

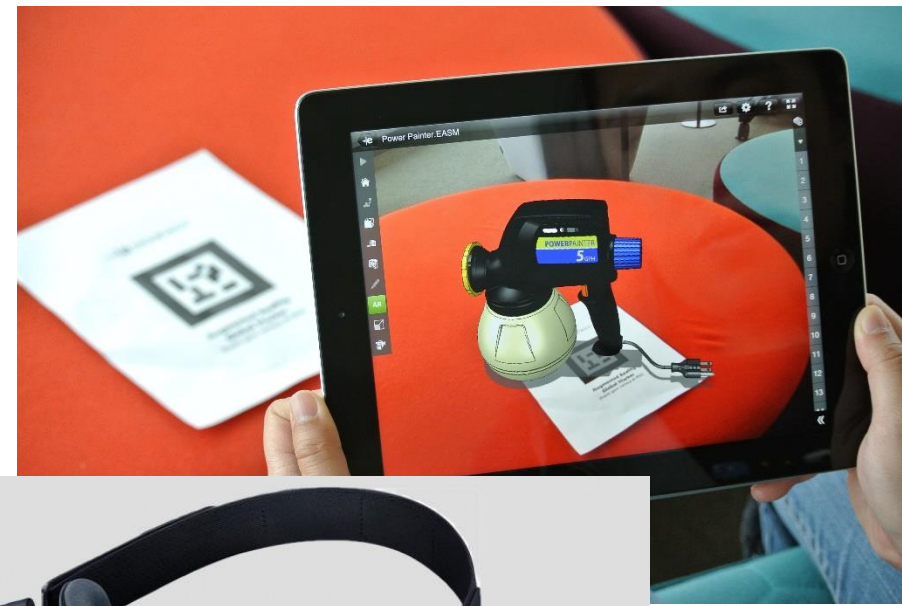
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ КОМПЛЕКС  
«ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ»  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

Інформаційно-аналітична система стеження за  
рукою на рухомому відео з камери смартфона

Виконав студент групи КА-31  
Бондаренко М. М.  
Науковий курівник:  
д.т.н., професор, Данилов В.Я.

# Актуальність теми

- Важливість взаємодії людини з ЕОМ
- Важливість жестів при невербальному спілкуванні людей
- Можливість створення системи управління, для якої не потрібні додаткові контролери
- Запропонована система потенційно має широкую цільову аудиторію



# Постановка задачі

- Проаналізувати існуючі підходи та методи, які використовуються для подібних задач
- Розробити алгоритм для рішення поставленої задачі
- Реалізувати запропонований алгоритм
- Пристосувати реалізований алгоритм для роботи на мобільних пристроях

# Запропоновані алгоритми

- Алгоритм на основі гістограм орієнтованих градієнтів
- Алгоритм на основі методу Віоли-Джонса

# Алгоритм на основі гістограм орієнтованих градієнтів

- Алгоритм базується на понятті градієнту зображення
- Для зображення обчислюється похідна по горизонталі та вертикалі
- В отриманого вектора обчислюється довжина та кут

