

СИСТЕМА ВВОДУ В ВІРТУАЛЬНІЙ РЕАЛЬНОСТІ

Автор: студент 4-го курсу

групи КА-51

Головко А. В.

Актуальність

VR технології знаходять застосування у багатьох сферах:

- навчання: моделювання складної чи небезпечної діяльності, наприклад, керування транспортом, хірургічних операцій, збройних сутичок;
- наука: візуалізація внутрішньої будови об'єктів, молекулярних і атомних структур, зокрема в медицині віртуальна реальність забезпечує дистанційне і точне керування інструментами;
- дизайн: побудова й редагування тривимірних моделей механізмів, споруд тощо, симуляція та дослідження різних впливів на них;
- розваги: віртуальні тури, екскурсії, відеоігри з ефектом занурення в ігровий світ;
- безпека даних: робота з персональними та корпоративними даними, що мають обмежений доступ, може відбуватися в віртуальній реальності для забезпечення захисту від сторонніх очей.

Існуючі підходи

Існуючі просунуті системи, що працюють з віртуальною реальністю, є дуже складними, як у програмному, так і в апаратному плані. Останнє, призводить до зростання ціни пристроїв VR та їх використанні обмежують область застосування. Такі пристрої використовують декілька камер та інших датчиків, а іноді й світловідбиваючі мітки на об'єктах, для реалізації взаємодії між фізичними об'єктами та віртуальною реальністю. Все це породжує складності користуванні такими пристроями.

Існуючі підходи:

- ❖ оптичні датчики захоплення дрібної моторики;
- ❖ рукавички;
- ❖ платформи переміщення.

Постановка задачі

- ❑ Побудувати систему для розпізнавання кисті користувача та відслідковування її місцезнаходження на зображенні з використанням різних підходів.
- ❑ Створити зображення віртуальної клавіатури на зображенні з відеокамери для подальшої взаємодії користувача з нею.
- ❑ Реалізувати алгоритм жестової взаємодії користувача з віртуальною клавіатурою.
- ❑ Зібрати статистичні дані для аналізу якості роботи системи при різних підходах.
- ❑ Провести порівняння реалізованої системи з іншими методами вводу.

Мета, предмет та об'єкт

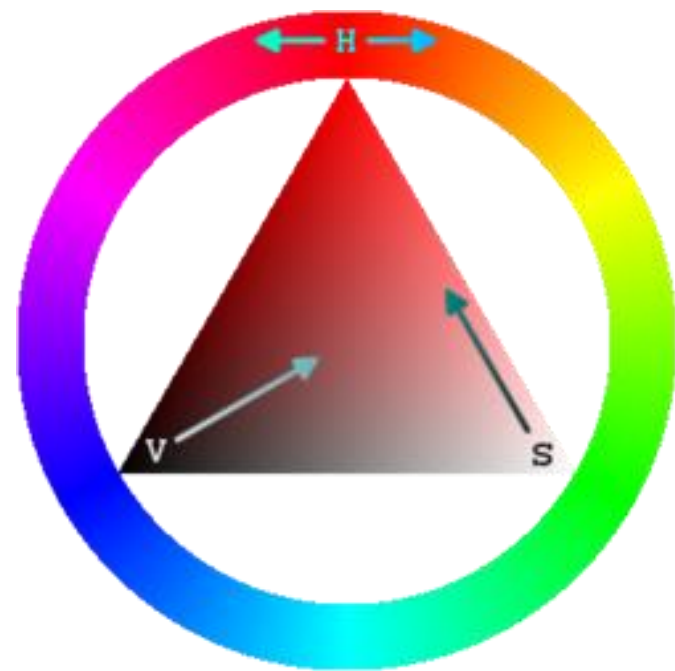
- ❖ **Мета роботи** – створити систему клавіатурного вводу у віртуальній (доповненій) реальності з використанням одного пристрою вводу графічної інформації.
- ❖ **Об'єкт дослідження** – відеодані, що надходять з пристрою графічного введення інформації користувача і зображують жестові команди, дані користувачем.
- ❖ **Предмет дослідження** – методи обробки цифрових зображень, алгоритми комп'ютерного зору та розпізнавання образів.

