

Міністерство освіти та науки України
Національний університет «Києво-Могилянська академія»



Магістерська робота
«Генерування зображень номерних знаків
методами глибинного навчання»

Студент
Марчук В.С.

Керівник
кандидат фіз.-мат. наук, доцент
Швай Н.О.

Київ – 2023

Мета проекту

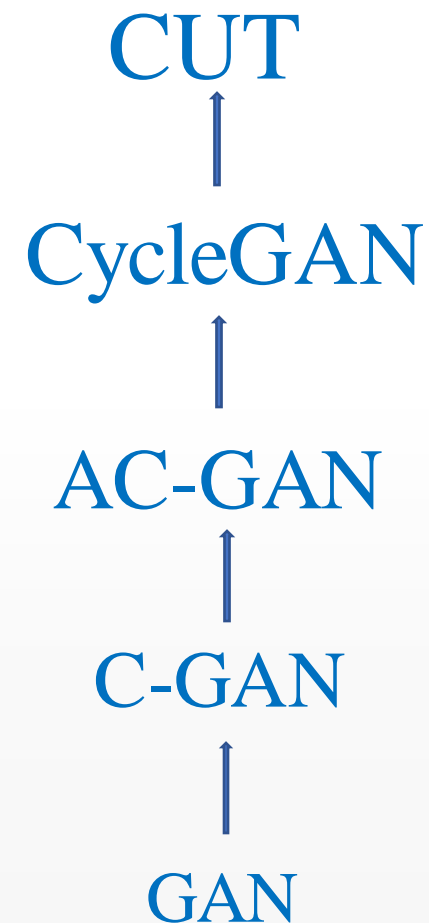
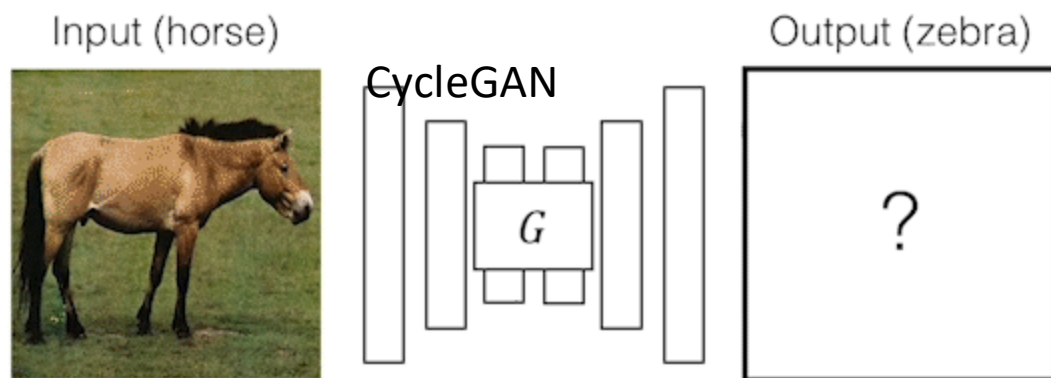


- Дослідити та запропонувати ефективний метод генерування синтетичних автомобільних номерних знаків, які дуже схожі на справжні номерні знаки.
- Розробити програмний додаток, який може генерувати реалістичні зображення українських номерних знаків з певним рівнем спотворень, подібних до тих, що зустрічаються в сценаріях реального життя.

Contrastive Unpaired Translation



What makes for a good output?



