

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ
(зимовий форум)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Одеса
2025**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
INTERNATIONAL UNIVERSITY**

**International Conference “Advanced Technology in
Information and Communication Engineering”
(ATICE’2025)**

Odesa, Ukraine, November 14, 2025

**Conference Proceedings
(winter forum)**

**Odesa
2025**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Міжнародна конференція «Передові технології
в інформаційно-комунікаційній інженерії»
(ПТІКІ'2025)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Матеріали конференції
(зимовий форум)**

**Одеса
2025**

International Conference “Advanced Technology in Information and Communication Engineering” (ATICE'2025): Conference Proceedings (winter forum). Odesa : International university, 2025, 101 p.

DOI:

Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ATICE'2025): Матеріали конференції (зимовий форум). Одеса : Міжнародний університет, 2025, 101 с.

Збірка містить праці Міжнародної конференції з інформаційних систем, технологій захисту інформації, використання сучасних інформаційних технологій в управлінні системами за різними галузями народного господарства.

Матеріали публікуються в авторській редакції.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова

КІВАЛОВ С.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

Співголови

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

Члени організаційного комітету

БЕРКМАН Л.Н. – д.т.н., проф., Державний університет телекомунікацій, м.Київ, Україна.

КЛИМАШ М.М. – д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Україна.

ЛЕМЕШКО А. В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РИХЛІК А. – к.т.н., Лодзький технічний університет, м.Лодзь, Польща

СЕМЕНКО А.І. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

СІМЕНС Е. – д.т.н., проф., Анхальтський університет прикладних наук, м.Кетен, Німеччина.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СУНДУЧКОВ К.С. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна.

РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

КОМІТЕТ МІЖНАРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л. С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ТЕХНІЧНО-ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

СЕКЦІЇ

СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

МИРОШНИК М.А. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
РУСУ О.П. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

ЛУНТОВСЬКИЙ А.О. – д.т.н., проф., Державна академія Саксонії «Беруфсакадемія», м. Дрезден, Німеччина.
ЙОНА Л.Г. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, Одеса, Україна.
МАНЬКО Д.Г. – д.ю.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ЛЕМЕШКО А.В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.
ПЕДЯШ В.В. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ

КУЧАЙ О.В. - д.п.н., проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України.
ЖИГУЛІН О.А. – д.е.н., проф., Міжнародний університет, Одеса, Україна
ГОРБАЧОВ В.Е. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Русу О.П., Цуркан Л.Л. Програмне забезпечення для розрахунку перетворювачів напруги комп'ютерного обладнання	10
Жигулін О.А., Шестаков М.М. Інформаційні технології у забезпеченні сталого розвитку бізнесу	12
Азовський А.І. Педяш В.В. Програмна реалізація нейромережових моделей для автоматизованого аналізу текстових даних.....	14

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Стрелковська І.В., Салоїд В.О. Сплайн-апроксимація розпізнавання жестів рук на базі OpenCV.....	18
Стрелковська І.В., Стоянов І.А. Дослідження мережевого трафіку хмарних сервісів та CDN-платформ	22
Баранюк Е.О. Розробка ігрового застосунку в жанрі city builder	27
Беседа О.Д. Розробка інтелектуальної мобільної платформи з функцією відстеження об'єктів	28
Дудко І.А. Дослідження системи розпізнавання жестів з використанням Mobilenet для задач комп'ютерного зору.....	30
Нікольський В.В., Лорткіпанідзе Р. Розподілена система моніторингу навколишнього середовища на базі LoRaWAN.....	34
Колесник О.В. Розробка інтелектуальної системи детекції зображень.....	37
Крупецький К.А., Русу О.П. Цифрове керування імпульсними перетворювачами напруги в комп'ютерному обладнанні	39
Горбачов В.Е., Яровий Д.О. Дослідження параметрів датчиків температури у цифрових сенсорних мережах.....	42

СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

Перчеклій Д.В. Дослідження інтеграції технології блокчейн у платіжні системи	45
Петков Є.І. Принципи роботи DoS, DDoS атак та засоби захисту проти них	48
Беліков Д.В. Дослідження методів захисту від соціально-інженерних загроз	51
Чебанюк О.Д., Динін Б.І. Розробка та реалізація високопродуктивної системи для агрегації та аналізу метрик криптовалютних ринків у реальному часі	53
Тімофєєв О.О. Формальні методи аналізу вразливостей систем електронного документообігу.....	56
Головатюк К.В., Григор'єва Т.І. Оптимізація процесів інформаційних технологій при атаках фішингу із застосуванням нечіткої логіки.....	60
Проценко М.М. Порівняльне дослідження методів тестування безпеки LLM-коду: SAST, DAST, graph-based та синтез гібридного підходу	63
Лавров А.В. Стан та перспективи розвитку електронних платежів в Україні.....	66
Onatskyi Oleksii, Zharova Oksana. Comparative analysis of homomorphic properties of asymmetric cryptosystems RSA and Paillier	68

