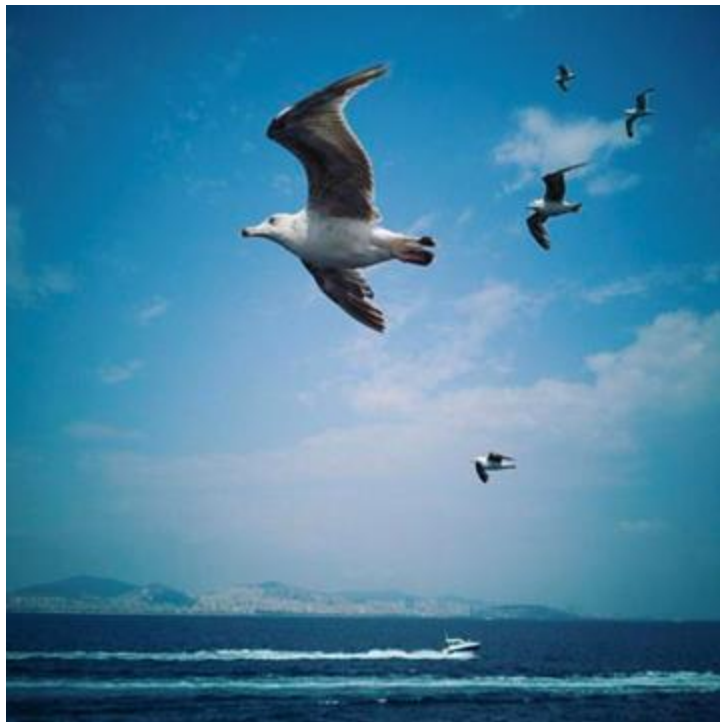


# Розширення можливостей Paint Transformer з генеруванням мазків пензля за допомогою GAN

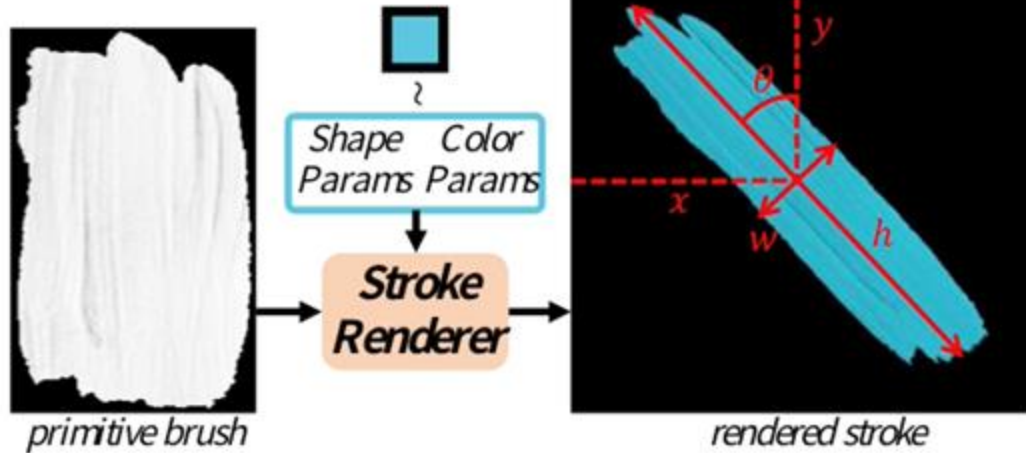
Що таке Paint Transformer?



