїв – 2025 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра	програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Спеціальність	171 «Електроніка»
Освітня програма	Електронні системи

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

В. М. Рябенський

(підпис)

« 09 » жовтня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» (освітньо-кваліфікаційний рівень)

Студенту Балицькому Нікіті Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Апаратно-програмний комплекс реєстрації студентів в аудиторії

керівник роботи Рябенський Володимир Михайлович, д.т.н., професор, завідувачий кафедрою ПЕЕТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора № 1217 від «14» жовтня 2025 року.

2. Термін подання роботи: 09 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані по роботі:

Використання відбитків пальців для ідентифікації студентів.

Кількість студентів – 25 чол. Результат – список студентів в лабораторії.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

Загальний огляд

Розробка апаратної частини сканеру відбитків пальців

Розробка програмної частини сканеру відбитків пальців

Розробка програмного забезпечення розпізнавання відбитків пальців

Охорона праці

5. Перелік презентаційних матеріалів Мета та задачі дослідження

Блок-схема апаратної частини системи. Принципова схема сканеру відбитків пальців.

Блок-схема алгоритму зчитування зображення відбитку пальця, ч. 1, 2.

Загальна блок-схема системи розпізнавання відбитків пальців.

Покращення зображення відбитку пальця. Перетворення зображення відбитку пальця у об'єкт для розпізнавання. Порівняння відбитків пальців.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Тубальцев А.М., доц. каф. екології та природоохоронних технологій		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]


(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

[

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Анотація

У кваліфікаційній роботі розроблено програмно-апаратний комплекс автоматичної реєстрації студентів на заняттях вищих навчальних закладів шляхом використання дактилоскопічної ідентифікації відбитків пальців.

Проведено огляд сучасних сенсорів зчитування відбитків пальців. Відповідно до цього було розглянуто основні способи фільтрації їх зображень. У зв'язку з необхідністю реєстрації зображень відбитків пальців на віддаленому сервері було розглянуто основні протоколи передачі даних через Ethernet, сервіси передачі даних та їх формати. Також було проведено огляд інструментів створення графічного web-інтерфейсу.

В ході роботи було розроблено схему підключення сенсору зчитування відбитків пальців, алгоритм зчитування їх зображень та передачі через Ethernet. Розроблено модуль серверної частину для прийому зображень відбитків пальців, їх фільтрації, реєстрації у базі даних та систему ідентифікації.

Розглянуті основні питання охорони праці.

Ключові слова: сканери, сенсори відбитків пальців, інтерфейси передачі даних, технологій порівняння відбитків пальців, ідентичність відбитків, візерунок поверхні пальців, алгоритми порівняння відбитків.

Abstract

In the qualification work, a software and hardware complex for automatic registration of students in the classroom of higher educational institutions was developed by using fingerprint identification.

A review of modern fingerprint reading sensors is carried out. In accordance with this, the main ways to filter their images were considered. Due to the need to register fingerprint images on a remote server, the main data transmission protocols via Ethernet, data transmission services and their formats were considered. A review of tools for creating a graphical web interface was also conducted.

In the course of the work, a scheme for connecting a fingerprint reader sensor, an algorithm for reading their images and transmitting them via Ethernet were developed. A server-side module has been developed for receiving fingerprint images, filtering them, registering them in the database, and an identification system.

The main issues of labor protection are considered.

Keywords: scanners, fingerprint sensors, data transfer interfaces, fingerprint alignment technology, fingerprint identity, finger surface modification, algorithms for equalization.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів..	7
Вступ.....	8
Розділ 1. Загальний огляд	10
1.1. Загальні відомості про біометричні системи ідентифікації.....	10
1.2. Загальний огляд сенсорів відбитків пальців.....	12
Розділ 2. Розробка апаратної частини сканеру відбитків пальців	25
2.1. Методи апаратної реалізації системи зчитування відбитків пальців та їх передачі	25
2.2. Опис елементів, необхідних для реалізації апаратної частини сканеру	29
2.3. Формування структурної блок-схеми пристрою.....	33
2.4. Розробка принципової схеми	34
2.5. Висновки за розділом.....	37
Розділ 3. Розробка програмної частини сканеру відбитків пальців	39
3.1. Опис програмних компонентів, необхідних для реалізації програмної частини сканеру відбитків пальців	39
3.2. Інсталяція програмних компонентів	45
3.3. Розробка програмного забезпечення для роботи з сенсором FPC1011C.....	48
3.4. Розробка програмного забезпечення зчитування зображення відбитка пальця	50
3.5. Розробка програмного забезпечення роботи з модулем вводу-виводу.....	53
3.6. Розробка програмного забезпечення передачі зображення до серверу	54
3.7. Формування блок-схеми	57
3.8. Висновки за розділом.....	59
Розділ 4. Розробка програмного забезпечення розпізнавання відбитків пальців	61

4.1. Опис програмних елементів, компонентів та ін., необхідних для розробки програмного забезпечення	61
4.2. Розробка системи ідентифікації особи за відбитком пальців	63
4.3. Формування структури бази даних	63
4.4. Розробка програмного забезпечення покращення зображення відбитку пальця.....	64
4.5. Перетворення зображення у об'єкт для розпізнавання	71
4.6. Порівняння відбитків пальців	73
4.7. Висновки за розділом.....	73
Розділ 5. Охорона праці	75
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на людину	75
5.2. Розрахунок виробничого освітлення.....	82
5.3. Заходи по техніці безпеки.....	85
Висновки	89
Список використаних джерел	90

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

Прийняті скорочення

FTIR – Frustrated Total Internal Reflection – порушене точне внутрішнє відображення.

КМОН – комплементарні метал оксид напівпровідник.

ПЗЗ – Прилади з зарядовим зв'язком.

Fiber optic scanner – оптичний сканер.

ЕОС – електрооптичний сканер.

ОПС – оптичний притяжний сканер.

РС – роликові сканери.

ТС – touchless scanner – безконтактні сканери.

Capasitive scanner – ємкісний сканер.

Ultrasonic scanner – ультразвукові сканери.

					171.6321М.КР.ПЗ.Скорочення	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

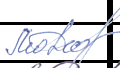
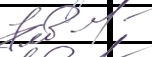
ВСТУП

Як відомо, для фіксування присутності студентів на заняттях у вищих навчальних закладах необхідна досить значна кількість часу, призначеного для навчального процесу.

У зв'язку з цим виникає необхідність створення автоматизованої системи, яка б змогла ідентифікувати особу та зафіксувати її присутність на заняттях. Для вирішення даної проблеми застосовуються біометричні властивості людини, засновані на її унікальних фізіологічних характеристиках. Одним з найпоширеніших та найпростіших у реалізації видів біометричної ідентифікації є ідентифікація за відбитками пальців.

Метою дипломного проекту є розробка програмно-апаратного комплексу, який здійснює автоматизовану реєстрацію присутності студентів на заняттях в аудиторії у системі TAIS, шляхом використання біометричних особливостей відбитків пальців людини.

					171.6321М.КР.ПЗ.Вступ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Балицький Н. О.			Загальний огляд	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							9	15
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Рябенський В. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД

1.1. Загальні відомості про біометричні системи ідентифікації

Настали часи, коли дактилоскопія, сканування сітківки ока або особливості голоси з шпигунських атрибутів перейшли до забезпечення безпеки і комфорту в різних сферах сучасного життя. Йдеться про біометричні технології.

Біометрією називається сукупність способів і пристроїв для ідентифікації людини, які засновані на його унікальних фізіологічних або поведінкових характеристиках.

Цей вид ідентифікації може застосовуватися для запобігання забороненого доступу в будівлі, до комп'ютерів, банкоматам, мобільних телефонів і так далі.

Біометричні властивості це:

- відбитки пальців
- геометрія рук
- райдужна оболонка очей
- малюнок сітківки
- голос
- почерк
- візерунок вен на руках та ін.

1.1.1 Аутентифікація за відбитками пальців

Ідентифікація за відбитками пальців – найпоширеніша біометрична технологія аутентифікації користувачів. Метод використовує унікальність малюнка папілярних візерунків на пальцях людей. Відбиток, отриманий за допомогою сканера, перетворюється на цифровий код, а потім порівнюється з раніше введеними наборами еталонів. Переваги використання аутентифікації за відбитками пальців – легкість у використанні, зручність та надійність. Універсальність цієї технології дозволяє застосовувати її в будь-

					171.6321M.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

яких сферах і для вирішення найрізноманітніших завдань, де необхідна достовірність і досить точна ідентифікація користувачів.

1.1.2 Аутентифікація за райдужною оболонкою ока

Дана технологія біометричної аутентифікації особистості використовує унікальність ознак і особливостей райдужної оболонки людського ока. Райдужна оболонка - тонка рухлива діафрагма очі у хребетних з отвором (зіницею) у центрі; розташована за рогівкою, між передньою і задньою камерами ока, перед кришталиком. Райдужна оболонка утворюється ще до народження людини і не змінюється протягом всього життя. Райдужна оболонка за текстурою нагадує мережу з великою кількістю оточуючих кіл і малюнків, які можуть бути виміряні комп'ютером, малюнок райдужки дуже складний, це дозволяє відібрати близько 200 точок, за допомогою яких забезпечується високий ступінь надійності аутентифікації. Для порівняння, кращі системи ідентифікації за відбитками пальців використовують 60-70 точок.

1.1.3 Аутентифікація за геометрією руки

У цьому біометричному методі для аутентифікації особистості використовується форма кисті руки. Через те, що окремі параметри форми руки не є унікальними, доводиться використовувати кілька характеристик. Скануються такі параметри руки, як вигини пальців, їх довжина і товщина, ширина і товщина тильного боку руки, відстань між суглобами і структура кістки. Також геометрія руки включає в себе дрібні деталі (наприклад, зморшки на шкірі). Хоча структура суглобів і кісток є відносно постійними ознаками, та розпухання тканин або удари руки можуть спотворити вихідну структуру.

					171.6321M.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Проблема даної технології: навіть без урахування можливості ампутації, захворювання під назвою «артрит» може сильно перешкодити застосуванню сканерів.

1.1.4 Аутентифікація за голосом

Біометричний метод аутентифікації за голосом характеризується простотою в застосуванні. Даному методу не потрібно дорога апаратура, досить мікрофону і звукової плати. В даний час дана технологія швидко розвивається, так як цей метод аутентифікації широко використовується в сучасних бізнес-центрах. Існує досить багато способів побудови шаблону по голосу. Зазвичай, це різні комбінації частотних і статистичних характеристик голосу. Можуть розглядатися такі параметри, як модуляція, інтонація, висота тону, і т. п.

Основним і визначальним недоліком методу аутентифікації за голосом – низька точність методу. Наприклад, людину з застудою система може не впізнати. Важливу проблему становить різноманіття проявів голоси одну людину: голос здатний змінюватися залежно від стану здоров'я, віку, настрою і т.д. Це різноманіття представляє серйозні труднощі при виділенні відмінних властивостей голосу людини. Крім того, облік шумовий компоненти є ще однією важливою і не вирішеною проблемою в практичному використанні аутентифікації по голосу. Так як ймовірність помилок другого роду при використанні даного методу велика (близько одного відсотка), аутентифікація по голосу застосовується для управління доступом в приміщеннях середнього рівня безпеки, такі як комп'ютерні класи, лабораторії виробничих компаній і т.д.

1.2. Загальний огляд сенсорів відбитків пальців

Усі існуючі типи сканерів відбитків пальців поділяються на наступні види:

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Оптичні
- Ємнісні
- Радіочастотні
- Ультразвукові
- Температурні

1.2.1 Оптичні сканери

На теперішній час існує декілька різновидів сканерів, призначених для отримання відбитків пальців оптичним методом.

FTIR-сканери – це пристрої, в яких використовується ефект порушеного повного внутрішнього відбиття (Frustrated Total Internal Reflection). Ефект полягає в тому, що при падінні світла на межу розділу двох середовищ світлова енергія ділиться на дві частини – одна відбивається від кордону, а інша проникає через кордон в друге середовище.

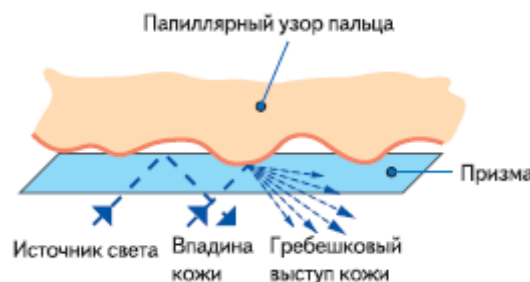


Рисунок 1.4 – Принцип дії FTIR сканеру

Частка відображеної енергії залежить від кута падіння світлового потоку. Починаючи з деякої величини даного кута, вся світлова енергія відбивається від межі розділу. Це явище називається повним внутрішнім відображенням. У разі контакту більш щільного оптичного середовища (у нашому випадку поверхні пальця) з менш щільним (наприклад, з поверхнею призми) в точці повного внутрішнього відображення пучок світла проходить через цей кордон. Таким чином, від кордону відіб'ються лише пучки світла, що потрапили в певні точки повного внутрішнього відображення, до яких не був прикладений папілярний візерунок пальця. Для захоплення отриманої

світлової картинки поверхні пальця використовується спеціальний датчик зображення (КМОП або ПЗС, залежно від реалізації сканера). Провідними виробниками подібних сканерів є компанії BioLink, Digital Persona, Identix.

Оптоволоконні сканери (Fiber Optic Scanners) представляють собою оптоволоконну матрицю, в якій всі хвилеводи на виході з'єднані з фотодатчиками. Чутливість кожного датчика дозволяє фіксувати залишкове світло, що проходить через палець, в точці дотику пальця з поверхнею матриці. Зображення всього відбитка формується за даними, які зчитуються з кожного фотодатчика.

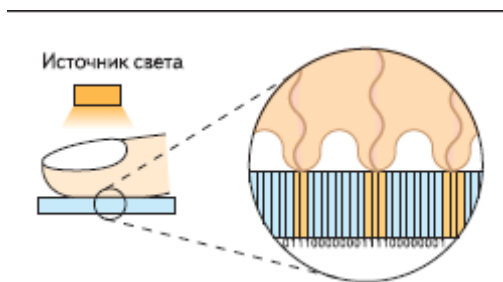


Рисунок 1.5 – Принцип дії оптоволоконного сканеру

Виробником оптоволоконних сканерів є консорціум Elsys.

Електрооптичні сканери (Electro-Optical Scanners) – технологія заснована на використанні спеціального електрооптичного полімеру, до складу якого входить світло випромінюючий шар. Коли палець прикладається до сканера, неоднорідність електричного поля у його поверхні (різниця потенціалів між горбками і западинами шкіри) відображається на світінні шару. Таким чином, формується зображення відбитка пальця. Надалі датчик зображення перетворює отриману картинку в цифровий вигляд. Даний тип сканерів випускається компанією Security First Corp.

Оптичні протяжні сканери (Sweep Optical Scanners) – майже в усьому аналогічні FTIR-пристроїв, за винятком того, що для отримання зображення відбиток пальця не просто прикладається до сканера, а проводиться по вузькій смужці – зчитувача. У міру руху пальця робиться серія миттєвих фотографій. При цьому сусідні кадри знімаються з деяким накладенням, що

дозволяє значно зменшити розміри використовуваної призми і самого сканера. Для отримання результуючого зображення відбитка пальця застосовується спеціалізоване програмне забезпечення. Провідним виробником сканерів даного типу є компанія Cogent Systems.

Роликові сканери (Roller Style Scanners) – дані пристрої є самими мініатюрними сканерами. Відбиток захоплюється при прокочуванні пальцем прозорого тонкостінного ролика. Аналогічно протяжному сканеру, під час руху пальця робляться миттєві знімки фрагментів папілярного узору з деяким накладенням зображення. При скануванні використовується найпростіша оптична технологія: всередині прозорого циліндра знаходяться статичне джерело світла, лінза і датчик зображення. Після повної прокрутки пальця програмно збирається результуюче зображення його відбитка.



Рисунок 1.6 – Принцип дії роликового сканеру

Роликові сканери виробляються компаніями Digital Persona, CASIO Computer, ALPS Electric.

Безконтактні сканери (Touchless Scanners) – в даних пристроях палець не контактує безпосередньо з поверхнею сканера. Палець всього лише прикладається до отвору сканера і підсвічується знизу з різних сторін декількома джерелами світла. По центру отвори розташована лінза, за допомогою якої зображення відбитка пальця проектується на КМОП-камеру.

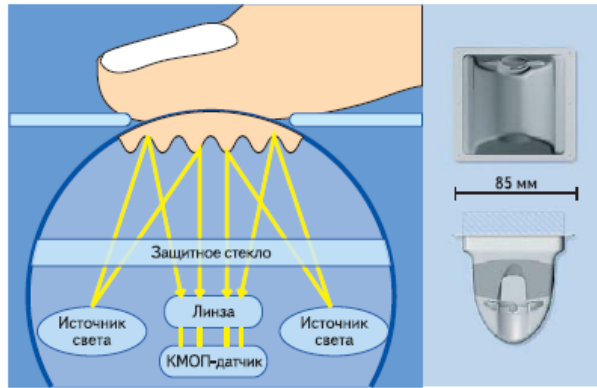


Рисунок 1.7 – Принцип дії безконтактного сканеру

Сканери даного типу випускає компанія Touchless Sensor Technology.

Відзначимо ряд недоліків, які притаманні оптичним сканерів, і вкажемо, які з них вже виправлені :

Неможливість зробити їх компактними. Ця проблема стояла донедавна, але, як видно з наведених малюнків, цей недолік залишився в минулому.

Оптичні модулі досить дороги за великого числа компонентів і складної оптичної системи. Цей недолік сьогодні також нівелюється в зв'язку з істотним зменшенням вартості датчиків зображення.

Відсутній ефективний захист від муляжів.

1.2.2 Ємнісні сканери

Ємнісні сканери (Capacitive Scanners) є сьогодні найбільш поширеними напівпровідниковими пристроями для отримання зображення відбитка пальця.

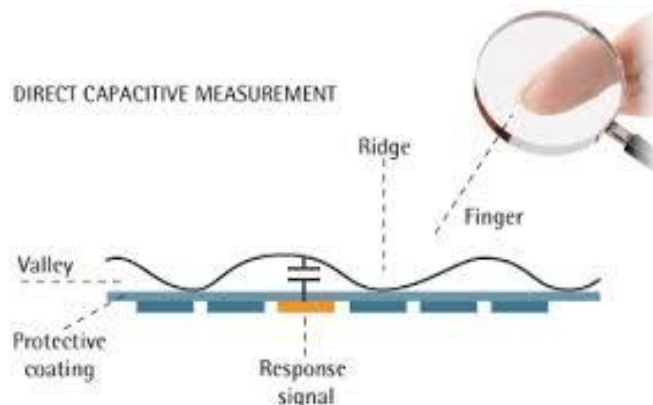


Рисунок 1.8 – Принцип дії ємнісного сканеру

Їх робота заснована на ефекті зміни ємності рп-переходу напівпровідника при зіткненні гребеня папілярного узору з елементом напівпровідникової матриці. Існують модифікації ємнісних сканерів, в яких кожен напівпровідниковий елемент в матриці виступає в ролі однієї пластини конденсатора, а палець – в ролі іншої. При додатку пальця до датчика між кожним чутливим елементом і виступом – западиною папілярного узору утворюється ємність, величина якої визначається відстанню між рельєфною поверхнею пальця і датчиком. Матриця цих ємностей перетвориться в зображення відбитка пальця. Провідними виробниками сканерів даного типу є компанії Infineon, STMicroelectronics, Veridicom.

Недолік ємнісного методу – неефективний захист від муляжів.

1.2.3 Радіочастотні сканери

Радіочастотні сканери (RF-Field Scanners) – у таких сканерах використовується матриця елементів, кожен з яких працює як мініатюрна антена.