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 519.688:004

Стрелковська І.В., д.т.н., професор;
Салоїд В.О., магістр 2 курсу навчання зі спеціальності
121 Інженерія програмного забезпечення
Міжнародний університет
i.strelkovskaya@mgu.edu.ua,
viacheslavsaloid@gmail.com

СПЛАЙН-АПРОКСИМАЦІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ РУК НА БАЗІ OPENCV

Анотація. Розглянуто основні методи розпізнавання жестів рук та проведено аналіз їхніх можливостей щодо виявлення та класифікації конфігурацій жестів рук. Запропоновано використання комп'ютерного зору на базі бібліотеки OpenCV мови Python для розпізнавання конфігурацій жестів рук. Для підвищення точності розпізнавання контурів жестів рук використано сплайн-апроксимацію з кубічними сплайн-функціями. Отримані результати можуть бути використані для інтерфейсів людино-машинної взаємодії, систем жестового управління та застосуваннях доповненої та віртуальної реальності.

У сучасних умовах розвитку комп'ютерного зору та штучного інтелекту все більшої уваги набувають системи, здатні розпізнавати жести рук людини. Такі системи мають широке застосування □ від інтерфейсів безконтактного керування та інтерактивних мультимедійних рішень до допоміжних технологій для людей з обмеженими можливостями.

Розпізнавання жестів рук – це задача, яка направлена на визначення, який саме жест виконує людина, на основі візуальних даних. Класифікація жестів технічними засобами – це ключова технологія в таких областях, як інтерфейси людина-комп'ютер, віртуальна реальність та робототехніка. Серед основних методів розпізнавання жестів рук можна виділити метод сенсорних пристроїв [1], що використовує рукавички з вбудованими датчиками, які фіксують положення, рухи пальців рук та формують дані для подальшої обробки. Використання інфрачервоних камер [1], які фіксують жести рук у тривимірному просторі, дозволяють отримувати тривимірні моделі жестів рук, але такий підхід також потребує спеціального обладнання та може бути досить витратним. Використання систем розпізнавання образів на базі комп'ютерного зору, дозволяють розв'язувати різні задачі інтерпретації зображень та відео з метою отримання необхідної інформації, при цьому, без необхідності додаткових сенсорів та обладнання.

Серед найпопулярніших бібліотек, що використовуються для розробки систем розпізнавання жестів використовуються OpenCV, MediaPipe, TensorFlow [2-4]. Використання бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV (Open Source Computer Vision Library) [2] для розпізнавання жестів рук забезпечує широкий набір інструментів для обробки зображень та відео, включаючи детектування контурів, відстеження об'єктів і аналіз жестів.

Однак, ефективність вищерозглянутих систем розпізнавання жестів значною мірою залежить від точності апроксимації форми та руху руки, що потребує використання гнучких математичних методів обробки контурів та траєкторій руху.

В якості математичного методу для обробки візуальних даних розпізнавання жестів запропоновано використання сплайн-апроксимації [5], яка дозволить за допомогою лінійних та кубічних сплайн-функцій виконати відтворення жестів, при цьому зменшить обсяг

обчислень та підвищити точність та стійкість до шумів під час розпізнавання жестів.

Метою даної роботи є використання сплайн-апроксимації на базі кубічних сплайнів та комп'ютерного зору на базі бібліотеки OpenCV мови Python для підвищення точності розпізнавання жестів рук.

Розглянемо використання бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV мови Python для розпізнавання контуру руки та подальшої апроксимації жесту руки за допомогою розробленого алгоритму, показаного на рис. 1.



Рисунок 1 - Розроблений алгоритм розпізнавання жестів рук за допомогою бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV

Використовуючи бібліотеку комп'ютерного зору OpenCV розроблено код OpenCV на Python для функціонування алгоритму розпізнавання жестів рук, показаного на рис. 1, а саме фрагменту визначення контуру руки та апроксимації цього контуру.

