



# РОЗПІЗНАВАННЯ ВИРАЗІВ ОБЛИЧЧЯ НА ОСНОВІ АКТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ЗОВНІШНЬОГО ВИГЛЯДУ

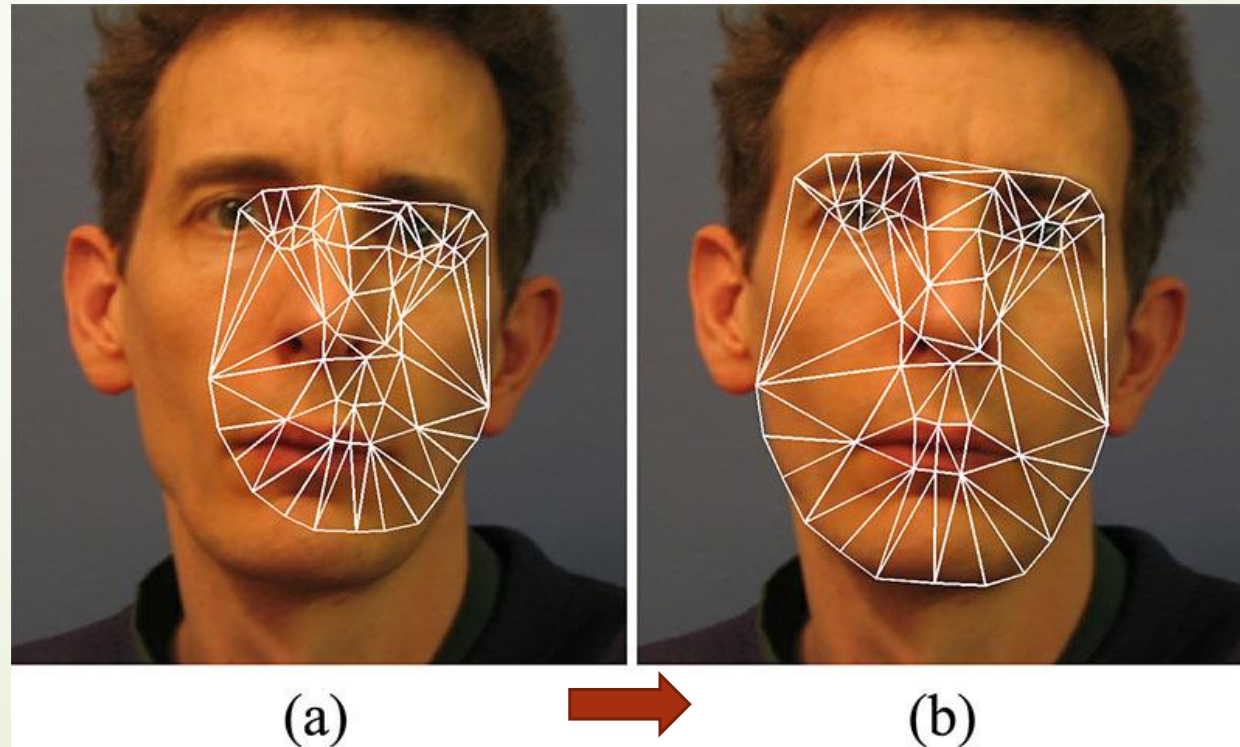
Пукіш І.С.,

Студент групи КА-24

Керівник: Тимошенко Ю.О.

# Вступ:

- ▶ **Активні моделі зовнішнього вигляду** – статистичні моделі, які шляхом різних деформацій можуть бути підігнані під реальне зображення.






