

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Дзивицький Сергій Дмитрович

УДК 004.93

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ НА БАЗІ
RASPBERRY PI ТА OPENCV**

Напрямок підготовки 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат
магістерської роботи
на здобуття кваліфікації магістра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2021

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Керівник: **Пузирьов Сергій Володимирович,**
ЧНУ ім. Петра Могили,
кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри
комп'ютерної інженерії

Рецензент: **Запальський Володимир Миколайович,**
ЧНУ ім. Петра Могили,
кандидат технічних наук, завідувач кафедри
автоматизації та комп'ютерно інтегрованих технологій,
доцент

Захист відбудеться «23» лютого 2021 року на засіданні Екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406.

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений « 22 » лютого 2021 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
кандидат фіз.-мат. наук, доцент

С. В. Пузирьов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проблема раціонального використання робочого часу працівниками підприємств, установ та організацій не є новою, але до сьогодні не втратила своєї актуальності у зв'язку із щоденним зростанням інформації, і як наслідок, кількості рутинних операцій, який зменшує творчу компоненту працівника, та в багатьох випадках є важливою негативною складовою різноманітних стресових явищ.

У якості прикладу можна привести облік працівників на робочому місці, облік учнів (студентів) на занятті тощо. Ці операції є рутинними, відбуваються за схожими алгоритмами, а тому можуть бути автоматизовані в тій чи іншій мірі.

У якості еталонної задачі розглянемо автоматизацію обліку присутності працівника на робочому місці. Як відомо, щоденно 5-10 хвилин витрачається на те, щоб відмітити присутніх на робочому місці (або у навчальному закладі).

Для автоматизації процесі обліку робочого часу вже існують спеціальні системи, які умовно можна поділити на дві групи:

- Системи верифікації службових документів працівника (студента) як-то службове посвідчення, ID-картка, паспорт тощо;
- Системи верифікації біометричної інформації — розпізнавання обличчя, сітківки ока, відбитків пальців (Touch ID) і т.д.

Спеціалізовані системи верифікації документів мають досить велику собівартість, а сканери ID-карток мають невисоку надійність та продуктивність. Окрім того, досить легко таку систему ввести в оману шляхом верифікації картки іншого працівника.

Системи, які базуються на розпізнаванні біометричної інформації мають ще більшу собівартість, а біометричні дані навіть невеликої

кількості працівників займають досить багато пам'яті (шаблон відбитку пальця займає близько 240 КБ), що підвищує вимоги до серверного обладнання.

Загальною проблемою обох систем є те, що працівник (учень) повинен все одно витратити час на проходження верифікації. Окрім того:

1. Статистичні та рукописні дані важко обчислити і проаналізувати, а також вести облік.

2. Є велика вірогідність помилкових записів відвідуваності а також подробиці записів у журналі обліку.

В даній роботі ставиться за мету розробка інтелектуальної системи обліку робочого часу на базі Raspberry Pi з використанням алгоритмів машинного зору та розпізнавання людського обличчя. Данна система вирішить ряд основних перелічених вище проблем, а також матиме такі переваги:

- Низька собівартість.
- Простота супроводження - необхідно лише один раз завантажити фото до бази даних та оновлювати їх один-два рази на рік.
- Легкість використання.
- Не потребує участі працівника (учня) у процесі верифікації.

Мета: проектування та прототипування системи обліку робочого часу на базі Raspberry pi, яка повинна розв'язувати наступні задачі:

1. Скорочення витрат часу на облік присутності користувача.
2. Спрощення системи контролю відвідування.
3. Можливість опрацювання та аналізу даних, по використанню робочого часу, а саме автоматична обробка зображення, розпізнавання користувачів та ведення журналу обліку у базі даних.

4. Мінімізація участі користувачів в процесі обліку робочого часу.

Об'єкт: робочий (навчальний) час працівника (студента).

Предмет: інтелектуальна система обліку робочого часу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- Модуль повинен мати доступну ціну;
- Досягти більш розширеного функціоналу по відношенню до аналогів;
- Мати модливість синхронізації з будь-яким пристроєм на будь-якій операційній системі: IOS, Android, Windows, Mac OS;
- Мати можливість легкої масштабованості та інтеграції у більш складніші проекти;

Використані методи: у дипломній роботі для вирішення наукових завдань використані наступні методи досліджень:

- дедукції – при виборі напрямків дипломного дослідження;
- експертної оцінки – при виборі теми і постановці мети дослідження та аналізі результатів;
- системного аналізу – при розробці технології наукових досліджень;
- теорії нечіткої логіки – при розробці розпізнавання людини по «нечітким»;
- порівняння (емпіричний) – при виборі способів розпізнавання обличчя людини на фотографіях та відео фрагментах;
- пояснення(проміжний) – при формуванні і огляді концепції дипломної роботи;
- аналіз проблеми(проміжний) – при вирішенні проблем під час написання програмної частини системи;
- методи системного та порівняльного аналізу(теоретичний) – під час аналізу наукових джерел та статей для кращого розуміння методів розпізнавання образів.