Первинна обробка сигналу

Розмиття Гауса:

Відбувається згортка по ядру $G_i = \alpha * e^{-\frac{(i-k-1)^2}{2*\sigma^2}}$

Перехід до колірної моделі **HSV** (hue, saturation, values)



Виділення та обробка образу руки

Належність зображення src до діапазону, заданому нижньою межею $lowerb$ та верхньою межею $upperb$ перевіряється за наступною формулою:

$$dst(I) = \bigwedge_j lowerb(I)_j \leq src(I)_j \leq upperb(I)_j$$

Далі, для відфільтровування фонових шумів, застосовуються морфологічні перетворення:

- розширення (дилація) - $dst(x, y) = \max_{(x', y'): kernel(x', y') \neq 0} src(x + x', y + y')$
- звуження (ерозія) - $dst(x, y) = \min_{(x', y'): kernel(x', y') \neq 0} src(x + x', y + y')$

Знаходження опуклої оболонки

МНОЖИНИ

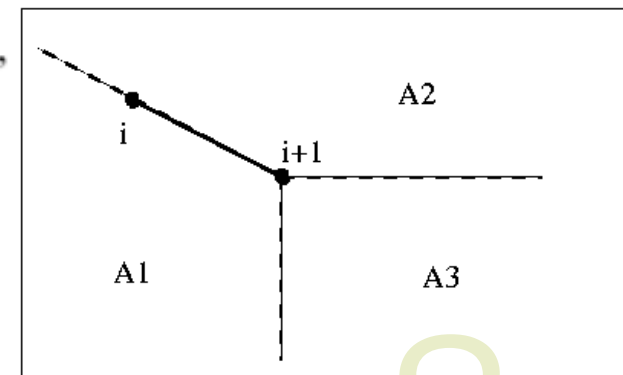
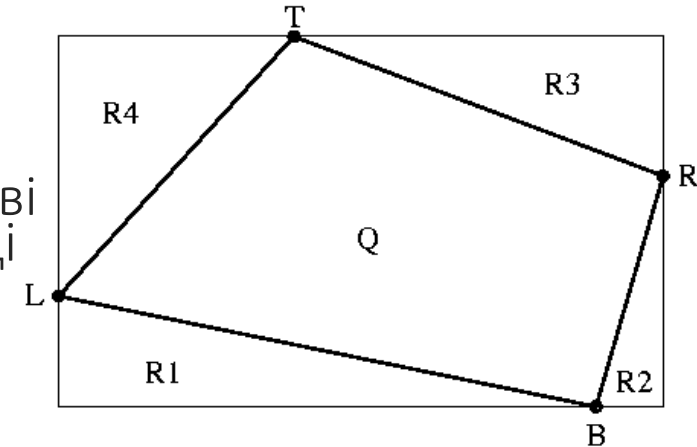
- 1) Пошук крайніх вершин у горизонтальному та вертикальному напрямках. Отримуємо точки T, B, L, R.
- 2) Створення монотонних ламаних всередині областей R_i . Нехай дві вершини i та $i+1$ вже додані до монотонної ламаної. На прикладі R_1 :
 - a) Якщо $i+2$ не належить R_1 , $i+2$ відкидається,
 - b) Інакше, якщо $i+2$ належить A_3 , $i+2$ залишається у ламаній і процедура алгоритму продовжується,
 - c) Інакше, якщо: $\{i+2 \in A_2\} \vee (\{i+2 \in A_1\} \wedge \{i+2 \text{ знаходиться над } i+1\}) \wedge$

\wedge {було відкинута вершину на кроці v) на безпосередньо попередній ітерації),

