

ДОДАТОК А

Лістинг програм

Отримання шаблону точок обличчя

```
import cv2
import mediapipe as mp
import numpy as np
import tkinter as tk
from tkinter import messagebox

# Ініціалізація Mediapipe Face Mesh
mp_face_mesh = mp.solutions.face_mesh
face_mesh = mp_face_mesh.FaceMesh(static_image_mode=False,
max_num_faces=1, min_detection_confidence=0.5)

# Ініціалізація вікна Tkinter
window = tk.Tk()
window.title("Збереження контрольних точок обличчя")

# Функція для збереження контрольних точок обличчя у файл
def save_landmarks():
    cap = cv2.VideoCapture(1)
    saved = False
    while not saved:
        ret, frame = cap.read()
        if not ret:
            break
```

```

# Перетворюємо кадр у RGB
rgb_frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)

# Виконуємо обробку кадру для виявлення контрольних точок
results = face_mesh.process(rgb_frame)

if results.multi_face_landmarks:
    for face_landmarks in results.multi_face_landmarks:
        landmarks = []
        for lm in face_landmarks.landmark:
            x = lm.x
            y = lm.y
            z = lm.z
            landmarks.append((x, y, z))

        # Збереження контрольних точок у файл
        np.save('face_landmarks_sample.npy', landmarks)
        saved = True
        messagebox.showinfo("Успіх", "Контрольні точки обличчя
збережено!")
        break

cv2.imshow('Захоплення обличчя', frame)

if cv2.waitKey(5) & 0xFF == 27: # Натисніть ESC для виходу
    break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

```
# Створення кнопки для збереження контрольних точок
save_button = tk.Button(window, text="Зберегти", command=save_landmarks)
save_button.pack(pady=20)

# Запуск основного циклу Tkinter
window.mainloop()
```

Код програми розпізнавання обличчя

```
import cv2
import mediapipe as mp
import numpy as np

# Ініціалізація Mediapipe Face Mesh
mp_face_mesh = mp.solutions.face_mesh
face_mesh = mp_face_mesh.FaceMesh(static_image_mode=False,
max_num_faces=1, min_detection_confidence=0.5)

# Ініціалізація модуля малювання для візуалізації контрольних точок
mp_drawing = mp.solutions.drawing_utils

# Функція для обчислення евклідової відстані між двома точками (x, y, z)
def euclidean_distance(point1, point2):
    return np.linalg.norm(np.array(point1) - np.array(point2))

# Завантаження зразка контрольних точок обличчя для порівняння
sample_landmarks = np.load('venv/face_landmarks_sample.npy')

# Встановлюємо поріг для розпізнавання
```

```
RECOGNITION_THRESHOLD = 0.1

# Функція для перевірки схожості з зразком обличчя
def is_face_matching(landmarks, sample_landmarks, threshold):
    distances = []
    for i in range(len(landmarks)):
        # Переконаємося, що обидва масиви мають однаковий розмір
        (наприклад, (x, y, z))
        if len(landmarks[i]) == len(sample_landmarks[i]):
            distances.append(euclidean_distance(landmarks[i],
sample_landmarks[i]))
    mean_distance = np.mean(distances)
    return mean_distance < threshold

# Відеопотік з камери
cap = cv2.VideoCapture(1)

while cap.isOpened():
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        break

    # Перетворюємо кадр у RGB
    rgb_frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)

    # Виконуємо обробку кадру для виявлення контрольних точок
    results = face_mesh.process(rgb_frame)

    if results.multi_face_landmarks:
```

```

for face_landmarks in results.multi_face_landmarks:
    landmarks = []
    for lm in face_landmarks.landmark:
        x = lm.x
        y = lm.y
        z = lm.z # Додаємо координату Z для уникнення помилок
        landmarks.append((x, y, z))

    # Перевірка чи обличчя відповідає зразку
    if is_face_matching(landmarks, sample_landmarks,
RECOGNITION_THRESHOLD):
        cv2.putText(frame, "Access Granted", (50, 50),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2, cv2.LINE_AA)
    else:
        cv2.putText(frame, "Access Denied", (50, 50),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 0, 255), 2, cv2.LINE_AA)