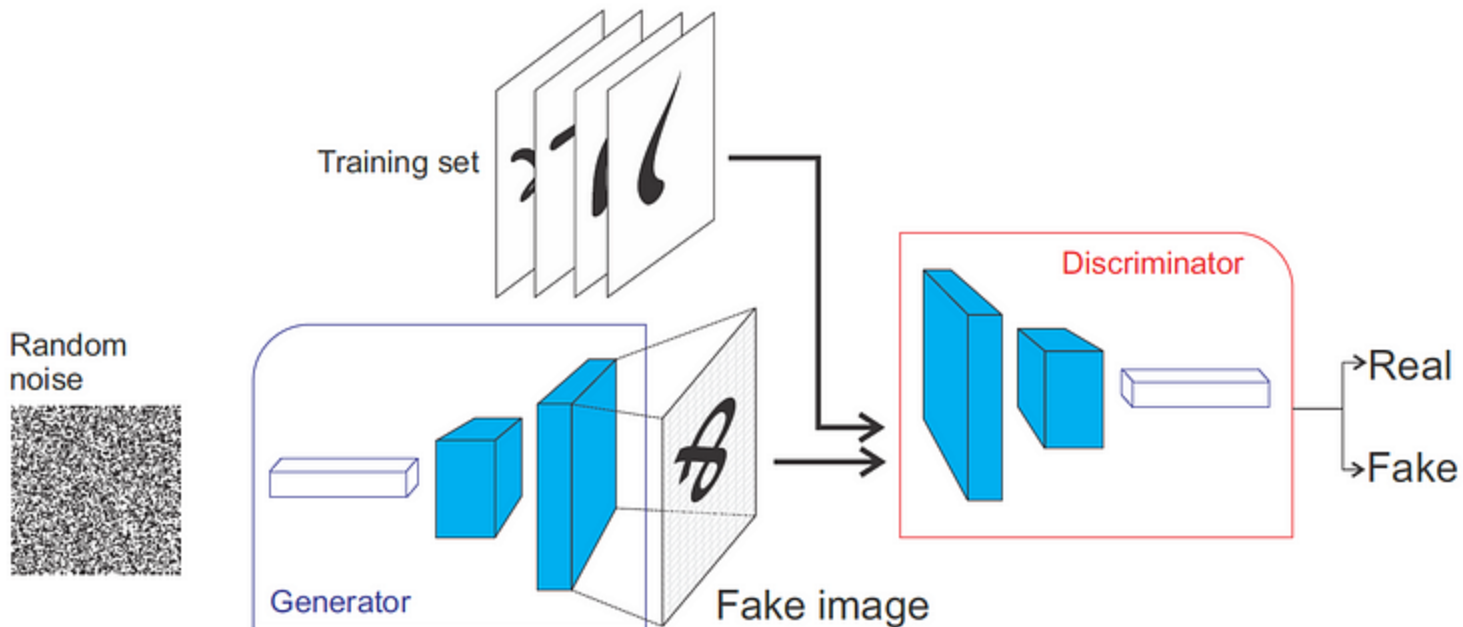
Основа методології



GAN Loss Function:

$$\mathcal{L}_{\text{GAN}}(G, D, X, Y) = \mathbb{E}_{\mathbf{y} \sim Y} \log D(\mathbf{y}) + \mathbb{E}_{\mathbf{x} \sim X} \log(1 - D(G(\mathbf{x})))$$

GAN Architecture:



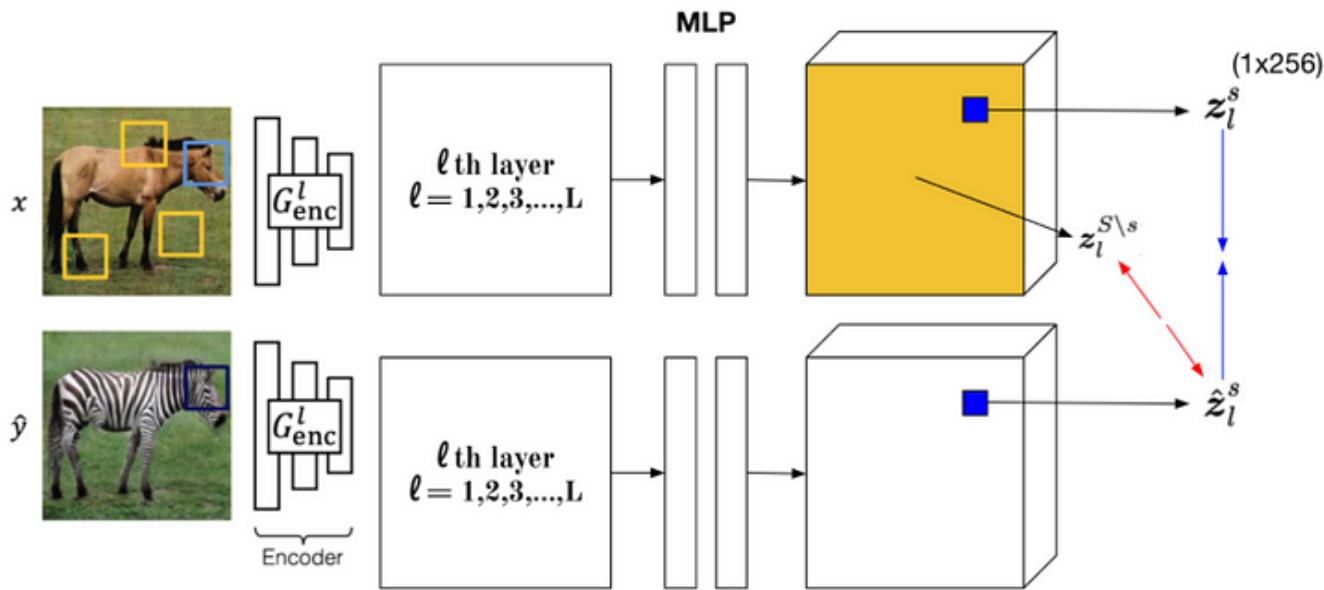
Основа методології



Loss function (cross-entropy loss):

$$\ell(v, v^+, v^-) = -\log \left[\frac{\exp(v \cdot v^+ / \tau)}{\exp(v \cdot v^+ / \tau) + \sum_{n=1}^N \exp(v \cdot v_n^- / \tau)} \right]$$

Patchwise Contrastive Loss:



$$\mathcal{L}_{\text{PatchNCE}}(G, H, X) = \mathbb{E}_{x \sim X} \sum_{l=1}^L \sum_{s=1}^{S_l} \ell(\hat{z}_l^s, z_l^s, z_l^{S \setminus s})$$

Основа методології



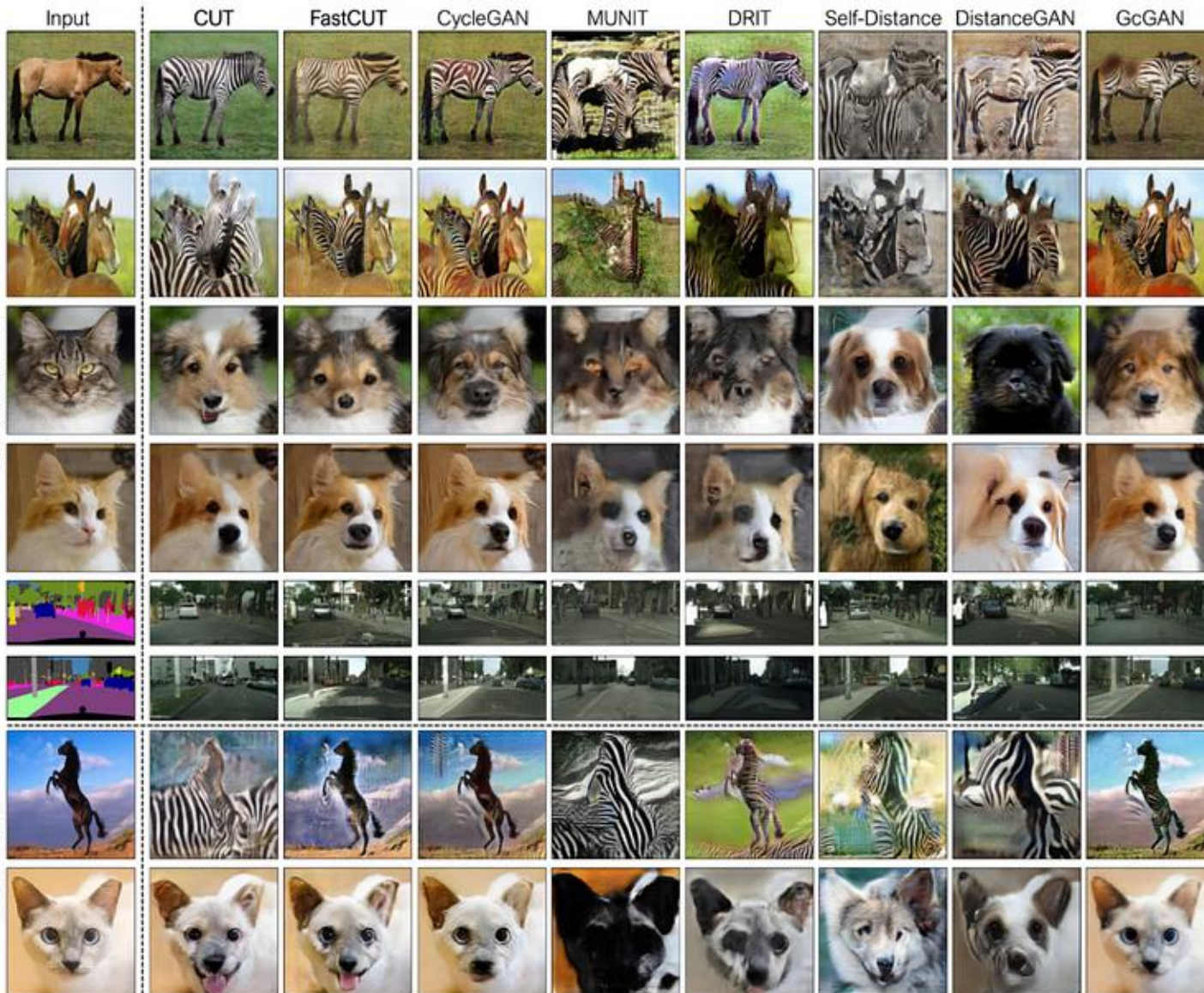
Overall Loss Function:

$$\mathcal{L}_{\text{GAN}}(G, D, X, Y) + \lambda_X \mathcal{L}_{\text{PatchNCE}}(G, H, X) + \lambda_Y \mathcal{L}_{\text{PatchNCE}}(G, H, Y)$$

CUT model: $\lambda_X = \lambda_Y = 1$

FastCUT: $\lambda_X = 10$ and $\lambda_Y = 1$ to compensate for the absence of the regularizer.

Приклад застосування методології



Method	Horse→Zebra		
	FID↓	sec/iter↓	Mem(GB)↓
CycleGAN [89]	77.2	0.40	4.81
MUNIT [44]	133.8	0.39	3.84
DRIT [41]	140.0	0.70	4.85
Distance [4]	72.0	0.15	2.72
SelfDistance [4]	80.8	0.16	2.72
GCGAN [18]	86.7	0.26	2.67
CUT	45.5	0.24	3.33
FastCUT	73.4	0.15	2.25

Frechet Inception Distance (FID)

$$FID = \|\mu_X - \mu_Y\|^2 + \text{tr}(\Sigma_X + \Sigma_Y - 2\sqrt{(\Sigma_X \Sigma_Y)})$$

Застосування методології до розв'язку задачі



<u>Synthetic</u>	Generated <u>FastCUT</u>	Generated CUT	Real
AB 0055 TT	AB 0055 TT	AB 0055 TT	AB 0055 TT
AE 2344 TE	AE 2344 TE	AE 2344 TE	AE 2344 TE
AH 5855 EP	AH 5855 EP	AH 5855 EP	AH 5855 EP
AX 4949 HP	AX 4949 HP	AX 4949 HP	AX 4949 HP
BC 1630 KB	BC 1630 KB	BC 1630 KB	BC 1630 KB
BC 5391 KT	BC 5391 KT	BC 5391 KT	BC 5391 KT
BC 6783 EI	BC 6783 EI	BC 6783 EI	BC 6783 EI

Method	FID	Sec/iter
CUT	93.00	5.45
<u>FastCUT</u>	163.70	4.29

Наукова новизна



- Експериментальним шляхом було продемонстровано здатність методів CUT та FastCUT генерувати раніше не досліджувані українські номерні знаки.
- Моделі було натреновано на синтетичних (створених вручну) та реальних зображеннях українських автомобільних номерних знаків.
- Запропоновано використання метрики FID для кількісної оцінки продуктивності алгоритму.

Практичне значення



1. Потенційне застосування в:

- системах комп'ютерного зору;
- моделюванні дорожнього руху;

2. Покращення продуктивності та надійності алгоритмів ALPR, забезпечуючи їх ефективність у реальних сценаріях.

Перспективи та рекомендації для подальших досліджень



- Дослідження вдосконалених архітектур GAN або включення додаткових компонентів для подальшого підвищення реалістичності згенерованих номерних знаків.
- Вивчення методів включення більшої кількості дрібних деталей і варіацій у згенеровані номерні знаки, наприклад включення синтезу текстури.
- Розширення набору даних для включення більшої кількості номерних знаків з різних регіонів або країн для збільшення різноманітності згенерованих номерних знаків.



Дякую за увагу!