Радіочастотний модуль генерує сигнал низької інтенсивності і направляє його на поверхню пальця, що сканується. Кожен з чутливих елементів матриці приймає відбитий від папілярного узору сигнал. Величина наведеної в кожній мініатюрної антені ЕРС залежить від наявності або відсутності поблизу неї гребеня папілярного узору. Отримана таким чином матриця напруг перетвориться в цифрове зображення відбитка пальця. Оскільки метод заснований на фізіологічних властивостях шкіри, його важко обдурити імітацією пальця. До недоліків методу належить необхідність якісного контакту пальця і передавача, який може бути досить гарячим. Відомим виробником радіочастотних сканерів є компанія Authentec.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

1.2.4 Сканери, що чутливі до тиску

Чутливі до тиску сканери (Pressure Scanners) у своїй конструкції використовують матрицю п'єзоелектричних елементів, чутливих до натиснення.

При прикладанні пальця до поверхні, що сканується, виступи папілярного узору чинять тиск на деяку підмножину елементів матриці.

Западини шкірного узору ніякого тиску не роблять. Таким чином, сукупність отриманих з п'єзоелектричних елементів напруг перетвориться в зображення відбитка пальця.

Даний метод має ряд недоліків:

- низька чутливість;
- неефективний захист від муляжів;
- схильність до пошкоджень при надмірно докладених зусиллях.

Чутливі до тиску сканери випускає компанія BMF.

1.2.5 Ультразвукові сканери

Ультразвукові сканери (Ultrasonic Scanners) сканують поверхню пальця ультразвуковими хвилями. Відстані між джерелом хвиль, виступами і западинами папілярного узору вимірюються по відбитому від них луні. Якість одержуваного зображення в десятки разів краще, ніж у будь-якого іншого представленого на біометричному ринку методу. Крім того, даний спосіб практично повністю захищений від муляжів, оскільки дозволяє крім відбитка папілярного узору пальця отримувати інформацію і про деяких інших характеристиках.

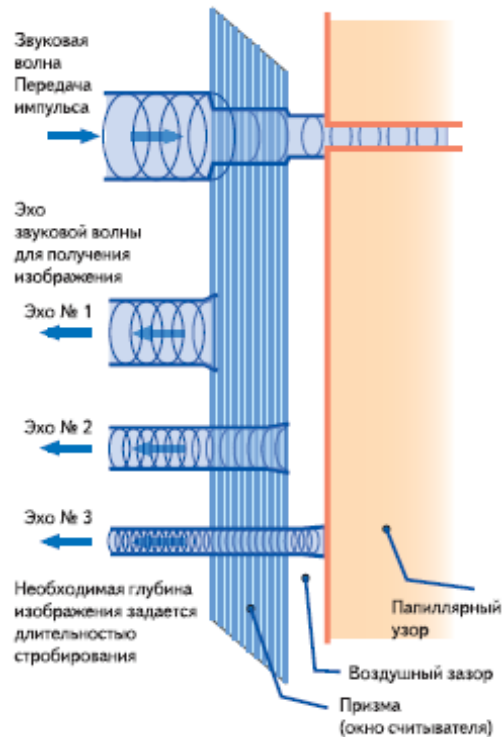


Рисунок 1.9 – Принцип дії ультразвукового сканеру

Основним недоліком ультразвукового методу є висока ціна сканерів даного виду в порівнянні з оптичними і напівпровідниковими сканерами.

Провідним виробником сканерів даного типу є компанія Ultra-Scan Corporation.

1.2.6 Термосканери

Термосканери (Thermal Scanners) – у таких пристроях використовуються датчики, які складаються з піроелектричних елементів, що дозволяють фіксувати різницю температури і перетворювати її в напругу.

При прикладанні пальця до сканера по температурі торкаємося піроелектричні елементи виступів папілярного узору і температурі повітря, що знаходиться в западинах, будується температурна карта поверхні пальця, яка в подальшому перетворюється на цифрове зображення.

При прикладанні пальця в перший момент різниця температур значна і рівень сигналу, відповідно, високий. Після закінчення короткого часу (менше однієї десятої частки секунди) зображення зникає, оскільки палець і датчик

приходять до температурного рівноваги. На сьогоднішній день провідним виробником термосканери є компанія Atmel.

Вибір ємнісного сканера

Хоча на ринку існують готові системи, але на ряду зі своїми перевагами вони мають ряд недоліків, таких як закритість програмного коду і алгоритму, а також висока ціна. Більшість сканерів поставляються із власною базою даних та програмним забезпеченням, що унеможливорює вбудовування даного сканера у будь-яку систему, як складову. Найпоширенішими виробниками даних сканерів є BioLink, Digital Persona, Identix.

Отже виникає необхідність у дешевому standalone сенсорі, який виконував би лише функцію зчитування та передачі зображення відбитка пальця за допомогою стандартних протоколів, таких як I2C, 1-Wire, SPI, UART та інші.

Після детального огляду було прийняте рішення використання сенсору відбитків пальців FPC1011C.



Рисунок 1.10 – FPC1011C

Основні характеристики:

- SPI інтерфейс з передачі швидкістю до 32 МГц.
- 3,3 і 2,5 операція вольт.
- Покращена якість зображення.
- Міцна поверхня покриття.

					171.6321M.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

- Захист 15кВ ESD.
- 1 мільйон циклів зносу.

Огляд алгоритмів порівняння відбитків пальців

На теперішній час виділяють три класи алгоритмів порівняння відбитків пальців, а саме:

- Кореляційне порівняння.
- Порівняння за особливими точками.
- Порівняння по візерунку.

1.4.1 Кореляційне порівняння

Два зображення відбитка пальця накладаються один на одного, і підраховується кореляція (за рівнем інтенсивності) між відповідними пікселями, обчислена для різних вирівнювань зображень один щодо одного (наприклад, шляхом різних зміщень і поворотів). За відповідним коефіцієнту приймається рішення про ідентичність відбитків.

Внаслідок складності і тривалості роботи даного алгоритму, особливо при вирішенні задач ідентифікації (порівняння «один- до багатьох») – системи, побудовані з його використанням, практично не використовуються.

1.4.2 Порівняння за особливими точками

По одному або декількома зображеннями відбитків пальців зі сканера формується шаблон, який представляє собою двовимірну поверхню, на якій виділені кінцеві точки та точки розгалуження. При порівнянні – на сканованому зображенні відбитка також виділяються ці точки, карта цих точок порівнюється з шаблоном і по кількості точок, що збіглися, приймається рішення по ідентичності цих відбитків.

В силу простоти реалізації і швидкості роботи – алгоритми даного класу є найбільш розповсюдженими. Єдиним значним недоліком даного

					171.6321M.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

метода є достатньо високі вимоги до якості сканованого зображення (близько 500 dpi).

1.4.3 Порівняння по візерунку

В даному алгоритмі порівняння використовуються безпосередньо особливості папілярного візерунку поверхні пальців. Отримане зі сканеру зображення відбитка пальця розділяється на безліч комірок, як показано на рисунку 4 (розмір комірок залежить від необхідної точності)



Рисунок 1.11 – Порівняння по візерунку

Висновки за розділом та постановка задачі проектування

Серед методів аутентифікації було обрано метод аутентифікації за відбитками, адже він є одним з найпоширеніших та найпростіших за реалізацію.

У даному розділі дипломного проекту було проаналізовано існуючі види сканерів відбитків пальців, їх переваги та недоліки. Виходячи з цього було визначено найбільш перспективний та найпоширеніший вид сканерів, а саме ємнісний. Низька вартість та задовільна якість зображення відбитка повністю задовольняють вимогам дипломного проекту.

Серед проаналізованих алгоритмів порівняння відбитків пальців найбільш ефективним є порівняння за особливими точками. Цей алгоритм характеризується простотою реалізації і швидкістю роботи. Якість

зображення зображень сенсора повністю задовольняє умовам даного алгоритму.

Метою дипломного проекту є розробка програмно-апаратного комплексу, який здійснює автоматизовану реєстрацію присутності студентів на заняттях в аудиторії у системі TAIS, шляхом використання біометричних особливостей відбитків пальців людини.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити принципову схему підключення сканера відбитків пальців до Raspberry Pi;
- сформувати блок-схему прийому даних з сенсора відбитків пальців;
- сформувати блок-схему загальної роботи програмної частини Raspberry Pi;
- розробити програмне забезпечення для Raspberry Pi, який буде організовувати прийом та передачу даних;
- сформувати блок-схему перетворення зображення відбитка пальців у об'єкт для розпізнавання;
- розробити модуль фільтрації зображення відбитку пальця за допомогою фільтра Габора;
- розробити модуль бінарізації, скелетизації зображення та виділення особливих точок;
- спроектувати структуру бази даних для зберігання зображень відбитків пальців;
- розробити модуль реєстрації та розпізнавання відбитків пальців;
- розробити графічний web-інтерфейс для реєстрації сканерів відбитків пальців;
- розглянути питання охорони праці.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Балицький Н. О.			Розробка апаратної частини сканеру відбитків пальців	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							24	14
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Рябенський В. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ СКАНЕРУ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ

2.1. Методи апаратної реалізації системи зчитування відбитків пальців та їх передачі

Апаратна частина даної системи повинна складатися безпосередньо із самого сенсору відбитків пальців для сканування і передачі, та пристрою, який виконував би функцію прийому даних від сенсора та їх передачу до серверу для подальшої обробки.

Серед методів передачі даних, як найбільш доречними, можна виділити передачу за допомогою Ethernet та мережі Інтернет. З цього випливає, що для зв'язку з сервером необхідна лише точка доступу до мережі Інтернет. Даний спосіб дозволить зробити систему більш гнучкішою та переносною, так як це значно спрощує витрати на обладнання та монтаж зв'язку з сервером.

Після детального огляду були виділені найбільш доречні та ефективні способи реалізації пристрою для передачі даних до серверу, а саме:

- Мікроконтролер + SPI Ethernet модуль ENC28J60
- Мікроконтролер + Ethernet-RS232 модуль WIZ100SR
- Використання Raspberry Pi.

2.1.1 Мікроконтролер + ENC28j60

ENC28J60-H – мініатюрний Ethernet-модуль, представляє собою закінчене типове рішення контролера зв'язку мережі LAN на базі мікросхеми ENC28J60. Мікросхема не вимагає для роботи багато обв'язки із зовнішніх компонентів, до МК підключається за допомогою SPI.

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

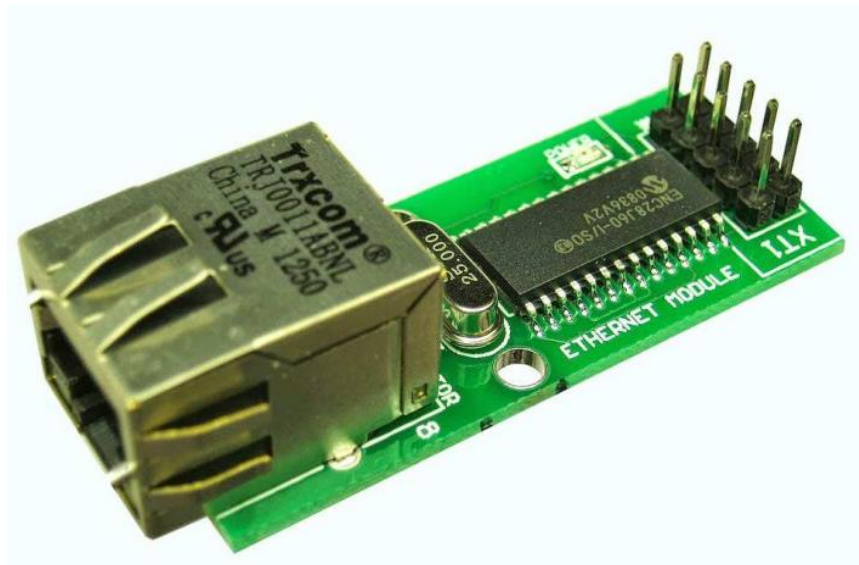


Рисунок 1.1 – ENC28j60

Даний модуль є найдешевшим серед більшості Ethernet модулів, представлених на ринку на сьогоднішній день.

Найсуттєвіший недолік даного модуля є відсутність вбудованого TCP/IP стеку, повноцінна реалізація якого потребує дуже багато зусиль та часу.

Після детального огляду Інтернету з питань використання Ethernet модуля ENC28j60 було виявлено, що даний модуль є досить нестабільним у роботі, а саме існують необґрунтовані зависання та перезавантаження модуля. Також існують проблеми з деякими досить важливими регістрами, запис значень до яких може спричинити нестабільну роботу і навіть пошкодження даних, наявних в буфері.

2.1.2 Мікроконтролер + WIZ100SR

Модуль побудований на базі мікросхеми W5100, що є функціонально закінченим 10/100 Ethernet-контролером.

Модуль спеціально розроблявся для використання у вбудованих додатках, коли першочерговими вимогами є легкість інтеграції, стабільність і надійність роботи, продуктивність і невисока вартість всієї системи. Апаратна реалізація стека протоколів TCP/IP дозволяє отримати високу

					171.6321M.KP.ПЗ.Р2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		26

швидкість передачі даних – до 25 Мбіт/с – і забезпечує просту стиковку з Internet без участі операційних систем і зовнішніх комп'ютерів. Головна відмітна особливість W5100 – наявність на кристалі апаратного вузла, який реалізує рівень РНУ стека протоколів TCP/IP.

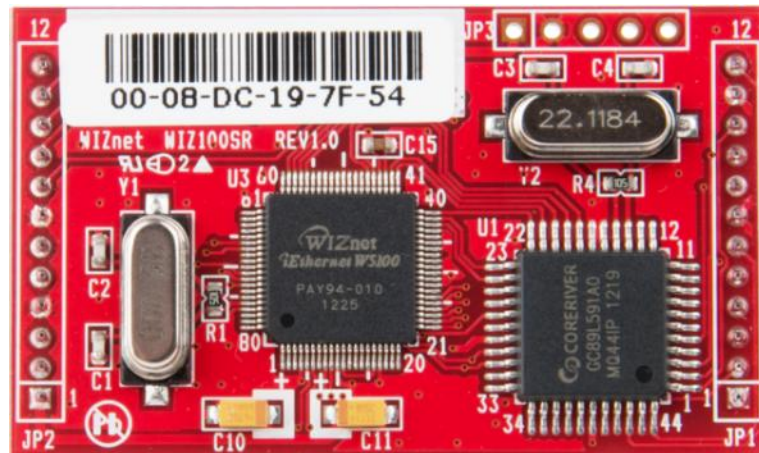


Рисунок 1.2 – WIZ100SR

Простота у використанні, налаштуванні та досить великі функціональні можливості спричинили досить високу ціну у порівнянні з іншими Ethernet модулями, що є основним за недоліків у використанні даного модуля.

2.1.3 Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi

Raspberry Pi – це мініатюрний, розміром з кредитну картку, дешевий комп'ютер. Raspberry Pi заснований на процесорі з архітектурою ARM 11, частотою в 700 МГц.



Рисунок 1.3 – Raspberry Pi

					171.6321M.KP.ПЗ.Р2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		27

Raspberry Pi має наступні характеристики:

- Процесор: 700МГц ARM11
- Пам'ять: 512 Мбайт SDRAM
- OpenGL ES 2.0
- Аудіо: H.264 high-profile decode
- Композитний і HDMI відеовиходи
- USB 2.0
- Слот для карти пам'яті SD/MMC/SDIO
- Система вводу-виводу загального призначення GPIO
- Open software: ОС Raspbian

Raspberry Pi за ціною того ж самого Ethernet модуля WIZ100SR включає в себе не тільки Ethernet модуль, а й цілий комп'ютер з досить значними функціональними можливостями. Можливість встановлення операційної системи, використання JDK та портів введення-виведення GPIO вирішують проблему поєднання високорівневих та низькорівневих операцій, наприклад робота з пристроями за допомогою SPI та передача даних через Ethernet.

Raspberry Pi значно спрощує використання Ethernet, адже для передачі та прийому даних не потрібно реалізовувати TCP/IP стек та протокол http для передачі даних. Це потребує значних витрат часу, тоді як це є лише невеликою частиною системи, що розробляється. Raspberry Pi має повноцінний вбудований Ethernet модуль, робота якого буде гарантовано стабільною та безперервною без вірогідності пошкодження даних, що передаються, та ін. Для роботи з модулем необхідна лише операційна система Linux, а для роботи з http протоколом в Java SE існує досить велика кількість бібліотек.

Водночас є можливість здійснення низькорівневих операцій за допомогою портів введення-виведення GPIO, для яких також існує open

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

source бібліотека pi4j. Вона підтримує усі сучасні протоколи передачі даних, такі як I2C, 1-Wire, SPI, UART та інші.

Одним з найголовніших переваг використання Raspberry Pi є відсутність потреби монтажу мікроконтролера, Ethernet модуля та інших електричних елементів, що значно спрощує розробку апаратної частини та підвищує її надійність та безперервність роботи.

2.2. Опис елементів, необхідних для реалізації апаратної частини сканеру

Апаратна частина сканеру буде складатися з модуля зчитування зображення відбитку пальця і модуля його прийому та передачі.

Для реалізації апаратної частини, було обрано наступні елементи:

- Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi
- Сенсор відбитків пальців FPC1011C
- Блок живлення ITrust
- SD картка Transcend
- Модуль введення та відображення інформації

2.2.1 Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi

Принципова схема GPIO. GPIO – це порти вводу-виводу загального призначення, які дають змогу низькорівневого керування фізичними периферійними пристроями. Схематика виводів та їх призначення представлені на рис. і табл. відповідно.

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

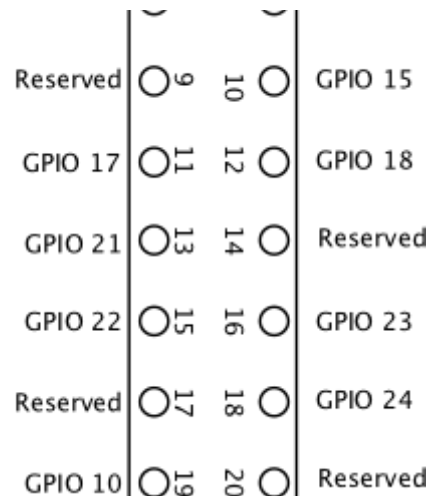


Рисунок 2.2 – Схема виводів GPIO

Таблиця 2.1 – Розпіновка GPIO

Номер	Назва	Призначення
1	3.3 V	Живлення 3.3 V
2	5 V	Живлення 5 V
3	SDA	
4	5 V	Живлення 5 V
5	SCL	
6	GND	Заземлення
7	GPIO	Порт вводу-виводу
8	TxD	
9	GND	Заземлення
10	RxD	
11	GPIO	Порт вводу-виводу
12	GPIO	Порт вводу-виводу
13	GPIO	Порт вводу-виводу
14	GND	Заземлення
15	GPIO	Порт вводу-виводу
16	GPIO	Порт вводу-виводу
17	3.3 V	Живлення
18	GPIO	Порт вводу-виводу
19	MOSI	
20	GND	Заземлення
21	MISO	
22	GPIO	Порт вводу-виводу
23	SCLK	Тактовий вихід SPI
24	CE0	
25	GND	Заземлення
26	CE1	

2.2.2 Сенсор відбитків пальців FPC1011C

FPC1011C – це ємнісний сенсор відбитків пальців. Зовнішній вигляд сенсору зображений на рис.



Рисунок 2.3 – FPC1011C

Характеристики. Основні характеристики:

- SPI інтерфейс з передачі швидкістю до 32 МГц
- 3,3 і 2,5 операція вольт
- Покращена якість зображення
- Міцна поверхня покриття
- Захист 15кВ ESD
- 1 мільйон циклів зносу

Принципова схема. Принципова схема сенсору представлена на рис.

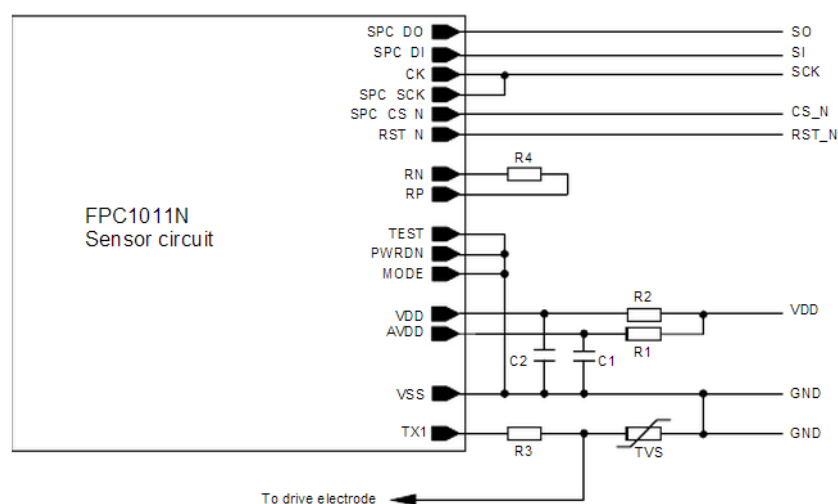


Рисунок 2.4 – Принципова схема FPC1011C

Сенсор має 8 пінів, призначення та назви яких представлені у табл.