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$$

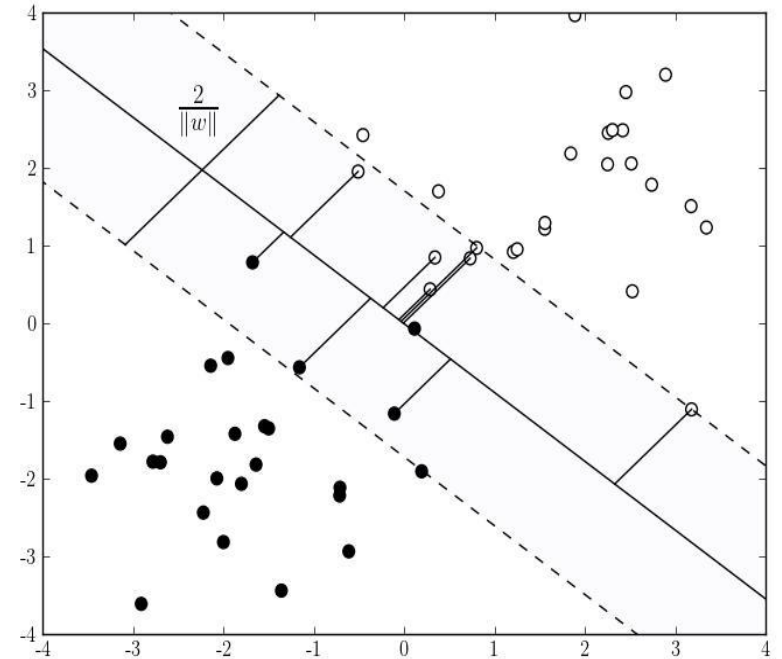
$$\theta = \arctg \frac{g_y}{g_x}$$





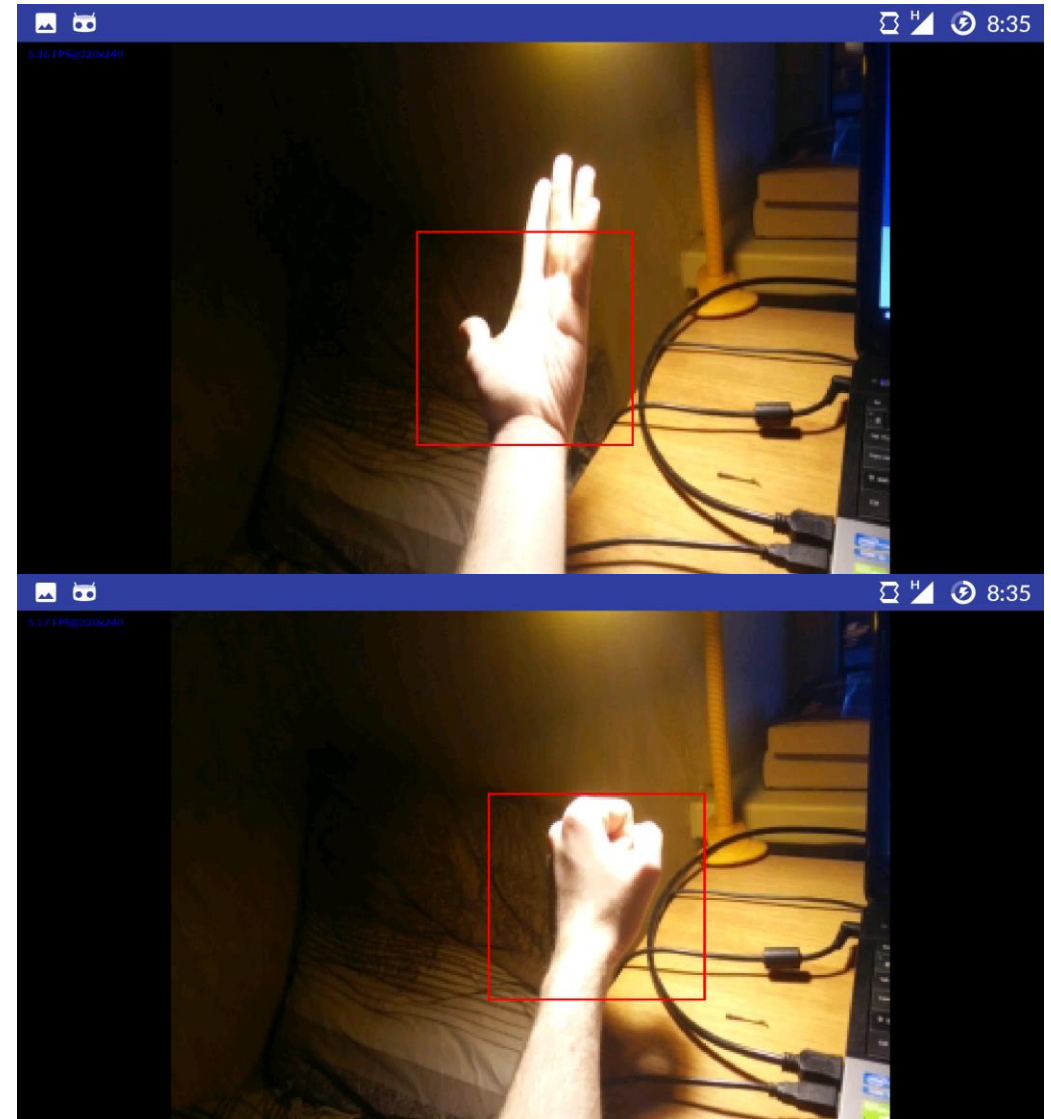
# Алгоритм на основі гістограм орієнтованих градієнтів