# Stroke Renderer

$$I_{out} = StrokeRenderer(I_{in}, S)$$

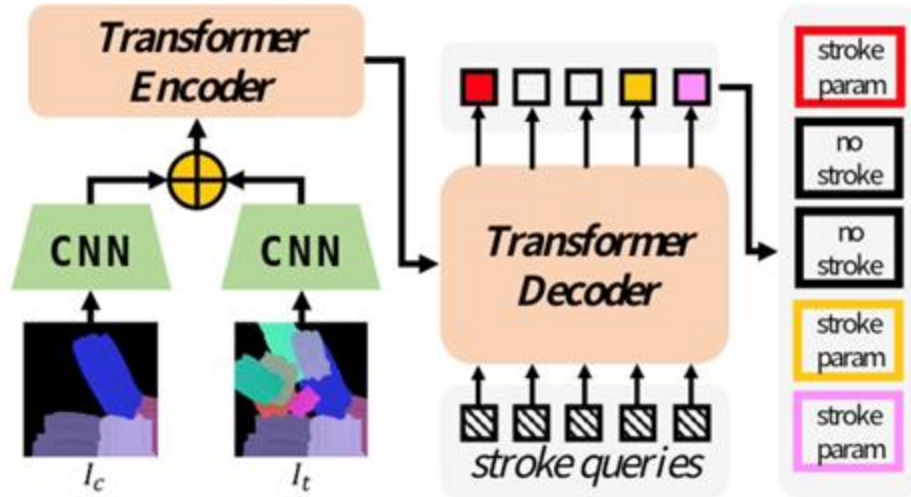
$$S = \{x, y, h, w, \theta, r, g, b\}$$



**A stroke is defined by:**

- $x, y$  – center point of stroke
- $\theta$  – rotation angle
- $h, w$  – height and width of stroke
- $r, g, b$  – color of stroke

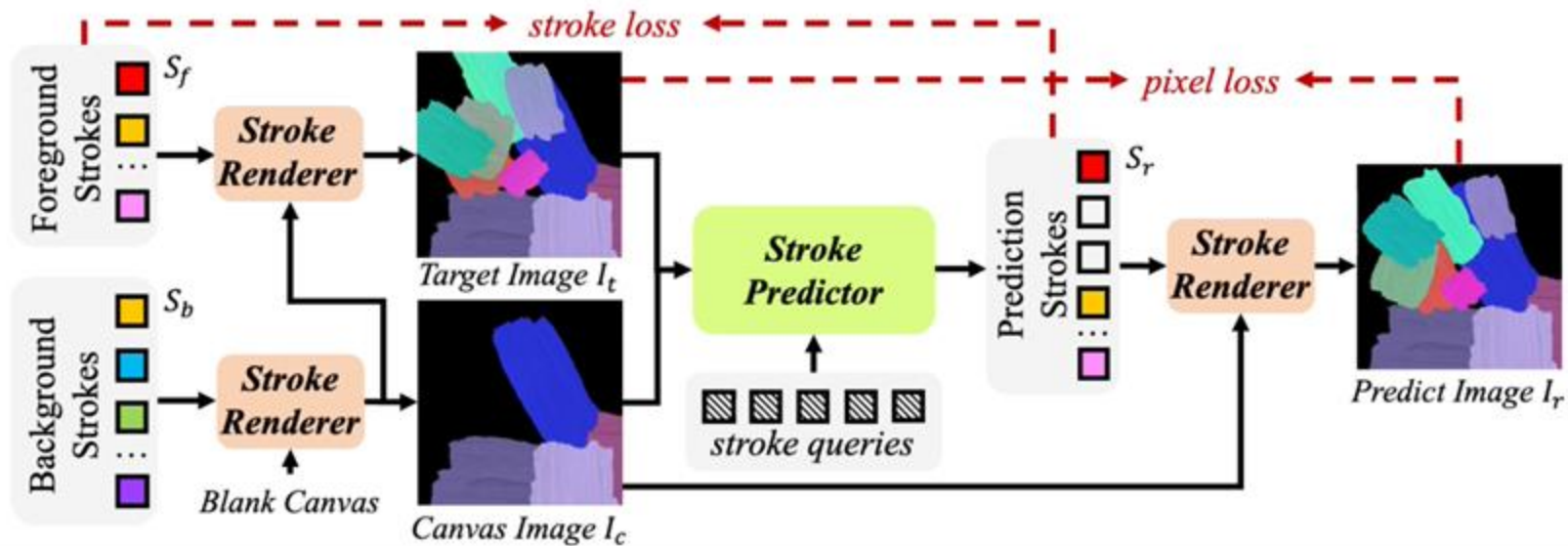
# Stroke Predictor



$$S_r = \text{StrokePredictor}(I_c, I_t)$$

- **Input:** canvas  $I_c$  and target  $I_t$
- **Goal:** predict a set of strokes which can cover the differences between  $I_c$  and  $I_t$

