

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА ЕОМ

Кваліфікаційна робота  
Другий рівень (магістр)

МЕТОДИ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РУХІВ ЛЮДИНИ В  
СИСТЕМІ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ  
ЕЛЕМЕНТАМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Автор: Вінтонович М.С., ст. гр. СПм-22-5

Керівник: Барковська О.Ю., доц. каф. ЕОМ



## ОГЛЯД ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ



## АКТУАЛЬНІСТЬ ОБРАНОЇ ТЕМИ



Non-image based системи розпізнавання жестів рук людини (датчики, перчатки...)

Image based системи розпізнавання жестів рук людини (маркери, камери...)

## ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНИХ СЕНСОРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

	Переваги	Недоліки
<b>Маркери</b>	Низьке обчислювальне навантаження	Маркери на тілі користувача
<b>Камера</b>	Простота встановлення	Низький рівень надійності
<b>Стереокамера</b>	Надійність	Складність обчислень, труднощі з калібруванням
<b>ToF камера</b>	Висока частота кадрів	Дозвіл залежить від потужності світла та відображення
<b>Microsoft Kinect</b>	Підтримка програмного забезпечення для розпізнавання жестів тіла	Не можна використовувати для розпізнавання жестів руки на відстані понад 2 метри
<b>Рукавичка</b>	Швидкість відгуку, точність трекінгу	Громіздкий пристрій із проводами
<b>Браслет (сенсори на базі браслета, електроніка, що носитья)</b>	Швидкість відгуку, область дії	Браслет повинен контактувати із людським тілом
<b>Безконтактні пристрої</b>	Не вимагає контакту з тілом	Низька роздільна здатність, технологія недостатньо зріла

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### Мета дослідження

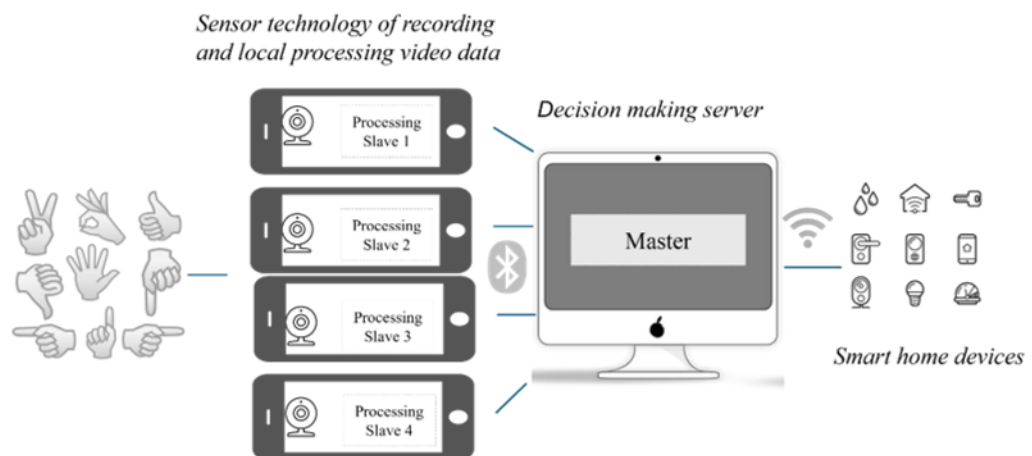
вдосконалення методів інтерпретації рухів людини для управління різними елементами розумного будинку через віддалене керування .

### Задачі дослідження

- огляд сенсорних пристроїв для реєстрації рухів людини ;
- аналіз технологій детектування та розпізнавання жестів руки ;
- створення моделі системи розпізнавання жестів ;
- розробка методології проведення досліджень з вдосконалення базових нейромережових моделей та використання гібридного підходу ;
- аналіз отриманих результатів .