В даному випадку, фрагмент коду OpenCV для розпізнавання жестів рук має наступний вигляд [2]:

```

import cv2
import numpy as np
from scipy.interpolate import CubicSpline
# Uploading images
image = cv2.imread('hand.jpg')
# Converting images to grey scale
gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_RGB2GRAY)
# Image binarisation
_, thresh = cv2.threshold(gray, 100, 255, cv2.THRESH_BINARY)
# Find contours in an image
contours, _ = cv2.findContours(thresh, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
# Contours shown in green
contour_image = image.copy()
cv2.drawContours(contour_image, contours, -1, (0, 0, 255), 2)
  
```

Даний фрагмент коду OpenCV виконує, згідно алгоритму, показаному на рис. 1, перший етап алгоритму виконує завантаження зображення та його перетворення у градації сірого Color

Space Conversion `cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_RGB2GRAY)` та бінаризація зображення `Image Thresholding cv2.threshold(gray, 100, 255, cv2.THRESH_BINARY)`. Наступним етапом є визначення контурів на бінаризованому зображенні `cv2.findContours(thresh, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)`.

Результат визначення контуру показано на рис. 2.

Неважко бачити, що визначений контур не описує жест руки та має значні похибки, які можуть бути зменшені за рахунок використання сплайн-апроксимації на базі лінійної або кубічної сплайн-функції.

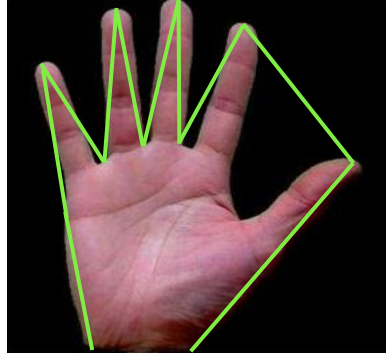


Рисунок 2 – Результат визначення контуру зображення

Розглянемо сплайн-апроксимацію контуру зображення на базі кубічного сплайну.

Кубічний сплайн на проміжку $[0; T]$ є кусково-неперервною функцією, яка визначає кубічний сплайн. Нехай на відрізку $[0; T]$ задані значення пікселів зображення жесту руки $f(x)$. Розіб'ємо цей відрізок $[0; T]$ точками Δ : $0 = x_0 < x_1 < \dots < x_N = T$ на проміжки $[x_i; x_{i+1}]$, $i = \overline{0, N-1}$, на кожному з яких побудуємо кубічний сплайн $S_3(f; x)$, який задовольняє умовам [6-7]

$$S_3(f; x_i) = f_i, \quad i = 0, 1, \dots, N, \quad S''(f; 0) = f''(0), \quad S''(f; T) = f''(T). \quad (1)$$

Згідно [6-7], інтерполяційний кубічний сплайн $S_3(f; x)$ відповідає умовам:

$$S_3(x_i) = S_i, \quad S_3(x_{i+1}) = S_{i+1}, \quad i = \overline{0, N-1}, \quad (2)$$

де на кожному з відрізків $[x_i; x_{i+1}]$, $i = \overline{0, N-1}$ є многочленом третього ступеня, причому на відрізку $[0; T]$ $S_3(f; x)$ має неперервність других похідних. Позначимо $S_3''(x_i) = M_i$, $S_3''(x_{i+1}) = M_{i+1}$, $S_3''(x_0) = M_0$, $S_3''(x_1) = M_1$.

Тоді кубічний сплайн $S_3(f; x)$ має вигляд [6-7]:

$$S_3(f; x) = f_i(1-t) + f_{i+1}t - \frac{h_i^2}{6}t(1-t)[(2-t)M_i + (1+t)M_{i+1}], \quad x \in [x_i, x_{i+1}], \quad i = \overline{0, N-1}, \quad (3)$$

де $h_i = x_{i+1} - x_i$, $t = (x - x_i)/h_i$.

Даний фрагмент коду OpenCV виконує, згідно алгоритму, показаному на рис. 1, сплайн-апроксимацію контуру зображення.

```
# Cubic spline approximation function
def cubic_spline_approximation(contour):
    contour = contour.squeeze()
    x = contour[:, 0]
    y = contour[:, 1]
    cs_x = CubicSpline(np.arange(len(x)), x)
```

```

cs_y = CubicSpline(np.arange(len(y)), y)
t = np.linspace(0, len(x) - 1, num=75)
x_new = cs_x(t)
y_new = cs_y(t)
return np.column_stack((x_new, y_new))
# Approximation of each contour with a cubic spline
approx_contours = []
for contour in contours:
    approx = cubic_spline_approximation(contour)
    approx_contours.append(approx)
# Image of approximated contours
approx_image = contour_image.copy()
for approx in approx_contours:
    approx = np.int32(approx)
    cv2.polylines(approx_image, [approx], isClosed=True, color=(0, 255, 0), thickness=2)

```

Отриманий результат сплайн-апроксимації контуру зображення в процесі розпізнавання жестів рук показано на рис. 3. Незавжди бачити, що використання сплайн-апроксимації на базі кубічного сплайну (рис. 3) дозволяє значно підвищити точність розпізнавання жесту руки, дозволяючи можливість використання в реальному масштабі часу.