# Процедура тренування



# Функції втрат

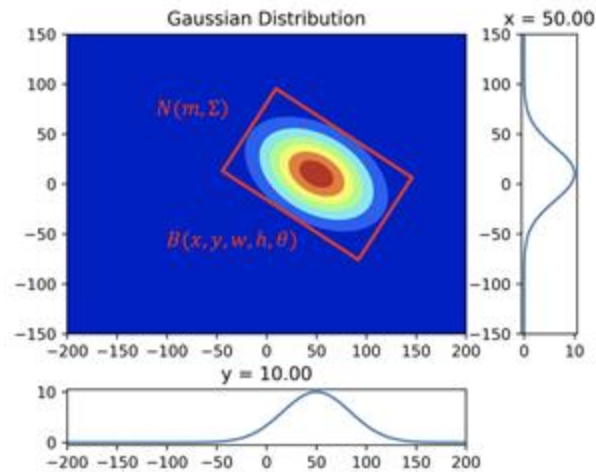
Функція попиксельних втрат:  $\mathcal{L}_{pixel} = \|I_r - I_t\|_1$

Функція втрат для векторів параметрів:  $\mathcal{D}_{L_1}^{u,v} = \|s_u - s_v\|_1$

Відстань Вассерштайна (Wasserstein distance), *Yang et al., 2021*:

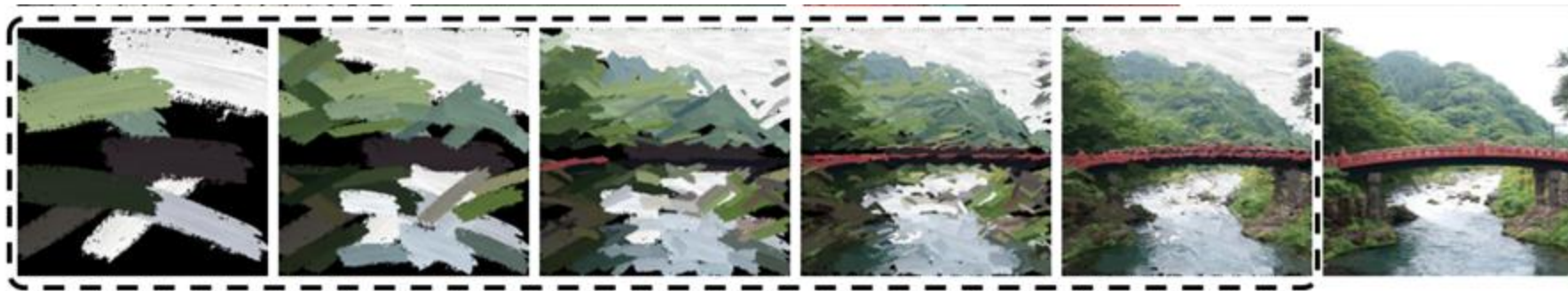
$$\begin{aligned}\mu &= (x, y), \\ \Sigma^{\frac{1}{2}} &= \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{w}{2} & 0 \\ 0 & \frac{h}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \frac{w}{2} \cos^2 \theta + \frac{h}{2} \sin^2 \theta & \frac{w-h}{2} \cos \theta \sin \theta \\ \frac{w-h}{2} \cos \theta \sin \theta & \frac{w}{2} \sin^2 \theta + \frac{h}{2} \cos^2 \theta \end{bmatrix}\end{aligned}$$

$$\mathcal{D}_W^{u,v} = \|\mu_u - \mu_v\|_2^2 + \text{Tr} \left( \Sigma_u + \Sigma_v - 2 \left( \Sigma_u^{\frac{1}{2}} \Sigma_v \Sigma_u^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \right)$$



# Модуль передбачення

Run Stroke Predictor on target image in different quality



# Розширення Paint Transformer

- Як майбутню роботу автори визначають вивчення більш складних мазків з різними формами.
- Автори вважають що це має покращити результати.
- У роботі я пропоную застосувати складніші мазки згенеровані GAN.