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Розпіновка FPC1011с

№	Назва	Призначення
1	SO	Вихід даних SPI
2	VDD	Живлення
3	RST_N	Скидання
4	SCK	Тактовий вхід SPI
5	GND	Заземлення
6	SI	Вхід даних SPI
7	CS_N	Вибір чипу
8	GND	Заземлення

2.2.3. Блок живлення ITrust

Для роботи Raspberry Pi необхідний microUSB блок живлення із вихідним струмом не менше ніж 700 мА. У даному проекті було використано блок живлення ITrust із вихідним струмом 2 А для надійної роботи системи.



Рисунок 2.5 – Блок живлення ITrust

Характеристики. Електричні характеристики даного боку живлення представлені нижче:

Потужність: 12 Вт

Вихідний струм: 2 А

2.2.4. SD карта

Для роботи Raspberry Pi необхідна наявність SD карти пам'яті.



Рисунок 2.6 – SD карта Transcend

Характеристики.

- Стандарт пам'яті: SD
- Об'єм пам'яті: 4ГБайт
- Розміри: 32 x 24 x 21 мм
- Робоча температура: від -25 до +85
- Вага: 2 г

2.3. Формування структурної блок-схеми пристрою

Пристрій зчитування відбитків пальців буде складатися з сенсору, Raspberry Pi та модуля вводу-виводу інформації.

Структурна блок-схема пристрою зображена на рис.

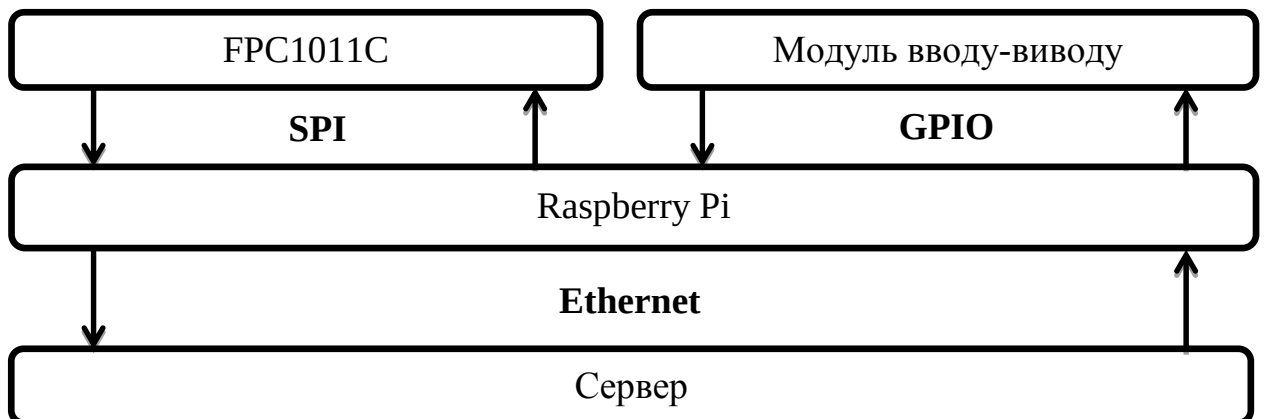


Рисунок 2.7 – Структурна блок-схема сканеру відбитків пальців

Raspberry Pi використовується у якості пристрою прийому та передачі даних. Команди на зчитування відбитку пальців надходять від модуля вводу-виводу і відповідно до них формуються команди для зчитування зображення відбитку пальця. Організуються прийом зображення по шині SPI та його подальша передача до серверу через Ethernet, використовуючи http клієнт. Результат роботи системи розпізнавання відбитків надходить до Raspberry Pi через Ethernet у відповідь на POST запит. Результат відображається на світло діодах модуля вводу-виводу інформації.

Сенсор відбитків пальців підключається до Raspberry Pi відповідних портів GPIO. Передача даних між сенсором та Raspberry Pi відбувається за допомогою шини SPI. Сенсор відбитків пальців виконує функцію формування grayscale зображення відбитку пальця та його передачу.

Модуль вводу-виводу інформації підключається до відповідних портів вводу-виводу GPIO. Він складається з двох світло діодів і кнопок, які призначені для сповіщення результату ідентифікації і вводу команд зчитування відбитків пальців та їх реєстрації відповідно.

2.4. Розробка принципової схеми

2.4.1. Підключення GPIO та FPC1011C

Згідно з схематикою пінів GPIO та FPC1011C підключення пінів представлено у табл.

Таблиця 2.3 – Таблиця підключення FPC1011C та GPIO

FPC1011C		GPIO	
Номер	Назва	Номер	Назва
1	SO	21	MISO
2	VDD	1	VDD
3	RST_N	1	VDD
4	SCK	23	SCLK
5	GND	14	GND
6	SI	19	MOSI
7	CS_N	24	CE0
8	GND	20	GND

Виводи сенсору SO, SCK, SI та CS_N призначені для зв'язку з Raspberry Pi по шині SPI. Вони підключаються до відповідних виводів GPIO.

RST_N – скидання сенсору. Даний вивід під'єднаний до виходу живлення 3.3 V через резистор 4.7 кОм та паралельно до заземлення.

Принципова схема підключення GPIO та FPC1011C представлена на рис.

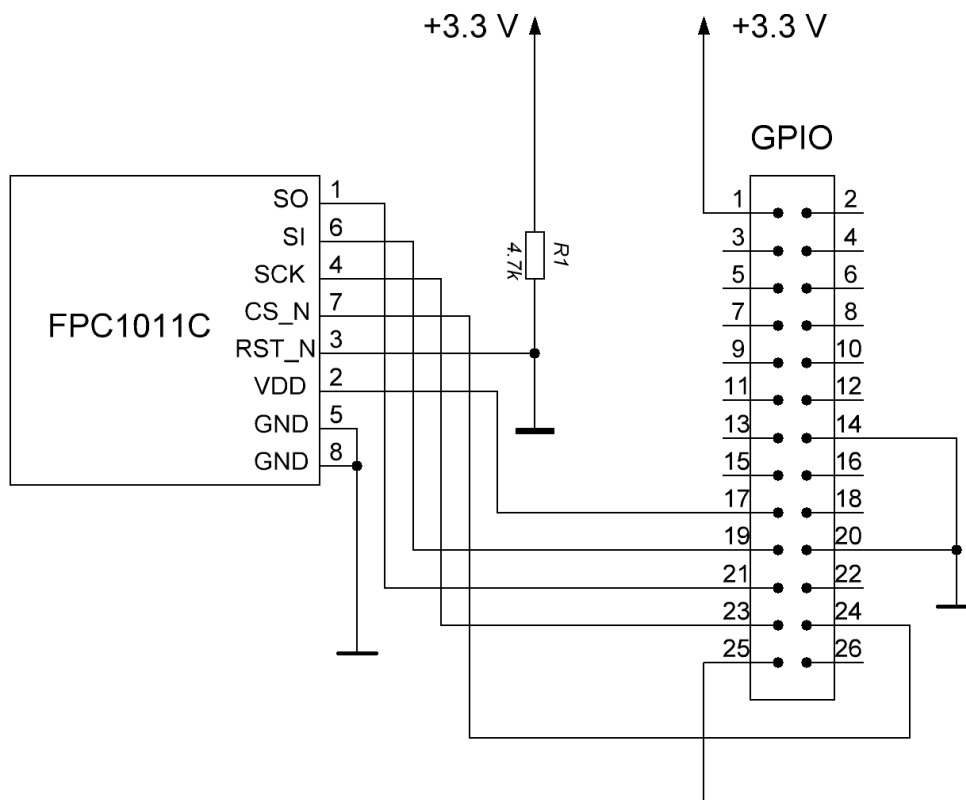


Рисунок 2.8 – Принципова схема підключення GPIO та FPC1011C

2.4.2. Підключення GPIO та модуля вводу-виводу інформації

Підключення пінів GPIO та модулю вводу-виводу інформації представлена у табл.

Таблиця 2.4 – Таблиця підключення GPIO та модулю вводу-виводу

GPIO		Модуль вводу-виводу
Номер	Назва	Елемент вводу-виводу
11	GPIO	Зелений світло діод
12	GPIO	Червоний світло діод
13	GPIO	Однотактова кнопка
15	GPIO	Однотактова кнопка

Виводи загального призначення 11 та 12 під'єднані до зеленого та червоного світло діодів відповідно. Зелений світло діод сповіщає про позитивний результат ідентифікації особи та реєстрації відбитку пальця. Червоний світло діод навпаки сигналізує про виникнення помилки ідентифікації особи та реєстрації відбитку пальця.

Інші два виводи загального призначення 13 та 15 під'єднані до двох одноклаптих кнопок відповідно. Кнопка, яка підключена до виводу 13, слугує для ідентифікації особи та реєстрації відбитку пальця. Кнопка 14 виконує функцію реєстрації сканеру у системі TAIS.

Принципова схема підключення GPIO та модуля вводу-виводу інформації представлена на рис.

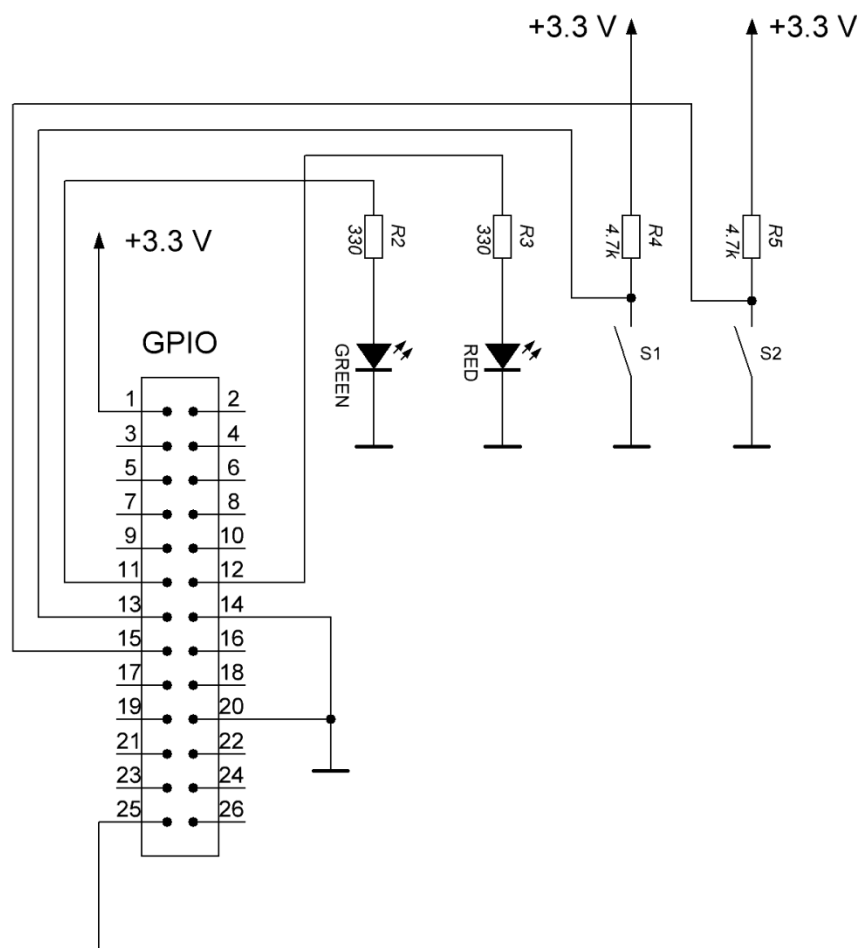


Рисунок 2.9 – Принципова схема підключення GPIO та модуля вводу-виводу

Отже, остаточна принципова схема апаратної частини представлена на рис.

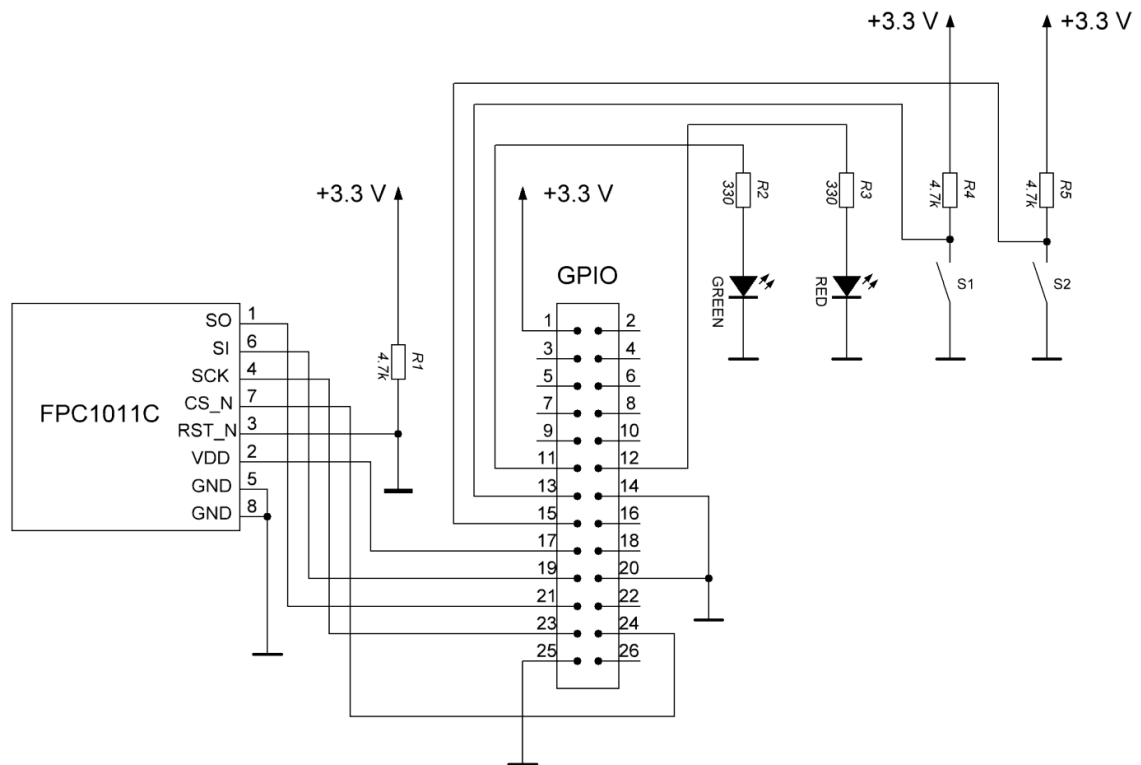


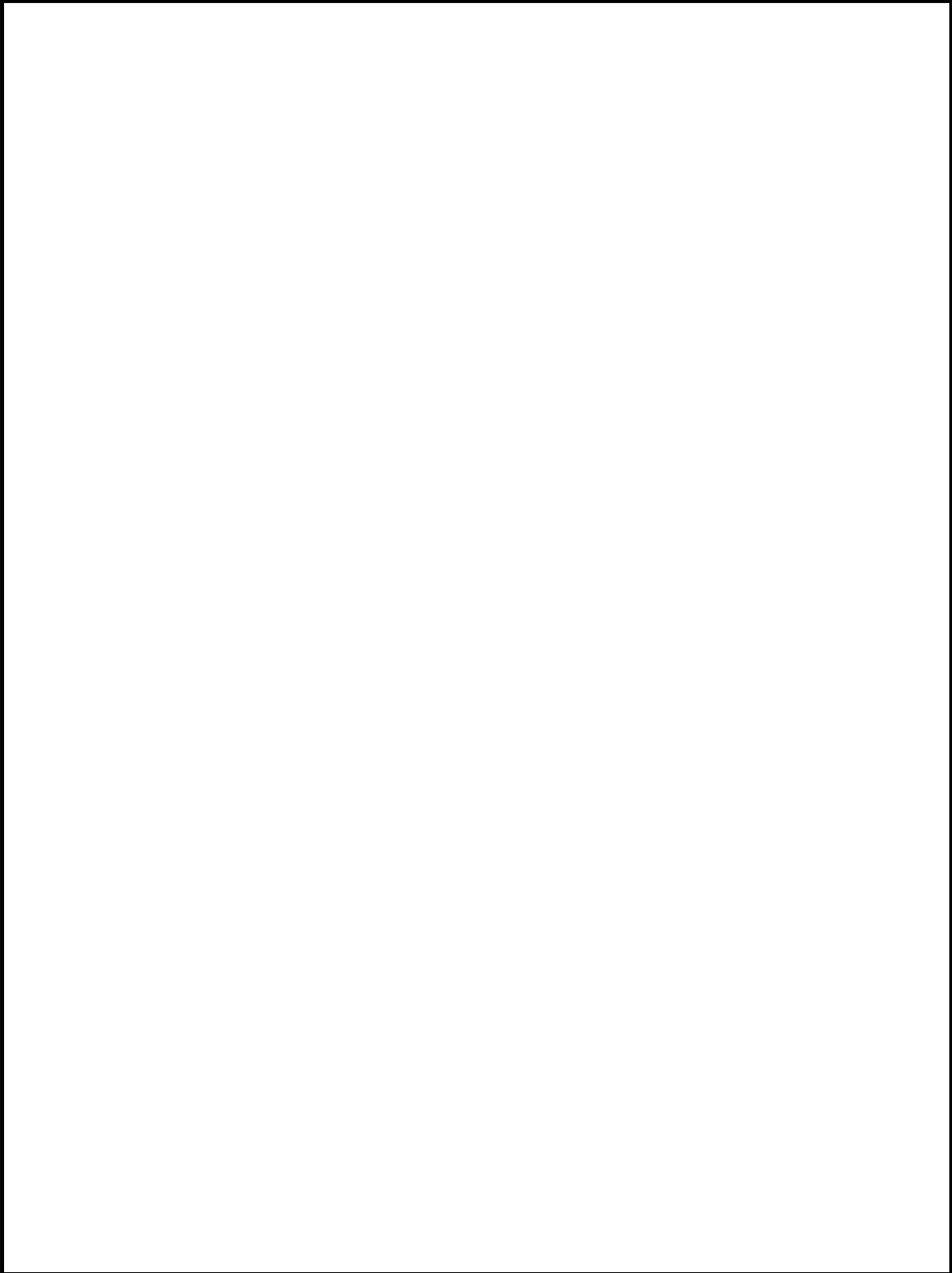
Рисунок 2.10 – Остаточна принципова схема сканеру відбитків пальців

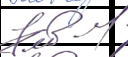
2.5. Висновки за розділом

В даному розділі було здійснено вибір електронних компонентів для розробки апаратної частини сканеру.

У якості апаратної частини було прийняте рішення використати одноплатний комп'ютер Raspberry Pi. Використання Raspberry Pi значно спрощує розробку апаратної частини, підвищує її надійність та виключає можливість несправностей, пов'язаних із монтажем мікроконтролера, та інших електричних елементів. Розміри даного одноплатного комп'ютера дозволяють розробляти досить компактні та портативні прилади, монтаж та встановлення яких не викликать значних труднощів. Встановлена операційна система Linux та наявний драйвер для Ethernet дозволить розробку програмного забезпечення на високорівневій мові програмування Java та з можливістю розробки клієнта веб-сервісу.

Розроблено принципову схему сканеру відбитків пальців.