- Отриманий дескриптор зображення використовується для навчання класифікатора
- Класичним класифікатором для цієї задачі є SVM
- Основою алгоритму SVM є пошук оптимальної розділюючої гіперплощини



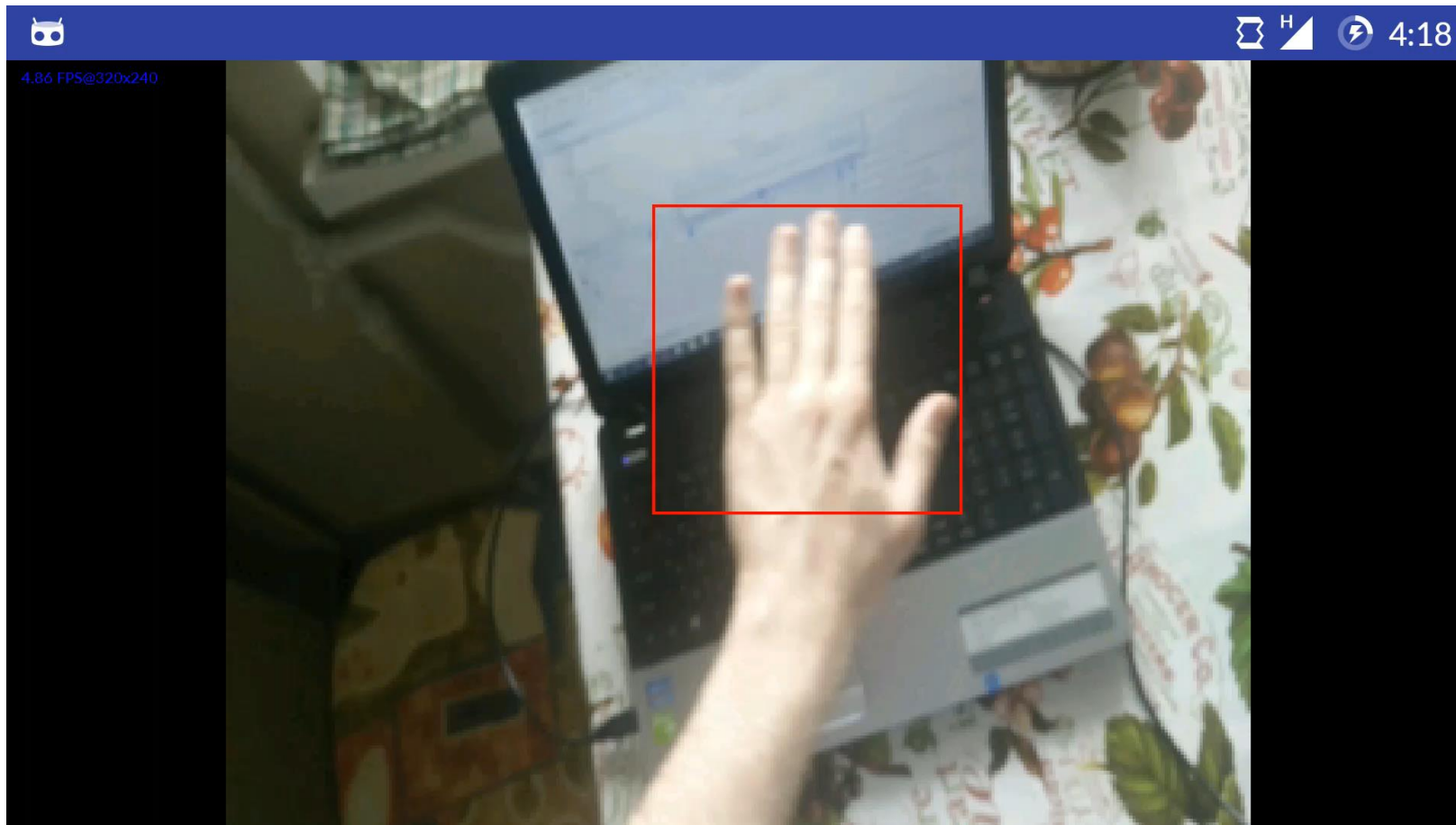
# Алгоритм на основі гістограм орієнтованих градієнтів