5

## ОРГАНІЗАЦІЙНА СХЕМА ЗАПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕМЕНТАМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ



6



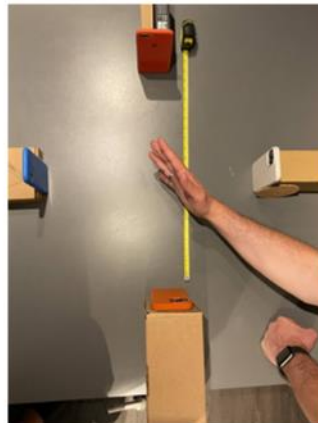
ПРИКЛАДИ ЖЕСТІВ,  
ЯКІ МОЖНА  
РОЗПІЗНАТИ ЗА  
ДОПОМОГОЮ COREML 3  
VISION, ВКЛЮЧАЮЧИ  
ЖЕСТИ РУКАМИ,  
ЖЕСТИ ГОЛОВОЮ ТА  
ПОЗИ ТІЛА

Категорія	Приклади жестів
Жести руками	Піднята рука (salute)
	Махання рукою (wave)
	Стиснутий кулак (fist)
	Показаний великий палець (thumbs up)
	Вказівний палець (pointing)
	Жест "ОК" (OK sign)
	Показаний знак "V" (peace sign)
	Аплодування (clapping)
	Відкриті долоні (open palm)
	Перехрещені пальці (crossed fingers)
Жести головою	Кивання головою (nod)
	Похитування головою (shake)
	Нахил голови вбік (tilt)
	Поворот голови вліво/вправо (turn)
	Нахил голови вперед/назад (tilt forward/backward)
	Підняття брів (raising eyebrows)
	Опускання голови (bowing)
Пози тіла	Стиійка прямо (standing)
	Сидіння (sitting)
	Нахил вперед (leaning forward)
	Руки на стегнах (hands on hips)
	Схрещені руки (arms crossed)
	Нахил убік (leaning sideways)
	Розставлені ноги (legs apart)
	Сидіння з ногою на ногу (crossed legs sitting)
	Сидіння на колінах (kneeling)
	Присідання (squatting)

7

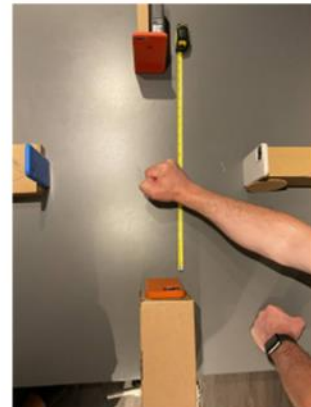


ТЕСТОВИЙ СТЕНД  
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ  
ДОСЛІДЖЕНЬ