					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ				
					Розробка програмної частини сканеру відбитків пальців				
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата					
Розробник		Балицький Н. О.							
Консультант									
Н. контр.		Добрінова Л. П.							
Керівник		Рябенський В. М.			Літ.		Арк.	Аркуші	
Зав. каф.		Рябенський В. М.					38	22	
					НУК імені адмірала Макарова				

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ СКАНЕРУ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ

3.1. Опис програмних компонентів, необхідних для реалізації програмної частини сканеру відбитків пальців

Для реалізації програмного забезпечення було визначено перелік програмних компонентів, методів, протоколів та ін. необхідних для реалізації програмної частини сканеру, а саме:

- Java SE
- Maven
- Бібліотека PI4J
- Бібліотека apache.http
- Веб сервіс REST
- Середовище розробки програмного забезпечення IntelliJIdea

3.1.1 *Java SE*

Java – об'єктно- орієнтована мова програмування, розроблений компанією Sun Microsystems (в подальшому придбаній компанією Oracle). Програми Java зазвичай транслюються в спеціальний байт -код, тому вони можуть працювати на будь віртуальній Java- машині незалежно від комп'ютерної архітектури.

Програми на Java транслюються в байт-код, що виконується віртуальною машиною Java (JVM) – програмою, обробній байтовий код і передавальній інструкції обладнанню як інтерпретатор.

Перевагою подібного способу виконання програм є повна незалежність байт-коду від операційної системи і устаткування, що дозволяє виконувати Java-додатки на будь-якому пристрої, для якого існує відповідна віртуальна машина. Іншою важливою особливістю технології Java є гнучка система безпеки завдяки тому, що виконання програми повністю контролюється віртуальною машиною. Будь-які операції, які перевищують встановлені

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

повноваження програми (наприклад, спроба несанкціонованого доступу до даних або з'єднання з іншим комп'ютером) викликають негайне переривання.

Часто до недоліків концепції віртуальної машини відносять те, що виконання байт-коду віртуальною машиною може знижувати продуктивність програм і алгоритмів, реалізованих на мові Java. Останнім часом було внесено ряд удосконалень, які дещо збільшили швидкість виконання програм на Java:

- застосування технології трансляції байт-коду в машинний код безпосередньо під час роботи програми (JIT-технологія) з можливістю збереження версій класу в машинному коді,
- широке використання переносних орієнтованого коду (native-код) в стандартних бібліотеках,
- апаратні засоби, що забезпечують прискорену обробку байт-коду (наприклад, технологія Jazelle, підтримувана деякими процесорами фірми ARM).

3.1.2 Maven

Maven – це інструмент для збірки Java проекту: компіляції, створення jar, створення дистрибутива програми, генерації документації. Прості проекти можна зібрати в командному рядку. Якщо збирати великі проекти з командного рядка, то команда для складання буде дуже довгою, тому її іноді записують у bat / sh скрипт. Але такі скрипти залежать від платформи. Для того щоб позбутися цієї залежності і спростити написання скрипта використовують інструменти для збірки проекту.

Для платформи Java існують два основні інструменти для збирання: Ant і Maven.

Основні переваги Maven

- Незалежність від OS. Збірка проекту відбувається в будь-якій операційній системі. Файл проекту один і той же.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

– Управління залежностями. Рідко які проекти пишуться без використання сторонніх бібліотек (залежностей). Ці сторонні бібліотеки часто теж в свою чергу використовують бібліотеки різних версій. Мавен дозволяє управляти такими складними залежностями. Що дозволяє вирішувати конфлікти версій і в разі потреби легко переходити на нові версії бібліотек.

– Можливе збирання з командного рядка. Таке часто необхідно для автоматичного складання проекту на сервері (Continuous Integration).

– Хороша інтеграція з середовищами розробки. Основні середовища розробки на java легко відкривають проекти які збираються с допомогою maven. При цьому найчастіше проект налаштовувати не потрібно - він відразу готовий до подальшої розробки.

– Як наслідок – якщо з проектом працюють в різних середовищах розробки, то maven зручний спосіб зберігання налаштувань. Настроювальний файл середовища розробки і для складання один і той же – менше дублювання даних і відповідно помилок.

– Декларативний опис проекту.

3.1.3 Бібліотека *PI4J*

Цей проект призначений для забезпечення міст між власних бібліотек і Java для повного доступу до Raspberry Pi.

Особливості бібліотеки

- Експорт & unexport GPIO контакти.
- Налаштування напрямку портів GPIO.
- Налаштування GPIO виявлення контактний край.
- Стани зчитування / запису портів GPIO.
- Контактний стан Пульс GPIO.
- Читайте GPIO пін держави.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Прийом змін державних контактів GPIO (переривання основі; не опитування).
- Автоматично встановлюється GPIO заявляє про припинення програми (GPIO вимикання).
- Тригери для автоматизації на основі зміни стану контактів.
- Відправити і приймати дані через RS232 послідовного зв'язку.
- I2C.
- SPI.
- Розширюваний інтерфейс GPIO провайдер додати потужності GPIO через плат розширення.
- Інформаційна система доступу та інформаційної мережі від Raspberry Pi.
- Класи обгортки для прямого доступу до WiringPi бібліотеки з Java.

3.1.4. IntelliJ Idea

IntelliJ IDEA – комерційне інтегроване середовище розробки програмного забезпечення на багатьох мовах програмування, зокрема Java, JavaScript, Python. Розроблена компанією JetBrains.

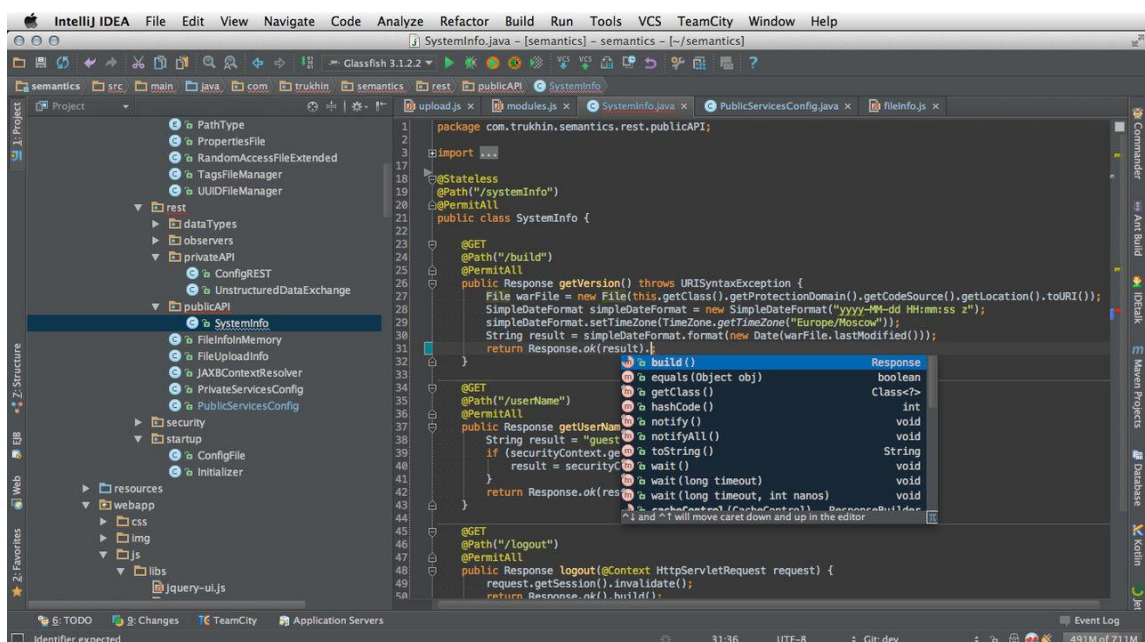


Рисунок 3.1 – IntelliJ Idea

					171.6321M.KP.ПЗ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		42

3.1.5 Команди та регістри FPC1011C

Команди налаштування та керування сенсором FPC1011C представлені у табл.

Таблиця 3.1 – Команди FPC1011C

Команда	Код команди	Опис
rd_sensor	0×11	Початок сканування пальця. Дані зображення поміщаються у буфер FIFO
rd_spidata	0×20	Зчитування даних з буферу FIFO.
rd_spistat	0×21	Зчитування статусу регістра SPI_STAT
rd_regs	0×50	Зчитування значень усіх регістрів
wr_drivc	0×75	Запис значення до регістру DRIVC
wr_adcref	0×76	Запис значення до регістру ADCREF
wr_sensem	0×77	Запис значення до регістру SENSEMODE
wr_fifi_th	0×7C	Запис значення розміру буферу FIFO до регістру FIFO_TH
wr_xsense	0×7F	Запис значення до регістру XSENSE
wr_ysense	0×81	Запис значення до регістру YSENSE
wr_xshift	0×82	Запис значення до регістру XSHIFT
wr_yshift	0×83	Запис значення даних до регістру YSHIFT
wr_xreads	0×84	Запис значення даних до регістру XREADS

Таблиця 3.2 – Команда rd_sensor

Команда	rd_sensor
Режим	Послідовний
Вхідні параметри	1 dummy байт
Часова затримка	(362+/-2)clk
Число повернених байт	-

Таблиця 3.3 – Команда rd_spidata

Команда	rd_spidata
Режим	Послідовний
Вхідні параметри	1 dummy байт
Часова затримка	0
Число повернених байт	В залежності від розміру даних, що передаються

Таблиця 3.4 – Команда rd_spistat

Команда	rd_spistat
Режим	Послідовний
Вхідні параметри	1 dummy байт
Часова затримка	0
Число повернених байт	1

Таблиця 3.5 – Регістр SPI_STAT

Регістр				SPI_STAT			
Розмір(активні біти)				3			
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	UFL	STL	DA
001				Дані наявні у буфері FIFO			
010				Буфер FIFO заповнений			
100				Буфер FIFO переповнений			

Таблиця 3.6 – Команда wr_drivc

Команда	wr_drivc
Режим	Послідовний
Вхідні параметри	1 байт
Часова затримка	-
Число повернених байт	-

Таблиця 3.7 – Регістр DRIVC

Регістр				DRIVC			
Розмір(активні біти)				8			
7	6	5	4	3	2	1	0
X	x	x	x	x	x	x	X
0				Мінімальна напруга			
127				Напруга Vdd/2			
255				Максимальна напруга Vdd			

Таблиця 3.8 – Команда wr_adcref

Команда	wr_adcref
Режим	Послідовний
Вхідні параметри	1
Часова затримка	-
Число повернених байт	-

Таблиця 3.9 – Регістр ADCREF

Регістр				ADCREF			
Розмір(активні біти)				2			
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	x	X
00				0.125 x Vdd			
01				0.250 x Vdd			
10				0.375 x Vdd			
11				0.500 x Vdd			

Таблиця 3.10 – Команда wr_sensem

Команда	wr_sensem
Режим	Послідовний
Вхідні параметри	1 байт
Часова затримка	-
Число повернених байт	-

Таблиця 3.11 – Регістр SENSEMODE

Регістр				SENSEMODE			
Розмір(активні біти)				2			
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	x	X
00				Стандартний режим захоплення зображення			
01				Тест “шахівниця”			
10				Тест “Інвертована шахівниця”			
11				Тест чорного			

Таблиця 3.12 – Команда wr_fifo_th

Команда	wr_fifo_th
Режим	Послідовний
Вхідні параметри	1 байт
Часова затримка	-
Число повернених байт	-

Таблиця 3.13 – Регістр FIFO_TH

Регістр				FIFO_TH			
Розмір(активні біти)				4			
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	x	x	x	x
0000				Розмір буфера FIFO 16			
0001				Розмір буфера FIFO 1			
0010				Розмір буфера FIFO 2			
...				..			
1111				Розмір буфера FIFO 15			

3.2. Інсталяція програмних компонентів

Для початку розробки програмного забезпечення сканеру необхідно підготувати та інсталювати все необхідне програмне забезпечення. Підготовка програмного забезпечення Raspberry Pi для подальшої розробки складається з наступних етапів:

- Підготовка SD карти
- Конфігурація Raspberry Pi
- Інсталяція JDK 1.7

3.2.1 Підготовка SD карти

Так як у Raspberry Pi немає вбудованої пам'яті, для роботи комп'ютера попередньо необхідно підготувати карту пам'яті, а саме розпакувати на неї образ необхідної операційної системи. Для запису образу операційної системи на SD карту буде використане програмне забезпечення Win32DiskImager.

Для підготовки SD карти необхідно виконати наступні кроки:

- Скачати та розархівувати образ операційної системи Raspbian.
- Підключити карту пам'яті до комп'ютера за допомогою картрідера.
- Скачати та розархівувати програму Win32DiskImager і запустити файл Win32DiskImager.exe.

Вказати шлях до образу операційної системи Raspbian, вказати картрідер, що використовується, та натиснути кнопку "Write".

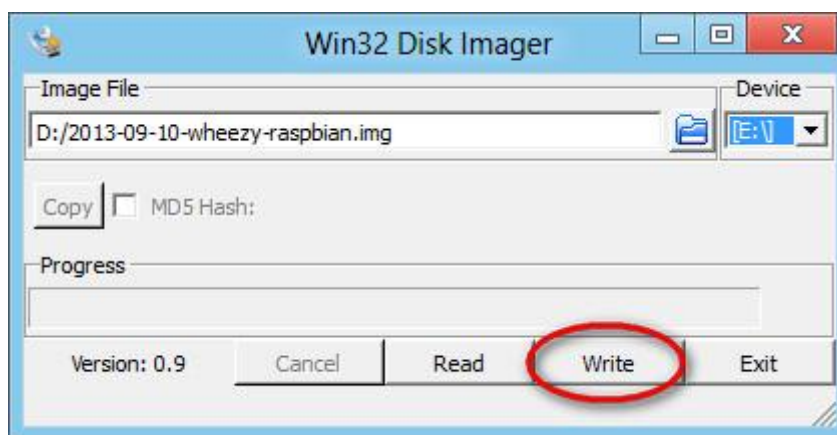


Рисунок 3.1 – Підготовка до запису

Діждатися завершення процесу запису

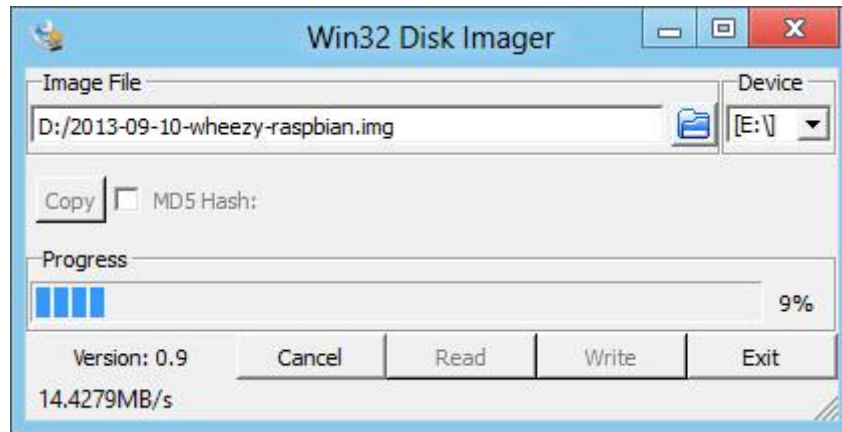


Рисунок 3.2 – Процес запису

Після завершення процесу підготовка карти пам'яті закінчується. Карта пам'яті готова для використання Raspberry Pi.

3.2.2 Запуск та конфігурація RaspberryPi

Для запуску Raspberry Pi необхідно підготувати компоненти, представлені в описі розділу 2.

Зразу ж після підключення живлення розпочинається завантаження операційної системи. При першому запуску буде доступне меню налаштувань Raspberry Pi, представлене на рис. 3.3

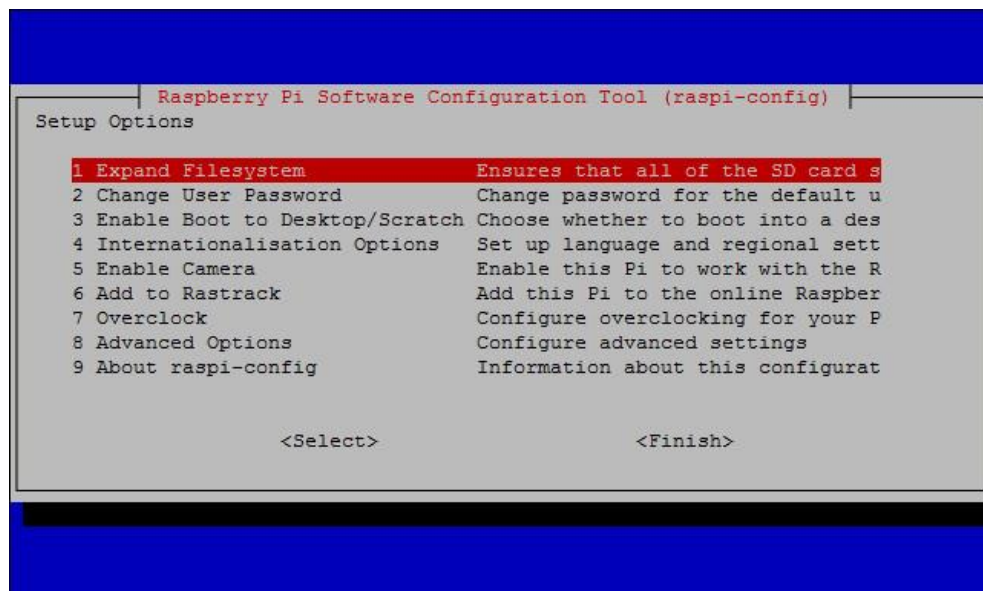


Рисунок 3.3 – Меню налаштувань Raspberry Pi

- **“Expand Filesystem”** – розширення основного розділу на всю карту пам'яті. Здійснюється за бажанням
- **“Change User Password”** – встановлення пароля для користувача "pi" (за умовчанням пароль "raspberrypi")
- **“Enable Boot to Desktop/Scratch”** – завантажувати / не завантажувати графічний інтерфейс. В даному випадку графічний інтерфейс не потрібен
- **“Internationalization”** – вибір мови та місця розташування. Обирається за бажанням
- **“Enable Camera”** – увімкнення підтримки камери. В даній опції немає необхідності
- **“Add to Rastrack”** – реєстрація пристрою у загальній базі
- **“Overlock”** – розгін процесора. Здійснюється за бажанням
- **“Advanced Options”** – додаткові налаштування

3.2.3 Інсталяція JDK 1.7

JDK 1.7 необхідна для можливості запуску виконуючих файлів програмного забезпечення *.jar.

3.3. Розробка програмного забезпечення для роботи з сенсором FPC1011C

Шина SPI. SPI (англ. Serial Peripheral Interface, SPI bus – послідовний периферійний інтерфейс, шина SPI) – послідовний синхронний стандарт передачі даних в режимі повного дуплексу, призначений для забезпечення простого і недорогого сполучення мікроконтролерів і периферії. SPI також іноді називають чотирипровідним (англ. four-wire) інтерфейсом.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

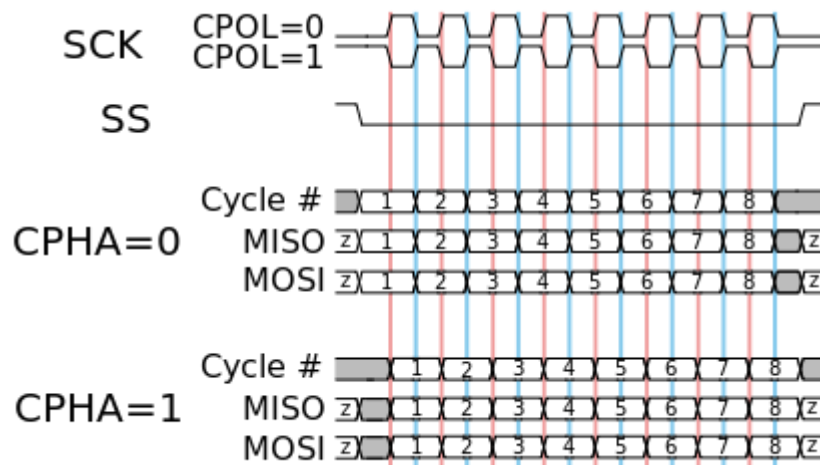


Рисунок 3.1 – Таймінг SPI

На відміну від стандартного послідовного порту (англ. standard serial port), SPI є синхронним інтерфейсом, в якому будь-яка передача синхронізована із загальним тактовим сигналом, що генерується провідним пристроєм (процесором). Приймаюча (ведена) периферія синхронізує отримання бітової послідовності з тактовим сигналом. До одного послідовного периферійному інтерфейсу ведучого пристрою-мікросхеми може приєднуватися кілька мікросхем. Провідне пристрій вибирає ведене для передачі, активуючи сигнал «вибір кристала» (англ. chip select) на веденій мікросхемі. Периферія, не вибрав процесором, не приймає участі в передачі по SPI.