# Генерування мазків за допомогою MyPaint

Params



# Нові параметри

- **Координати мазка** - набір із трьох декартових пар координат. Координати описують початкову, кінцеву точку та середню контрольна точка, утворюючи квадратичну криву Безьє.

$$\{x_s, y_s, x_e, y_e, x_c, y_c\}$$

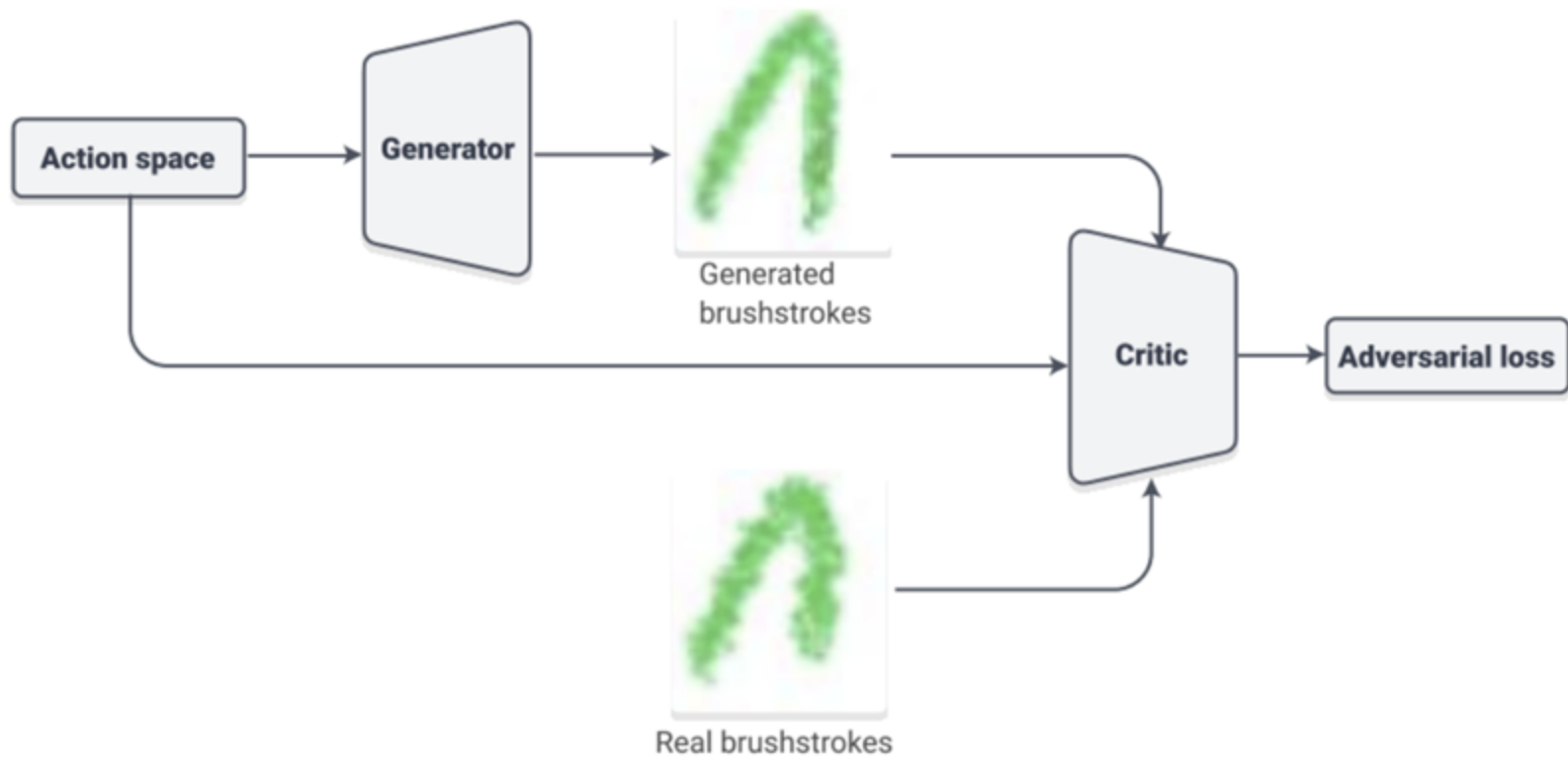
- **Початковий і кінцевий тиск** описують тиск, який використовується на пензлі на початку і кінці мазка.  $\{p_s, p_e\}$