- На основі цього алгоритму було створено класифікатор, який має точність близько 92% на навчальній вибірці та 75% на тестовій.
- Такий результат можна пояснити тим, що вибірка була досить невеликою і мала досить багато різних конфігурацій руки.
- Частота обробки зображень отриманої системи складає близько 6 FPS на мобільному пристрої (320x240).



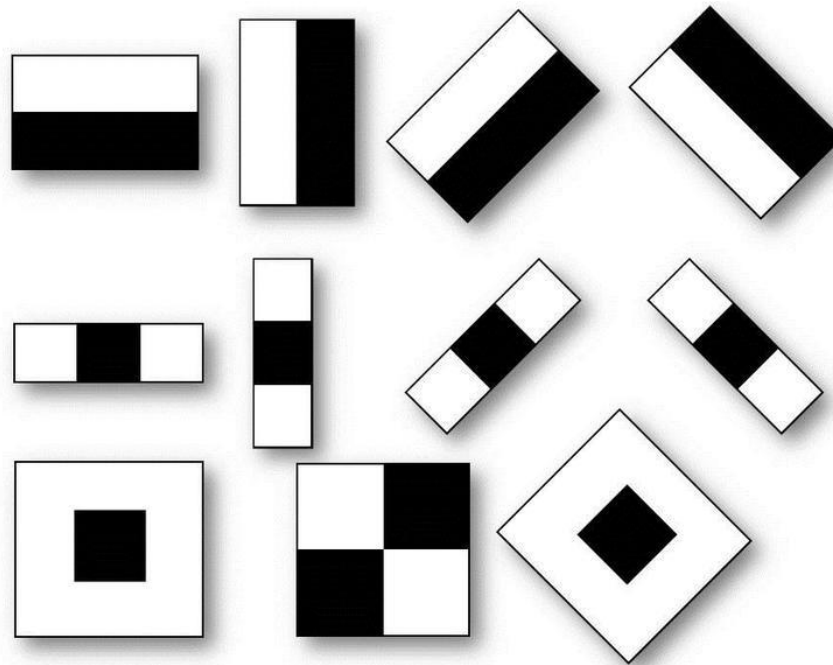


# Алгоритм на основі гістограм орієнтованих градієнтів

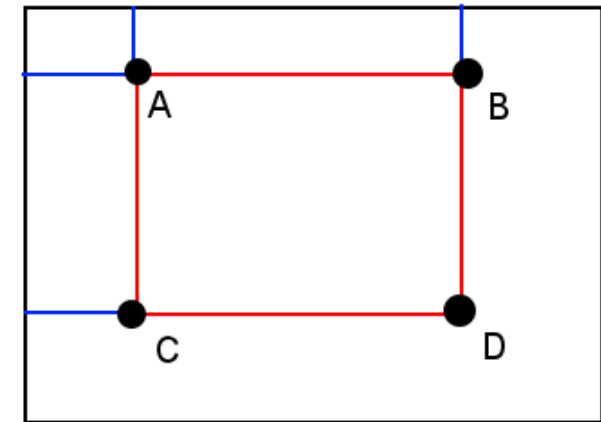


# Алгоритм на основі методу Віоли-Джонса

- Створення інтегрального представлення зображення
- Обчислення ознак Хаара (які ідейно схожі на вейвлети Хаара)