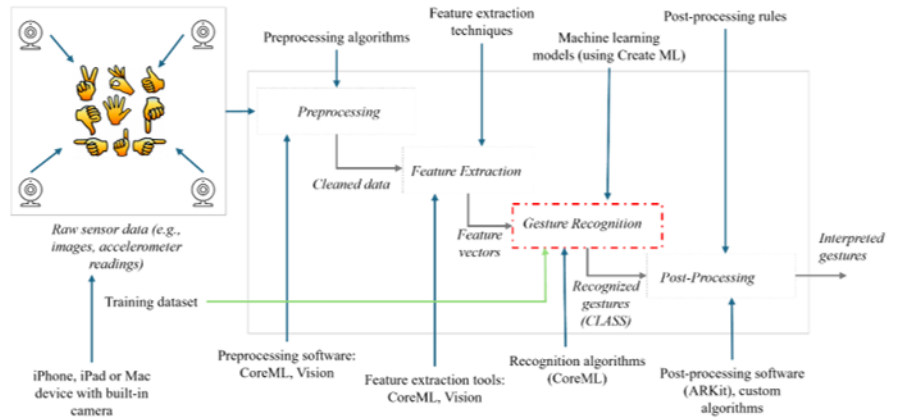
Для розпізнавання розкритої долоні

Для розпізнавання зібраної у кулак долоні



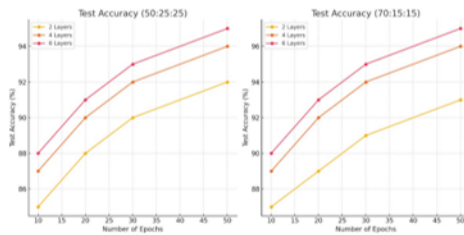
8

ЗАПРОПОНОВАНА  
ФУНКЦІОНАЛЬНА  
МОДЕЛЬ СИСТЕМИ  
РОЗПІЗНАВАННЯ  
ЖЕСТИВ  
КОРИСТУВАЧА

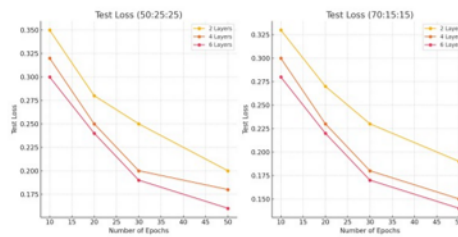


9

ЕКСПЕРИМЕНТ 1.  
ТЕСТУВАННЯ  
ІНСТРУМЕНТУ **CREATE ML**  
ВІД APPLE НА ВЛАСНОМУ  
НАБОРІ ЖЕСТИВ



Залежність тестової точності та тестових втрат від кількості епох для різних кількостей шарів в CNN моделі від Create ML

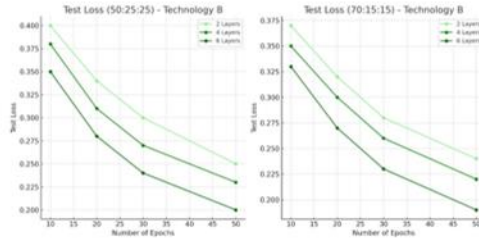


	Точність розпізнавання
Точність розпізнавання жесту 1 (відкрита долонь)	96.15%
Точність розпізнавання жесту 2 (стиснутий кулак)	95.47%
Середня точність розпізнавання	95.81%

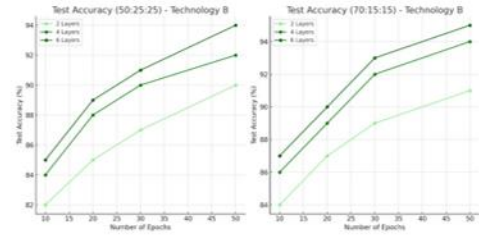
10



**ЕКСПЕРИМЕНТ 2.  
ТЕСТУВАННЯ СЕРВІСУ  
MICROSOFT AZURE НА  
ВЛАСНОМУ НАБОРІ  
ЖЕСТИВ**



*Залежність тестової точності та тестових втрат від кількості епох для різних кількостей шарів моделі, наданої сервісом Microsoft Azure*

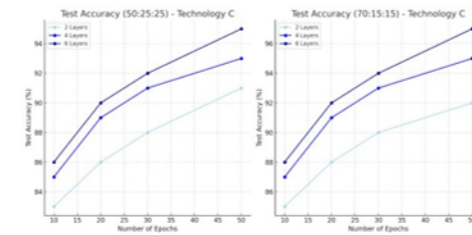
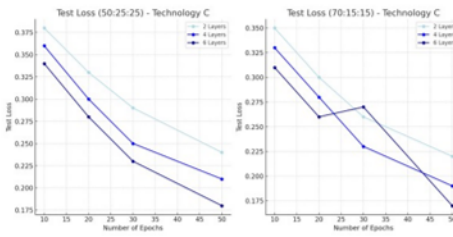


		Точність розпізнавання
Точність розпізнавання жесту 1 (відкрита долонь)		94.84%
Точність розпізнавання жесту 2 (стиснутий кулак)		93.15%
Середня розпізнавання	точність	93.99%




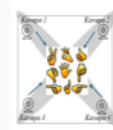

**ЕКСПЕРИМЕНТ 3.  
ТЕСТУВАННЯ СЕРВІСУ  
GOOGLE CLOUD AI  
PLATFORM НА НАБОРІ  
ВИЗНАЧЕНИХ ЖЕСТИВ**

*Залежність тестової точності та тестових втрат від кількості епох для різних кількостей шарів моделі для сервісу Google Cloud AI Platform*