Рисунок 3 – Результат апроксимації контуру жесту руки з використанням сплайн-апроксимації на базі кубічного сплайну

Висновки

1. Розглянуто основні методи розпізнавання жестів рук та проведено аналіз їхніх можливостей щодо виявлення та класифікації конфігурацій жестів рук. Встановлено, що доцільним є використання систем розпізнавання на базі комп'ютерного зору.
2. Запропоновано використання комп'ютерного зору на базі бібліотеки OpenCV з мовою Python для розпізнавання конфігурацій жестів рук. Розроблено алгоритм розпізнавання за допомогою бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV та код мовою Python для розпізнавання жестів рук.
3. З метою підвищення точності розпізнавання контурів жестів рук використано сплайн-апроксимацію на базі кубічних сплайн-функцій.
4. Отримані результати можуть бути використані для інтерфейсів людино-машинної взаємодії, систем жестового управління та застосуваннях доповненої та віртуальної реальності.

Висновки

1. Розглянуто основні методи розпізнавання жестів рук та проведено аналіз їхніх можливостей щодо виявлення та класифікації конфігурацій жестів рук. Встановлено, що доцільним є використання систем розпізнавання на базі комп'ютерного зору.

2. Запропоновано використання комп'ютерного зору на базі бібліотеки OpenCV з мовою Python для розпізнавання конфігурацій жестів рук. Розроблено алгоритм розпізнавання за допомогою бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV та код мовою Python для розпізнавання жестів рук.

3. З метою підвищення точності розпізнавання контурів жестів рук використано сплайн-апроксимацію на базі кубічних сплайн-функцій.

4. Отримані результати можуть бути використані для інтерфейсів людино-машинної взаємодії, систем жестового управління та застосуваннях доповненої та віртуальної реальності.

Література

1. Balas, VE, Kuriqi, A., & Murtaza, M. (eds.). Hands-on ML Projects with OpenCV: Master Computer Vision and Machine Learning using OpenCV and Python. Packt Publishing, 2022. 524 с.
2. OpenCV Documentation. OpenCV: Source Computer Vision Library [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://docs.opencv.org>
3. Козлов І.В. Практичні проекти машинного навчання з OpenCV. - Київ: MagicBook, 2021. 312 с.
4. Писаренко Д. В. Комп'ютерний зір у Python із використанням бібліотеки OpenCV. - Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2020. - 256 с.
5. Стрелковська І.В. Застосування дійсних та комплексних сплайнів в задачах інфокомунікацій / І.В. Стрелковська, І.М. Соловська, Ю.О. Стрелковська // Проблеми телекомунікацій. – 2021. – № 01 (28). – С. 3-19.
6. Ahlberg J.H. The Theory of Splines and Their Applications / J.H. Ahlberg, E.N. Nilson, J.L. Walsh // Academic Press, New York, 1967.
7. Larry L. Spline Functions: Basic Theory / L. Larry, S. Schumaker // Cambridge University Press, New York, 2007.

УДК 004.738.5:004.75

Стрелковська І.В., д.т.н., професор;
Стоянов І.А., магістр 2 року навчання
спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка
Міжнародний університет
i.strelkovskaya@mgu.edu.ua,
flagmr040@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ТА CDN-ПЛАТФОРМ

Анотація. Розглянуто обслуговування трафіку Cloud-центрами обробки даних та CDN- платформами, визначено основні особливості, що впливають на затримку, пропускну здатність і кешування. Проведено моделювання фрагменту мережі Cloud/CDN у середовищі MATLAB, що дозволило отримати характеристики трафіку запитів на сервери RPS. Встановлено, що значення характеристик якості обслуговування трафіку залежать від години найбільшої інтенсивності трафіку; при піковому навантаженні ефективність CDN значно перевищує доступ до Cloud-центрів обробки даних. Отримані результати дозволяють надати практичні рекомендації щодо обслуговування трафіку та планування інфраструктури CDN-платформи.