$$L(x, y) = \sum_{i=0, j=0}^{i \leq x, j \leq y} I(i, j)$$



$$\text{Sum} = D - B - C + A$$

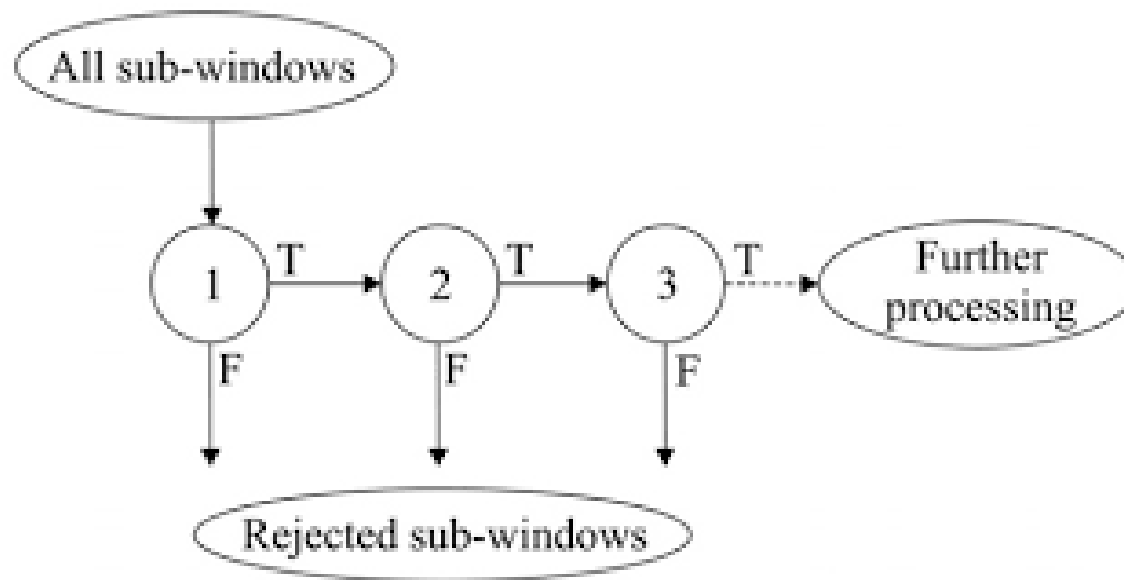
# Алгоритм на основі методу Віоли-Джонса

- Отримана кількість ознак (близько  $32 * 10^5$ ) є дуже великою
- Тому використовується модифікація алгоритму AdaBoost, який будує так званий “сильний” класифікатор як лінійну комбінацію “слабких” класифікаторів

$$h(x) = \text{sign}\left(\sum_{j=1}^M \alpha_j h_j(x)\right)$$
$$h_j = \begin{cases} -s_j, & \text{якщо } f_j < \theta_j \\ s_j, & \text{інакше} \end{cases}$$