За допомогою бібліотеки `pi4j` було розроблено методи, необхідні для роботи з сенсором, а саме:

- Ініціалізація SPI з можливістю встановлення швидкості та каналу.
- Відправка команд зчитування та запису даних.
- Структури команд з даними, що повертаються, та без них представлені на рис.

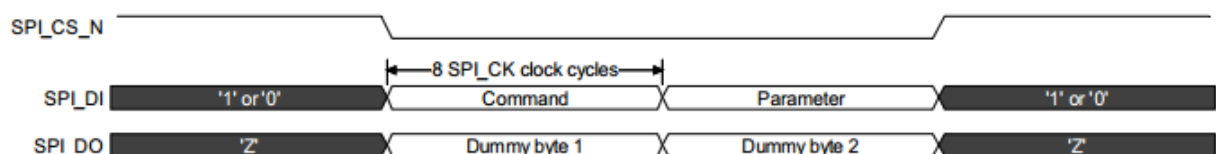


Рисунок 3.3 – Структура команди без повернення даних

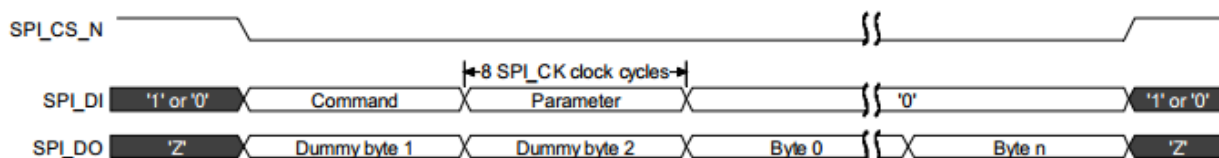


Рисунок 3.4 – Структура команди з поверненням даних

3.4. Розробка програмного забезпечення зчитування зображення відбитка пальця

Розробка програмного забезпечення зчитування зображення відбитка пальця буде складатися з наступних етапів:

- Налаштування сенсора
- Формування зображення
- Зчитування зображення
- Формування блок-схеми

3.4.1 Налаштування сенсора

Мінімальні налаштування сенсору для роботи здійснюються за допомогою запису даних до таких регістрів, як `wr_drivc`, `wr_adcref` та `wr_sensm`.

Необхідно встановити наступні значення регістрів:

- `wr_drivc` = 127
- `wr_adcref` = 2
- `wr_sensm` = 0

Дані налаштування дозволяють отримати повноцінне зображення відбитку пальця.

3.4.2 Формування та зчитування зображення FPC1011C

Послідовність зчитування байт зображення показана на рис.

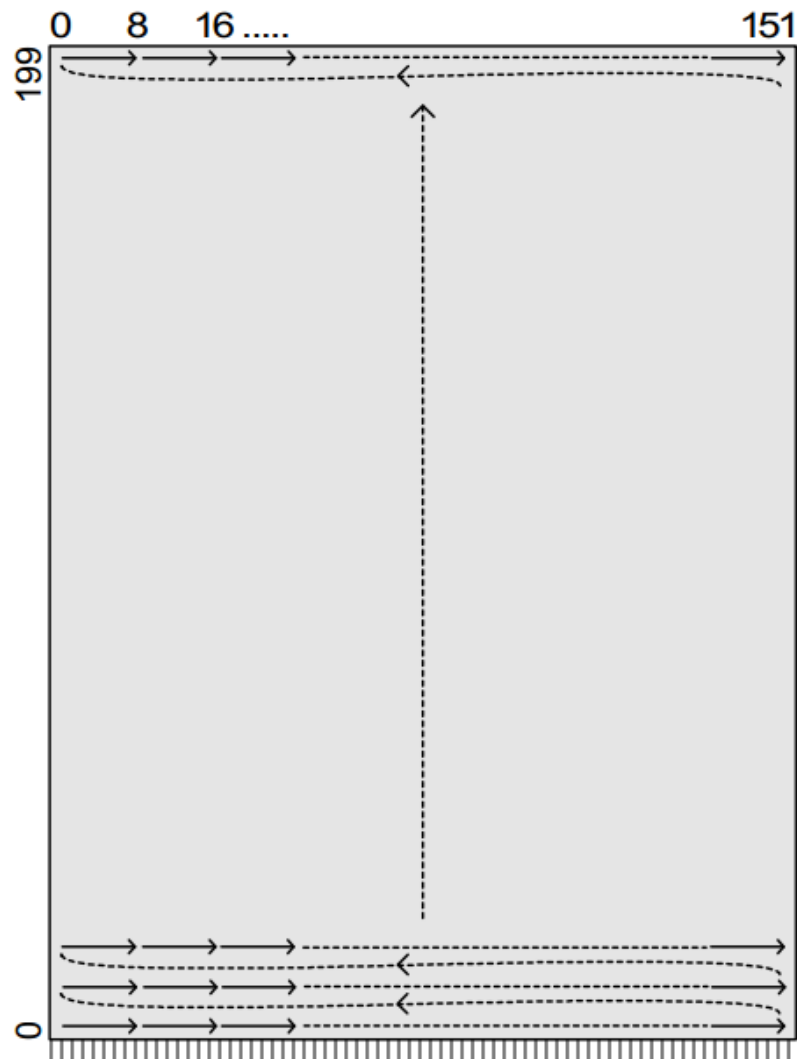


Рисунок 3.4 – Послідовність зчитування байт зображення

Формування зображення відбитку пальця за командою `rd_sensor`. Сформовані дані зображення зберігаються у буфері FIFO, розмір якого залежить від значення регістру `FIFO_TH`. Значення даного регістру встановлюється за допомогою команди `wt_fifo_th`.

Зображення сканованого відбитку пальців зберігається у буфері FIFO. При переповненні буфера регістр `SPI_STAT` приймає значення 1, що свідчить про заповнення буфера FIFO. Таким чином для зчитування даних зображення необхідно перевіряти регістр `SPI_STAT` за допомогою команди `rd_spistat` та у разі заповнення буфера FIFO відправити команду на зчитування буфера `rd_spidata`. Дану процедуру необхідно повторювати до повного зчитування 30400 байт зображення.

3.4.3 Формування загальної блок схеми

Отже, поєднуючи всі етапи зчитування зображення відбитку пальця за FPC1011C, було сформовано блок-схему роботи програми зчитування, яка зображена на рис.

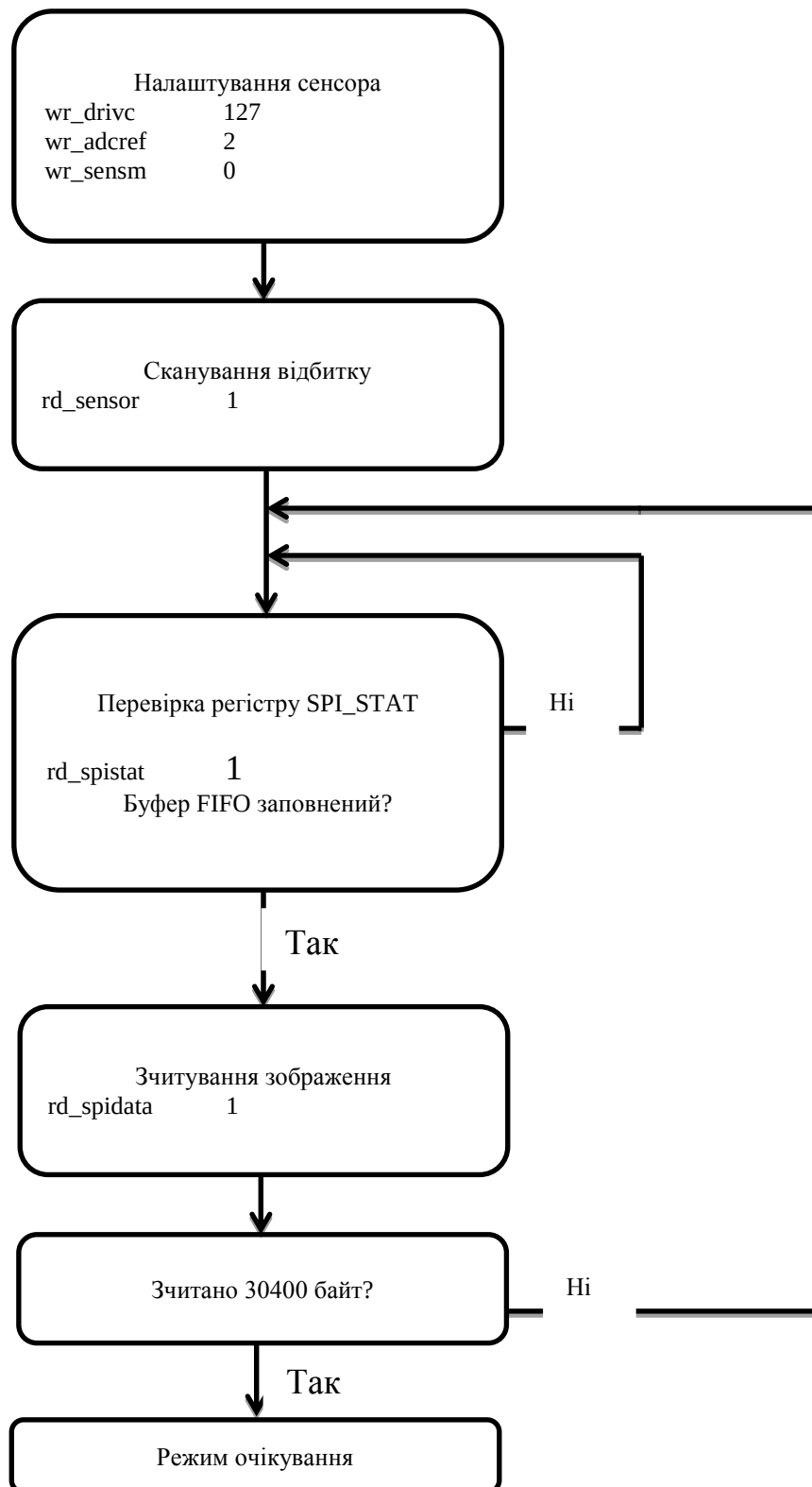


Рисунок 3.5 – Блок-схема алгоритму зчитування зображення

Отриманий масив даних розміром 152 x 200 є зображенням відбитку пальця у форматі graysacle.

3.5. Розробка програмного забезпечення роботи з модулем вводу-виводу

Порти, до яких під'єднані кнопки модуля вводу-виводу, налаштовуються на вхід, а порти світло діодів – на вихід.

Згідно з призначенням кнопок та світло діодів, розглянутих у розділі 2, на кожен з портів було додано `addListenerer` для реагування на зміну логічного стану на портах.

`ActionListener`-и розміщені у головному класі проекту `ScannerExecutor`. Докладніше у додатку.

Сформована блок-схема роботи з модулем модуля вводу-виводу, зображену на рис.

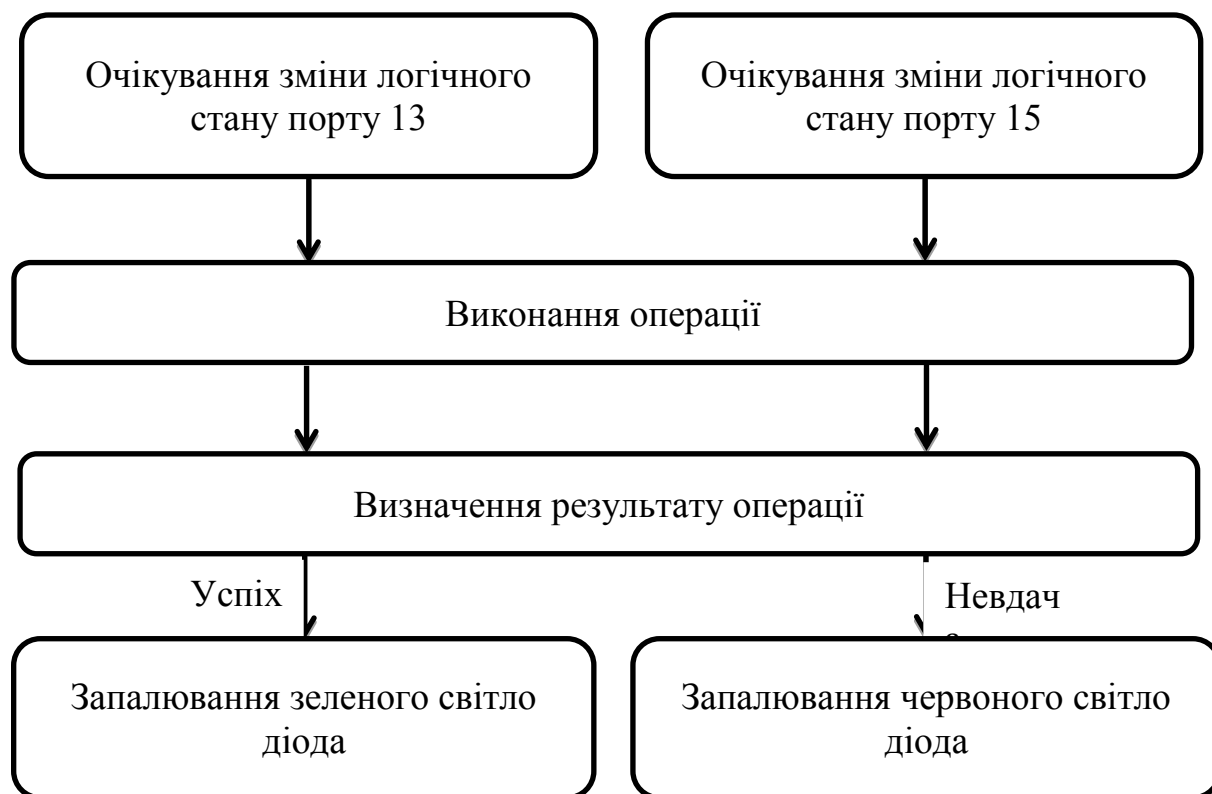


Рисунок 4.5 – Блок-схема роботи з модулем вводу-виводу

3.6. Розробка програмного забезпечення передачі зображення до серверу

3.6.1 Протокол HTTP

HTTP (протокол передачі гіпертексту англ. – «Протокол передачі гіпертексту») – протокол прикладного рівня передачі даних. Основою HTTP є технологія «клієнт-сервер», тобто передбачається існування споживачів (клієнтів), які ініціюють з'єднання і посилають запит, і постачальників (серверів), які очікують з'єднання для отримання запиту, роблять необхідні дії й повертають назад повідомлення з результатом.

HTTP-протокол прикладного рівня, аналогічними йому є FTP і SMTP. Обмін повідомленнями йде по звичайній схемі «запит-відповідь». Для ідентифікації ресурсів HTTP використовує глобальні URI. На відміну від багатьох інших протоколів, HTTP не зберігає свого стану. Це означає відсутність збереження проміжного стану між парами «запит-відповідь». Компоненти, що використовують HTTP, можуть самостійно здійснювати збереження інформації про стан, пов'язаної з останніми запитами та відповідями (наприклад, «кукі» на стороні клієнта, «сесії» на стороні сервера). Браузер, який посилає запити, може відстежувати затримки відповідей. Сервер може зберігати IP-адреси і заголовки запитів останніх клієнтів. Однак сам протокол не обізнаний про попередні запити і відповіді, в ньому не передбачена внутрішня підтримка стану, до нього не пред'являються такі вимоги.

Методи. Метод HTTP (англ. HTTP метод) - послідовність з будь-яких символів, крім керуючих і роздільників, яка вказує на основну операцію над ресурсом. Зазвичай метод являє собою короткий англійське слово, записане великими літерами. Зверніть увагу, що назва методу чутливе до регістру.

Кожен сервер зобов'язаний підтримувати як мінімум методи GET і HEAD. Якщо сервер не розпізнав вказаний клієнтом метод, то він повинен повернути статус 501 (Не реалізовано). Якщо серверу метод відомий, але він

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

непридатний до конкретного ресурсу, то повертається повідомлення з кодом 405 (Method Not Allowed). В обох випадках серверу слід включити в повідомлення відповіді заголовок Allow зі списком підтримуваних методів.

Крім методів GET і HEAD, часто застосовується метод POST.

GET використовується для запиту вмісту зазначеного ресурсу. За допомогою методу GET можна також розпочати будь-який процес. У цьому випадку в тіло листа у відповідь слід включити інформацію про хід виконання процесу.

HEAD аналогічний методу GET, за винятком того, що у відповіді сервера відсутнє тіло. Запит HEAD зазвичай застосовується для видалення метаданих, перевірки наявності ресурсу (URL валідація) і щоб дізнатися, чи не змінився він з моменту останнього звернення.

Заголовки відповіді можуть кешуватися. При розбіжності метаданих ресурсу з відповідною інформацією в кеші копія ресурсу позначається як застаріла.

POST застосовується для передачі даних користувача заданому ресурсу. Наприклад, в блогах відвідувачі зазвичай можуть вводити свої коментарі до записів в HTML-форму, після чого вони передаються серверу методом POST і він поміщає їх на сторінку. При цьому передані дані (у прикладі з блогами – текст коментаря) включаються в тіло запиту. Аналогічно за допомогою методу POST звичайно завантажуються файли на сервер.

На відміну від методу GET, метод POST не рахується ідемпотентності [3], тобто багаторазове повторення одних і тих же запитів POST може повертати різні результати (наприклад, після кожної відправки коментаря з'являтиметься чергова копія цього коментаря).

При результаті виконання 200 (Ok) в тіло відповіді слід включити повідомлення про підсумок виконання запиту. Якщо був створений ресурс, то серверу слід повернути відповідь 201 (Створена) із зазначенням URI нового ресурсу в заголовку Location.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Повідомлення відповіді сервера на виконання методу POST НЕ кешується.

PUT застосовується для завантаження вмісту запиту на вказаний у запиті URI. Якщо по заданому URI не існувало ресурсу, то сервер створює його і повертає статус 201 (Створена). Якщо ж був змінений ресурс, то сервер повертає 200 (Ok) або 204 (без вмісту). Сервер не повинен ігнорувати некоректні заголовки Content- *, що передаються клієнтом разом з повідомленням. Якщо якийсь з цих заголовків не може бути розпізнаний або не допустимо при поточних умовах, то необхідно повернути код помилки 501 (не реалізоване).

Фундаментальна відмінність методів POST і PUT полягає в розумінні призначень URI ресурсів. Метод POST припускає, що за вказаною URI буде проводитися обробка переданого клієнтом вмісту. Використовуючи PUT, клієнт передбачає, що завантажуваний вміст відповідає знаходиться по даному URI ресурсу.

Повідомлення відповідей сервера на метод PUT НЕ кешуються.

Для передачі зображення до серверу було розроблено http клієнт за допомогою бібліотеки apache.httpcomponents.

Було розроблено три GET методи http клієнта, а саме:

Реєстрація сканера

Реєстрація відбитку пальця

Ідентифікація особи

IP адресу серверу для здійснення запитів знаходиться у файлі client.properties.

3.6.2 Реєстрація сканера

Для реєстрації сканера в системі TAIS необхідно виконати GET запит по такому [URL:http://<host>:8080/attendance/v1/token](http://<host>:8080/attendance/v1/token)

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

У разі успішно виконаної операції, сервером буде сформований access token, призначений здійснення подальших запитів до серверу з метою реєстрації та ідентифікації особи.

3.6.3 Реєстрація відбитку пальця

Реєстрація відбитку пальця особи відбувається шляхом виконання POST запиту по наступному [URL:http://172.168.4.112:8080/attendance/v1/fprint/](http://172.168.4.112:8080/attendance/v1/fprint/)

Вхідними параметрами для даного методу є access token типу String для ідентифікації сканеру, та масив байт зображення відбитку пальця типу String, переформатований у формат base64.

У разі успішно виконаної операції клієнт у відповідь на запит отримує кількість відбитків особи, які залишилось зареєструвати.