Практичне значення одержаних результатів: результати даної роботи допоможуть вирішити проблему раціонального використання робочого часу працівниками підприємств, установ та організацій, яка до

сьогодні не втратила своєї актуальності у зв'язку із щоденним зростанням інформації, і як наслідок, кількості рутинних операцій, який зменшує творчу компоненту працівника, та в багатьох випадках є важливою негативною складовою різноманітних стресових явищ.

Апробація результатів магістерської роботи відбулася під час Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Інтелектуальні інформаційні системи» 2021 р.

Публікації. За результатами магістерської роботи опубліковані тези доповідей[1].

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 30 найменування, 1 додатку на 4 сторінках, спеціальної частини з охорони праці та безпеки життєдіяльності. Основна частина роботи становить 71 сторінку, серед яких 36 рисунків та 3 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, а саме необхідність розробки інтелектуальної системи обліку робочого часу на базі Raspberry pi, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації автора. Описано практичне значення роботи.

У **першому розділі** магістерської роботи **«Аналітичний огляд літератури та патентної інформації»** У розділі зроблено огляд існуючих методів, які використовуються для розпізнавання обличчя на зображеннях та відео. Технології розпізнавання обличчя швидко розвиваються й використовуються у реальних практичних цілях.

Як можна побачити з проведеного аналізу існуючі методи мають свої слабкі та сильні сторони, а також вимагають подальшого розвитку.

Ознаки Хаара, які використовуються в методі Віюлі-Джонса доволі прості, але ефективні для виділення обличчя фронтально. Також доволі популярним є напрямок дослідження можливості застосування інших типів наприклад вейвлетів для покращення роботи методу по виділенню обличчя у різних положеннях. Серед нейронних мереж найкращі показники у згорточних нейронних мереж.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про відсутність абсолютної переваги окремого методу. Чіткий вибір методу повинен бути обраний в залежності від умов застосування, тобто властивостями системи, яка застосовується для отримання того чи іншого виду доступу та можливість альтернативного використання уже відомих характерних ознак обличчя. Враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок що найперспективніше буде використовувати гібридні методи, що надають переваги й зменшують недоліки розглянутих вище різних

методів та класів. У дипломній роботі прийнято рішення використовувати за основу розпізнавання метод Віоли-Джонса.

У **другому розділі** магістерської роботи «**Розробка апаратної частини**» виконується апаратна реалізація проекту, проводиться аналіз існуючих одноплатних міні комп'ютерів, детально розглядаються можливі компоненти для проектування системи. При створенні апаратної частини, проаналізовано низку ряд міні комп'ютерів для використання у якості обробляючого пристрою системи обліку робочого часу. Кожен з них мав свої переваги та недоліки, в результаті найбільш оптимальним виявився Raspberry pi 4.

Детально опрацьовано та розглянуто можливі компоненти для проектування системи, та обрано найоптимальніші по відношенню ціна-якість, а саме:

- У якості процесору обрано Raspberry pi 4, тому що він має більший потужніший та новітній процесор, а також нову та більш швидкісну оперативну пам'ять

- Обрано камеру для отримання відео зображень з восьмимегапиксельним сенсором Sony IMX219 Exmor, що дозволяє захоплювати, записувати і транслювати відео у форматах 1080p, 720p і VGA.

- Для автономності системи, та живлення обрано Power Bank Xiaomi ємністю 10000 мАг та виходом USB, що дозволило при повному заряді батареї та середньому значенні споживання струму Raspberry Pi в 700 мА працювати системі в автономному режимі до 10 годин.

У **третьому розділі** магістерської роботи «**Розробка програмної частини**» виконується програмна реалізація проекту, проведено аналіз існуючих програмних продуктів, які у подальшому використано при розробці інтелектуальної системи обліку робочого часу. При розробці програмної частини, використовувалось середовище розробки PyCharm

для програмування системи інтелектуального обліку робочого часу обрано мову програмування Python, яка є найбільш підходяща для роботи з бібліотекою OpenCV. Весь код системи написаний на мові програмування Python. На рисунку 1 представлено структуру модулів проекту.