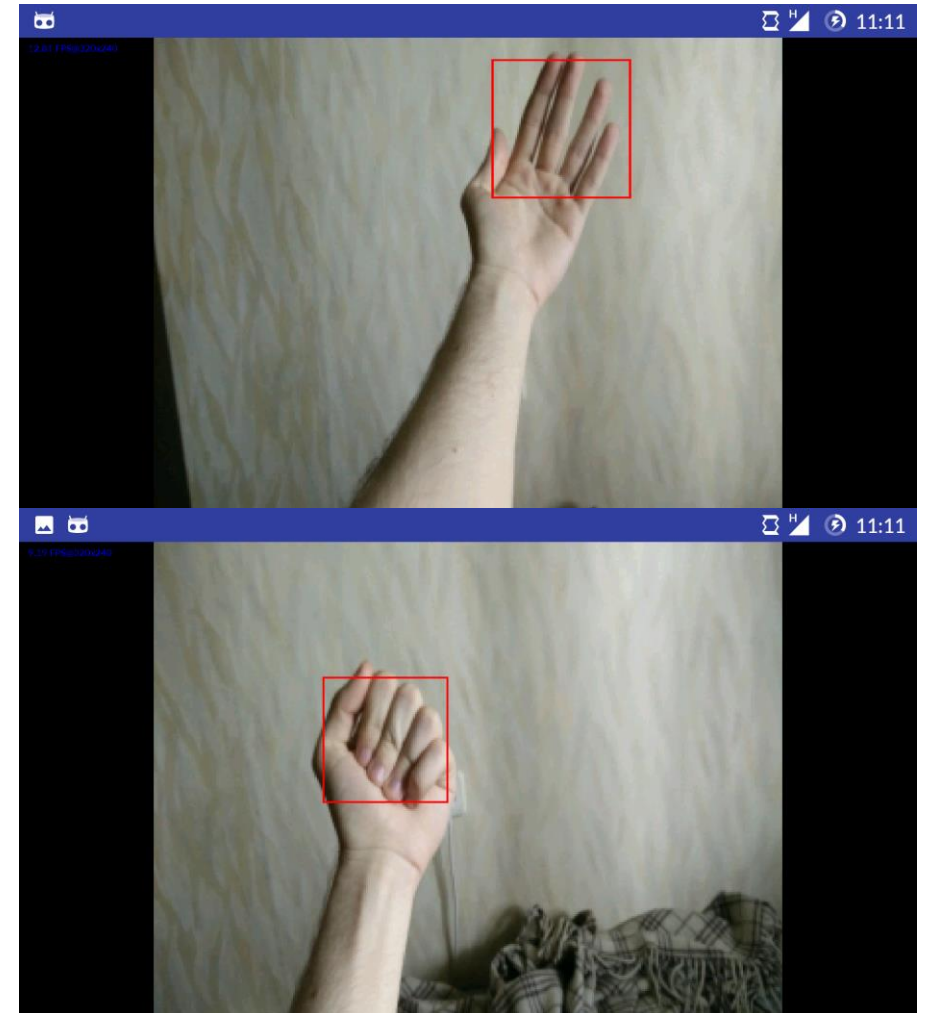
# Алгоритм на основі методу Віоли-Джонса