    # Візуалізація контрольних точок
    mp_drawing.draw_landmarks(frame, face_landmarks,
mp_face_mesh.FACEMESH_TESSELATION,
                            landmark_drawing_spec=None,
connection_drawing_spec=mp_drawing.DrawingSpec(color=(0, 255, 0),
                                                    thickness=1,
circle_radius=1))

    cv2.imshow('Face Recognition', frame)

    if cv2.waitKey(5) & 0xFF == 27:

```

`break`

`cap.release()`

`cv2.destroyAllWindows()`

ДОДАТОК Б

Апробація результатів наукових досліджень



Co-funded by
the European Union

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки

Міжнародна Конференція ЦИФРОВІ ІННОВАЦІЇ & СТАЛИЙ РОЗВИТОК 2024



International Conference DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024

DI&SD

2024

International Conference

15 November

YKharkiv

УДК 005:004.896:62-65:338.3
Ц75

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, Колупаєва І.В., В.В. Євсєєв.

Ц75 Цифрові інновації & сталий розвиток 2024: матеріали I-ої Міжнародної конференції, Харків, 15 листопада 2024 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], — X. : Вид-во Іванченка І. С., 2024. – 80 с.

ISBN 978-617-8332-34-1.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку цифрові інновації в Індустрії 5.0 та в автоматизації в промисловості; адитивне виробництво (3D-друк) як частина цифрової та зеленої трансформації виробництва; сталий розвиток та цифрова трансформація в енергетичних системах; інтернет речей (IoT) та розумні міста: менеджмент та технології; штучний інтелект та машинне навчання для сталого розвитку; цифрова освіта та її роль у формуванні сталого суспільства; цифрові інновації в галузі охорони здоров'я; блокчейн та фінансові технології для сталого розвитку; управління проєктами цифрової та зеленої трансформації; BLUE-GREEN інфраструктура як спосіб пом'якшення зміни клімату.

УДК 005:004.896:62-65:338.3

Digital innovation & sustainable development 2024: Proceedings of I st International Conference, Kharkiv, November 15, 2024: Thesises of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv : [electronic version], . — X. : PH Ivanchenka I., 2024. - 80 p.

The collection includes abstracts on current trends in digital innovations in Industry 5. 0 and automation in industry; additive manufacturing (3D printing) as part of the digital and green transformation of production; sustainable development and digital transformation in energy systems; Internet of Things (IoT) and smart cities: management and technologies; artificial intelligence and machine learning for sustainable development; digital education and its role in shaping a sustainable society; digital innovations in healthcare; blockchain and financial technologies for sustainable development; project management of digital and green transformation; BLUE-GREEN infrastructure as a way to mitigate climate change.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Irina. V.Kolupaieva,Vladyslav.V. Yevsieiev

Результати наукових досліджень, що представлені у збірнику, виконані в межах реалізації **Міжнародного проєкту Erasmus+ Jean Monnet Module #101047751-EUDI4C «Ukraine-EU: Digital innovations making connections 4 changes»**

ISBN 978-617-8332-34-1

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), ХНУРЕ,2024.

ЗМІСТ

<i>A. Yechevskyi</i>	
INNOVATIVE SOLUTIONS FOR SMART CITIES: HOW IOT AND 5G CAN CHANGE ROAD INFRASTRUCTURE AND REDUCE EMISSIONS	10
<i>Vladyslav Yevsieiev</i>	
ECOSYSTEM MODEL OF THE CONCEPT OF INDUSTRY 5.0	12
<i>Horban Andrii</i>	
DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED ACCESS CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM FOR ENHANCED SECURITY IN INDUSTRIAL FACILITIES	14
<i>Vladyslav Yevsieiev, Nataliia Demska</i>	
COMPARISON OF FUNCTIONAL CAPABILITIES OF CLASSIC MANIPULATOR ROBOTS AND COLLABORATIVE ROBOTS	16
<i>V.B. Карташова, А.І. Бронніков</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	18
<i>K. Polikanov, S. Sotnik</i>	
SMART HOME WITH HOUSE MODULE: OVERVIEW OF AUTOMATION TECHNOLOGIES	20
<i>Rostyslav Marunich, Svitlana Sotnik</i>	
APPROACHES TO ENSURING THE EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF IOT TECHNOLOGIES IN VARIOUS INDUSTRIES	22