# Актуальність

Виокремлення ознак обличчя з пристосованої моделі дає змогу аналізувати вираз обличчя людини, що може бути використано у наступних цілях:

- ▶ Як охоронний елемент системи при скануванні обличчя для доступу до певної системи
- ▶ Як елемент системи при тестуванні людини на предмет виявлення правди чи брехні у її розповідях
- ▶ Як елемент системи для оцінки думки людини про певну подію чи продукт при проведенні експертних, маркетингових, соціальних опитувань чи оцінок
- ▶ Як елемент системи в індустрії комп'ютерних ігор для взаємодії з штучним інтелектом гри та покращення текстурного вигляду персонажу
- ▶ Як елемент системи у відео- та фільмоіндустрії задля більш якісного відображення обличчя
- ▶ Будь якій іншій сфері діяльності, де може бути корисним моніторинг емоцій опера якоїсь системи чи просто емоцій суб'єктів, які знаходяться в допустимій зоні роботи відеокамери



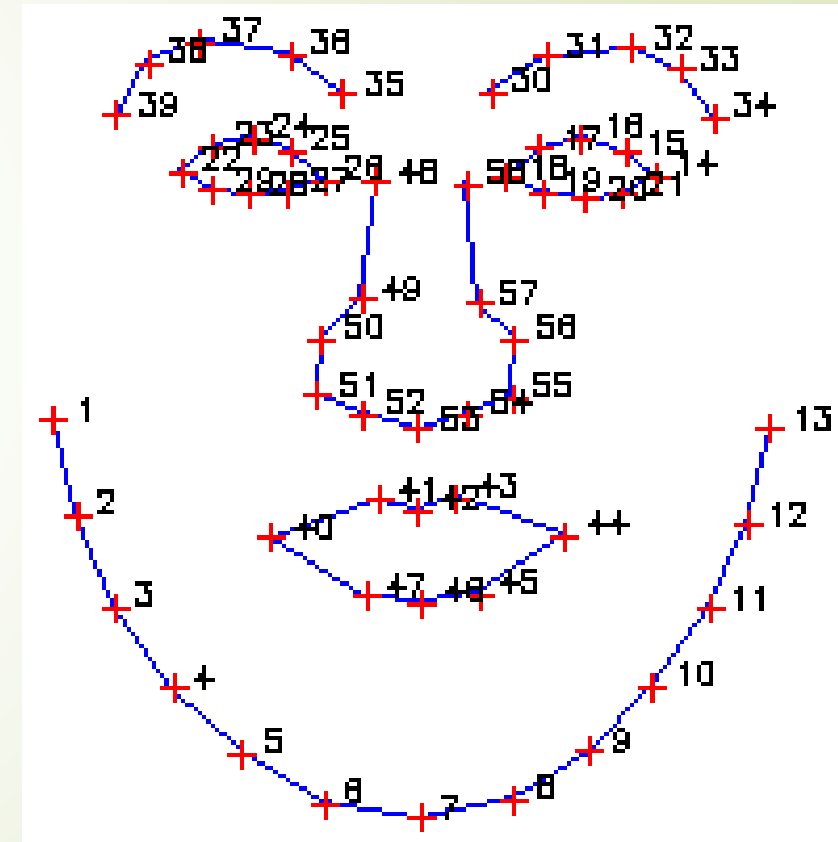
# Етапи побудови моделі задля досягнення цілі

- Модель форми
- Модель текстури
- Комбінована модель
- Навчання моделі
- Підгонка моделі під конкретне обличчя
- Застосування методу опорних векторів для класифікації емоцій