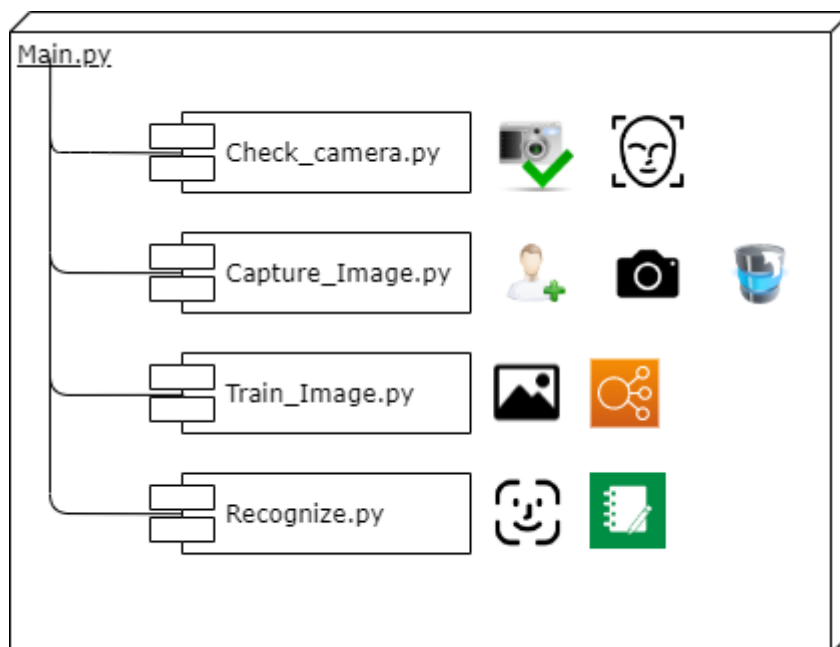


Рисунок 1 Структура модулів проекту

Для спрощення та прискорення процесу розробки використано такі додаткові сервіси та утиліти:

- SSH клієнт надає можливість безпечно передавати в незахищеному середовищі практично будь-який інший мережевий протокол. Завдяки цьому, можна віддалено працювати на комп'ютері через командну оболонку, а також передавати дані по шифрованому каналу, наприклад звуковий потік або відео.

- FTP сервер (vsftpd), у ході виконання дипломного проекту було необхідно працювати з відео та фото даними, постійно передавати дані від Raspberry Pi на комп'ютера, а також навпаки. Тому було прийнято рішення для комфортної передачі даних використати FTP протокол, та налаштувати і запусити FTP сервер на Raspberry Pi. Використано програма ftp-сервера - vsftpd.

– FTP клієнт (FileZilla) Для FTP серверу Raspberry Pi, встановлено та налаштовано FTP client FileZilla для отримання доступу до файлів. Я обрав у якості FTP клієнту саме FileZilla, тому що цей клієнт має ряд переваг серед інших конкурентів.

У якості бібліотеки, яка містить алгоритми комп'ютерного зору використано openCV, бібліотека включає в себе більш ніж 2500 оптимізованих алгоритмів, серед яких як класичні так і практичні алгоритми комп'ютерного зору і машинного навчання. У якості алгоритму розпізнавання використано метод головних компонент PCA.

Додатки містять лістинг коду інтелектуальної системи обліку робочого часу на базі Raspberry pi та openCV.

У спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» наведено аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні на підприємстві ТОВ «Альпстрой», а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників. Слід зазначити, що було встановлено відповідність всіх розглянутих показників чинним санітарним нормам та виявлено, що умови праці в ТОВ«Альпстрой» є оптимальними.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи було розглянуто використання алгоритмів розпізнавання обличь для контролю робочого часу, а також моніторингу відвідувань для бізнесу та інших сферах життя людей.

Сформовано переваги та недоліки, виходячи із розглянутої літератури, а також проаналізовано можливості використання даної системи для використання в університеті, для автоматичного моніторингу та ведення обліку відвідувань.

Розглянуто алгоритми для побудови систем розпізнавання обличь, проаналізовано всі переваги та недоліки алгоритмів.

Проаналізовано патенти щодо використаних в них технологій та запропонованих функцій.

Під час виконання дипломної роботи було отримано такі результати:

Проаналізовано подібних конкурентні пристрої, виявлено ряд переваг та деякі недоліків.

Виконано порівняння системи з існуючими на ринку аналогами.

- До переваг системи можна віднести:
- Скорочено витрати часу на облік присутності користувача.
- Спрощено систему контролю відвідування.
- Можливість опрацювання та аналізу даних, по використанню робочого часу, а саме автоматична обробка зображення, розпізнавання користувачів та ведення журналу обліку у базі даних.

- Мінімізація участі користувачів в процесі обліку робочого часу.