- **Розмір мазка**  $s$

- **Колір**  $\{r, g, b\}$



# GAN архітектура



# Тренування GAN

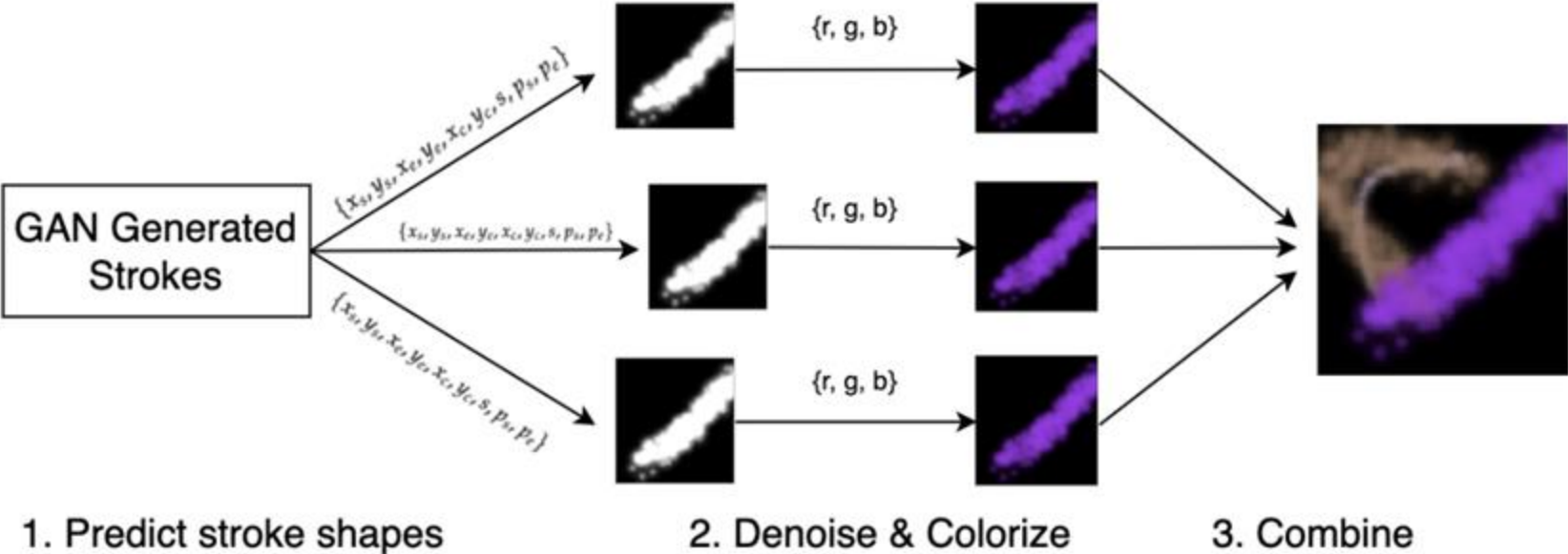
tag: img\_in      tag: img\_out  
step 11,732,500   step 11,732,500

---



$$\{x_s, y_s, x_e, y_e, x_c, y_c, s, p_s, p_e\}$$

# GAN Stroke Renderer



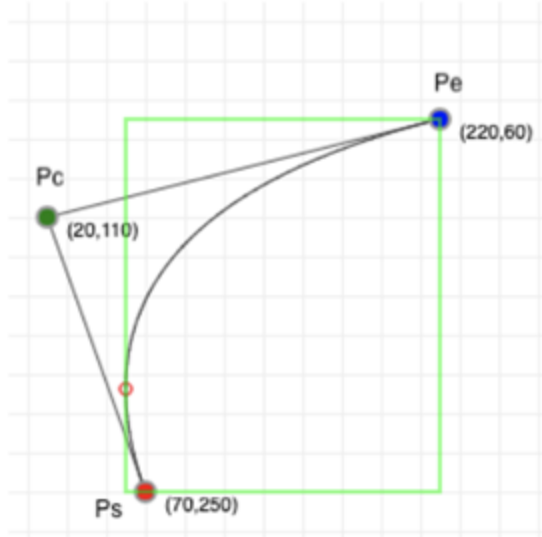
# Перетворення параметрів

$$\{x_s, y_s, x_e, y_e, x_c, y_c, s, p_s, p_e\}$$



$$\{x, y, h, w, \theta\}$$

$$\begin{aligned} \mu &= (x, y), \\ \Sigma^{\perp} &= \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{w}{2} & 0 \\ 0 & \frac{h}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \frac{w}{2} \cos^2 \theta + \frac{h}{2} \sin^2 \theta & \frac{w-h}{2} \cos \theta \sin \theta \\ \frac{w-h}{2} \cos \theta \sin \theta & \frac{w}{2} \sin^2 \theta + \frac{h}{2} \cos^2 \theta \end{bmatrix} \end{aligned}$$



