

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**ЮЦИК І.О.**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ, МЕТОДІВ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ДЛЯ ЗАХОПЛЕННЯ ДАКТИЛІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ**

**RESEARCH OF MODELS, METHODS AND INFORMATION  
TECHNOLOGIES FOR CAPTURING DACTYLS OF THE UKRAINIAN  
SIGN LANGUAGE**

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

**АВТОРЕФЕРАТ**

На здобуття ступеня

«магістр з комп'ютерних наук»

Дипломна робота виконана на кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії.

Науковий керівник: д.т.н, кафедра КІТ Сагайда П.І.

Захист дипломної роботи відбудеться «29» травня 2021 року о 10 годині у Донбаській державній машинобудівній академії за адресою: 84313, Донецька обл., м. Краматорськ, бул. Машинобудівників, 39, ауд.2218, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій ДДМА.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*The Erasmus + "BIOART" project is co-funded by the European Commission. This thesis reflects the views only of the authors, and the Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.*

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

### Актуальність теми

Пошук застосування систем розпізнавання жестів стає все ширше і ширше. Основною предметною областю є створення інтерфейсів «людина - ПК». Наприклад, типовим є керування за допомогою жестів смартфоном чи використання жестів у застосунках на смартфонах.

Така різноманітність можливостей застосування пояснюється поширенням технологій комп'ютерного зору та глибокого навчання нейронних мереж, а також накопиченням у останні декади достатньо великих баз даних для навчання моделей, здешевленням технологій захоплення та запису рухів людини.

Проте незважаючи на це, розпізнавання жестів все ще є досить новою темою для автоматизації, що має обмежену кількість відомих алгоритмів реалізації та відповідних баз знань. Так, наприклад, не існує цифрової моделі української жестової мови, або навіть її абетки дактилів. Існування подібних систем сприяло би навчанню жестовій мові. На даний момент українська жестова мова має більше 220 000 носіїв, серед яких потенційно близько 35 000 дітей. Системи розпізнавання жестів могли би брати на себе частину навантаження по навчанню жестовій мові.

Розвиток подібних систем розпізнавання на пряму залежить від досягнень суміжні сфери. Наприклад, розвиток комп'ютерного зору за останні 20 років призвело до створення таких систем, бібліотек функцій та засобів аналізу зображень, як OpenCV. Оскільки жест є складною системою рухів у часі, для його обробки потребується багато ресурсів. Перші системи комп'ютерного зору працювали виключно з ресурсами центрального процесору, але з поширенням та зростанням потужності графічних прискорювачів, системи комп'ютерного зору почали використовувати їх для обчислень, наприклад, системи розпізнавання образів, основані на TensorFlow, можуть використовувати GPU для навчання та виконання обчислень.

Останній же виток у розвитку систем розпізнавання образів пов'язаний зі значним ростом кількості смартфонів та появи у їх складі NPU нейронних

співпроцесорів для розв'язання задач машинного навчання його засобами. В свою чергу це призвело до появи Google ML – бібліотеки та стандартизації інструментарію для використання машинного навчання у смартфонах.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

У відповідності до Наказу ректора №07-3 від «22» січня 2021 року, автором самостійно було виконано дослідження методів, моделей та інформаційних технологій для захоплення дактилів української жестової мови наукових публікацій, що виконується на кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії.

### **Мета і завдання дослідження.**

Мета даної роботи є аналіз та розробка методів, та програмних засобів автоматизації розпізнання дактилів української жестової мови.

В відповідності з метою дипломної роботи виділені наступні задачі:

1. Аналіз жестової мови
2. Аналіз дактилів жестової мови
3. Аналіз різних варіантів розпізнавання жестів, що може бути використане у дослідженні, а саме різні варіанти побудови скелету долоні, порівняння та вибір методу запису дактилів та жестів .
4. Розробка методики дослідження та проведення експерименту. Розробка плану використання жестів і дактилів у експерименті. Вибір методів та алгоритмів інтерпретації жестів та дактилів у слова та букви.
5. Розробка програмного забезпечення
6. Апробація розроблених рішень у рамках дослідження. Підтвердження або спростування можливості точного розпізнавання жестів та дактилів .
7. Виділення основних результатів отриманих у ході та в залежності від результату пошук подальших напрямків для вирішення задач у наступних дослідженнях зв'язаних з пошуком можливостей розпізнання жестів та дактилів.