		Точність розпізнавання
Точність розпізнавання жесту 1 (відкрита долонь)		90.56%
Точність розпізнавання жесту 2 (стиснутий кулак)		88.3%
Середня розпізнавання	точність	89.43%

ЕКСПЕРИМЕНТ 4.  
ТЕСТУВАННЯ  
ЗАПРОПОНОВАНОЇ  
ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ,  
ЗАСНОВАНОЇ НА ДВОХ  
ОБРАНИХ ВИЩЕ МОДЕЛЯХ

			Точність розпізнавання жесту 1 (відкрита долонь)	Точність розпізнавання жесту 2 (стиснутий кулак)	Середня точність розпізнавання
Паралельне розміщення 	Камера 1 Камера 2	Технологія Create ML від Apple	97.24%	95.9%	95.86%
	Камера 3 Камера 4	Технологія Microsoft Azure	95.78%	94.52%	
Діагональне розміщення 	Камера 1 Камера 3	Технологія Create ML від Apple	98.05%	96.78%	96.43%
	Камера 2 Камера 4	Технологія Microsoft Azure	96.5%	94.39%	
Використання єдиної технології 	Камера 1 - 4	Технологія Create ML від Apple	96.15%	95.47%	95.81%
	Камера 1 - 4	Технологія Microsoft Azure	94.84%	93.15%	93.99%

## ВИСНОВКИ

В рамках роботи були вирішені наступні задачі – розглянуто сенсорні пристрої для реєстрації рухів людини, проаналізовано технології детектування та розпізнавання жестів руки, створено функціональну модель системи розпізнавання жестів, в якій головне дослідження зосереджено на модулі нейромережевого аналізу покращених вхідних даних.

Результати проведених досліджень з вдосконалення базових нейромережевих моделей та використання гібридного підходу показали, завдяки поєднанню двох різних технологій розпізнавання жестів людини на локальних обчислювачах, загальна точність детектування жестів для діагонального розміщення склала 96.43%, що на 0.62% вище, ніж для паралельного розміщення (95.81%). Це свідчить про перевагу комбінованого підходу та оптимального розміщення сенсорних пристроїв для підвищення точності системи розпізнавання жестів.

Технологія Create ML від Apple показала вищу точність розпізнавання жестів у порівнянні з технологією Microsoft Azure у всіх розглянутих сценаріях. Це свідчить про більш високу ефективність технології від Apple для завдання розпізнавання жестів.

Використання єдиної технології для всіх камер також показало хороші результати, але менші у порівнянні з гібридним підходом. Середня точність розпізнавання для технології Create ML від Apple склала 95.81%, тоді як для Microsoft Azure – 93.99%.

Вирішення цих задач дозволить досягти поставленої мети і розробити систему, яка буде забезпечувати натуральну та ефективну взаємодію людини з розумним будинком через віддалене керування.

На основі цього дослідження можна зробити висновок, що подальший розвиток систем інтерпретації рухів та керування буде сприяти покращенню якості життя в розумних будинках, забезпечуючи зручність, енергоефективність та безпеку.

## АПРОБАЦІЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

### Тези доповіді:

**Вінтонович М. С.** Використання датчиків орієнтації у просторі в системі віддаленого керування розумного будинку / Вінтонович М. С., Барковська О. Ю. // Проблеми інформатизації : тези доп. 11-ї міжнар. наук.-техн. конф., 16-17 листопада 2023 р., м. Баку, м. Харків, м. Бельсько-Бяла : [у 3 т.]. Т. 3 / Нац. ун-т оборони Азерб. республіки [та ін.]. – Харків : Impress, 2023. – С. 78.

### Стаття у фаховому виданні:

Барковська, О. Ю., Росінський, Д. М., Михайлов, І. О., **Вінтонович, М. С.** ENSURING SAFE RESOURCE UTILIZATION OF LIVING SPACE THROUGH CONTROL OF THE MICROCLIMATE OF A SMART HOME // Науковий вісник Херсонського державного університету. – 2023. – №. 49. – С. 5-13.