$$P_s = (x_s, y_s), P_1 = P_c = (x_c, y_c), P_2 = P_e = (x_e, y_e)$$

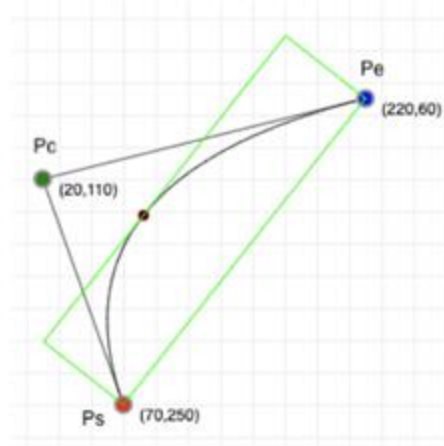
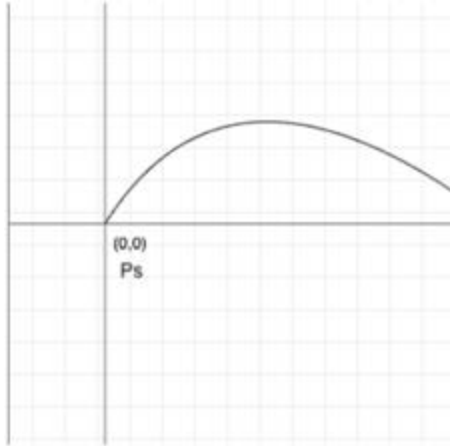
$$\mathbf{B}(t) = (1-t)^2 \cdot P_s + 2t(1-t) \cdot P_c + t^2 \cdot P_e$$

$$\mathbf{B}'(t) = 2(1-t)(P_c - P_s) + 2t(P_e - P_c) = 0 \implies t = \frac{P_s - P_c}{-2 \cdot P_c + P_s + P_e}$$

$$P_{min} = \min(\mathbf{B}(t), P_s, P_e)$$

$$P_{max} = \max(\mathbf{B}(t), P_s, P_e)$$

# Обертальна обмежувальна рамка



$$\alpha = \arctan \frac{y_e}{x_e} \implies R = \begin{bmatrix} \cos(-\alpha) & -\sin(-\alpha) \\ \sin(-\alpha) & \cos(-\alpha) \end{bmatrix}$$

$$\dot{P}_s = P_s - P_s = (0,0)$$

$$\dot{P}_c = (P_c - P_s) \cdot R$$

$$\dot{P}_e = (P_e - P_s) \cdot R$$

$$\dot{P}_{min} = \min(\dot{\mathbf{B}}(t), \dot{P}_s, \dot{P}_e) = (\dot{x}_{min}, \dot{y}_{min})$$

$$\dot{P}_{max} = \max(\dot{\mathbf{B}}(t), \dot{P}_s, \dot{P}_e) = (\dot{x}_{max}, \dot{y}_{max})$$

$$(x_{max}, y_{max}) = (\dot{x}_{max}, \dot{y}_{max}) \cdot R^{-1} + P_s$$

$$(x_{min}, y_{min}) = (\dot{x}_{min}, \dot{y}_{min}) \cdot R^{-1} + P_s$$

$$(x'_{max}, y'_{max}) = (\dot{x}_{max}, \dot{y}_{min}) \cdot R^{-1} + P_s$$

$$(x'_{min}, y'_{min}) = (\dot{x}_{min}, \dot{y}_{max}) \cdot R^{-1} + P_s$$

$x_s = \text{clamp}(x_s + 0.15 \cdot p_s, 0, 1); y_s = \text{clamp}(y_s + 0.15 \cdot p_s, 0, 1)$   
 $x_e = \text{clamp}(x_e + 0.15 \cdot p_e, 0, 1); y_e = \text{clamp}(y_s + 0.15 \cdot p_e, 0, 1)$   
 $x_c = \text{clamp}(x_c - 0.15 \cdot s, 0, 1); y_c = \text{clamp}(y_c - 0.15 \cdot s, 0, 1)$