то $i+2$ відхиляється,

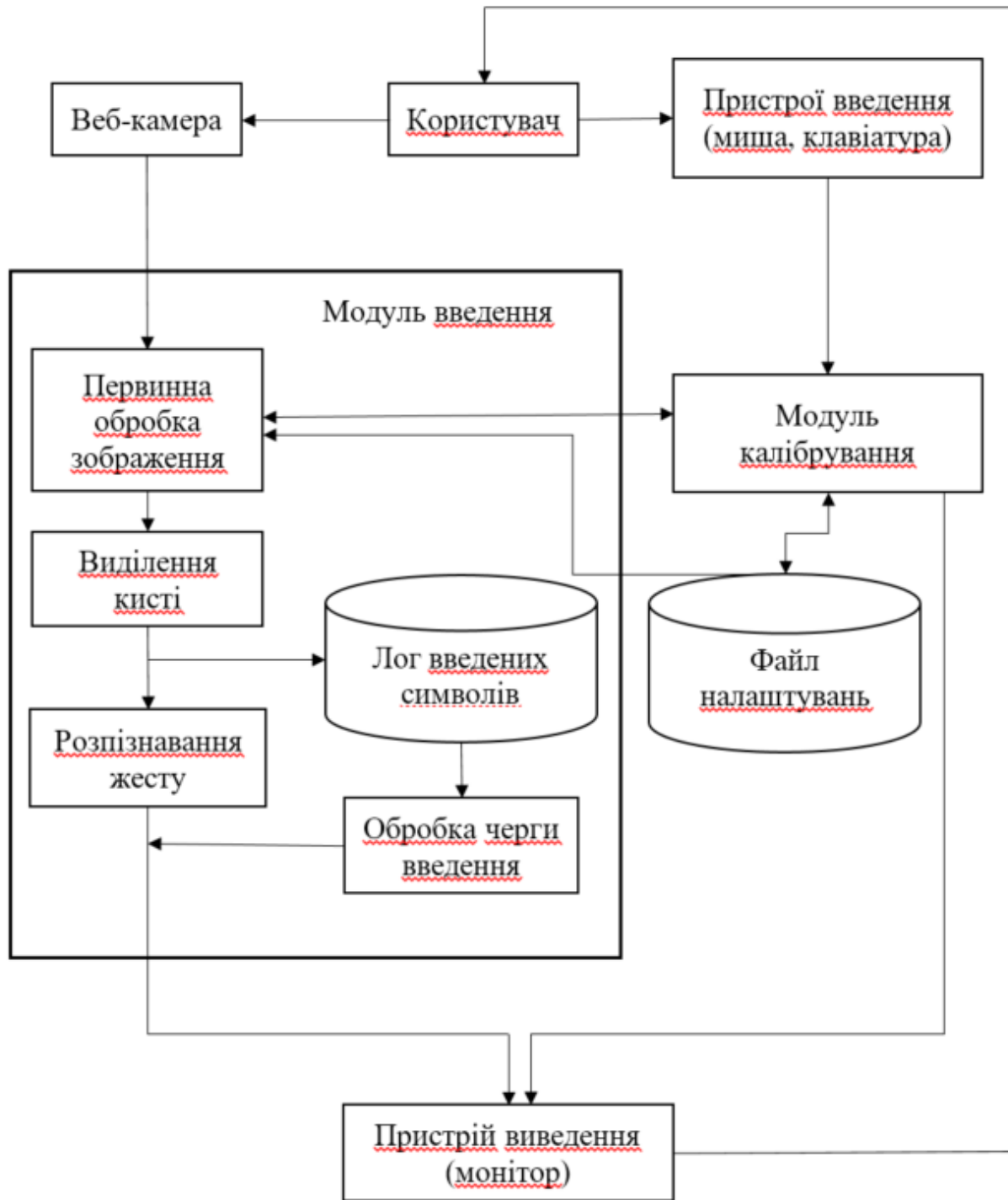
- d) Інакше, якщо $i+2$ належить A_1 , то $i+1$ відкидається.

Якщо на кроці c) виявляється, що $i+2$ на наступну ітерацію потрапляє у ролі $i+1$, та пункт d) виконується, то вершина i береться у якості $i+1$.



Алгоритм

- a) калібрування колірною діапазону, до якого належить зображення руки користувача;
- b) прийом зображення з пристрою введення графічної інформації та первинна його обробка;
- c) розпізнавання силуету руки у відповідності до визначених колірних діапазонів;
- d) побудова математичної моделі кисті руки з подальшим визначенням жесту:
 - за побудованим багатокутником, що описує межі руки, будується опукла оболонка руки,
 - підраховується кількість дефектів – вершин з гострим зовнішнім кутом,
 - рахується кількість пальців руки (кількість знайдених на попередньому кроці дефектів),
 - на руці знаходиться вказівник (вершина опуклої оболонки руки, яка знаходиться на зображенні найдалі від користувача (зверху)),
 - фіксується натискання клавіші, на якій знаходиться вказівник, у разі, якщо кількість пальців дорівнює в точності одному.