# Модель форми: **МІТКИ**

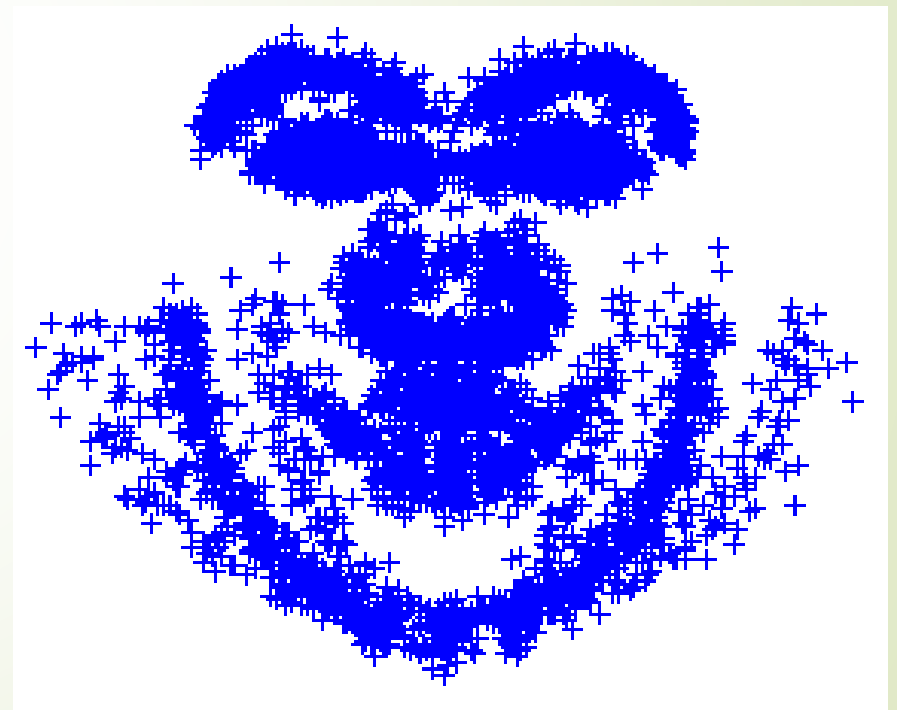
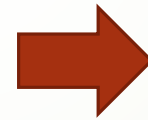
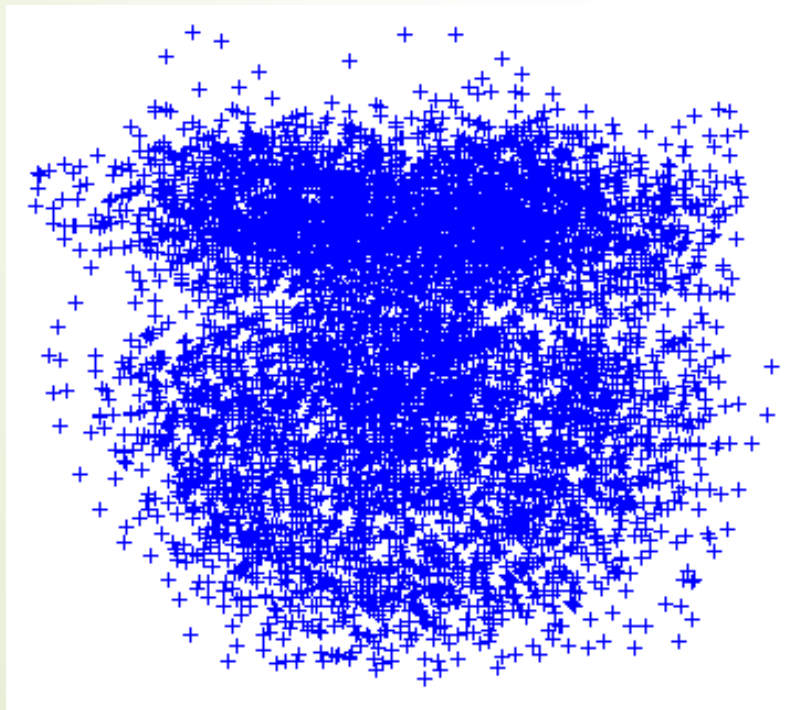
Форма визначена як набір точок, що відображають мітки на обличчі. Мітки описують певні ознаки обличчя.

- Форма не чутлива до Евклідових перетворень подібності
- Не дано жодної інформації про зв'язок між мітками
- $x = (x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_{n-1}, y_{n-1}, x_n, y_n)^T$ .



# Модель форми: узагальнений Прокрустовий аналіз

- Вилучає ефекти переміщення, масштабу та повороту, нормуючи форми



# Модель форми: синтез

- Для зменшення розмірності використовується метод головних компонент. Кількість параметрів зменшено з 116 до 21.