<i>Yan Khalimonov, Iryna Sezonova, Svitlana Sotnik</i>	
APPROACHES TO ENSURING PROPER WORKING CONDITIONS USING SENSOR TECHNOLOGIES IoT	24
<i>Tokar Vladyslav</i>	
DEVELOPMENT OF THE RUKHIV VIVALENNA SYSTEM AT NEARBY ENTERPRISES	26
<i>Svetlana Starikova, Ilya Karpenko</i>	
ANALYSIS OF FEATURES IN THE DESIGN OF SMALL-DIMENSIONED ROBOTS	28
<i>Igor Golod</i>	
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ НА ВИРОБНИЦТВІ З ВИКОРИСТАННЯМ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ.....	30

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED ACCESS CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM FOR ENHANCED SECURITY IN INDUSTRIAL FACILITIES

Horban Andrii

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14
E-mail: andrii.horban@nure.ua

Annotation: This paper presents the development and design of an automated access control and management system (AACMS) for industrial facilities. The structural diagram integrates key modules such as facial recognition and RFID-based identification, ensuring multi-factor authentication for enhanced security. The system includes a camera for biometric facial recognition, an RFID reader for card-based identification, and an electronic lock mechanism. A microprocessor module (MM) acts as the control unit, processing data from the RFID module and communicating with a laptop or single-board computer. The system operates by scanning both the user's face and RFID card, verifying the data, and providing access if both criteria are met. The integration of these two identification methods – biometric (facial recognition) and RFID – ensures a robust and secure access control process, improving the overall safety of the industrial facility.

Key words: automated access control, RFID Identification, Multi-Factor Authentication, Industrial Security.

Automated access control systems are an integral part of modern industrial enterprises, as they ensure security and efficient personnel management. One of the critical stages in the development of such systems is the design of the structural diagram, which provides a comprehensive understanding of the system's functioning, the interaction of its components, and the logical sequence of operations. This allows not only for process optimization but also for increasing the reliability and security of the system, ensuring its adaptability to potential future changes [1-2].

The design of the structural diagram for an automated access control system (AACS) is a crucial stage that ensures a comprehensive understanding of the system. The diagram identifies key elements such as sensors, controllers, and information processing systems. It helps to detect potential risks, optimize component interaction, and improve system reliability. Important criteria in the design process include contactless employee identification using computer vision and wireless technologies (RFID, NFC), which enhance system efficiency and security [3-4].

Based on the selected criteria that the AACS being developed for the industrial facility must meet, as well as the selected technologies presented in Table 1, the following structural diagram of the AACS for the industrial facility is proposed, as shown in Figure 1.

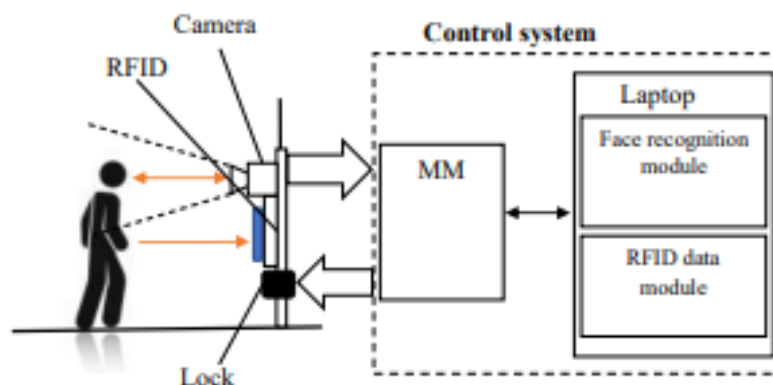


Figure 1 – Structural diagram of the layout of the automated system of access control and management in production

The structural diagram shown in Figure 1 illustrates a management system based on an automated access control and management system (AACMS), which integrates various modules for facial recognition and identification using RFID. Below is a description of the purpose of each component:

- Camera, responsible for capturing images or video of a person's face for further analysis. It is used in the facial recognition module to identify the user based on biometric data.
- RFID, this module reads RFID cards or other identifiers. It contains a reader that interacts with an RFID chip embedded in a card or another object to confirm the identification of a person or object.
- Lock, an electronic lock or access blocking mechanism that receives signals from the control system to open or lock doors after successful user identification via the facial recognition or RFID modules.