- Ще однією особливістю даного алгоритму є використання каскадного класифікатора

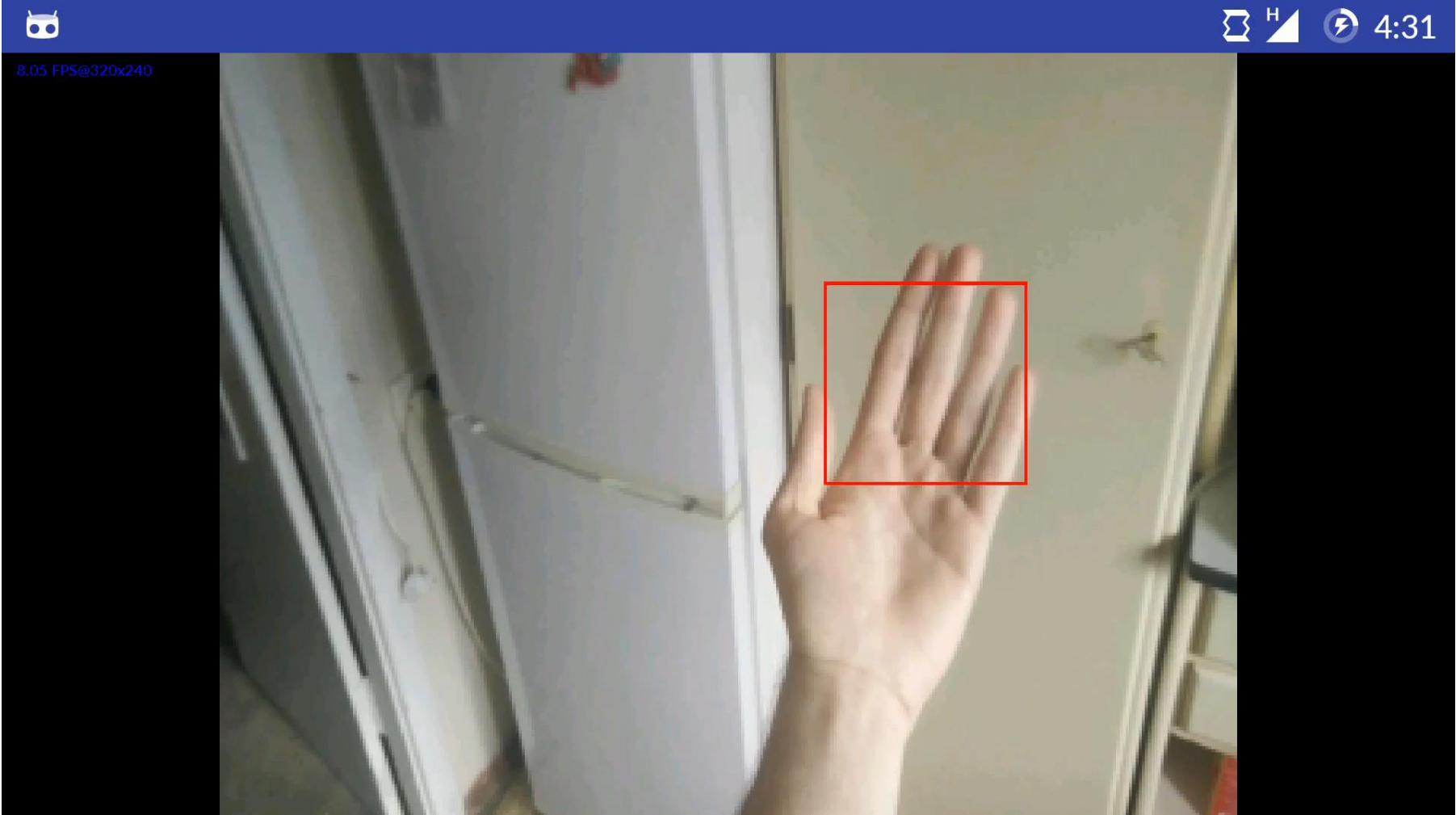


# Алгоритм на основі методу Віоли-Джонса

- На основі цього алгоритму було створено класифікатор, який має точність близько 75% на навчальній та 68% на тестовій.
- Такий результат можна пояснити тим, що вибірка була досить невеликою і мала досить багато різних конфігурацій руки.
- Також для алгоритму AdaBoost дуже важливим є розмір вибірки.
- Частота обробки зображень отриманої системи складає близько 10 FPS на мобільному пристрої (320x240).



# Алгоритм на основі методу Віоли-Джонса



# Висновки

- **Практична цінність:**

Отримана програмна реалізація має точність близько 75% (HOG) та 68% (метод Віоли-Джонса) на тестовій вибірці з 5500 зображень. Обидва алгоритми працюють в режимі реального часу та потенційно можуть бути застосовані для системи керування жестами на мобільних пристроях.

- **Новизна:**

Запропонована задача відрізняється постановкою задачі (створення детектору для розпізнавання рук у режимі реального часу) та реалізацією (створена реалізація працює на мобільних пристроях).

# Подальші кроки:

- Створення більшої тренувальної вибірки:
  - Алгоритм на основі методу Віоли-Джонса дуже вимогливий до розміру навчальної вибірки
  - Використана вибірка мала досить обмежені параметри зовнішнього середовища (освітлення, оточення) та параметри руки (положення у просторі, колір шкіри)
- Створення складнішого класифікатора, який комбінує декілька видів ознак (ознаки Хаара, HOG-дескриптори, FAST-дескриптори, PCBR-дескриптори).
- Розбиття вибірки на різні жести (долоня, кулак, різні комбінації пальців) і тренування окремих класифікаторів на них.