- Тож будь яку форму можна виразити як:

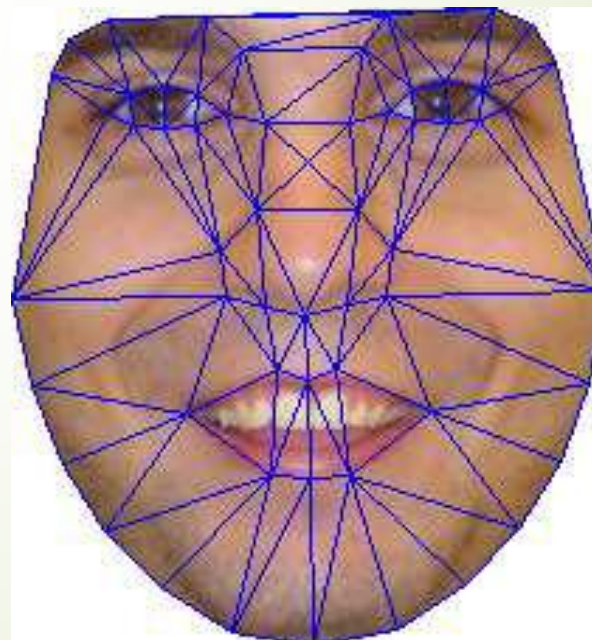
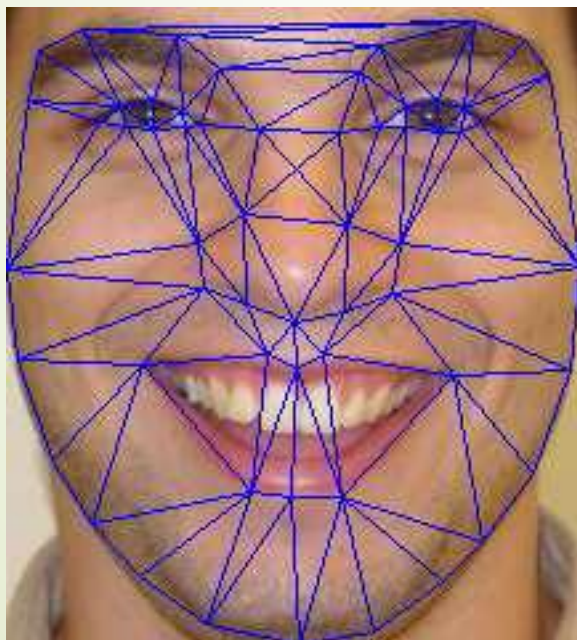
$$\mathbf{x} = \bar{\mathbf{x}} + \Phi_s \mathbf{b}_s$$

- $\mathbf{x}$  – форма, що синтезується
- $\bar{\mathbf{x}}$  – усереднена форма
- $\Phi_s$  – матриця власних векторів (з найбільшою дисперсією) коваріаційної матриці
- $\mathbf{b}_s$  – вектор параметрів, що відображає ваги, шукається як:

$$\mathbf{b} = \Phi^{-1}(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}) = \Phi^T(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}).$$

# Модель текстури: деформація текстур (warping)

- Здійснюється деформація текстур таким чином, щоб вони відповідали усередненій формі. Застосовується триангуляція Delaunay, і відбувається афінне перенесення пікселів між відповідними трикутниками.





# Модель текстури: прикладі деформацій



# Модель текстур: синтез

- ▶ Застосовуючи метод головних компонент, отримуємо вираз для синтезу текстур:

$$g = \bar{g} + \Phi_g b_g$$

- ▶  $g$  - текстура, що синтезується
- ▶  $\bar{g}$  - усереднена текстура
- ▶  $\Phi_g$  - матриця власних векторів (з найбільшою дисперсією) коваріаційної матриці
- ▶  $b_g$  - вектор параметрів, що відображає ваги, що шукається як:

$$b_g = \Phi_g^T (g - \bar{g}).$$

# Комбінована модель

- Комбінована модель виражається наступним чином:

$$\mathbf{b} = \begin{pmatrix} \mathbf{W}_s \mathbf{b}_s \\ \mathbf{b}_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{W}_s \Phi_s^T (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}) \\ \Phi_g^T (\mathbf{g} - \bar{\mathbf{g}}) \end{pmatrix}, \text{ де } \mathbf{W}_s = r \mathbf{I}, \quad r = \frac{\sum_{i=1}^N \lambda_{g_i}}{\sum_{j=1}^n \lambda_{s_j}}$$