- Microprocessor Module (MM, the system's control unit, which processes data received from the RFID module. It reads user card data, decodes the information, and transfers it to a laptop. The MM also receives data from the laptop and controls whether the electronic lock should open or remain closed.
- Laptop, a device responsible for data processing and system management. It contains two primary software modules: the facial recognition module and the RFID data module.
- Facial Recognition Module, the system's software component that analyzes data from the camera and determines whether the user's facial image matches the pre-recorded biometric data. If the identification is successful, the data is transmitted to the control module to grant access.
- RFID Data Module, a software module that stores RFID code data, which grants access rights to the industrial premises.

CONCLUSIONS. Operation Principle of the AACMS Model for the Industrial Facility: the identified object approaches the access control point at the facility, the system scans the face and reads data from the RFID card, the data from the camera is directly transmitted to the laptop or single-board computer, while the RFID card data is decoded in the MM and sent via a USB port as a 16-digit code to the laptop or single-board computer, on the laptop or single-board computer, the facial recognition module analyzes the received facial image and checks it against the stored samples, while simultaneously verifying the 16-digit RFID card code. If both parameters match positively, the system sends a command via the MM to unlock the door. If one or both parameters do not match, the system does not unlock the door. The developed system combines two identification methods – biometric (facial recognition) and RFID – providing a multi-factor approach that enhances access security.

References:

1. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., Maksymova, S., & Gurin, D. (2024). Human Operator Identification in a Collaborative Robot Workspace within the Industry 5.0 Concept. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), 95-105.
2. Moiseev, M., Maksymova, S., Yevsieiev, V., & Alkhalaileh, A. (2024). Program Algorithm for Monitoring System Development. *Journal of Universal Science Research*, 2(7), 33-43. Retrieved from <https://inlibrary.uz/index.php/universal-scientific-research/article/view/36023>.
3. Nevliudov, I. S., Yevsieiev, V. V., Maksymova, S. S., Omarov, A. O. M., & Klymenko, O. M. (2023). Conveyor Belt Object Identification: Mathematical, Algorithmic, and Software Support.
4. Nataliya, M., & Olexander, P. (2024). DEVELOPMENT OF A CYBERPHYSICAL SYSTEM FOR MONITORING FIRE SAFETY. *System technologies*, 1(150), 100-107.
5. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Solyman, A. (2024). Remote Monitoring System of Patient Status in Social IoT Environments Using Amazon Web Services (AWS) Technologies and Smart Health Care. *International Journal of Crowd Science*.
6. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. *Collection of scientific papers «ΑΔΓΟΣ»*, (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113-115.
7. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Starodubcev, N., & Klymenko, O. (2023, September). Monitoring System Development for Equipment Upgrade for IIoT. In *2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)* (pp. 1-5). IEEE.

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет



**КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ
АВТОМАТИЗАЦІЇ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
НА ТРАНСПОРТІ ТА У ВИРОБНИЦТВІ**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ І МОЛОДИХ
УЧЕНИХ**

20 листопада 2024 р.

Харків 2024

УДК 004:629:656:658

Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Харків, ХНАДУ, 2024. – 386 с.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова

Богомолов В.О., проф., Україна, Харків

Заступники голови

Дмитрієв І.А., проф., Україна, Харків

Ефименко О.В., проф., Україна, Харків

Гурко О.Г. проф., Україна, Харків

ОРГАНІЗАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Vera Tyrsa, PhD, Autonomous University of Baja California, Mexico