3.6.4 Ідентифікація особи

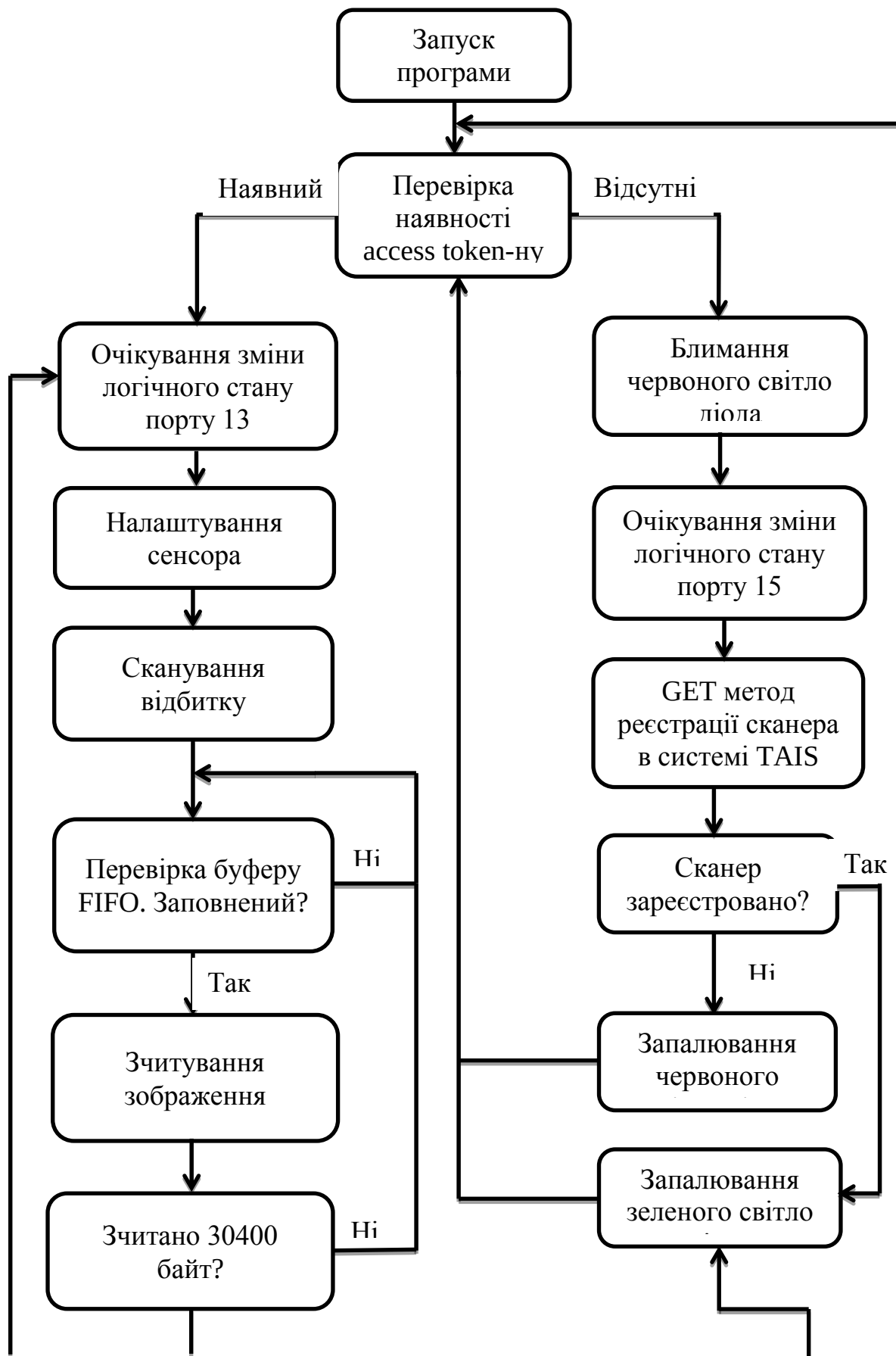
Для ідентифікації особи також необхідно виконати POST за наступним [URL:http://172.168.4.112:8080/attendance/v1/visit/](http://172.168.4.112:8080/attendance/v1/visit/)

Вхідними параметрами для даного методу є access token типу String для ідентифікації сканеру, та масив байт зображення відбитку пальця типу String, переформатований у формат base64.

3.7. Формування блок-схеми

Отже, враховуючи всі попередні етапи розробки програмного забезпечення сканеру, було сформовано загальну блок-схему роботи програми сканеру, представлену на рис.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



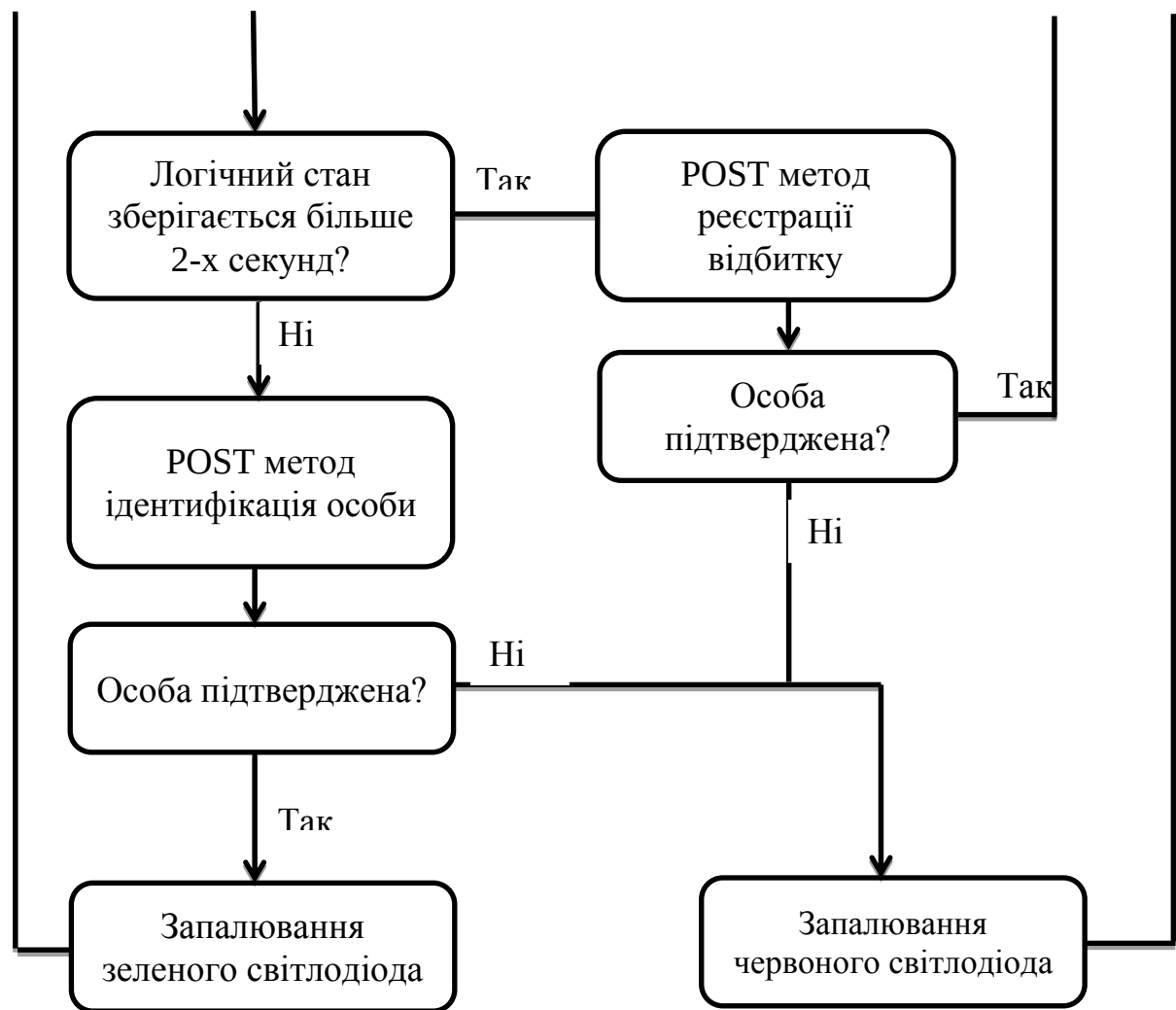


Рисунок 4.6 – Загальна блок-схема роботи програми сканера

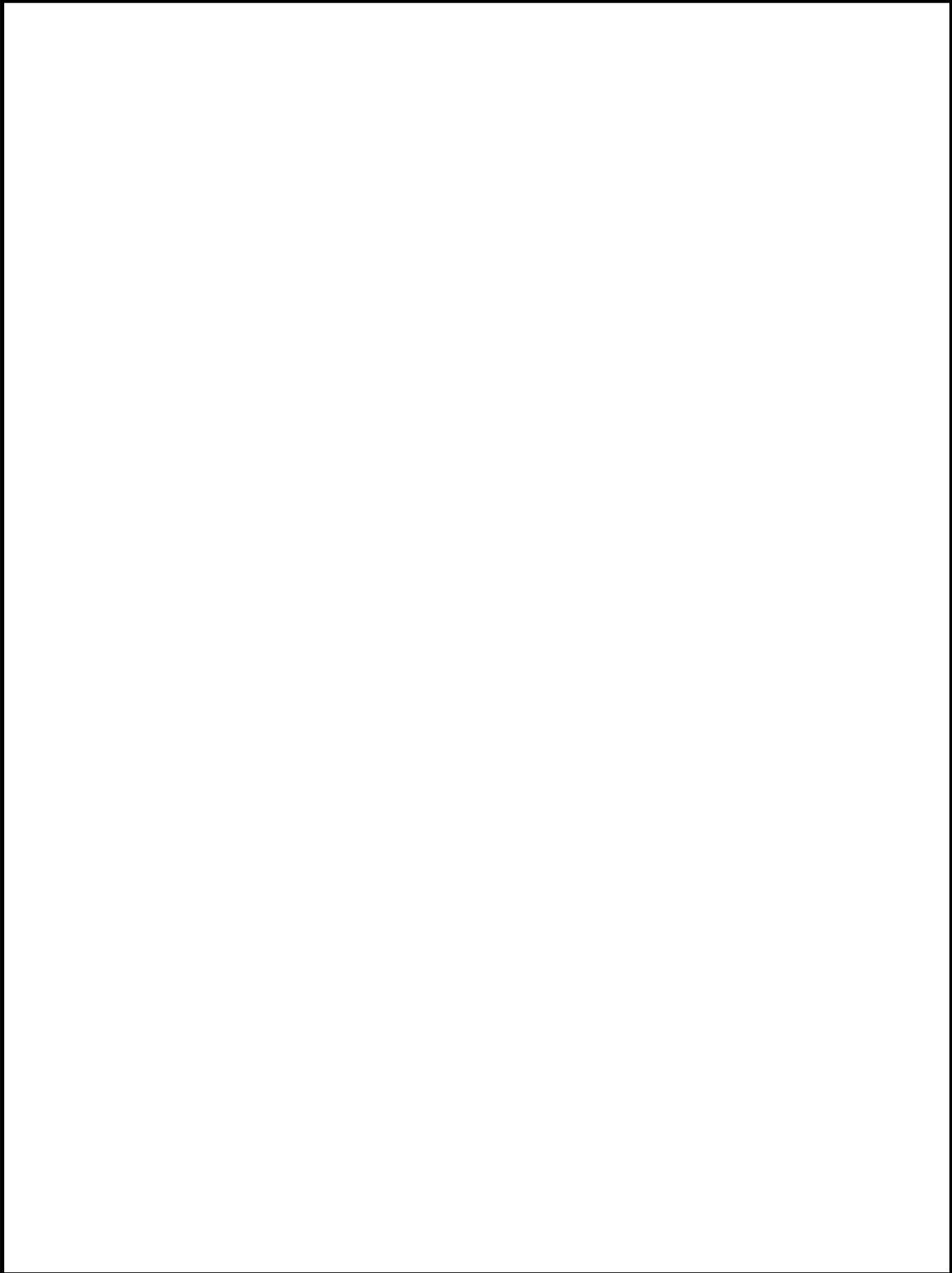
3.8. Висновки за розділом

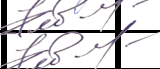
В даному розділі було здійснено вибір програмних компонентів, необхідних для реалізації програмної частини сканеру відбитків пальців.

Було розглянуто принцип роботи сенсору FPC1011C, його регістри, команди та послідовність сканування відбитку.

Також було розглянуто шину SPI для передачі зображення відбитку від FPC1011C.

Ознайомившись з документацією FPC1011C було сформовано блок-схему роботи програмного забезпечення Raspberry Pi для зчитування зображення відбитку пальця.



					171.6321М.КР.ПЗ.Р4			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Балицький Н. О.			Розробка програмного забезпечення розпізнавання відбитків пальців	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							60	14
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Рябенський В. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ

4.1. Опис програмних елементів, компонентів та ін., необхідних для розробки програмного забезпечення

Перелік компонентів, необхідних для розробки програмного забезпечення розпізнавання відбитків пальців представлений нижче:

- Java EE
- Catalano Framework
- Vaadin

4.1.1 *Java EE*

JavaEE – набір специфікацій та відповідної документації для мови Java, яка описує архітектуру серверної платформи для задач середніх і великих підприємств.

Специфікації деталізовані настільки, щоб забезпечити переносимість програм з однієї реалізації платформи на іншу. Основна мета специфікацій - забезпечити масштабованість додатків і цілісність даних під час роботи системи. JEE багато в чому орієнтована на використання її через веб як в інтернеті, так і в локальних мережах. Вся специфікація створюється і затверджується через JCP (Java Community Process) в рамках ініціативи Sun Microsystems Inc.

JEE є промисловою технологією і в основному використовується у високопродуктивних проектах, в яких необхідна надійність, масштабованість, гнучкість.

Популярністю JEE також сприяє те, що Sun пропонує безкоштовний комплект розробки, SDK, що дозволяє підприємствам розробляти свої системи, не витрачаючи великих коштів. У цей комплект входить сервер додатків GlassFish з ліцензією для розробки.

					171.6321M.KP.ПЗ.P4	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

4.1.4 Vaadin

Vaadin – відкритий набір бібліотек для створення так званих RIA веб-додатків. На відміну від бібліотек на Javascript і специфічних плагінів для браузерів, Vaadin пропонує сервер-орієнтовану архітектуру, яка базується на Java Enterprise Edition. Використання JEE дозволяє виконувати основну частину логіки програми на стороні сервера, тоді як технологія AJAX, використовувана на стороні браузера, дозволяє інтерактивно взаємодіяти з користувачем, не відстаючи від аналогічних десктоп-додатків. Для відображення елементів інтерфейсу користувача та взаємодії з сервером на стороні клієнта Vaadin використовує Google Web Toolkit.

Можливості.

Використання Java як єдиної мови програмування при створенні веб-додатків і веб-контенту – одна з найбільш значущих функцій в Vaadin. Фреймворк використовує подієву модель і певні елементи призначеного для користувача інтерфейсу, віджети, що робить її дуже близькою до моделі розробки десктоп-додатків на Java з використанням HTML і Javascript.

Організація моделі даних і віджетів дозволяє відображати в браузері великі обсяги даних без значної завантаження пам'яті і без додаткових дій з боку розробника.

Використання Google Web Toolkit для відображення сторінок з результатами пошуку та обробки дій користувача (на зразок термінального клієнта). Так як Google Web Toolkit функціонує тільки на стороні клієнта, Vaadin додає додаткову затвердження даних на стороні сервера: це вирішує проблеми безпеки, пов'язані з можливістю підміни даних або коду Javascript. Відповідно, при зміні та пошкодженні даних, які від браузера, сервер, визначивши це, не пропускає запити.

Можливість розширення стандартного набору віджетів Vaadin за рахунок інших віджетів, написаних для GWT, а також кастомізації його за допомогою CSS. Однак стандартний додаток, створюване на Vaadin, не

					171.6321M.KP.ПЗ.P4	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

вимагає програмування саме на GWT і подальшої компіляції GWT-компілятором, якщо тільки розробник не додає в проект нестандартні віджети.

4.2. Розробка системи ідентифікації особи за відбитком пальців

Розробка системи ідентифікації відбитка пальця складається з наступних етапів:

- Формування структури бази даних.
- Покращення якості вихідного зображення.
- Перетворення зображення у об'єкт для розпізнавання.
- Порівняння моделей відбитків пальців.

4.3. Формування структури бази даних

Основною таблицею бази даних для збереження відбитку пальця є FPrint, яка містить у собі масив зображення відбитку. Кожен відбиток пальця має зв'язок ManyToOne з таблицею Registrant, яка характеризує кожного користувача системи.

У якості об'єкту для порівняння відбитків пальців буде використовуватися список особливих точок, виділених із зображення відбитка пальця. Це дозволяє зменшити час на фільтрацію та виділення особливих точок кожного разу, коли система запрошує зображення відбитка пальця з бази даних. Представленням даного об'єкту у базі даних таблиця FPrintBifurcationMinutiae, яка містить у собі координати точок розгалуження папілярних ліній відбитку пальця. Дана таблиця пов'язана із таблицею FPrint зв'язком ManyToOne. Аналогічно було створено таблицю FPrintRidgeEndMinutiae для точок закінчення папілярних ліній.

					171.6321M.KP.ПЗ.Р4	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

4.4. Розробка програмного забезпечення покращення зображення відбитку пальця

Для подальшого використання та розпізнавання вихідного зображення відбитку пальця необхідно обробити зображення з метою усунення шумів та спотворень, які вносять значну похибку у процесі ідентифікації особи.

Покращення зображення відбитку пальця складається з наступних етапів:

1. Розмивання Гауса
2. Перетворення Лапласа
3. Бінарізація
4. Підрахунок напрямлень папілярних ліній
5. Фільтрація фільтром Габора
6. Розмивання Гауса
7. Перетворення Лапласа
8. Бінарізація

4.2.1 Розмивання Гауса

Розмивання Гауса – це метод розмивання зображення за функцією Гауса. Це ефект, що широко використовується в графічних програмах, як правило, для зменшення шуму в зображенні та зниження деталізації. Візуальний ефект цієї техніки розмивання аналогічний погляду на зображення крізь напівпрозорий екран, суттєво відрізняючись від ефекту боке, який можна отримати за допомогою несфокусованого об'єктива або тіні об'єкта при звичайному освітленні.

Приклад роботи розмивання гауса зображений на рис. 4.1

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



Рисунок 4.1 – Розмивання Гауса

Результат застосування розмивання Гауса до зображення відбитку пальця представлений на рис. 4.2.



Рисунок 4.2 – Розмивання Гауса, застосоване до відбитку пальця

4.2.2 Перетворення Лапласа

Фільтр використовується для підсвічування (виділення) меж та підвищення різкості. Його застосування підкреслює розриви рівнів яскравостей на зображенні і пригнічує області зі слабкими змінами яркостей.

Суть даного перетворення полягає в побудові маски фільтра і його накладення на зображення. Маска являє собою двовимірний масив (найчастіше, це 3×3), значення елементів якого визначає підсумок перетворення. У кожній точці зображення відгук фільтра обчислюється як

сума добутків елементів маски фільтра на відповідні значення 64 пікселів в області під маскою.

Для перетворення Лапласа побудова маски фільтра відбувається із застосуванням другої похідної.

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Відгук фільтра в даному перетворенні не залежить від напрямку неоднорідностей на зображенні, тобто інваріантний до повороту зображення.