Застосувавши метод головних компонент до вищеописаних даних задля уникнення кореляцій між параметрами форм та текстур, отримуємо:

$$\mathbf{b} = \Phi_c \mathbf{c}, \text{ де } \Phi_c = \begin{pmatrix} \Phi_{cs} \\ \Phi_{cg} \end{pmatrix}, \text{ отже, } \mathbf{c} = \Phi_c^T \mathbf{b} \text{ - вектор параметрів комбінованої моделі}$$

# Комбінована модель

$$\mathbf{x} = \bar{\mathbf{x}} + \Phi_s \mathbf{W}_s^{-1} \Phi_{cs} \mathbf{c}$$

$$\mathbf{g} = \bar{\mathbf{g}} + \Phi_g \Phi_{cg} \mathbf{c}$$



## Переваги:

- Єдиний набір параметрів  $\mathbf{c}$
- Менша кількість параметрів  $t_c < t_s + t_g$

## Недоліки:

- Параметри форм та текстур уже не є ортогональними, що накладає певні обмеження на алгоритми підгонки

Обличчя,  
реконструйовані  
комбінованою  
моделлю



# Навчання моделі

$$\arg \min_{\mathbf{c}} \sum_{\text{pixels}} \left( \text{Image} - \text{Model} \right)^2 \quad \text{або, більш формально,} \quad \arg \min_{\mathbf{c}} |\mathbf{I}_{\text{image}} - \mathbf{I}_{\text{model}}|^2$$

Представимо вектор параметрів, як  $\mathbf{p} = (\mathbf{c}^T | \mathbf{t}^T)^T$ , де  $\mathbf{t}$  – вектор перетворень подібності

Ціль навчання: знайти оптимальну матрицю  $\mathbf{R}$ , яка б задовольняла лінійне відношення:  $\delta \mathbf{p} = \mathbf{R} \delta \mathbf{g}$ .

... .. (математичні перетворення та алгоритми) ... ..

Знаходимо Якобіан та з нього  $\mathbf{R}$  як:  $\mathbf{J} = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial \mathbf{p}} = \Delta_g \Delta_p^\dagger$ ,  $\mathbf{R} = \frac{\partial \mathbf{r}^\dagger}{\partial \mathbf{p}}$ , де

$$\Delta_p = \begin{pmatrix} \vdots & \vdots \\ \delta p_1 & \dots & \delta p_s \\ \vdots & \vdots \end{pmatrix}_{t_p \times s} \quad \Delta_g = \begin{pmatrix} \vdots & \vdots \\ \delta g_1 & \dots & \delta g_s \\ \vdots & \vdots \end{pmatrix}_{m \times s}$$

# Підгонка моделі

► Суть моделі ААМ – адаптація під будь яке обличчя, що не надто відхилене по осях оборотів голови чи надто затьмарених сторонніми об'єктами

► Алгоритм підгонки:

Знаходимо початкове

Наближення за допомогою

алгоритму Вйоли-Джонса,

виконуємо дії, описані справа,

поки залишки текстур не

перестануть змінюватись

Екземпляр зображення

$$(x, y) \rightarrow g_{image}$$

Будуємо екземпляр ААМ

$$AAM(p) \rightarrow (x_{model}, y_{model}, g_{model})$$

Обчислюємо залишки текстур

$$\partial g = g_{image} - g_{model}$$

Обновлюємо зміщення моделі

$$p_{k+1} = p_k - \alpha (J^T J)^{-1} J^T \partial g$$



# Розпізнавання емоцій на основі ААМ: **доступний набір емоцій**

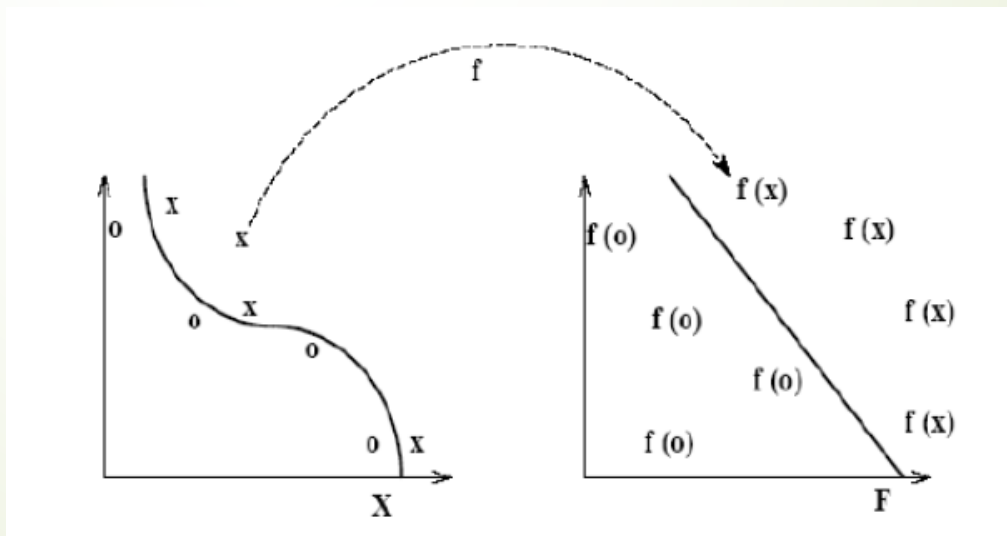
Пропоновано розглянути 5 виразів обличчя, що характеризують такі емоції:

- ▶ Нейтральний
- ▶ Радість
- ▶ Здивування
- ▶ Страх
- ▶ Відраза



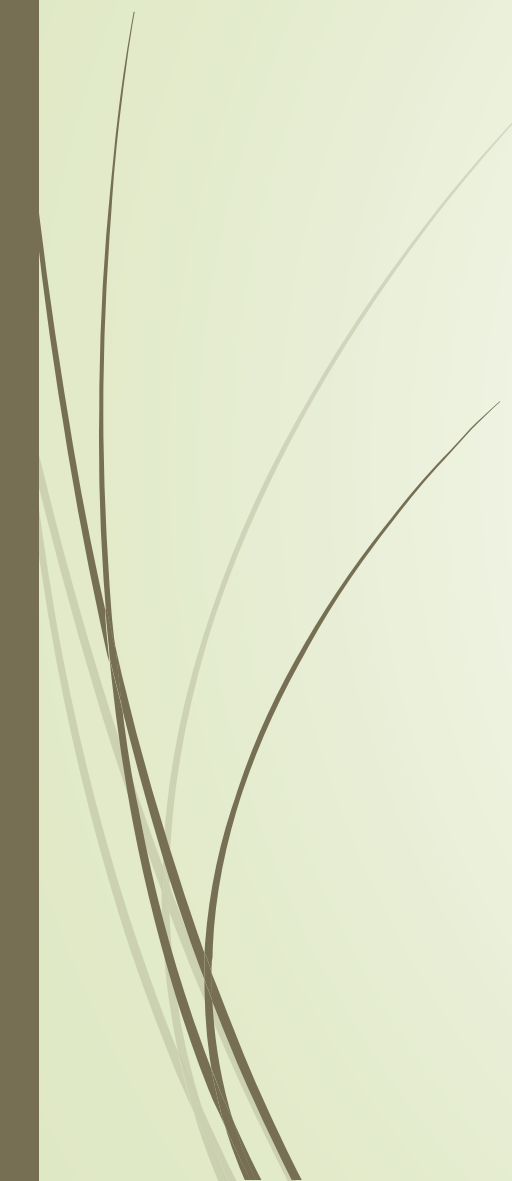
# Розпізнавання емоцій на основі ААМ: механізм розпізнавання

- Застосовуються **машини опорних векторів** для класифікації поточного набору параметрів підгнаної моделі до певного класу емоцій.
- Використано підхід «**Один проти всіх**», оскільки гіперплощина у методі опорних векторів розділяє точки на два класи. Тому почергово виділяється один клас емоцій, а решту передаються для подальшої класифікації.





# Подальші перспективи

- ▶ Підвищення точності класифікації та швидкодії моделі
  - ▶ Побудова 3D моделі для обличчя, що аналізується
  - ▶ Елементи доповненої реальності
  - ▶ Реалізація окремих проектів, описаних в розділі актуальності на початку роботи
- 



Дякую за увагу!