Безкоровайний В.В., проф., Україна, Харків, ХНУРЕ

Бушугєв С.Д., проф., Україна, Київ, КНУБА

Гавриленко В.В., проф., Україна, Київ, НТУ

Годлевський М.Д., проф., Україна, Харків, НТУ «ХПІ»

Лобур М.В., проф., Україна, Львів, НУ «Львівська політехніка»

Невлюдов І.Ш., проф., Україна, Харків, ХНУ-РЕ

Нефьодов Л.І. проф., Україна, Харків, ХНАДУ

Петренко Ю.А., проф., Україна, Харків, ХНАДУ

Тимчук С. О., проф., Україна, Суми, СумДУ

Харченко В.С., проф., Україна, Харків, НАУ «ХАІ»

Чернов С.К., проф., Україна, Миколаїв, НУК

© ХНАДУ, 2024

**СЕКЦІЯ 3
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ**

OVERVIEW OF DIGITAL LOCKS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE Lvov A.A., Sotnik S.V.	112
OVERVIEW OF COMPUTER VISION AREAS APPLICATION FOR INSPECTION AND QUALITY CONTROL Khalimonov Y.I., Sotnik S.V.	117
RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT CONTROLLED AIR EXCHANGE SYSTEM FOR USE IN STANDARD CONDITIONS BASED ON IOT Dzhumabekova Z.A., Fazylov N.N.	122
REMOTE MONITORING USING THE KERAS LIBRARY Kashaganova G.B., Pakhunov P.Kh.	126
ANALYSIS OF CLOUD AUTHENTICATION SYSTEMS FOR BIOMETRIC DATA Assylbek D.O.	131
IOT AIR EXCHANGE CONTROL SYSTEM Sultanbay A.J.	136

**СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ**

ВИБІР МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ Білик Г. В., Д'яков О.Д.	142
СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ Горбань А. Ю., Безкоровайний В. В.	146
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «ВОДНІ РЕСУРСИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ» Д'яков О.Д.	150
ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРІВ Добрянський Р. О.	153

УДК 004.9: 681.5

СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Горбань А. Ю., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Автоматизовані системи контролю доступу (АСКД) є невід'ємною частиною сучасних промислових підприємств. Вони забезпечують безпеку та ефективне управління персоналом. Одним із критичних етапів розробки таких систем є проектування структурної схеми, яка забезпечує цілісне уявлення про функціонування системи, взаємодію її компонентів і логічну послідовність операцій. Її використання дозволяє не тільки оптимізувати процес розробки, але й підвищити надійність і безпеку системи, забезпечивши її адаптивність до потенційних майбутніх змін.

До основних функцій АСКД відносяться безконтактна ідентифікація співробітників за допомогою комп'ютерного зору та бездротових технологій (RFID, NFC), які підвищують ефективність і безпеку підрозділів компаній. За результатами огляду й аналізу сучасних технологій і систем контролю доступу [1-2] запропоновано такий варіант структурної схеми АСКД на виробництві (рис. 1). На ній подано основні елементи системи: датчики, контролери та модуль обробки інформації. Попередній аналіз схеми сприяв виявленню потенційних ризиків, оптимізацію процесу взаємодії компонентів і підвищенню надійності системи.

Елементи розробленої схеми виконують такі функції:

– камера відповідає за зчитування зображення або відео з обличчя людини для його подальшого аналізу. Використовується в модулі розпізнавання обличчя для ідентифікації користувача на основі біометричних даних;

– RFID, модуль зчитування RFID-карт або інших ідентифікаторів. В цьому блоці розташований зчитувач, який взаємодіє з RFID-чіпом, що може

бути вбудований в картку або інший об'єкт, для підтвердження ідентифікації особи або об'єкта;

- замок, це електронний замок або механізм блокування доступу, який отримує сигнали від керуючої системи для відкриття або блокування доступу після успішної ідентифікації користувача через модулі розпізнавання обличчя або RFID;

- ММ (мікропроцесорний модуль), керуючий блок системи, який обробляє дані, отримані з модуля RFID. Він відповідає за зчитування даних з карточки користувача, декодування інформації та передачі на ноутбук. Також ММ отримує дані з комп'ютера та керує відкриттям електричного замка;

- комп'ютер – пристрій, який виконує функцію обробки інформації та управління системою. Містить два основні програмні модулі: модуль розпізнавання обличчя та модуль даних RFID;