Приклад результату роботи даного фільтра зображений на рис. 4.3

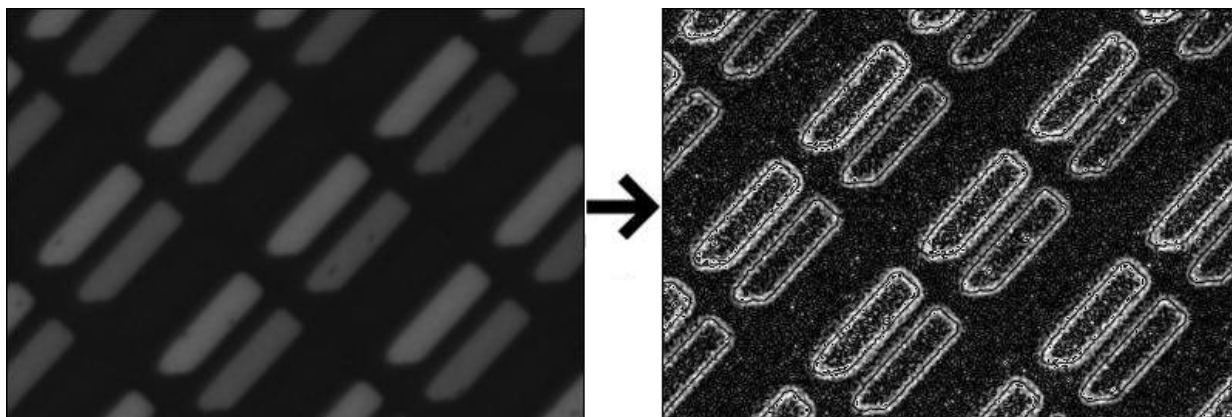


Рисунок 4.3 – Перетворення Лапласа

Перетворення діє на перепади яскравості (наприклад, у вигляді ступеневої перепаду) у всіх напрямках, а також виділяє ізольовані точки, тонкі лінії і гострі кути об'єктів.

Отже, результат застосування даного перетворення над зображенням відбитку пальця зображений на рис.



Рисунок 4.4 – Перетворення Лапласа, застосоване до розмитого відбитку

Як видно з результату, була підвищена різкість та чіткість границь папілярних ліній на зображенні відбитку пальця. Якість даного зображення є недостатнім, для здійснення подальшої скелетизації, адже на рис. 4.4 наявні шуми, а саме вертикальні лінії, які з'єднують між собою папілярні лінії. Наявність таких шумів значно збільшує похибку при ідентифікації особи, адже дані шуми будуть розпізнанні системою як особливі точки, а саме точки розгалуження.

4.2.4 Фільтр Габора

Фільтр Габора – лінійний електронний фільтр, імпульсна перехідна характеристика якого визначається у вигляді гармонійної функції, помноженої на Гауссіан.

Приклад роботи фільтру для різних орієнтацій зображень на рис.

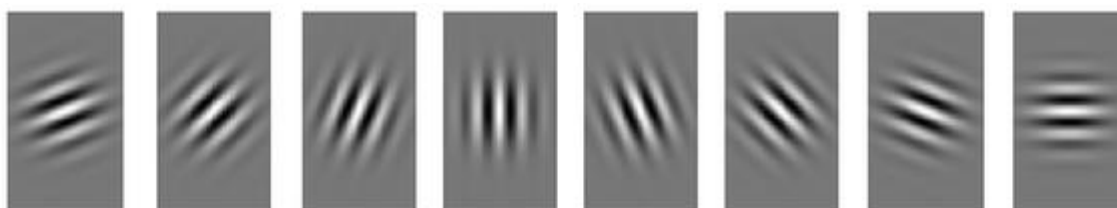


Рисунок 4.5 – Фільтр Габора для різних напрямлень

Для отримання найкращого результату бінарізоване зображення необхідно розділити на n частин та для кожної з них підрахувати значення напрямлення папілярних ліній відбитку пальця. Значення кута напрямку, перпендикулярне до підрахованого значення, передається у фільтр Габора як вхідний параметр. Результатом застосування даного фільтра до відповідної частини зображення відбитку є чітке зображення папілярних ліній без шуму та інших недоліків.

Відфільтровані частини зображення знову поєднуються в одне ціле.

Отже, результат роботи фільтра Габора представлений на рис.



Рисунок 4.6 – Результат роботи фільтра Габора над перетвореним зображенням

4.2.5 Бінарізація

Бінаризація зображень – перетворення кольорового або в градаціях сірого зображення у монохромне, де присутні тільки два типи пікселів (темні і світлі).

Результат бінарізації зображення, відфільтрованого фільтром Габора, представлений на рис. 4.7

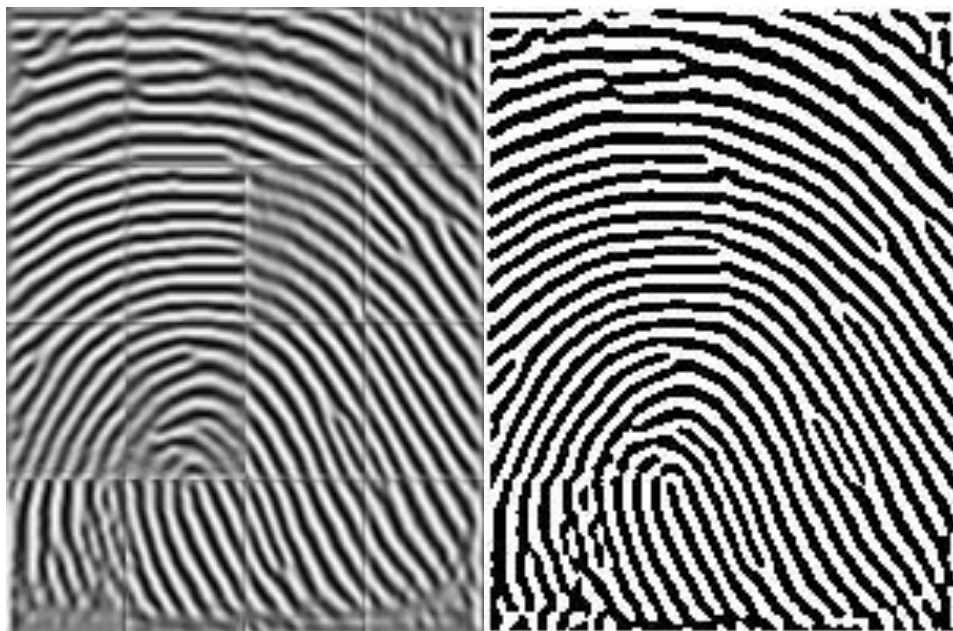


Рисунок 4.7 – Бінарізація зображення, відфільтрованого фільтром Габора

Як видно з результату вихідне зображення було позбавлене шумів та спотворень, що дозволяє використати скелетизацію у подальшому.

4.2.6 Формування блок-схеми

Виходячи з усіх розглянутих етапів покращення зображення відбитку пальця було сформовано блок-схему програмного, представлену на рис. 4.8.

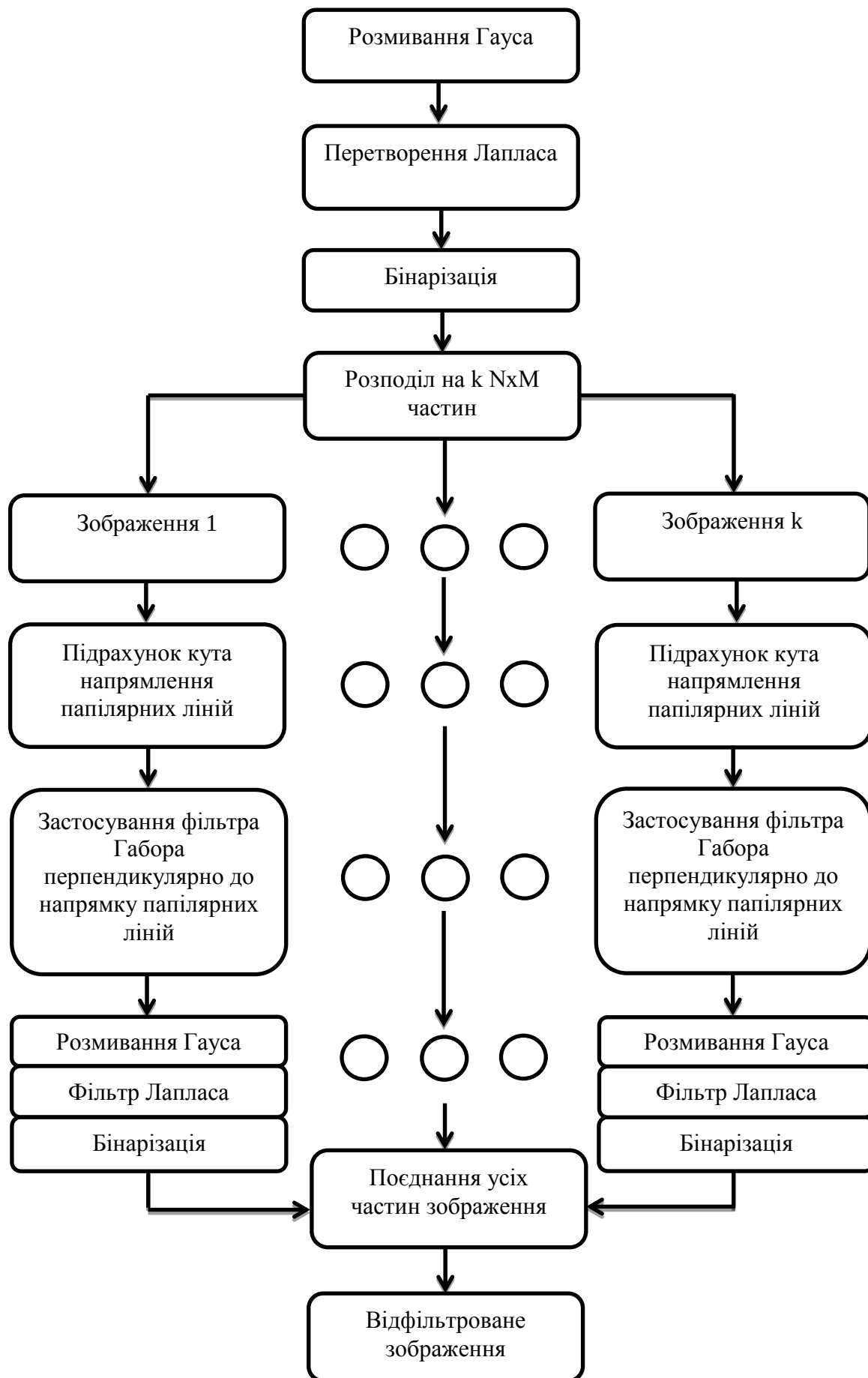


Рисунок 4.8 – Блок-схема покращення якості зображення

4.5. Перетворення зображення у об'єкт для розпізнавання

Для розпізнавання відбитку пальця необхідно перетворити відфільтроване зображення у об'єкт для розпізнавання, який містить у собі координати особливих точок для порівняння.

Даний процес складається з наступних етапів:

- Скелетизація.
- Виділення особливих точок.

4.3.1 Скелетизація

Скелетизація відфільтрованого зображення необхідна для подальшого пошуку особливих точок відбитку.

Завданням скелетизації є стоншення ліній бінарного образу, поки ці лінії не стануть шириною в один піксель. Бінарне зображення послідовно проглядається вікнами розміром 3×3 пікселя. При кожній ітерації відбувається порівняння зображення в розглянутому вікні з набором шаблонів.

Набір шаблонів представлений на рис. 4.9.

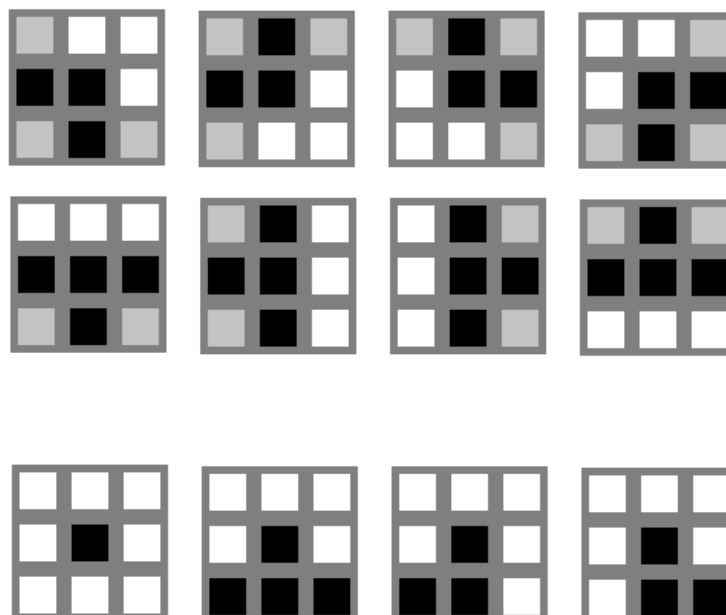


Рисунок 4.9 – Шаблони вікон

Вісім перших шаблонів, є основною частиною. Чотири знизу для усунення «шуму»

Результат скелетизації бінарізованого зображення представлений на рис. 4.10



Рисунок 4.10 – Скелетизація бінарізованого зображення

4.2.3 Виділення особливих точок

При упізнанні по деталях з образу виділяються тільки специфічні місця, де знайдена особлива точка. Зазвичай це або закінчення гребеня, або його роздвоєння (рис. 4.11). Зміст шаблону в цьому випадку становлять відносні координати і відомості про орієнтацію деталі. Розпізнає алгоритм відшукує і порівнює між собою відповідні деталі.



Рисунок 4.11 – Види особливих точок

Для пошуку особливих точок зображення послідовно проглядається цими наборами шаблонів. Якщо в околиці з 8 точок, є тільки одна чорна, то

це кінцева точка. Якщо ж їх 2 то це просто точка лінії. Три – точка розгалуження.

4.6. Порівняння відбитків пальців

Порівняння двох відбитків пальців здійснюється за допомогою порівняння координат особливих точок кожного із зображень.

Порівняння буде здійснюватися за формулою, представленою нижче:

$$K = \frac{D^2}{pq} \cdot 100\%,$$

де D – кількість точок, що збіглися, p – кількість особливих точок відбитку з бази даних, q – кількість особливих точок відбитку, що розпізнається.

Для ідентифікації особи послідовно зчитуються еталонні відбитки пальців кожної зі зареєстрованих осіб і порівнюється з відбитком, що розпізнається.

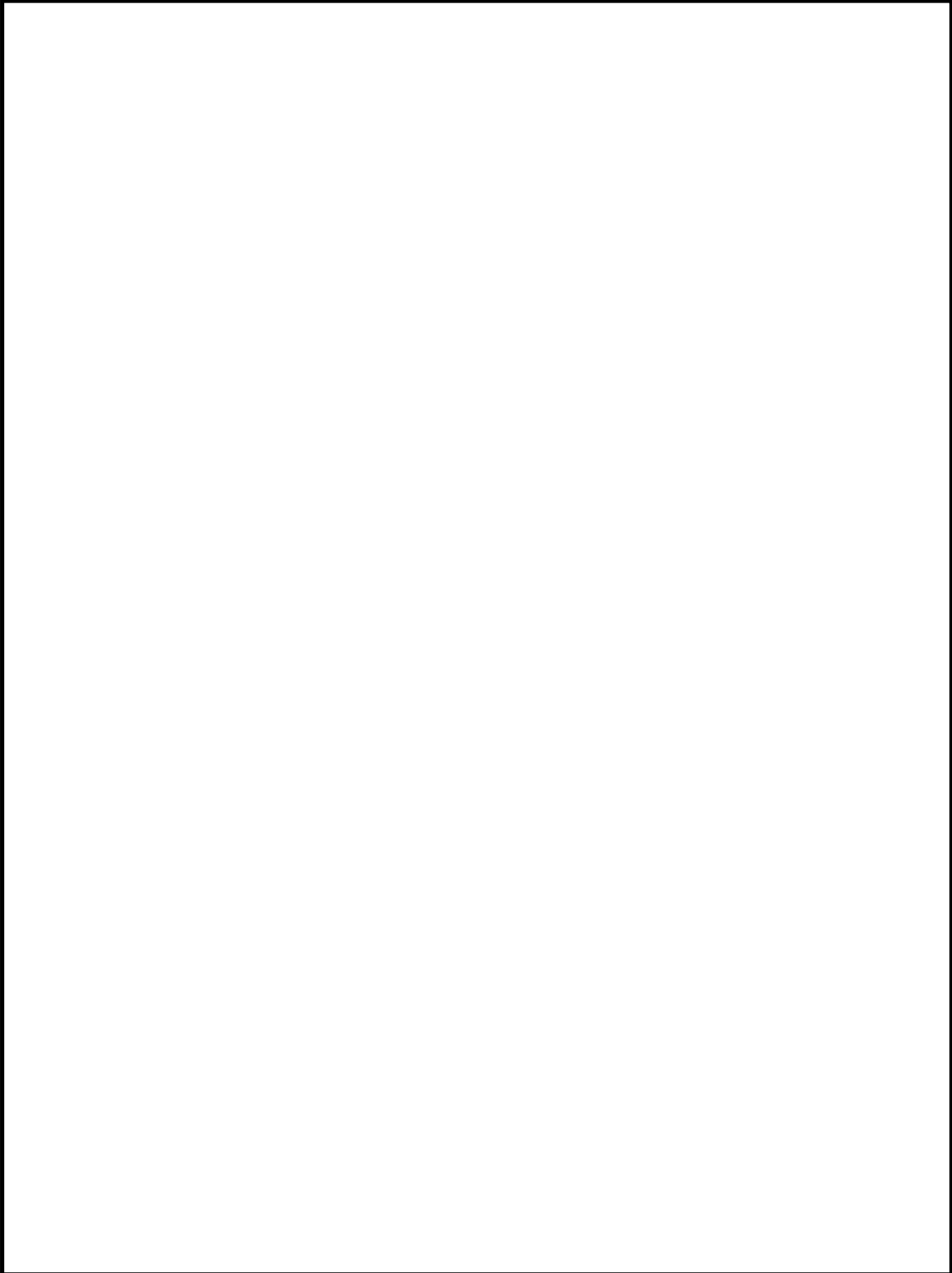
4.7. Висновки за розділом

В даному розділі було здійснено вибір програмних компонентів, необхідних для реалізації програмного забезпечення розпізнавання відбитків пальців.

Було розглянуто програмні засоби покращення вихідного зображення відбитку, фільтрування та приведення його до стану, при якому можливе його подальше розпізнавання.

Ознайомившись з усіма програмними засоби було сформовано блок-схему системи ідентифікації особи.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



					171.6321М.КР.ПЗ.Р5			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Балицький Н. О.			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант		Губальцев А. М.					74	15
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Рябенський В. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, які забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

У відповідності до закону «Про охорону праці», охорона праці виявляє і вивчає можливі причини виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою усунення цих причин і створення, безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Для зняття показників зусиль на механічних конструкціях з відображенням інформації на екран монітору за допомогою тензодатчиків використовується персональний комп'ютер і пристрій його сполучення з датчиками. Тому відповідно до законів з охорони праці необхідно забезпечити безпеку при їхній роботі й обслуговуванні, а також звести до мінімуму вплив шкідливих і небезпечних факторів, таких як електромагнітне випромінювання, світлове випромінювання й електричний струм, на людину.

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на людину

Небезпечним виробничим фактором називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого у визначених умовах приводить до травми або до іншого раптового різкого погіршення здоров'я. Результатом впливу цього фактора на людину є нещасні випадки.

Шкідливим виробничим фактором називається такий виробничий фактор, що приводить до захворювання або зниження працездатності. Результатом впливу цього фактора на людину є професійні захворювання.

Проведемо аналіз небезпечних і шкідливих факторів, характерних при розробці і використанні зняття показників зусиль на механічних

					171.6321M.KP.ПЗ.P5	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

конструкціях з відображенням інформації на екран монітору за допомогою тензодатчиків, за допомогою персонального комп'ютера.

5.1.1. Мікроклімат на робочому місці

Кліматичні умови є важливим фактором нормальної роботи електронної техніки і високої продуктивності праці працівників. З метою створення нормальних умов на робочому місці встановлені норми виробничого мікроклімату. Основні параметри мікроклімату на ділянці по збору електронного обладнання представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Основні параметри мікроклімату

Період року	Параметри повітряного середовища								
	Фактичні			Оптимальні			Припустимі		
	t, °C	Відносна вологість, %	Швидкий. Повітря, м/с	t, °C	Відносна вологість, %	Швидкий. Повітря, м/с	t, °C	Відносна вологість, %	Швидкий. Повітря, м/с
Холодний	18	66	0,2	20-22	40-60	0,2	18-22	70	0,3
Теплий	24	60	0,3	20-25	40-60	0,4	28	60-65	0,5

З таблиці 5.1. випливає, що параметри мікроклімату в лабораторії знаходяться в межах норми.