До недоліків системи можна віднести:

- Для подальшого розширення системи, та при збільшенні об'єму вхідних даних, необхідно винести обробку даних на розподілений сервер

В даній роботі розроблено інтелектуальну систему обліку робочого часу на базі Raspberry pi та OpenCV.

Створено та протестовано прототип системи на базі обраних компонентів.

Виявлених недоліків можна легко позбутися, при цьому загальна вартість приладу майже не збільшиться.

При створенні апаратної частини, було проаналізовано ряд одноплатних міні комп'ютерів. Кожен з них мав свої переваги та недоліки, в результаті найбільш оптимальним виявився Raspberry Pi, тому що він має більший потужніший та новітній процесор, а також нову та більш швидкісну оперативну пам'ять, також обрано камеру для отримання відео зображень з восьмимегапиксельним сенсором Sony IMX219 Exmor, що

дозволяє захоплювати, записувати і транслювати відео у форматах 1080p, 720p і VGA.

Для обробки фото, та відео потоку обрано саме OpenCV, виконано компіляцію під ARM, з максимальною оптимізацією, для можливості роботи на одноплатному міні комп'ютері Raspberry Pi 4.

При розробці програмної частини, використовувалось середовище розробки PyCharm для програмування системи інтелектуального обліку робочого часу обрано мову програмування Python, яка на мою думку є найбільш підходяща для роботи з бібліотекою OpenCV.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Дзивицький С. Д., Пузирьов С. В. Чорноморський національний університет ім. Петра Могили «Розробка інтелектуальної системи обліку робочого часу на базі Raspberry pi, openCV та tensorflow».

АНОТАЦІЯ

Дзивицький С. Д. Розробка інтелектуальної системи обліку робочого часу на базі Raspberry pi та openCV. – Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2021.

Магістерська робота спрямована на розробку інтелектуальної системи обліку робочого часу. Розглянуто будову основні принципи, та алгоритми систем, а також проаналізовано існуючі сьогоденні рішення на світовому ринку. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у можливості вирішення проблеми раціонального використання робочого часу працівниками підприємств, установ та організацій не є новою, але до сьогодні не втратила своєї актуальності у зв'язку із щоденним зростанням інформації, і як наслідок, кількості рутинних операцій, який зменшує творчу компоненту працівника, та в

багатьох випадках є важливою негативною складовою різноманітних стресових явищ.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та одного додатку. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення магістерської роботи. У першому розділі досліджується будова та основні принципи, методи та алгоритми систем розпізнавання обличь; проводиться аналіз існуючих рішень конкурентів. У другому розділі виконується апаратна реалізація проекту, проводиться аналіз існуючих одноплатних міні ПК, детально розглядаються можливі компоненти для проектування системи. У третьому розділі виконується програмна реалізація проекту, проведено аналіз існуючих програмних продуктів, які у подальшому використано при системи. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А наведений лістинг програми.

В цілому, магістерська робота без додатків містить 71 сторінку, 36 рисунків, 3 таблиці, 30 джерел посилання.

Ключові слова: Raspberry pi, openCV, Face Recognition, Attendance, snapshot, pi camera, python.

ABSTRACT

Dzivytskyi S. D. Intelligent time tracking system based on Raspberry pi and openCV. – Master's thesis in specialty 123 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2021.

The master's thesis is aimed at developing an intelligent time tracking system. The structure of basic principles and algorithms of systems are considered, as well as existing current solutions on the world market are analyzed. The practical significance of the results of research and development is the possibility of solving the problem of rational use of working time by

employees of enterprises, institutions and organizations is not new, but today it has not lost its relevance due to the Daily growth of information, and as a result, the number of routine operations, which reduces the creative component of the employee, and in many cases is an important negative component of various stressful phenomena.

The explanatory note of The Master's thesis consists of an introduction, three sections, conclusions and one appendix. In the introduction, the relevance of the topic is determined, the purpose, object, subject and tasks of research and development of the master's thesis are formulated. The first chapter examines the structure and basic principles, methods and algorithms of facial recognition systems; analyzes existing solutions of competitors. In the second chapter, the hardware implementation of the project is performed, the analysis of existing single-board mini PCs is carried out, and possible components for system design are considered in detail. In the third chapter, the software implementation of the project is performed, and the analysis of existing software products that are later used in the system is carried out. The conclusions provide an analysis of the work done and the results of research and development obtained. Appendix A provides a list of the program.

In general, master's thesis without the enclosures contains 75 pages, 36 pictures, 3 tables, 30 references.

Key words: Raspberry pi, openCV, Face Recognition, Attendance, snapshot, pi camera, python.