- модуль розпізнавання обличчя, програмна частина системи, яка аналізує дані з камери та визначає, чи відповідає зображення обличчя користувача заздалегідь записаним біометричним даним. Якщо ідентифікація успішна, дані передаються до модуля управління для надання доступу;

- модуль даних RFID, цей програмний модуль зберігає дані RFID-коду, які мають права доступу до виробничого приміщення.

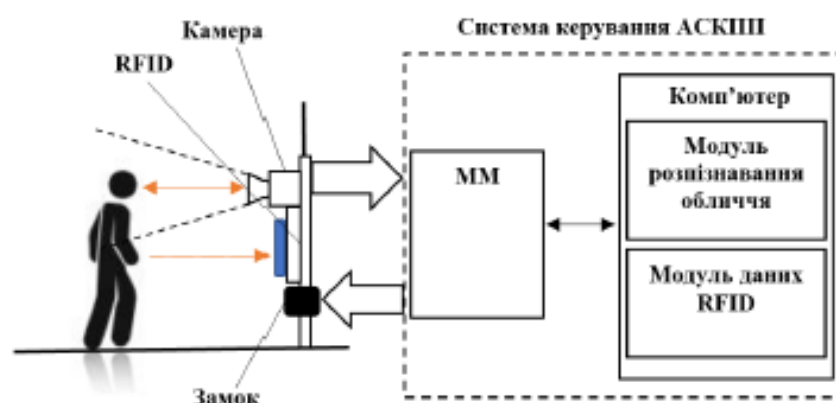


Рисунок 1 – Структурна схема АСКД на виробництві

У процесі функціонування розроблюваної АСКД на виробництві визначено такі складові:

- об'єкт ідентифікації підходить до пункту пропуску;
- система сканує обличчя та зчитує дані з RFID-картки;
- отримані дані з камери передаються на одноплатний комп'ютер, дані з RFID-картки декодуються в ММ та у вигляді 16-го коду через порт USB передаються на одноплатний комп'ютер;

- на одноплатному комп'ютері в модулі розпізнавання обличчя здійснюється аналіз отриманого зображення обличчя, його перевірка з існуючими зразками та перевірка 16-го коду з RFID-картки. При умові, що обидва параметри мають позитивний відгук на запити, система через ММ подає команду на відкриття замка. Якщо один, або обидва параметри не відповідають, система не дає команди на відкриття замка.

Розроблювана АСКД може бути реалізована з використанням різного технічного, математичного і програмного забезпечень. Для вибору найкращого варіанту побудови системи $s^o \in S$ (де S – множина допустимих варіантів) на першому етапі необхідно визначити і формалізувати множину показників якості (локальних критеріїв) $k_j(s)$, $j = \overline{1, m}$, які адекватно характеризують варіанти її побудови.

В якості локальних критеріїв пропонується обрати показники: оперативності (часу ідентифікації користувача) $k_1(s) \rightarrow \min$; надійності $k_2(s) \rightarrow \max$; живучості $k_3(s) \rightarrow \max$; наведених витрат на створення й експлуатацію системи $k_4(s) \rightarrow \min$.

На наступному етапі здійснюється виділення підмножини ефективних (Парето-оптимальних) варіантів побудови системи $S^E \subset S$ шляхом вилучення з множини допустимих $S \subset S^U$ підмножини неефективних варіантів (гірших за всіма показниками хоча б за один з інших) $\overline{S^E} \subset S$.

Ранжування варіантів побудови АСКД і вибір найкращого серед них $s^o \in S^E$ пропонується здійснювати шляхом їх кількісного оцінювання з використанням теорії корисності $s^o = \arg \max_{s \in S^E} P(s)$ (де $P(s)$ – загальна

скалярна оцінка цінності варіанта за всією множиною показників) [3–4].

Загальний критерій ефективності $P(s)$ пропонується синтезувати на основі функцій корисності $\xi_j(s)$, які визначають цінність значень локальних критеріїв $k_j(s)$, $j = \overline{1, m}$. Їх можна розглядати як функції належності нечітким множинам «Найкраще значення локального критерію». У якості функцій загальної корисності варіантів побудови АСКД $P(s)$ пропонується використати зважену за допомогою параметрів λ_j адитивну згортку функцій корисності локальних критеріїв:

$$P(s) = \sum_{j=1}^4 \lambda_j \xi_j(s), \quad \lambda_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^4 \lambda_j = 1. \quad (1)$$

Запропонований варіант побудови АСКД поєднує в собі два методи ідентифікації – біометричний і RFID, що підвищує безпеку доступу з урахуванням показників оперативності, надійності, живучості і наведених витрат.

Література:

1. V. Yevsieiev, A. Abu-Jassar, S. Maksymova and D. Gurin, "Human Operator Identification in a Collaborative Robot Workspace within the Industry 5.0 Concept", *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), pp. 95-105, 2024.

2. M. Moiseev, S. Maksymova, V. Yevsieiev and A. Alkhalaileh, "Program Algorithm for Monitoring System Development", *Journal of Universal Science Research*, 2(7), pp. 33-43, 2024.

3. Beskorovainyi V., "Combined method of ranking options in project decision support systems", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, no 4 (14), pp.13-20, 2020.

4. V. Bezkorovainyi, L. Kolesnyk, V. Gopejenko and V. Kosenko, "The method of ranking effective project solutions in conditions of incomplete certainty", *Advanced Information Systems*, v. 8, no 2, pp. 27-38, 2024.

ДОДАТОК В
Демонстраційний матеріал