### **Об'єкт дослідження**

Об'єктом даного дослідження є методи автоматизованого розпізнання

жестів та дактилів української жестової мови з використанням інформаційних технологій.

### **Предмет дослідження**

Предметом даного дослідження є взаємозв'язок з положенням пальців та долоні, а також їх рухом з класифікацією її як жест (дактиль) та його літерним значенням у українській мові, за допомогою програмних комплексів.

### **Методи дослідження:**

Використовувались наступні методи досліджень: аналіз процесу захоплення рухів, існуючого програмного та апаратного забезпечення, яке використовують для захоплення рухів, та методів класифікації дактилів з рухів, порівняння існуючого інструментарію для планування визначення положення долоні та побудови скелету долоні, а також їх класифікація як дактилів за існуючими алгоритмами, порівняння з власним алгоритмом класифікації дактилів.

### **Наукова новизна.**

Розроблено математичну модель оцінки методів автоматичного розпізнання та класифікації дактилів з урахуванням складності їх виконання.

Розроблено та реалізовано алгоритм автоматичної класифікації дактилів української мови на основі таблиць положень пальців долоні людини, а також положення та повороту долоні під час виконання жесту.

### **Пошук застосування**

Основною предметною областю є створення інтерфейсів «людина - ПК» . На поточний час існує більше 200 тис. носіїв USL (Ukrainian Sign Language). Кількість носіїв є стабільним, тому і база користувачів має мати стабільну кількість, що дозволяє використовувати ПМК для навчання та практиці у українській жестовій мові.

### **Практичне значення отриманих результатів**

Практичну цінність складає ПМК Leaf Science з автоматичної класифікації дактилів. На підставі отриманих у ПМК результатів під час дослідження була проведена оцінка якості класифікації дактилів української

жестової мови. Реалізація алгоритму класифікації за представленою у роботі гіпотезою показав свою високу спроможність визначення дактилів на рівні з іншими існуючими алгоритмами, та малу швидкість розпізнання дактилів.

### **Публікація**

Юцик І. О. Розробка програмного забезпечення для розпізнавання рухів за допомогою відеокамери //Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції, 17–19 червня 2020 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – С 91. ISBN 978-966-379-936-0

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел із 26 найменувань, 38 рисунків, 18 таблиць та 8 додатків. Загальний обсяг дипломної роботи складає 111 сторінок, включаючи 88 сторінок основної частини і 23 сторінки додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** визначено проблеми пошуку інформації, обґрунтовано актуальність роботи, сформульована мета та завдання дослідження методів розпізнавання дактилів української жестової мови, а також об'єкт та предмет даного дослідження.

У **першому розділі** розглянуті основні алгоритми класифікації положень долоні та апаратно-програмні системи захоплення положень долоні. Виділено три групи систем захоплення рухів долоні: системи маркерні (пасивні та активні), контактні та TOF-камери. Виділено та надано оцінку основним алгоритмам класифікації положення долоні. Проаналізовано основні методи класифікації дактилів та жестів у жестових мовах світу: згорткові нейронні мережі, системи маркова, та аналітичні системи з контактними датчиками.

У **другому розділі** під час моделювання предметної області був обґрунтований вибір методики дослідження у ПМК, а саме оцінки та аналізу методів розпізнавання дактилів. Побудовані моделі оцінки розпізнавання дактилів. Проведено порівняння та опис різних методів розпізнавання дактилів. Висунута гіпотеза про можливість розпізнавання дактилів за ступнем зігнутої пальців та положення долоні у просторі. Побудована відповідна модель, модель порівняна з існуючими аналогами. Розроблено технічне завдання що дозволило чітко означити межі використання та платформу для подальшого проектування та розробки ПМК.