Архітектура програмного продукту

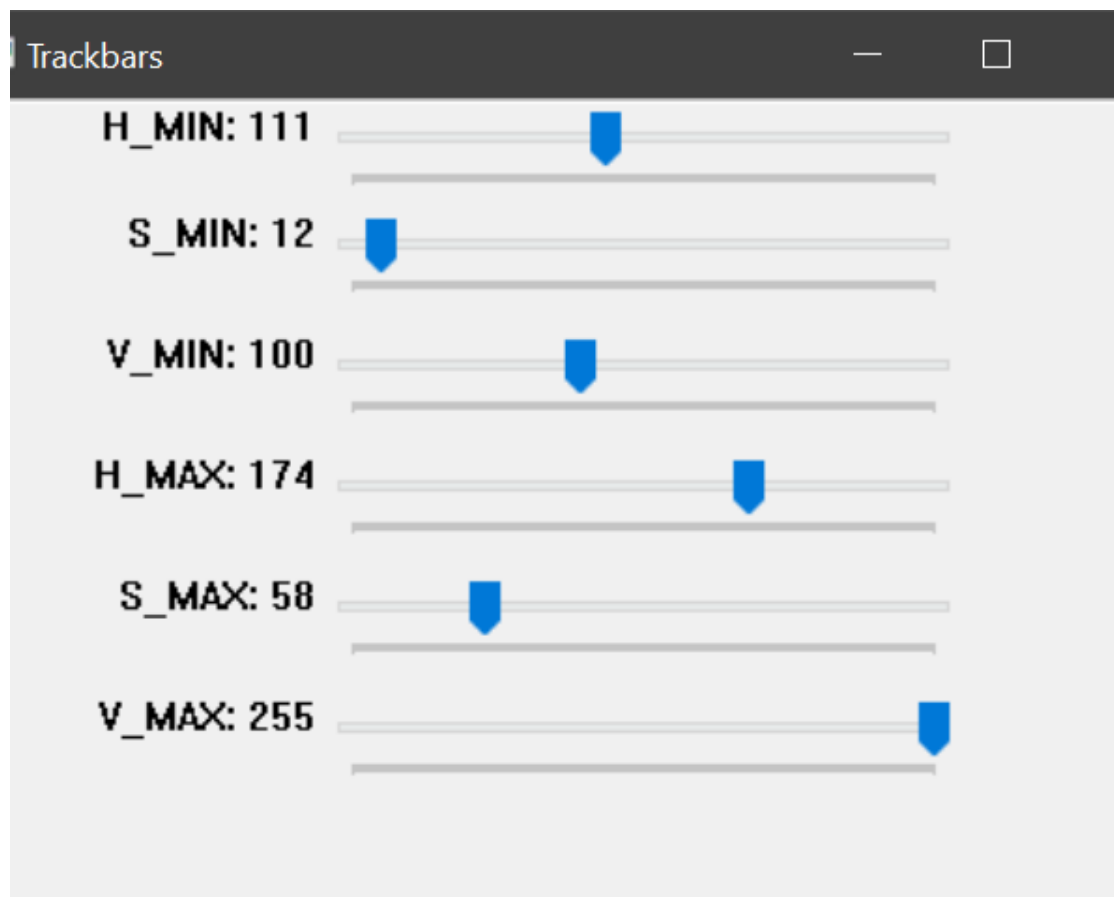
Критерії порівняння

- Кількість слів на хвилину (СНХ)
- Частота помилок = $\frac{MPB(P,T)}{\max(|P|,|T|)}$, де MPB – мінімальна рядкова відстань між транскрибованим рядком T і заданою фразою P .
- Виправлена частота помилок – кількість символів, що з'являються в послідовності символів набраних з клавіатури, але не присутні в остаточному тексті
- Час відгуку до першого правильного натискання клавіш