5.1.2. Забруднення повітря на робочому місці

При виробництві системи зняття показників зусиль на механічних конструкціях з відображенням інформації на екран монітору за допомогою тензодатчиків можна виділити наступні основні технологічні операції:

- нанесення малюнка друкованих плат;
- травлення друкованих плат у розчині хлорного заліза (FeCl_3);
- свердлення отворів;
- монтаж електронних компонентів на друкованих платах;
- покриття друкованих плат вологостійким поліуретановим лаком.

Під час виконання перерахованих технологічних операцій в атмосферу викидається ряд речовин, більшість з яких є небезпечними для здоров'я людини. Найбільш шкідливі з них приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Шкідливі речовини.

Речовина	Забруднюючі компоненти	Характер дії, області поразки	Клас небезпеки	Гранично допустима концентрація в повітрі		Викид в робочій зоні, мг/м ³
				Разова мг/м ³	Середньодобова, мг/м ³	
Припої олов'яно-свинцеві ПОС-40 ПОС-60	Pb(свинець) Sn(олово)	Центральна нервова система, полові органи	I	-	0,0003	0,0001
	Ni(нікель)	Канцероген	I	0,0002	0,0002	-
	каніфоль	Дихальні шляхи	IV	0,3	0,3	0,2
Флюси	Етиловий спирт	Центральна нервова система	IV	0,1	0,1	-
Лаки	Полімери	Центральна нервова система	IV	0,35	0,35	0,05

Як видно з таблиці 5.2., зміст шкідливих речовин в атмосфері лабораторії не перевищує гранично допустиму концентрацію.

Слід зазначити, що шкідливі речовини викидаються в атмосферу тільки в процесі виробництва системи зняття показників зусиль на механічних конструкціях з відображенням інформації на екран монітору за допомогою тензодатчиків, але не в процесі її налагодження й експлуатації.

Незважаючи на те, що середньодобовий викид свинцю й олова в атмосферу менше гранично допустимого, необхідно враховувати здатність цих речовин, як і ряду інших важких металів, накопичуватися в організмі людини і відповідно викликати важкі поразки організму.

5.1.3. Виробниче освітлення

Виробниче освітлення має істотне значення в зниженні виробничого травматизму, зменшує небезпеку багатьох виробничих факторів ризику,

знижує небезпеку захворювання органів зору, створює нормальні умови роботи і підвищує загальну працездатність організму.

Існує три види освітлення: природне, штучне і сполучене. Природне освітлення буває: бічне, котре у свою чергу може бути однобічним і двостороннім; верхнє і комбіноване. Штучне освітлення по конструктивному виконанню буває: загальне, для освітлення приміщень; місцеве, для освітлення одного робочого місця; комбіноване освітлення. Також, штучне освітлення по функціональному призначенню буває: робоче, аварійне, евакуаційне, чергове і охоронне. Сполучене освітлення представляє сукупність природного і штучного освітлення.

Як джерела світла застосовуються лампи накаливання і газорозрядні лампи. Лампи накаливання бувають вакуумні і газонаповнені. До переваг застосування ламп накаливання відносяться: зручність в експлуатації, не потрібно додаткових пристроїв для включення в мережу, простота у виготовленні, широкий діапазон потужностей і робочих напруг, відсутність періоду загорання. До недоліків ламп накаливання відносяться: низький ККД і низька світлова віддача, малий термін служби (2000-2500 годин), у спектрі цих ламп переважають жовті і червоні промені, що сильно відрізняє їхній спектральний склад від природного світла. До переваг газорозрядних ламп відносяться високий ККД, великий термін служби (8000-12000 годин) і можливість імітації денного світла. До недоліків газорозрядних ламп відносяться наявність пульсацій світлового потоку і стробоскопічного ефекту, необхідність наявності додаткового пристрою для включення в мережу, токсичність парів ртуті при руйнуванні лампи. Основним типом газорозрядної лампи є люмінесцентна лампа.

5.1.4. Електробезпека

При розробці системи зняття показників зусиль на механічних конструкціях з відображенням інформації на екран монітору за допомогою

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

тензодатчиків одним з небезпечних виробничих факторів є ураження людини електричним струмом при дотику до струмоведучих частин.

Вплив електричного струму на людський організм може призвести до травм та навіть гибелі. Це залежить від величини та тривалості проходження струму, від роду та частоти, електричного опору тіла людини, прикладеної напруги.

Вплив електричного струму призводить до електричних травм:

а) місцеві електротравми: електричні опіки, знаки, металізація шкіри під дією електричної дуги, механічне пошкодження, електрофтальмія;

б) електричні удари:

1 ступень: скорочення м'язів без втрати тями;

2 ступень: скорочення м'язів з втратою тями;

3 ступень: втрата тями та порушення роботи серця;

4 ступень: клінічна смерть.

Відомо, що постійний струм у середньому в 4-5 раз безпечніше змінного струму $f=50$ Гц, але при напрузі до 500 В. Якщо напруга вище 500 В, то ураження постійним струмом небезпечніше ніж змінним.

Визначають чотири інтервали при змінному струмі $f=50$ Гц:

1) $I=0,6-1,5$ мА – пороговий відчутний струм;

2) $I=10-15$ мА – пороговий невідпускаємий струм, тому що виникає удома м'язів рук та голосових зв'язок;

3) $I=25-50$ мА – дія струму розповсюджується на м'язи грудної клітини, тобто можливо припинення дихання людини, що потрапила під напругу, якщо струм діє декілька хвилин;

4) $I=50-100$ мА – фібриляційний струм, який впливає на сердечні м'язи; при тривалості декілька секунд можлива зупинка серця.

Причинами ураження електричним струмом можуть стати: випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин; поява напруги на механічних частинах устаткування у результаті

					171.6321M.KP.ПЗ.P5	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

пошкодження ізоляції; поява напруги на відключених струмоведучих частинах устаткування внаслідок помилкового ввімкнення обладнання; виникнення крокової напруги на поверхні землі у результаті замикання проводу на землю.

5.1.5. *Небезпека при роботі з ПЕОМ і пристроєм його сполучення з датчиками*

Зняття показників зусиль на механічних конструкціях з відображенням інформації на екран монітору за допомогою тензодатчиків відбувається за допомогою персональної електронної обчислювальної машини (ПЕОМ). Небезпечними й шкідливими факторами при роботі на ПЕОМ і пристроєм його сполучення з датчиками є такі:

- ураження людини електричним струмом при дотику до незахищених (доступних) елементів;
- електромагнітне поле;
- електростатичне поле;
- вплив світлового потоку;
- відбитого світла.

Електромагнітне поле (ЕМП) створюється магнітними котушками системи, що відхиляє, що знаходяться біля цокольної частини електронно-променевої трубки монітора. Також слід відзначити вплив електромагнітного поля при використанні пристроя сполучення ПЕОМ з датчиками.

ЕМП має здатність біологічного, специфічного і теплового впливу на організм людини.

Біологічний вплив ЕМП залежить від довжини хвилі, інтенсивності, тривалості і режимів впливу, розміром і анатомічною будівлею органа, що піддається впливові ЕМП. ЕМП міліметрового діапазону поглинаються поверхневими шарами шкіри, сантиметрового – шкірою і прилягаючими до

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

неї тканинами, дециметрового – проникають на глибину 8-10 см. Для більш тривалих хвиль тканини тіла людини є добре провідним середовищем.

Механізм порушень, що відбуваються в організмі під впливом ЕМП, обумовлений їх специфічним (нетепловим) і тепловим впливом.

Специфічний вплив ЕМП обумовлений біохімічними змінами, що відбуваються в клітках і тканинах. Найбільш чутливими є центральна і серцево-судинна системи. Спостерігаються порушення умовно-рефлекторної діяльності, зниження біоелектричної активності мозку, зміна межнейронних зв'язків. Можливі відхилення з боку ендокринної системи.

У початковому періоді впливу може підвищуватися збудливість нервової системи, у наступному відбувається зменшення її функції, що виявляється в астенічних станах, тобто фізичної і нервово-психічної слабості. У зв'язку з цим для загальної клінічної картини хронічного впливу ЕМП характерні: головний біль, стомлюваність, погіршення самопочуття, гіпотонія, брадикардія, зміна провідності серцевого м'яза. Зазначені явища можуть бути слабко, помірковано або явно виражені. Можливі незначні і, як правило, нестійкі зміни в крові.

Тепловий вплив ЕМП характеризується підвищенням температури тіла, локальним виборчим нагріванням тканин, органів, кліток унаслідок переходу ЕМП у теплову енергію. Інтенсивність нагрівання залежить від кількості поглиненої енергії і швидкості відтоку тепла від ділянок тіла, що опромінюються. Відтік тепла утруднений в органах і тканинах з поганим кровопостачанням. До них у першу чергу відноситься кристалик ока. Під дією опромінення в ньому можуть відбуватися коагуляція білків або дифузійні зміни з наступним розвитком катаракти. Піддані тепловому опроміненню ЕМП також паренхіматозні органи (печінка, підшлункова залоза) і полі органи, що містять рідину (сечовий міхур, шлунок). Нагрівання їх може викликати загострення хронічних захворювань (виразок, кровотеч, перфорацій).

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Електростатичне поле виникає в результаті опромінення екрана потоком заряджених часток.

Неприємності, викликані їм, зв'язані з пилом, що накопичується в електростатично заряджених екранах, що летить на оператора під час роботи за монітором. Електростатичний потенціал, що виникає в тілі оператора при його роботі за монітором, різний і коливається в межах $+0,6\text{кВ/м}$ (однак він може бути і негативним). Потенціал оператора служить вирішальним фактором при осадженні часток пилу на поверхні тіла, що, у свою чергу, може служити причиною шкірних захворювань, псування контактних лінз, при катаракті розвивається помутніння мембрани кристалика (ока). Низьковольтний електромагнітний розряд здатний змінювати і переривати клітинний розвиток.

Біологічний вплив на оператора світлового потоку і відбитого світла. Світловий потік падає на екран монітора і відбиває від нього.

Одночасно екран монітора випромінює ЕМП у видимій частині спектра. Оскільки вектори лінійної поляризації світлового потоку, відбитого від екрана, і видимої області спектра збігаються, у результаті інтерференції цих двох світлових потоків відбувається посилення амплітуди результуючого світлового потоку, що виявляється в зниженні контрастності і появі відблисків. Подібні впливи викликають утом очного м'яза і згодом можуть стати причиною короткозорості.

5.2. Розрахунок виробничого освітлення

Розрахунок освітлення проводиться для лабораторії кафедри ТЕЕС. До системи освітлення пред'являються наступні основні вимоги:

- Відповідність рівня освітленості робочих місць характерові виконуваної зорової роботи;
- Досить рівномірний розподіл яскравості на робочих поверхнях і в навколишньому просторі;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Відсутність різких тіней, прямого і відбитого блиску (підвищеної яскравості світлих поверхонь, що викликає засліпленість);
- Сталість освітленості в часі;
- Оптимальна спрямованість випромінюваного освітлювальними приладами світлового потоку;
- Довговічність, економічність, електро- і пожежобезпечність, естетичність, зручність і простота експлуатації.

Освітлення лабораторії кафедри ПЕЕТ підрозділяється на природне, штучне і комбіноване.

Природне освітлення проектується відповідно до діючих Будівельних норм і правил (БНіП). Природне освітлення повинне здійснюватися через світопроїми, орієнтовані переважно на північ і північний захід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,2% у зонах зі стійким сніжним покривом і не нижче 1,5% на іншій території. Зазначені значення КПО нормуються для будинків, розташованих у III світловому кліматичному поясі. Розрахунок КПО для інших поясів світлового клімату проводиться за загальноприйнятою методикою згідно БНіП «Природне і штучне освітлення».

Штучне освітлення в лабораторії підрозділяється на загальне і місцеве. Для штучного освітлення лабораторії загального значення використовуються люмінесцентні лампи.

Розрахунок штучного освітлення загального значення. Аудиторія кафедри ТЕЕС довжини $A = 7$ м, шириною $B = 6$, висотою $H = 2,7$ м. Висота робочої поверхні $h_p = 1$ м. Побілено стелю, стіни – світла шпалера, світла розрахункова поверхня. Напруга мережі $U_c = 220$ В.

Прийmemo коефіцієнт мінімальної освітленості $E_{min} = 150$ лкс. Вибираємо світильник типу УСП з двома люмінесцентними лампами ЛБ40, вмонтований у стелю.

Відстань від стелі до робочої поверхні :

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

$$H_0 = H - h_p = 2,7 - 1 = 1,7 \text{ м.}$$

Висота підвісу світильника над освітлюваною поверхнею h і відстань від стелі до робочої поверхні H_0 рівні, тобто $h = H_0 = 1,7 \text{ м.}$

Для досягнення найбільшої освітленості при розміщенні світильників приймаємо значення: $L/h = 1,5$

Тоді відстань між центрами світильників

$$L = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 1,7 = 2,55 \text{ м}$$

Визначимо індекс приміщення

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{7 \cdot 6}{1,7 \cdot 13} = 1,9.$$

При $i = 1,9$; $\rho_p = 70 \%$; $\rho_z = 50 \%$; $\rho_r = 30 \%$ для світильника типу УСП коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,47$.

Світловий потік лампи ЛБ40 дорівнює $\Phi_l = 3040 \text{ лм.}$ K_z – коефіцієнт запасу, що для приміщення, лабораторії дорівнює 1,5 для люмінесцентних ламп. Коефіцієнт нерівномірності для люмінесцентних ламп Z приймаємо 1,1.

Визначимо кількість світильників для забезпечення необхідної освітленості:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 42 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 3040 \cdot 0,47} = 3,64.$$

де, $E_{\min}$ – рівень мінімальної освітленості за нормами, n – кількість ламп у світильнику, S – площа лабораторії.

Приймаємо 4 світильники (2 ряди по 2 світильники).

Загальна потужність освітлювальної установки

$$P = P_l \cdot N \cdot n = 40 \cdot 4 \cdot 2 = 320 \text{ Вт.}$$

Комбіноване освітлення. При ньому світильники встановлюються у верхній частині приміщення паралельно стіні з віконними прорізами, що дозволяє відключати їх послідовно в залежності від зміни природного освітлення.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Виконання складальних робіт вимагає додаткового місцевого освітлення, що концентрує світловий потік безпосередньо на знаряддя і предмети праці.

5.3. Заходи по техніці безпеки

Мікроклімат на робочому місці. Для забезпечення нормальної роботи у відповідності установленими виробничими нормами, необхідно обігрівати і прохолоджувати виробниче приміщення у відповідний час року за допомогою кондиціонерів повітря, вентиляторів, центральної системи опалення або нагрівальних приладів.

Забруднення повітря на робочому місці. У процесі проведення виробничих робіт варто організовувати вентиляцію всього приміщення і витяжки на робочих місцях. У разі потреби використовувати спеціалізовані повітроочисні пристрої.

Виробниче освітлення. Для ліквідації стробоскопічного ефекту варто розділити існуючі світильники з газорозрядними лампами на три рівні групи і включити їх у різні фази трифазної мережі. У цьому випадку за рахунок фазового зрушення струмів у ланцюзі світильників різних груп буде відбуватися їхня взаємокомпенсація і сумарний світловий потік буде практично незмінним у часі.

В приміщенні при експлуатації ПЕОМ загальне висвітлення варто виконувати у виді суцільних або переривчастих ліній світильників, розташованих збоку від робочих місць, паралельно лінії зору користувача при рядному розташуванні ПЕОМ. При периметральном розташуванні комп'ютерів лінії світильників повинні розташовуватися локалізовано над робочим столом, ближче до його переднього краю, зверненому до оператора.

Необхідно обмежити прямий відблиск від джерел освітлення, при цьому яскравість світлих поверхонь, що знаходяться в поле зору, повинна бути не більш 200 кд/м².

					171.6321M.KP.ПЗ.P5	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Також необхідно обмежувати відбитий відблиск на робочих поверхнях за рахунок правильного вибору типів світильників і розташування робочих місць стосовно джерел природного і штучного висвітлення, при цьому яскравість відблисків на екрані не повинна перевищувати 40 кд/м^2 і яскравість стелі при застосуванні системи відбитого висвітлення не повинна перевищувати 200 кд/м^2 .

Електробезпека. Електробезпечність забезпечується відповідною конструкцією електроустаткування, застосуванням технічних способів і засобів захисту, організаційними і технічними заходами. Конструкція електроустаткування повинна відповідати умовам його експлуатації, забезпечувати захист персоналу від зіткнення зі струмоведучими частинами й устаткування – від влучення усередину сторонніх предметів і води. Найбільш розповсюдженими технічними засобами захисту є захисне заземлення і занулення. Прокладка контуру заземлення виконувалася під час побудови лабораторії у відповідності з будівельними вимогами, тому робити додатковий розрахунок опору контуру немає потреби. Організаційні і технічні заходи щодо забезпечення електробезпечності полягають в основному у відповідному навчанні, інструктажі і допуску до роботи осіб, що пройшли медичний огляд, виконанні ряду технічних мір при проведенні робіт з електроустаткуванням, дотриманні особливих вимог при роботах з частинами, що знаходяться під напругою.

Електромагнітне поле. Одним з найбільш ефективних і часто застосовуваних методів захисту від низькочастотних і радіо випромінювань є екранування. Для екранів використовуються, головним чином, матеріали з великою електричною провідністю. Як засоби індивідуального захисту застосовуються спецодяг, виготовлена з металізованої тканини у виді комбінезонів, халатів, фартухів, курток з каптурами і вмонтованими в них захисними окулярами.

Робота з ПЕОМ. Вимоги до приміщень:

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- приміщення з ПЕОМ повинно відноситися до категорії В;
- не допускається розміщення приміщення для роботи з ПЕОМ у підвалах і цокольних поверхах;
- площа на одне робоче місце, обладнане ПЕОМ повинно бути не менш 6м^2 ;
- приміщення з ПЕОМ повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації й вуглекислотними вогнегасниками по два на 20 м^2 усій площі приміщення.

Санітарно-гігієнічні вимоги.

- рівень освітленості на робочому столі повинний бути в межах 300-500 лк;
- температура повітря в приміщенні в холодний час року повинна знаходитись в межах від 21°C до 24°C , а в теплий час року – від 23°C до 25°C .

У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більш 5 ПЕОМ, на видному і доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, що може цілком відключити електроживлення приміщення, крім освітлення.

Користувач ПЕОМ повинен знаходитись на відстані 500-600 мм від монітора при діагоналі екрана 15” і на відстані 600-700 мм при діагоналі 17”.

Згідно з наказом про охорону праці режим праці і відпочинку операторів, що працюють з ЕОМ, повинний організовуватися в залежності від виду категорії трудової діяльності.

Види трудової діяльності розділяються на три групи (А, Б, В):

А: робота зі зчитування інформації з екрана ЕОМ з попереднім запитом;

Б: робота з введення інформації;

В: творча робота в режимі діалогу з ЕОМ.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Перерви для відпочинку повинні надаватися в залежності від ступеня стомлення, своєчасність їх важливіше тривалості. Під час перерв необхідно виконувати спеціалізовані комплекси гімнастичних вправ.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р5	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході роботи над дипломним проектом було створено систему автоматично реєстрації студентів вищих навчальних закладах на заняттях.

Було проаналізовано існуючі види сканерів відбитків пальців, їх переваги та недоліки. Виходячи з цього було визначено найбільш перспективний та найпоширеніший вид сканерів, а саме ємнісний.

Було розглянуто програмні засоби покращення вихідного зображення відбитку, фільтрування та приведення його до стану, при якому можливе його подальше розпізнавання.

Розроблено програмне забезпечення покращення якості зображення відбитку пальця та його фільтрація.

Було сформовано блок-схему системи ідентифікації особи.

Були розглянуті питання з охорони праці.

					171.6321М.КР.ПЗ.Висновки	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Європейська цифрова бібліотека – Europeana [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.europeana.eu/portal/>
2. Національна парламентська бібліотека України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nplu.org/>
3. Інтелектуальна система оптичного розпізнавання тексту ABBYYFineReader. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.abbyy.ru/finereader/>
4. <http://www.i2s-digibook.com>
5. <http://www.i2s-bookscanner.com>
6. <https://habr.com/ru/articles/116458/> – сканери відбиття пальців.

					171.6321М.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		