У **третьому розділі** а розробкою логічної моделі програмно-апаратного комплексу створені діаграма класів предметної області, створення якої дозволило розробити макет майбутньої програми. Під час проектування підкреслені основні прецеденти використання, пропрацьовано використання моделей методів розпізнавання жестів, побудована діаграма станів та контекстні діаграми.

При розробці фізичної моделі максимально задіяний набір інструментів що

поставляється та застосовується разом з Android, так званий Android Jetpack та його компоненти, наприклад ROOM. Ураховані особливості платформи, а саме неможливість записи до директорій що не належать пакету з додатком ПМК та необхідність отримання дозволів на доступ до камери, сховища та інших можливостей що надає ОС. Також продемонстрований інтерфейс користувача.

**У четвертому розділі** в ході експерименту було виявлено що найбільшу точність мають методи які включають в собі додаткову обробку положення дактилю (траєкторію руху чи повороти долоні під час виконання) та склали 72% та 69% відсотків. Відставання методу заснованого на REN за припущенням пов'язано з неможливістю нейронної мережі у такій конфігурації правильно розпізнати жести з горизонтальними поворотами долоні та розміщені декілька кісток у одній площині до камери. У майбутньому для вдосконалення системи розпізнавання слід приділити більшу увагу дактилям Ї, Д, Ю, О, У, Х.

**У п'ятому розділі** проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів. На основі цього розроблені заходи щодо забезпечення безпечних умов праці та підвищення стійкості роботи в умовах надзвичайної ситуації.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній роботі було досліджено та проаналізовано декілька реалізацій розпізнавання жестів наявних у доступі, та виявлено загальні принципи їх роботи. Проаналізовано предметну область, проведений аналіз задачі області комп'ютерного зору – розпізнавання жестів, який показав, що на поточний час відсутні повноцінні програмно засоби для розпізнавання дактилів української жестової мови, також у ході роботи було проведено наступну дослідницьку діяльність:

- висунута гіпотеза про те, що розпізнавання дактилів можливе за отриманими лише 8 параметрів: ступінь зігнутості кожного с пальців, рух рукою горизонтально, рух рукою вертикально, ступінь повороту руки;
- розроблена модель навчання та класифікації, яка дозволить проводити зчитування обраних показників долоні людини і як наслідок – об'єктивно оцінювати та класифікувати дактиль. Що дозволить використовувати цю модель для обробки перекладів з мови жестів;
- За гіпотезою побудовано алгоритм розпізнавання дактилю та проведений його аналіз з іншими алгоритмами розпізнавання жестів.
- Розроблено ПМК Leaf Science для автоматичної класифікації дактилів та оцінки методів класифікації
- Проведений експеримент по автоматизованій класифікації дактилів на ПМК Leaf Science. Виявлено високу конкурентну здатність з існуючими, а також можливість покращення через поглиблений аналіз дактилів які за результатами експерименту мають найменшу здатність до класифікації, що повинно буди покращено у майбутньому;

### Анотація

Мета даної роботи є аналіз та розробка методів, та апаратно-програмних засобів автоматизації для розпізнання дактилів української жестової мови. Предметом даного дослідження є взаємозв'язок з положенням пальців та долоні, а також їх рухом з класифікацією її як жест (дактиль) та його літерним значенням у українській мові. В процесі виконання роботи розроблено модель автоматизованої класифікації дактилів, що дозволило створити ПМК на базі ANDROID та класифікувати дактилі на мобільних пристроях: смартфонах або планшетах. Під час проведення експерименту та порівняння за точністю з іншими методами класифікації досягнута точність у 72%. Отримані результати кажуть о високій перспективності для застосування запропонованого у роботі методу.

## **Summary**

The purpose of this work is the analysis and development of methods and hardware and software automation for the recognition of dactyls of the Ukrainian sign language. The subject of this study is the relationship with the position of the fingers and palms, as well as their movement with its classification as a gesture (dactyl) and its letter meaning in the Ukrainian language. In the process of work, a model of automated classification of dactyls was developed, which allowed to create PMK on the basis of ANDROID and to classify dactyls on mobile devices: smartphones or tablets. During the experiment and comparison with the accuracy of other classification methods, an accuracy of 72% was achieved. The obtained results indicate high prospects for the application of the proposed method.