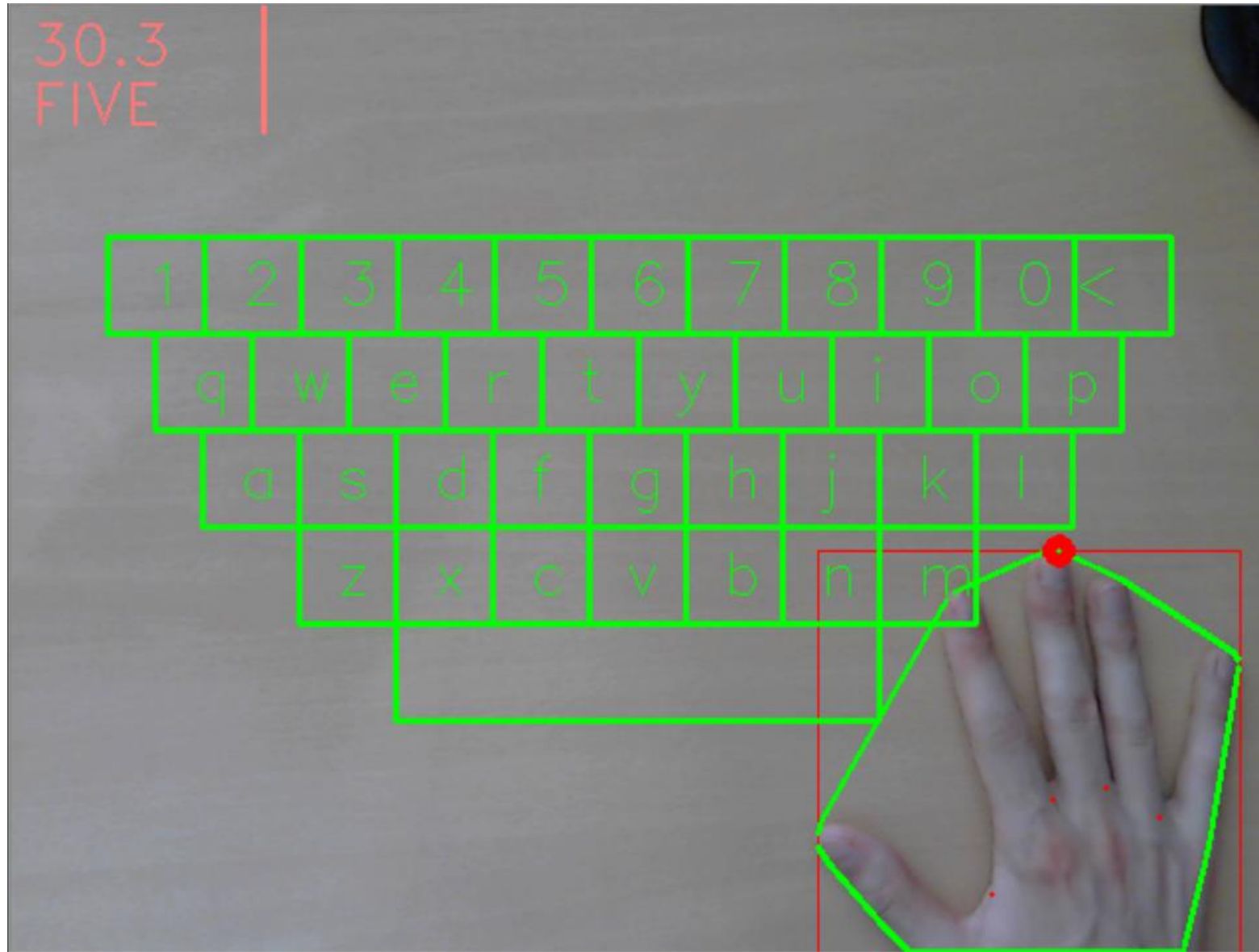
| Метод вводу | | Показник | | | |
|--------------------------|---------------------|----------|-------|--------|----------|
| | | СНХ | ЧП, % | ВЧП, % | ЧВДПН, с |
| Віртуальна клавіатура | Спеціальний жест | 8,11 | 3,57 | 7,14 | 1,44 |
| | Класичний жест | 4,35 | 55,56 | 88,9 | 1,99 |
| Фізична клавіатура | Обома руками | 46,12 | 2,13 | 6,38 | 0,4 |
| | Однією рукою | 24,07 | 4,23 | 8,51 | 0,44 |
| | Одним пальцем | 21,75 | 2,13 | 2,13 | 1,2 |

Порівняльний аналіз

Приклади інтерфейсу



Демонстрація роботи програми



Висновки

- Побудовано систему для розпізнавання кисті користувача та відслідковування її місцезнаходження у просторі за зображенням з використанням різних підходів з реалізацією алгоритму жестової взаємодії користувача з віртуальною клавіатурою.
- Зібрано дані для аналізу якості роботи системи при різних підходах та проведено порівняння реалізованої системи з іншими методами вводу. Реалізований метод дозволяє отримати частоту помилок при наборі, співмірну з частотою помилок при введенні тексту фізичною клавіатурою
- Для реалізації клавіатурного введення в умовах обмеженого доступу до апаратних засобів було запропоновано власний метод жестового вводу користувачем.

Шляхи подальшого розвитку

- ❑ Реалізація автоматичної калібровки колірному діапазану для виявлення руки. Наприклад, за допомогою застосування методів видалення фону і подальшим розв'язком задачі бінарної класифікації.
- ❑ Дослідження існування жесту, який дозволить підвищити якість набору тексту або буде більш зручним
- ❑ Застосування більш досконалого методу виявлення руки на зображенні. Наприклад, дослідження оптимальної послідовності морфологічних перетворень або застосування алгоритмів машинного навчання з малою ресурсоемністю. Останнє дозволить також вирішити проблему необхідності калібрування системи.
- ❑ Додати можливість роботи з системою обома руками. Навчити систему відрізняти руку від інших частин тіла, руку користувача від сторонніх осіб на фоні

Дякую за увагу!