$$x = \frac{x_{max} + x_{min}}{2}; \quad y = \frac{y'_{max} + y_{min}}{2}$$

$$w = \sqrt{(y'_{max} - y_{max})^2 + (x'_{min} - x_{max})^2}$$

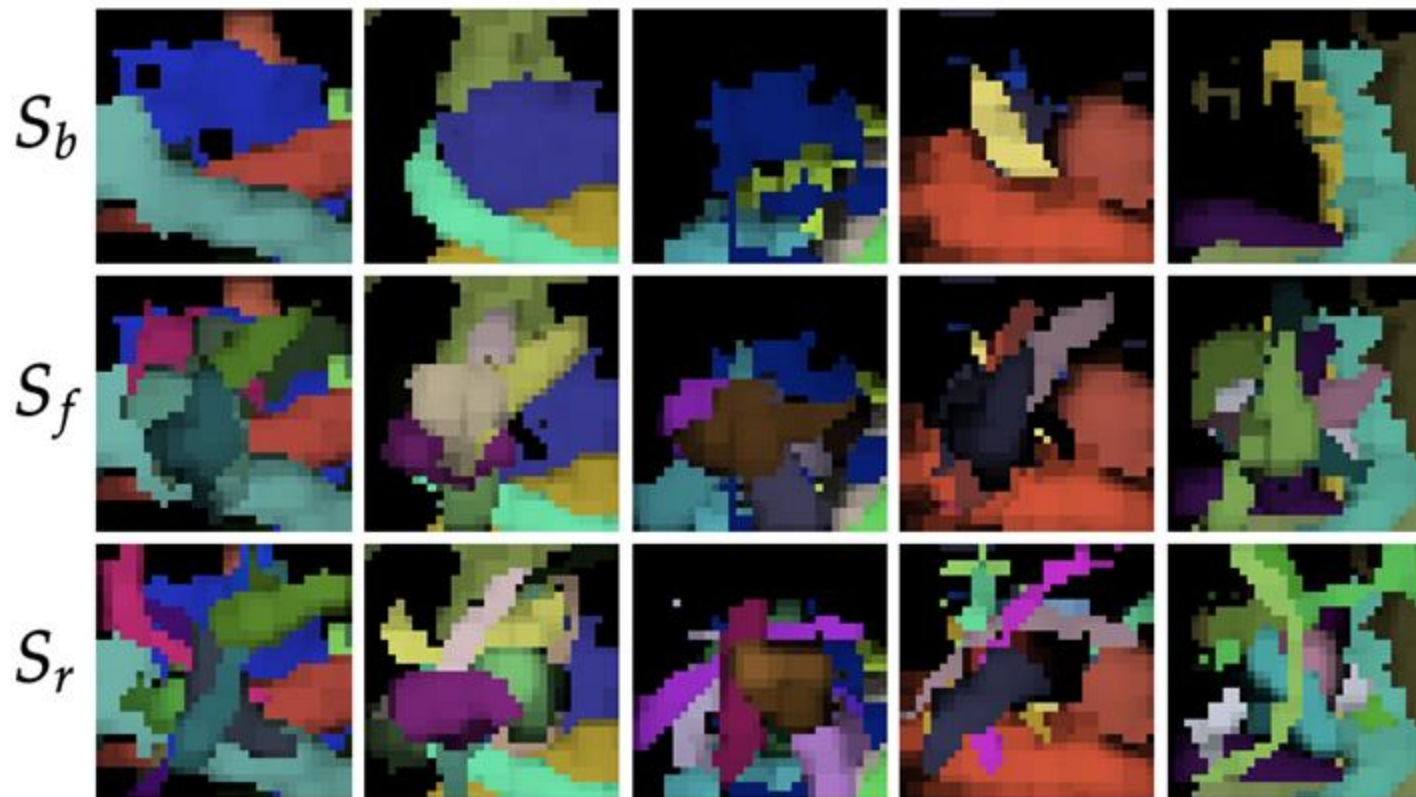
$$h = \sqrt{(y_{max} - y'_{min})^2 + (x_{max} - x'_{max})^2}$$

$$\theta = \arctan \frac{y'_{max} - y_{max}}{x'_{max} - x_{max}}$$





# Тренування Paint Transformer





Дякую за увагу!

